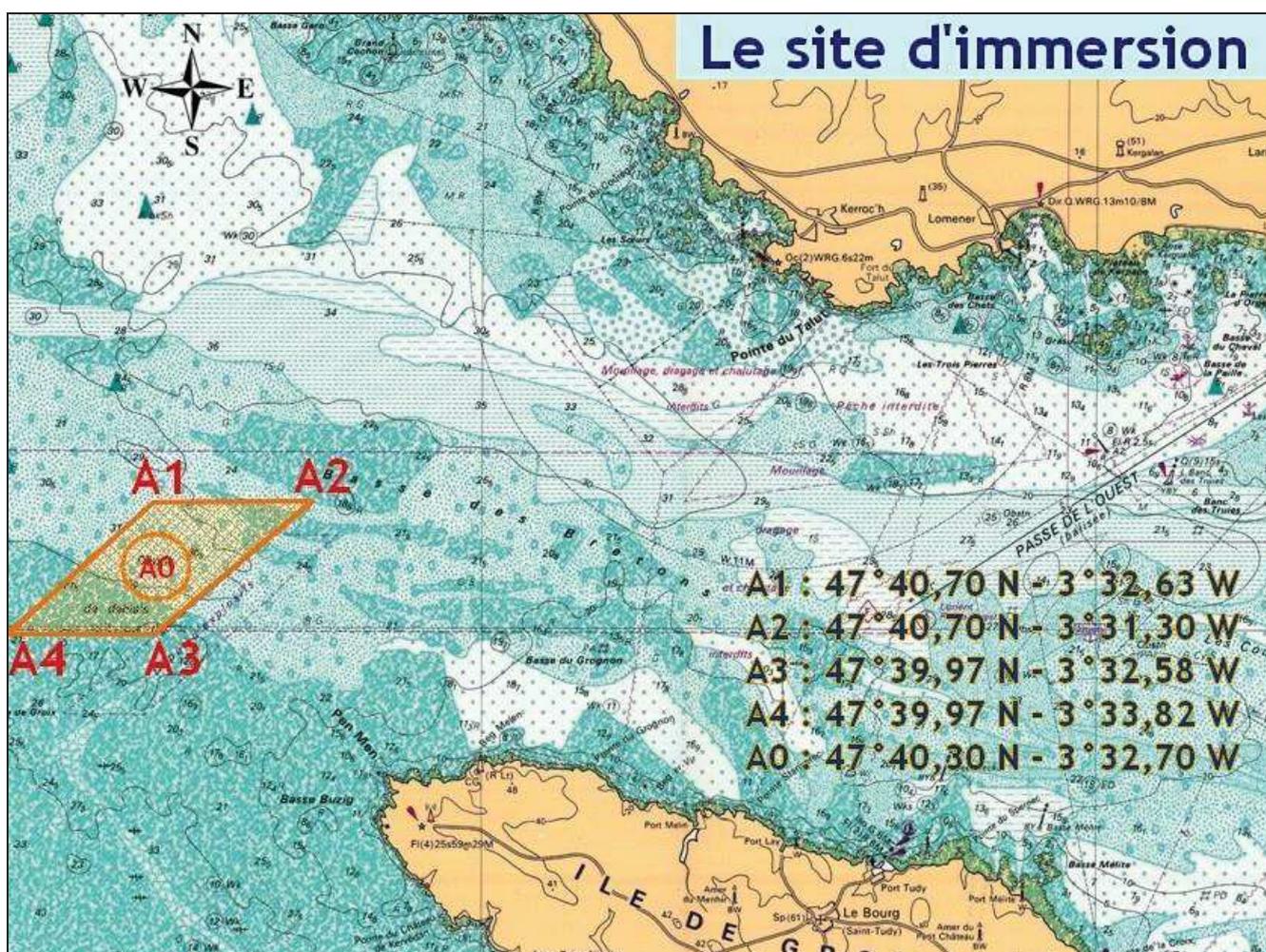


SUIVI DU SITE D'IMMERSION DES PRODUITS DE DRAGAGES AU LARGE DE L'ÎLE DE GROIX



SUIVI 2018

LE SUIVI DU SITE D'IMMERSION

Rapport 2018

- 1 : *Rapport d'étape*
- 2 : *Fiches de protocole*
- 3 : *Bathymétrie*
- 4 : *Rapport des plongées et analyse des vidéos*
- 5 : *Expertise des sédiments marins*
- 6 : *Expertise sur coquillages*
- 7 : *Peuplements benthiques*
- 8 : *Etude de l'évolution des macroalgues subtidales*
- 9 : *Expertise des prestations « protocole macroalgues » et « vidéos »*

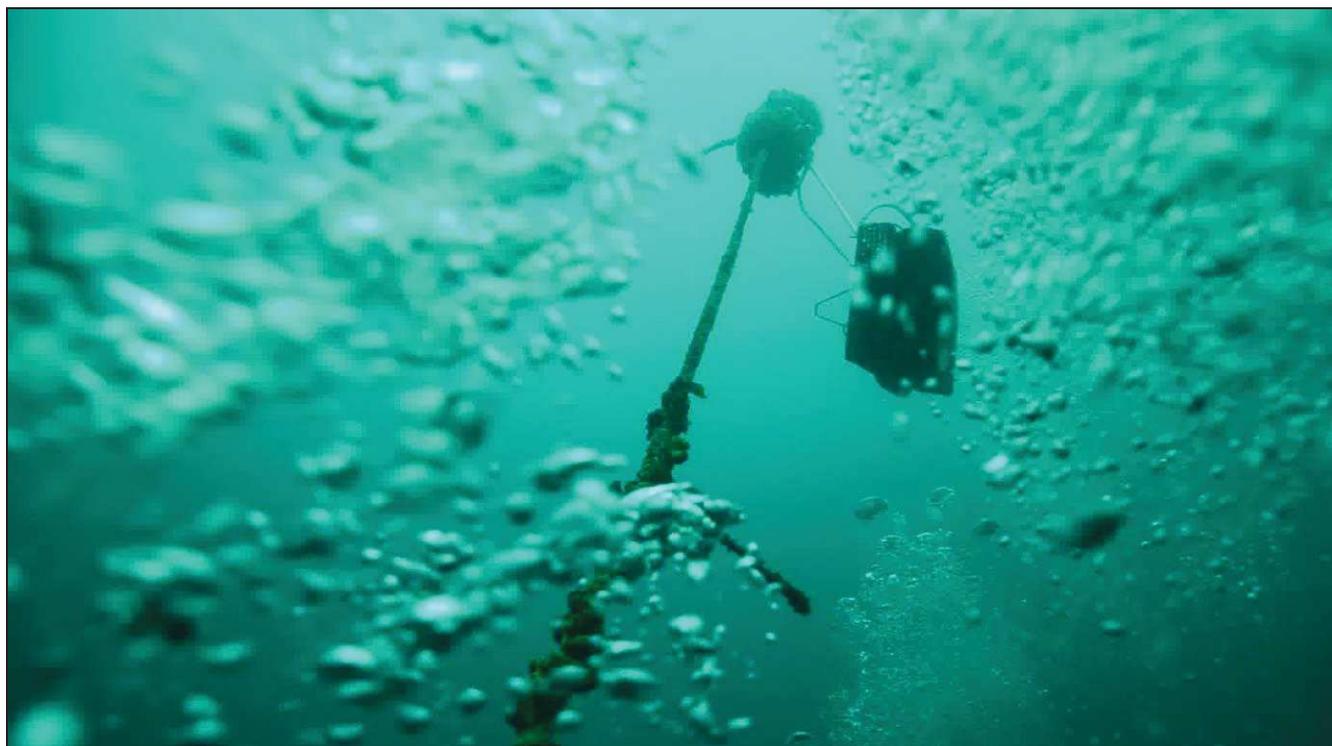
Annexes 2018

- **Vidéos des 3 sites de suivi**

LE SUIVI DU SITE D'IMMERSION

Partie n°1 *Rapport d'étape*

**SUIVI 2018 DU SITE D'IMMERSION
AU LARGE DE GROIX**



**Rapport d'étape
Pour la période 2017-2018**

juillet 2019

Sommaire

1	Historique	3
2	Le suivi du site d'immersion 2018.....	4
2.1	Le levé bathymétrique annuel	5
2.2	Rapport de plongée.....	5
2.3	Expertise sur sédiments	6
2.4	Expertise sur coquillages.....	7
2.5	Le compartiment « peuplement benthique ».....	10
2.5.1	Méthodologie.....	10
2.5.2	Résultats de la surveillance 2018.....	11
2.6	Protocole de surveillance DCE pour l'élément de qualité « macroalgues subtidales »...	11
3	Le suivi des immersions	13
3.1	Intégration du suivi dans les arrêtés d'autorisation	13
3.2	Suivi des travaux de dragage et d'immersion.....	13
3.3	Travaux de dragage et d'immersion pour la période 2017-2018.....	13
3.4	Récapitulatif des volumes de matériaux immergés	13
4	Conclusions	13

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.

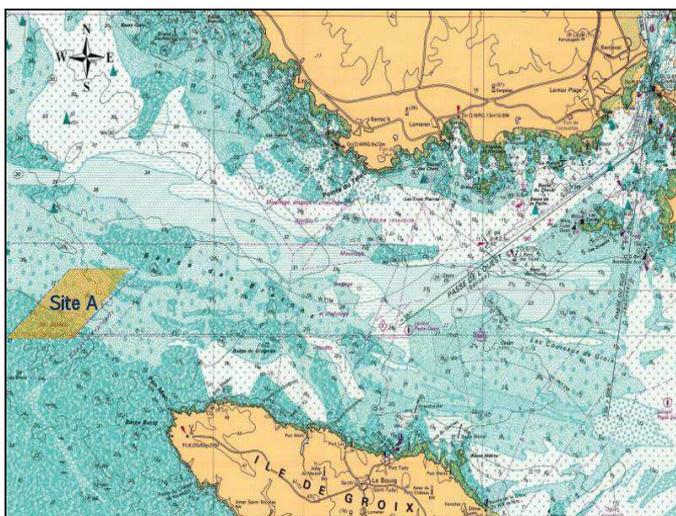


Figure 1 : site retenu après étude

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 2018 couvre la période d'immersion comprise de septembre 2017 à juin 2018.

En 2018, 15000 m³ ont été immergés.

2 Le suivi du site d'immersion 2018

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 (**cf. partie n°2**).

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 partie n°2.

Evolution du suivi entre 2017 et 2018

Le suivi du site n'a pas évolué.

2.1 Le levé bathymétrique annuel (cf.partie 3)

Le dernier levé bathymétrique du site d'immersion a été réalisé en juillet 2018 par la société INGEO, prestataire bathymétrique de la Région BRETAGNE.

Un calcul différentiel de cubatures évalue le volume « résiduel » de d'une année à l'autre. Le solde constaté est positif avec une valeur de 54154 m³.

2.2 Rapport de plongée (cf.partie 4)

Les plongées du suivi vidéo annuel du site d'immersion ont eu lieu au mois de septembre. Elles concernent cette année trois points :

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

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).

Le prélèvement de sédiments de surface pour analyses granulométriques et physicochimiques permet d'apprécier leur niveau éventuel de pollution ainsi que sa possible origine.



Figure 2 : localisation des points de suivi videos

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. Seulement quelques pieds de petites tailles sont dénombrés.

Station 23

En 2018, le transect réalisé indique l'existence de plusieurs habitats : plusieurs habitats rocheux dont des forêts denses à *Saccorhiza polyschides*, des tombants à *Corynactis viridis* et la présence d'un dépôt sédimentaire important. Cette influence sédimentaire était déjà remarquée lors des précédentes campagnes. La présence de l'algue brune, *Halidrys siliquosa*, affectionnant la proximité du sable est un exemple de cette influence sédimentaire. 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*, disparue uniquement en 2015, est bien présente comme les autres années. En revanche, un changement dans les hauts niveaux a été détecté pour cette station, à savoir la disparition des laminaires au profit des moules.

2.3 Expertise sur sédiments (cf .partie 5)

Les analyses ont porté sur les métaux lourds (Hg, Pb, Cu, Cd, et Zn) et les contaminants organiques (PCB, HAP et TBT). Les investigations sur les sédiments ont également pris en compte les caractéristiques physiques (granulométrie) ainsi que les teneurs en carbone et aluminium, chrome et nickel.

Les analyses granulométriques et physico-chimiques ont été réalisées sur 6 stations afin :

- ✓ Caractériser les peuplements benthiques (GRIMM 1 à GRIMM 4),
- ✓ Réaliser un suivi biologique des sédiments et des coquillages (station 21 et 24).

Les analyses granulométriques montrent que la station GRIMM 1 correspond à des vases sableuses, les stations 21 et GRIMM 2 à des sables fins envasés, la station 24 à des sables graveleux et les stations GRIMM 3 et GRIMM 4 à des sables grossiers.

D'après le pourcentage de sédiments vaseux (fraction inférieure à 63 µm), il apparaît que les stations 24, GRIMM2, GRIMM3 et GRIMM4 sont stables dans le temps avec des pourcentages inférieurs à 10. A l'inverse, les stations 21 et GRIMM 1 sont plus hétérogènes avec des fractions inférieures à 63 µm très variables depuis 2010.

L'analyse physico-chimique, et en particulier l'analyse des éléments traces métalliques montrent des concentrations inférieures à N1 dans la majorité des cas à l'exception de l'arsenic à la station GRIMM 3. En effet, l'arsenic est présent avec une concentration de 51 mg/ kg sec, supérieure au seuil N2 qui est de 50 mg/ kg sec. Ce dépassement du seuil N2 est inédit mais fait suite à plusieurs années de dépassement de seuil N1 : 2010 (28 mg/ kg sec), 2011 (27 mg/ kg sec), 2013 (26 mg/ kg sec), 2016 (30 mg/ kg sec), et 2017 (42 mg/ kg sec). Cette augmentation peut paraître surprenante car elle ne coïncide pas avec une utilisation importante du site d'immersion (quantité annuelle immergée inférieure à 70 000 m³). Afin d'identifier une origine possible au site d'immersion, il serait intéressant de réaliser des analyses directement sur le site.

Il est également à noter que pour la station 21, bien qu'inférieures aux seuils de références N1 de GEODE ou RNO, les concentrations en chrome, nickel, plomb et zinc sont en augmentation depuis 2016.

Enfin, à la station 24, le plomb est à nouveau présent à une concentration dépassant le seuil du RNO après 4 années de baisse. Cette concentration reste cependant inférieure au seuil de référence N1.

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 du naphthalène à la station GRIMM 3.

Les HAP lourds et intermédiaires représentent plus de 80 % des HAPs pour les stations 21, 24, GRIMM 1 et 2. Pour les stations GRIMM 3 et GRIMM 4, les HAPs sont généralement présents à des concentrations inférieures aux seuils de détection. D'un point de vue global, les concentrations totales tendent à diminuer depuis 2006.

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 faible pour les stations GRIMM 1 et GRIMM3 et un risque négligeable pour les autres stations.

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



Figure 3 : Localisation des points de prélèvements pour analyses sédimentaires

2.4 Expertise sur coquillages (cf.partie 6)

Les poches de la station 12 n'ont pas été retrouvées.

Stations de suivi n°11 et 13 (Site immersion et site témoin)

Les concentrations en métaux mesurées sur les stations 11 et 13 sont nettement supérieures que celles mesurées avant immersion et de façon plus importante à la station de suivi n°11.

Les concentrations en Cuivre, Zinc sont comparables aux références locales et nationales et inférieures pour le mercure. A l'exception du cuivre, ces concentrations sont supérieures au niveau OSPAR.

Concernant le plomb, la concentration mesurée en plomb est anormalement élevée. Tout en restant inférieure au seuil sanitaire, cette valeur est supérieure à la moyenne locale et la médiane nationale calculée sur 2006-2017. Des concentrations anormalement élevées avaient été relevées en 2014, 2016 et 2017. La concentration mesurée à la station 13 est légèrement supérieure à la valeur OSPAR mais comparables aux moyennes locales.

Enfin concernant le cadmium, on note une concentration près de 5 fois supérieure à la valeur avant immersion pour la station 11 et d'un facteur 2 pour la station 13. La station 11 est très nettement supérieure à la référence OSPAR et aux valeurs locales et nationales.

Pour les 3 métaux (Plomb ; Mercure ; Cadmium) pris en compte dans la réglementation, les concentrations en 2017 restent inférieures aux seuils sanitaires.

Concernant les contaminants organiques sur les points de suivi n°11 et n°13, les concentrations mesurées en 2018 montrent une augmentation des HAPs légers et intermédiaires et une baisse des HAPs lourds après un an d'immersion. Ces concentrations sont légèrement supérieures à la moyenne 2006-2017. Il est à noter que les concentrations en fluoranthène sont exceptionnellement élevée en 2018.

Les concentrations 2018 en PCB sur ces mêmes points, baissent franchement après une année d'immersion et sont inférieures à la moyenne 2006-2017. Cette tendance est encore plus appuyée pour les concentrations 2018 en PCB 153 (utilisé comme indicateur).

Les mesures réalisées sur les huîtres immergées mettent en évidence un indice de déformation légèrement supérieur à celui calculé avant immersion sans pour autant observer une croissance en épaisseur manifeste et un indice anormal. L'examen visuel des coquilles montre la présence d'un chambrage faible sur les points n°11 et n°13 (8%). Les résultats obtenus ne nous permettent pas de conclure à une croissance anormale des huîtres en raison de concentrations trop importantes en TBT.

Station de surveillance : Pérello

Sur le site du Pérello, le plomb et le zinc sont stables depuis 2017 avec des niveaux proches voire inférieures aux moyennes locales et nationales. Les valeurs élevées observées en 2016 semblent être exceptionnelles.

Pour le cuivre, la concentration mesurée est en baisse depuis 2013 à l'inverse du mercure qui est en hausse depuis 2015 mais toujours inférieure aux données OSPAR ainsi qu'aux données locales et nationales. Enfin, la concentration en cadmium est à nouveau en hausse avec une valeur comparable à celle mesurée en 2016 et à celles mesurées aux échelles locale et nationale.

Pour les 3 métaux pris en compte dans la réglementation (Plomb ; Mercure ; Cadmium), les concentrations 2017 sont inférieures au seuil sanitaire.

Concernant les contaminants organiques sur le site du Pérello, les concentrations 2018 en HAPs sont comparables à la moyenne 2006-2017. La concentration particulièrement élevée observée en 2017 semble être exceptionnelle. Comme sur les autres sites, il est à noter tout de même une concentration particulièrement élevée en fluoranthène correspondant à 4 fois la concentration classiquement mesurée mais comparable à la moyenne locale.

Pour les PCBs, les concentrations 2018 sont inférieures à la moyenne 2006-2017. Il en va de même pour le PCB 153, dont la concentration 2018 est nettement inférieure à la moyenne locale et dans la gamme de valeurs régulièrement observées sur ce site.

Station de surveillance : Port Lay

Sur le site de Port Lay, les concentrations mesurées en cuivre, zinc et cadmium sont stables depuis 2017 et inférieures aux moyennes 2006-2017 pour ce même site, aux moyennes locales et aux médianes nationales.

La concentration en plomb est en hausse depuis 2014 et peut même être considérée comme anormalement élevée au regard de l'indice de condition et des valeurs antérieures.

La concentration en mercure mesurée à Port Lay est de façon générale très faible depuis 2006 et en particulier en 2018.

Concernant les contaminants organiques sur le site de Port Lay, les concentrations 2018 en HAPs sont comparables à la moyenne 2006-2017. La concentration particulièrement élevée observée en 2017 semble être exceptionnelle. Comme sur les autres sites, il est à noter tout de même une concentration particulièrement élevée en fluoranthène correspondant à 4 fois la concentration classiquement mesurée mais inférieure à la moyenne locale.

Pour les PCBs, les concentrations 2018 sont inférieures à la moyenne 2006-2017. Il en va de même pour le PCB 153, dont la concentration 2018 est nettement inférieure à la moyenne locale et dans la gamme de valeurs régulièrement observées sur ce site.



Figure 4 : localisation des points de suivi coquillages

2.5 Le compartiment « peuplement benthique » (cf. partie 7)

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 (3),
- un point à proximité de la côte nord-ouest (2),
- un point au nord-est du site (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 (4).

Ces quatre points sont positionnés dans les sédiments fins et dans le milieu subtidal.



Figure 5 : localisation des points « chimie et peuplement benthique »

2.5.1 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 M-AMBI, 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, chaque station y étant décrite avec ses principales

caractéristiques (faciès sédimentaire, granulométrie, matière organique, niveau de micropolluants, structure taxonomique, peuplements...).

Cette surveillance, poursuivie annuellement, doit permettre de détecter d'éventuels signes de perturbation du milieu (biomasse, biocénose, peuplements, micropolluants) et de les corrélérer avec les éléments issus des analyses.

2.5.2 Résultats de la surveillance 2018

Le suivi 2018 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. Concernant la granulométrie, elle est stable sur les stations GRIMM 2 et GRIMM3. Sur GRIMM 2, les pourcentages de vase oscillent entre 2010 et 2018 entre 10 et 30% alors que les valeurs sont toujours inférieures à 10% sur la station GRIMM 3. Des disparités sont en revanche observées sur GRIMM1. Cette station a, en effet, subi un envasement important à partir de 2011. Les pourcentages sont compris entre 50 et 80% entre 2011 et 2018 alors qu'il était inférieur à 10% en 2010. La nouvelle station GRIMM4 a un pourcentage de vase inférieur à 4%.

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 GRIMM4 est caractérisée par un peuplement des sables grossiers et graviers légèrement différent de la station GRIMM3.

L'I2EC est de 0 pour les stations GRIMM2, GRIMM3 et GRIMM4 et de 2 pour la station GRIMM1. Ces indices traduisent un milieu bon à très bon et ceci est une constance. L'état écologique de la zone est qualifié de très bon par l'indice M-AMBI pour les quatre stations.

2.6 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 en août et septembre 2018.

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



Figure 6 : Localisation des points de suivi macroalgues

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-Courtel 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 bonne à très bonne en 2018 comme les années précédentes. La station A a une « très bonne qualité », B, Kerroc'h et 5Bis « bonnes ». Des disparités entre les différentes stations sont mises en évidence que ce soit en termes de composition spécifique ou de densité. L'espèce structurante est *Laminaria hyperborea* sur la station 5bis alors que c'est majoritairement *Saccorhiza polyschides* qui est comptée sur les autres stations. Sur la station Kerroc'h, *Halidrys siliquosa* est également bien présente. Des stations sont stables comme B1, A2 et Kerroc'h Niveau 2. En revanche, des hétérogénéités entre 2016 et 2018 sont à noter pour les autres sites. En termes de qualité du milieu, une amélioration est encore observée sur le site de Kerroc'h.

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 2017-2018

15000 m³ de sédiments ont été immergés en janvier et février 2018.

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 1 780 000 m³ de sédiments ont été clapés, soit une moyenne actuelle 81 000 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.

Le tableau synthétisant les volumes dragués et les lieux d'origine, depuis 1997 jusqu'en 2018 pour les opérations terminées, est joint en annexe du présent rapport.

4 Conclusions

Le solde positif, supérieur aux volumes immergés entre les cubatures de 2018 et 2017, indique un apport exogène de sédiments dans le périmètre du site d'immersion.

Cette conclusion est à relativiser compte tenu de l'épaisseur de sédiments que ce solde représente : 2 cm sur 218 hectares.

Pour l'analyse des vidéo sous-marines : On n'observe pas d'évolution pour les stations 5 et 6. On observe un léger changement dans les hauts niveaux de la station 23 : disparition des laminaires au profit des moules

Pour l'étude des macroalgues : La qualité du milieu est considérée bonne à très bonne.

Pour les analyses sédimentaires : l'arsenic est en augmentation pour le point GRIMM 3 depuis 2016 et dépasse légèrement le seuil N2.

Pour la faune benthique :

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

Pour le suivi des Coquillages :

- La concentration en plomb est élevée,
- 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 2018 ne révèle pas d'impact préjudiciable sur l'environnement à proximité du site d'immersion. Le suivi 2018 montre en général un bon état écologique du site et de ses environs.

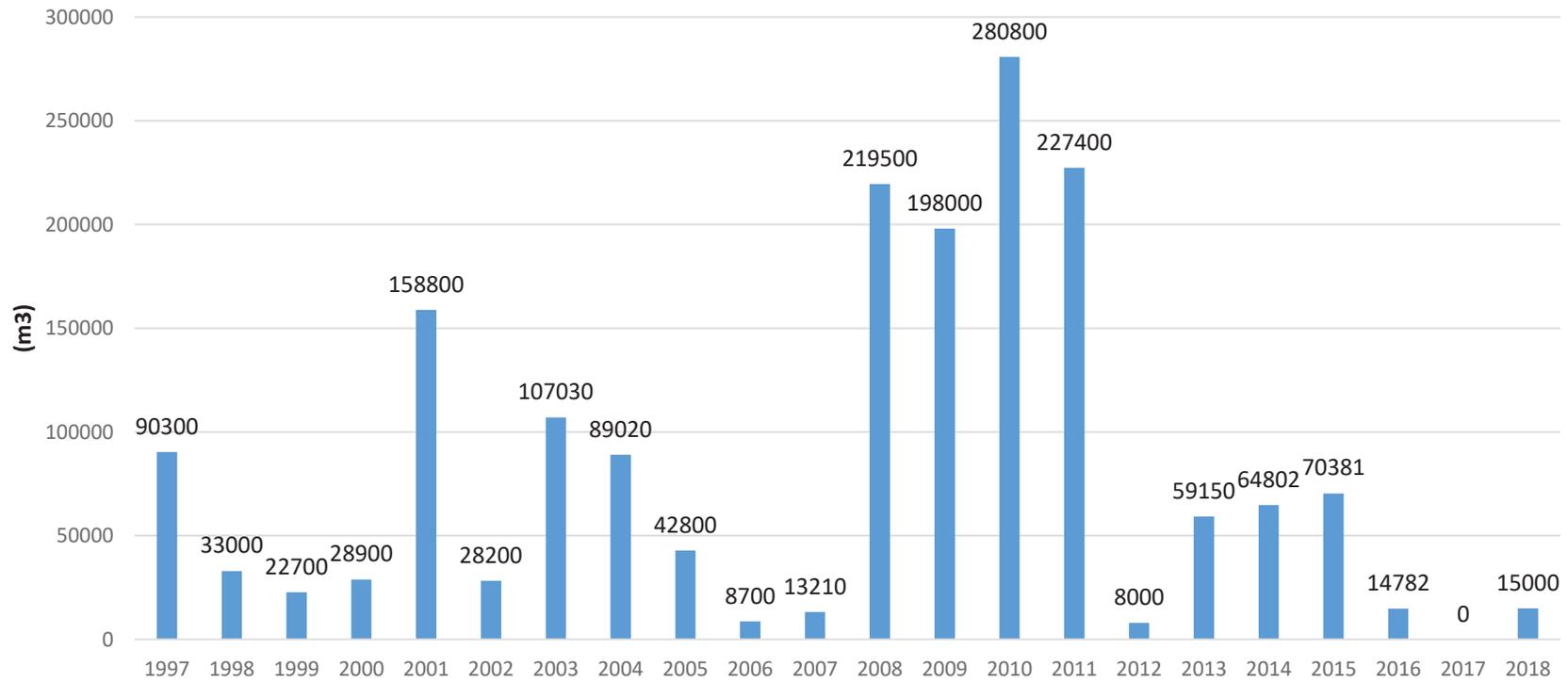
LE SUIVI DU SITE D'IMMERSION

Annexe partie n°1

Volumes immergés

Récapitulatif des volumes immergés (m3)																									
Provenance	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Totaux		
Groix	15000																						15000		
Locmiquélic Pen Mané	34600																						34600		
Port-Louis				28900									194000										222900		
Gâvres					1500																		1500		
Avant-port Lorient					2400																		2400		
BSM Lorient																		48000					0		
Ste Catherine							90230	65820															156050		
Quai de 656 m					23000	1700			8800			29100		39400	34600	3600				19005			140200		
Quai de 150 m					12500	2600						27850		11800	9100					12160			63850		
Zone d'évitage					34600	8700						56900			83400								183600		
Quai du Rohu	4700				800			4500						39700	13600		17400		11834				80700		
Poste Roulier	9000					500											6700		6450				16200		
Autres		9000										99450	4000					13300		8862			125750		
Port de pêche		1000																					1000		
Gare Maritime																		6600					6600		
Estuaire du Scorff	27000	23000	22700	0	34000	14700	16800	18700	34000	8700	13210	6200	0	27100	26300	4400	9850	16802	12070	14782	0	15000	345314		
Passe Ouest					50000												5300						55300		
Banc du Turc														162800	60400								223200		
Totaux	90300	33000	22700	28900	158800	28200	107030	89020	42800	8700	13210	219500	198000	280800	227400	8000	59150	64802	70381	14782	0	15000	1780475		
<i>Moyenne annuelle</i>																									80931

Volumes immergés



LE SUIVI DU SITE D'IMMERSION

Partie n°2

Fiches de protocole

SUIVI 2018 DU SITE D'IMMERSION DES PRODUITS DE DRAGAGES AU LARGE DE L'ÎLE DE GROIX

GENERALITES

Responsable	Région BRETAGNE -DPAF/Antenne Portuaire de Lorient		
Intervenants	<ul style="list-style-type: none"> - TBM environnement (expertise sédiments et coquillages) - MNHN Concarneau (AMO protocole DCE et vidéo des fonds) - Alpa Chimies (analyses sédiments et chair de coquillages) - ISMER Lorient (moyens nautiques, plongeurs et vidéos sous-marines) - INGEO (levé bathymétrique) - SHOM (AMO levé bathymétrique) - TBM environnement (suivi chimie et peuplement benthique) - CRB/DPAF/Antenne Portuaire de Lorient 		
Financement	<ul style="list-style-type: none"> - Région Bretagne, - les utilisateurs du site (Naval Group, LORIENT Agglo, ...). 		
Mise en place	<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>		
Composition du suivi	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	
Rendu final	<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>		
	Diffusion du rapport	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	

SUIVI 2018 DU SITE D'IMMERSION DES PRODUITS DE DRAGAGES AU LARGE DE L'ÎLE DE GROIX

PRELEVEMENTS DE SEDIMENTS	
<u>Responsable</u>	Région BRETAGNE -DPAF /Antenne Portuaire de Lorient
<u>Intervenants</u>	<ul style="list-style-type: none"> - TBM Environnement (expertise technique) - Alpa chimies (analyses sédiments) - ISMER Lorient (moyens nautiques) - CRB/DPAF/Antenne Portuaire de Lorient
<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 oeuvre</u>	<ul style="list-style-type: none"> - 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>	<ul style="list-style-type: none"> - ISMER : marins, plongeurs ; -TBM : préleveurs plongeurs - Antenne Portuaire de Lorient : contrôleurs.
<u>Protocole à suivre</u>	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>Pour les points GRIMM, les prélèvements sont faits de la surface, par benne preneuse.</p>
<u>Rendu final</u>	<ul style="list-style-type: none"> - 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.

SUIVI 2018 DU SITE D'IMMERSION DES PRODUITS DE DRAGAGES AU LARGE DE L'ÎLE DE GROIX

ECHANTILLONNAGE DES SEDIMENTS

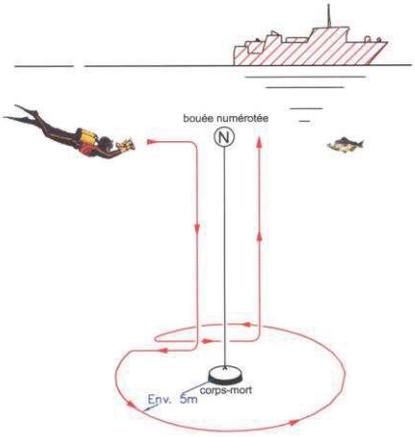
<u>Responsable</u>	Région BRETAGNE - DPAF/Antenne Portuaire de Lorient	
<u>Intervenants</u>	- TBM environnement	
<u>Période d'intervention</u>	Juin	
<u>Mise en place</u>	Chaque année, en tant que responsable de l'opération, l'Antenne Portuaire de Lorient organise la campagne de prélèvements et récupère les flaconnages et glacières de transport nécessaires auprès du Laboratoire.	
<u>Moyens nécessaires à mettre en œuvre</u>	<ul style="list-style-type: none"> - carottiers PVC, seau, spatule : matériel APAL - flaconnages plastique (6) et verre (6) et glacières de transport : fournis par Laboratoire 	
<u>Protocole à suivre</u>	<p>Sur chacun des 2 points de la radiale, 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 style="text-align: center;">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.	

SUIVI 2018 DU SITE D'IMMERSION DES PRODUITS DE DRAGAGES AU LARGE DE L'ÎLE DE GROIX

SUIVI BATHYMETRIQUE DU SITE	
<u>Responsable</u>	Région BRETAGNE - DPAF/Antenne Portuaire de Lorient
<u>Intervenants</u>	- INGEO (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 nécessaires à mettre en oeuvre</u>	- INGEO : moyens nautiques et bathymétriques, - INGEO : marins, hydrographes et dessinateurs.
<u>Protocole à suivre</u>	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 à une échelle lisible.
<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.

SUIVI 2018 DU SITE D'IMMERSION DES PRODUITS DE DRAGAGES AU LARGE DE L'ÎLE DE GROIX

SUIVI VIDEO DES FONDS DU SITE D'IMMERSION

Responsable	Région BRETAGNE - DPAF/Antenne Portuaire de Lorient	
Intervenants	<ul style="list-style-type: none"> - TBM environnement - MNHN Concarneau (expertise technique) - CRB/DPAF/Antenne Portuaire de Lorient 	
Période d'intervention	Août - septembre	
Mise en place	Chaque année, en tant que responsable de l'opération, l'Antenne Portuaire de Lorient commande et coordonne l'intervention auprès des divers prestataires concernés.	
Moyens matériels nécessaires à mettre en oeuvre	-TBM Environnement	
Moyens humains nécessaires	- CRB/DPAF/Antennes Portuaires de Lorient	
Protocole à suivre	<p>Deux (2) bouées sont mouillées sur la zone. A chacune des bouées, les plongeurs font un film vidéo.</p> <p>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>	
Rendu final	<ul style="list-style-type: none"> -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 ; - TBM environnement : examen et analyse des vidéos - 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. 	

SUIVI 2018 DU SITE D'IMMERSION DES PRODUITS DE DRAGAGES AU LARGE DE L'ÎLE DE GROIX

SUIVI BIOLOGIQUE DU SITE	
Responsable	Région BRETAGNE - DPAF/Antenne Portuaire de Lorient
Intervenants	<ul style="list-style-type: none"> - TBM Environnement (expertise technique) - Alpa Chimies (analyses chair de coquillages) - ISMER Lorient (moyens nautiques, plongeurs) - CRB/DPAF/Antenne Portuaire de Lorient
Période d'intervention	Août - septembre
Mise en place	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).
Moyens matériels nécessaires à mettre en oeuvre	<ul style="list-style-type: none"> - ISMER : moyens nautiques, équipements individuels hyperbares ; - TBM Environnement : moyens de conditionnement des échantillons, biométrie ; - Laboratoire Alpa Chimies : moyens d'analyses.
Moyens humains nécessaires	<ul style="list-style-type: none"> - ISMER : marins, plongeurs ; - CRB/DPAF/Antennes Portuaires de Lorient et Saint-Malo
Protocole à suivre	<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> <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> </div> <div style="flex: 1; text-align: center;">  </div> </div> <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>
Rendu final	<ul style="list-style-type: none"> - Labocéa : analyses des échantillons de chair de coquillages ; - Alpa Chimies : 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.

SUIVI 2018 DU SITE D'IMMERSION DES PRODUITS DE DRAGAGES AU LARGE DE L'ÎLE DE GROIX

SURVEILLANCE 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) - 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 oeuvre</u>	- TBM Environnement : moyens de prélèvement et de conditionnement des échantillons ; - Alpa Chimies : moyens d'analyses.
<u>Moyens humains nécessaires</u>	- TBM Environnement : préleveur-contrôleur.
<u>Protocole à suivre</u>	<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> <p>Les prélèvements de coquillages sont réalisés par TBM Environnement sous le contrôle de l'Antenne Portuaire de Lorient sur les 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. </div> <div style="flex: 1; text-align: center;">  </div> </div> <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>	- Alpa chimies : 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.

SUIVI 2018 DU SITE D'IMMERSION DES PRODUITS DE DRAGAGES AU LARGE DE L'ÎLE DE GROIX

SURVEILLANCE CHIMIE ET PEUPLEMENT BENTHIQUE

Responsable	Région BRETAGNE DPAF/Antenne Portuaire de Lorient	
Intervenants	<ul style="list-style-type: none"> - TBM (analyses benthos et expertise technique) - Alpa Chimies (analyses sédiments marins) - CRB/DPAF/Antenne Portuaire de Lorient 	
Période d'intervention	Juillet - août	
Mise en place	Chaque année, en tant que responsable de l'opération, l'Antenne Portuaire de Lorient commande et coordonne l'intervention sur les 3 points de surveillance, deux au nord-est du site d'immersion et un au nord-ouest.	
Moyens matériels nécessaires à mettre en oeuvre	<ul style="list-style-type: none"> - Prestataire extérieur : moyens nautiques, moyens de prélèvement et de conditionnement des échantillons ; - Laboratoire agréé : moyens d'analyses. 	
Moyens humains nécessaires	- Prestataire extérieur : préleveur-contrôleur, benthologue.	
Protocole à suivre	<p>Les prélèvements de sédiments sont réalisés par le prestataire extérieur 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>	
Rendu final	<ul style="list-style-type: none"> - 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. 	

SUIVI 2018 DU SITE D'IMMERSION DES PRODUITS DE DRAGAGES AU LARGE DE L'ÎLE DE GROIX

PROCOLE DE SURVEILLANCE DCE POUR L'ÉLÉMENT DE QUALITÉ « MACROALGUES SUBTIDALES »

Responsable	Région BRETAGNE DPAF/Antenne Portuaire de Lorient
Intervenants	<ul style="list-style-type: none"> - TBM environnement (plongées sur site, référencement, état de qualité) - CRB/DPAF/Antenne Portuaire de Lorient - MNHN : Contrôle des prestations
Période d'intervention	Juillet - août
Mise en place	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.
Moyens matériels nécessaires à mettre en œuvre	- TBM environnement : moyens nautiques, moyens vidéo, moyens de prélèvement et de conditionnement des échantillons ;
Moyens humains nécessaires	- TBM Environnement : plongeurs, préleveur-contrôleur, benthologue, algologue.
Protocole à suivre	<p>Le prestataire retenu doit se conformer au Protocole de surveillance DCE pour l'élément de qualité « Macroalgues subtidales » - Second cycle de suivi (DCE-2) <i>Muséum d'histoire Naturelle</i> Cf. document 2.2</p> 

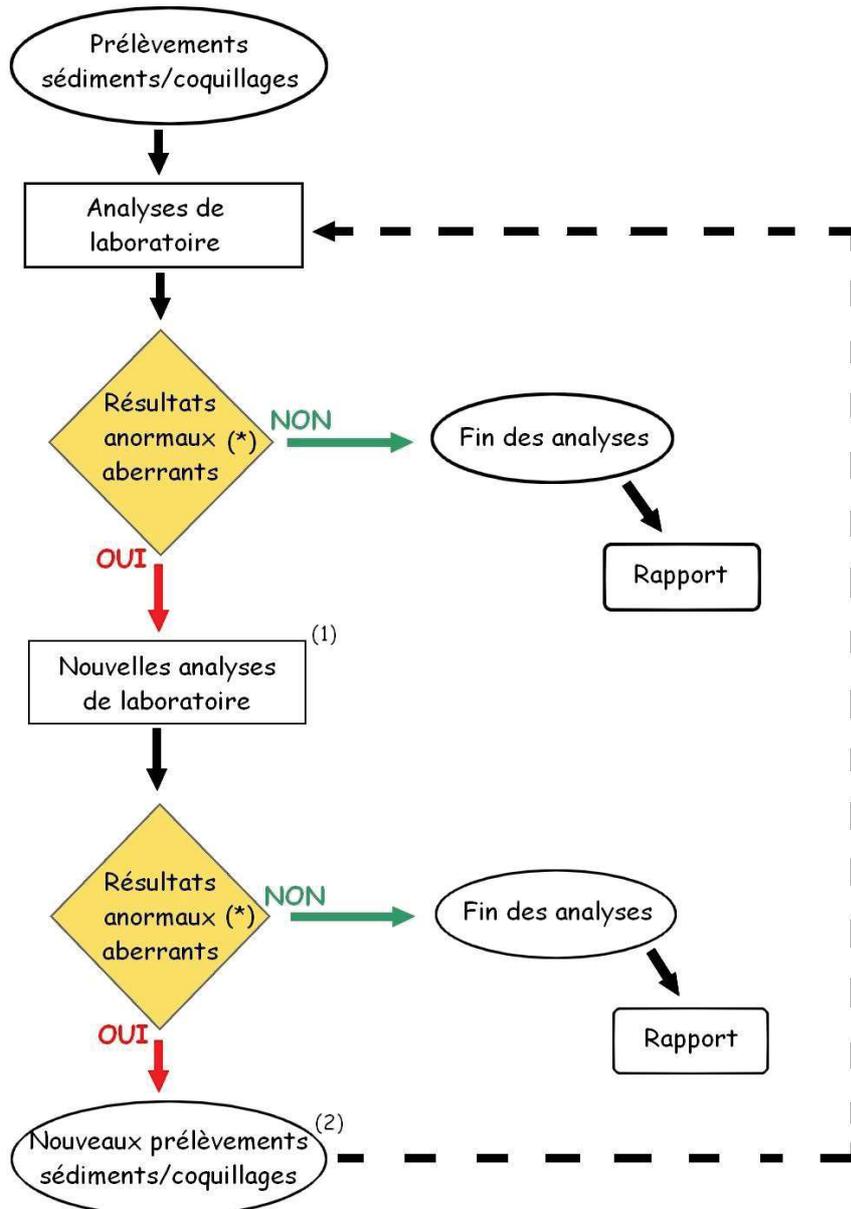
SUIVI 2018 DU SITE D'IMMERSION DES PRODUITS DE DRAGAGES AU LARGE DE L'ÎLE DE GROIX

DEMARCHE QUALITE

Responsable

Région BRETAGNE - DPAF/Antenne Portuaire de Lorient

PROTOCOLE POUR LES ANALYSES DE LABORATOIRE SUR LES SEDIMENTS MARINS ET LES CHAIRS DE COQUILLAGES



(*) par rapport aux années antérieures

(1) sur la fraction aliquote conservée en laboratoire

(2) sur les stations de la radiale pour les sédiments et sur les points de surveillance pour les coquillages

LE SUIVI DU SITE D'IMMERSION

Partie n°3

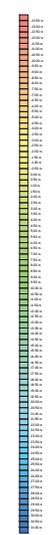
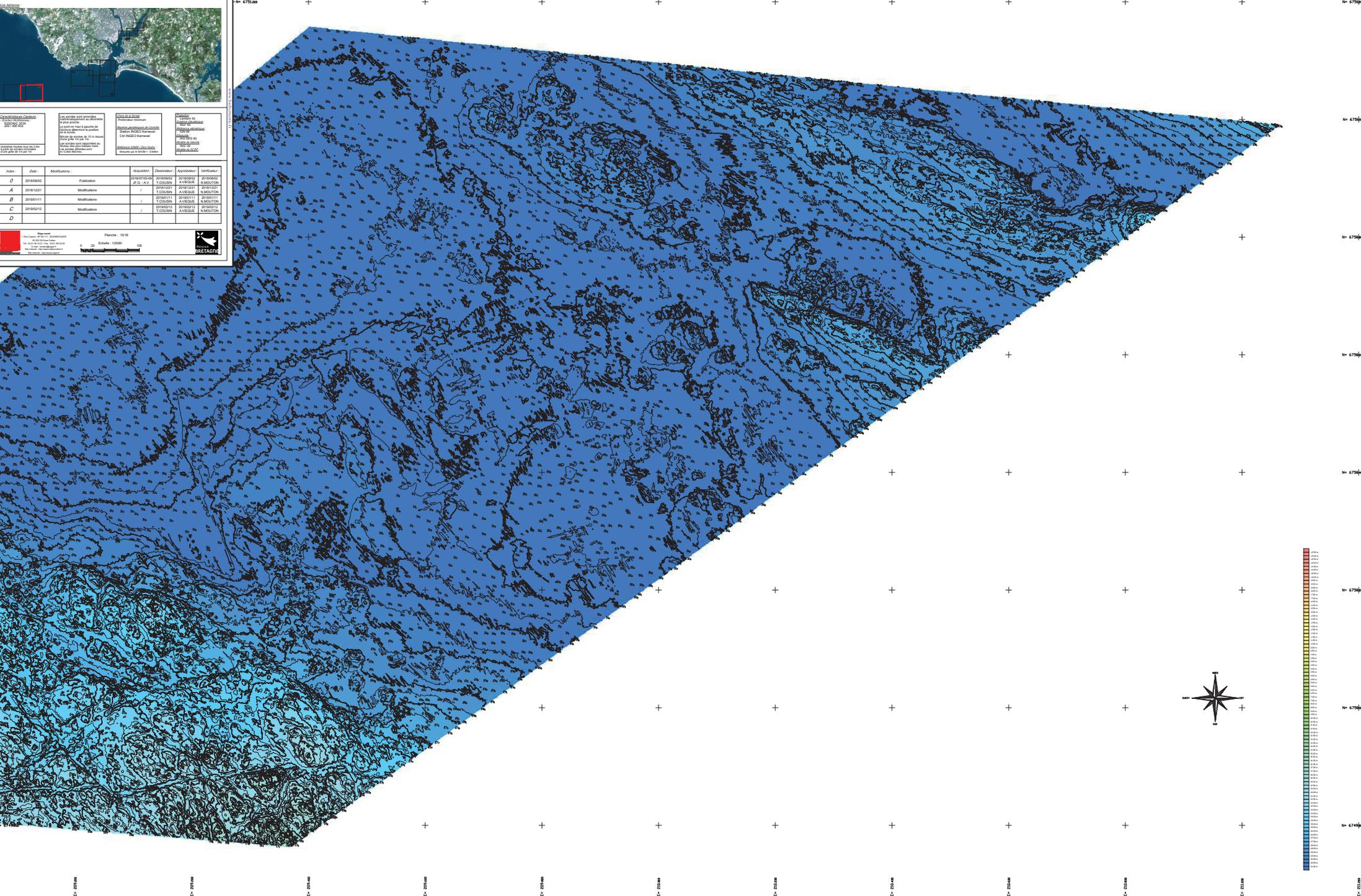
Suivi bathymétrique



Le service est assuré par le personnel de l'Etat et de la Région de Bretagne. Les données sont fournies en l'état et sans garantie de précision. Elles ne doivent pas être utilisées pour des fins autres que celles pour lesquelles elles ont été collectées.

Année	Etat	Modification	Acquis	Disponible	Approuvé	Validé
0	20180802	Publication	20180702-02	20180802	20180802	20180802
A	20181201	Modification	20181201	20181201	20181201	20181201
B	20190101	Modification	20190101	20190101	20190101	20190101
C	20190202	Modification	20190202	20190202	20190202	20190202
D	20190202	Modification	20190202	20190202	20190202	20190202

Logo of the Conseil Régional de Bretagne and other institutional information.



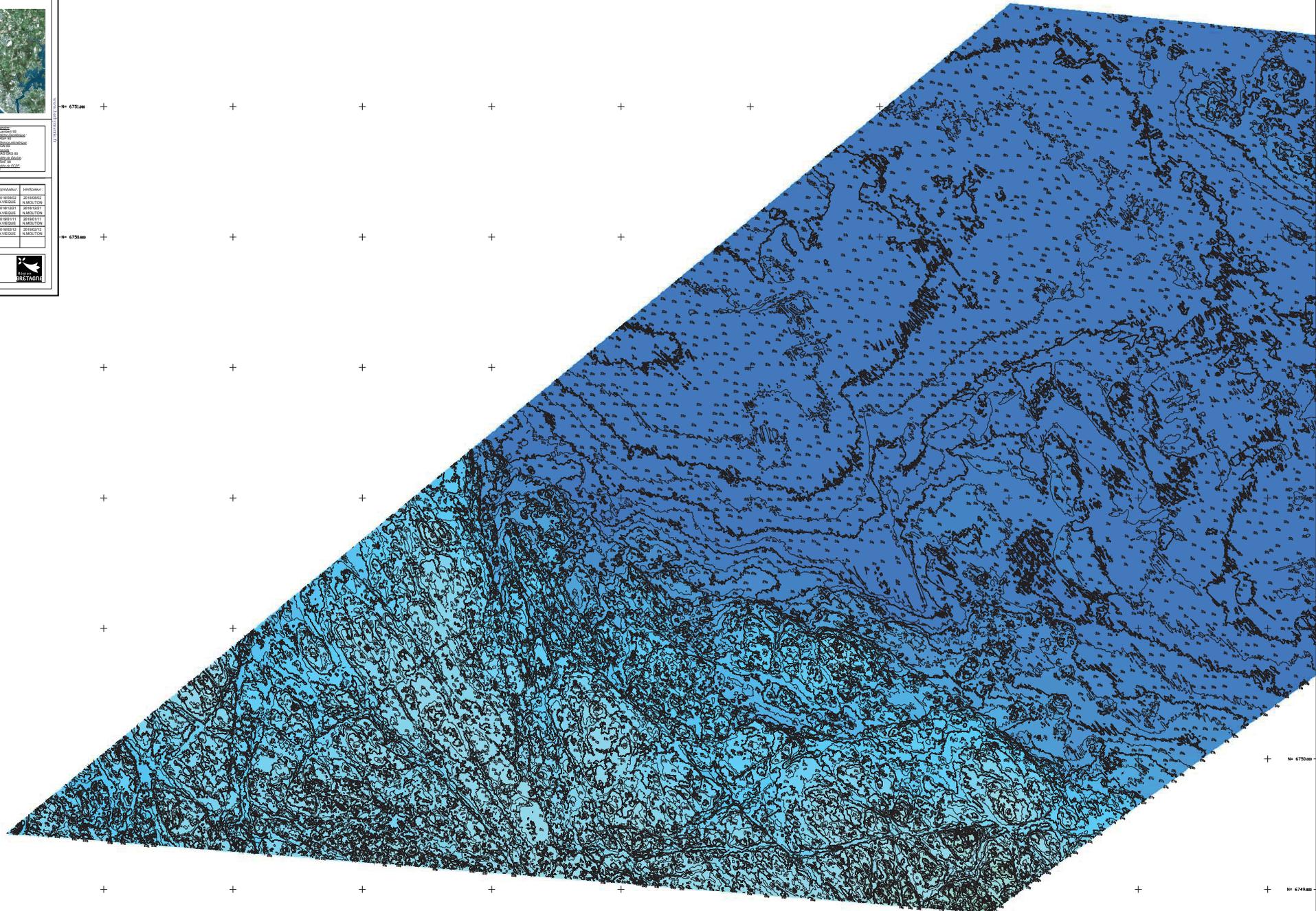
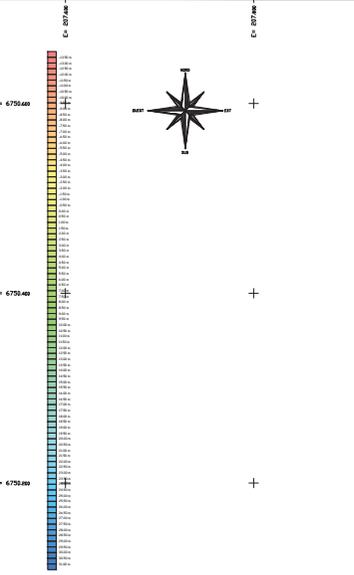


Données de base
Système de coordonnées : UTM
Datum : NAD 83
Projection : UTM
Zone : 18N
Unité : Mètre

Le service est assuré
par le service de l'Hydrographie
de l'Etat et par le service de
l'Hydrographie de la Région
de Bretagne. Le service est
assuré par le service de l'Hydrographie
de l'Etat et par le service de
l'Hydrographie de la Région
de Bretagne.

Données de base
Fournisseur : CHIR
Système de coordonnées : UTM
Datum : NAD 83
Projection : UTM
Zone : 18N
Unité : Mètre

Année	Donnée	Références	Acquis	Classé	Approuvé	Validé
0	20180802	Publication	20180702-02	20180802	20180802	20180802
A	20181201	Modification	20181201	20181201	20181201	20181201
B	20180111	Modification	20180111	20180111	20180111	20180111
C	20180212	Modification	20180212	20180212	20180212	20180212
D	20180212	Modification	20180212	20180212	20180212	20180212



LE SUIVI DU SITE D'IMMERSION

Partie n°4

Analyse des images vidéo (TBM)



▲ Suivi 2018 du site d'immersion des produits de dragage au large de Groix.

▲ « Analyse des images vidéo sous-marines »

▲ Rapport

Date : **Décembre 2018**



SOMMAIRE

1.	Introduction.....	3
2.	Matériel et méthodes.....	4
2.1	Stations de prélèvements.....	4
2.2	Méthodes et moyens.....	4
3.	Résultats.....	6
3.1	Station 5.....	6
3.2	Station 6.....	12
3.3	Station 23 – Station Kerroc’h.....	16
4.	Conclusion.....	20

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 2018 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 (Carte 1) :

- un point localisé à la côte (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.

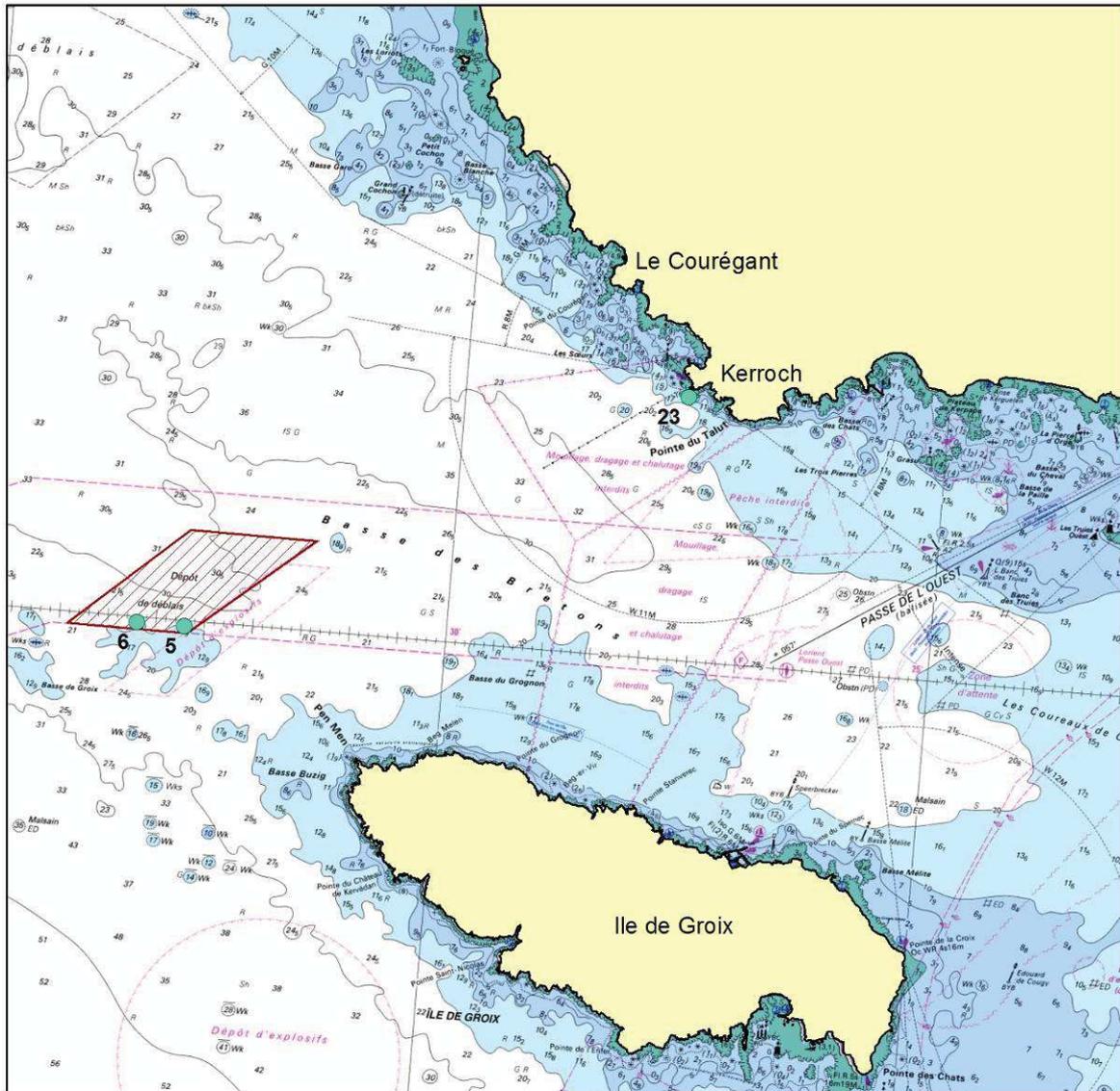
2.2 Méthodes et moyens

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 30 septembre et le 1 octobre 2018.

LOCALISATION DES STATIONS VIDÉO

Suivi environnemental 2018 du site d'immersion - Port de Lorient



● Stations vidéo

▨ Site d'immersion

Carte réalisée par TBM, 2018

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



Carte 1 : 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 1). 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 1). La sous strate algale est également bien développée, avec notamment des algues rouges, et les laminaires sont bien représentées jusqu'à la profondeur maximum investiguée.

3.1.1 Algues

Les algues brunes laminaires, *Laminaria hyperborea*, sont abondantes (Figure 1). Les dictyotales *Dictyopteris polypodioides* et les algues rouges sont également présentes (Figure 1). Les algues rouges sont bien représentées alors que les dictyotales se font plus rares et ne

sont représentées que par des individus de petites tailles. Concernant les laminaires, des nécroses de stade 2 sont un peu observées.



Figure 1 : Illustrations de la station 5 (Blocs, galets-cailloutis et roche mère avec *Laminaria hyperborea* et algues rouges épigées et encroutantes)

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 2) : les spongiaires (*Cliona celata* et *Pachymatisma johnstonia*), des cnidaires comme *Eunicella verrucosa* et *Gymnangium montagui*, des échinodermes avec des oursins *Echinus esculentus*; des bryozoaires encroûtants, et enfin des poissons (*Labrus mixtus*). De larges failles sont observées avec notamment de nombreuses holothuries comme *Aslia lefevrei*.



Figure 2 : Illustrations de quelques espèces faunistiques : l'oursin *Echinus esculentus*, le spongiaire *Cliona celata* et l'hydraire *Gymnangium montagui*.

3.1.4 Sédiment

Des cuvettes de sable ou des plaquages sur la roche sont bien visibles (Figure 3).



Figure 3 : Présence de sédiment sur la station 5

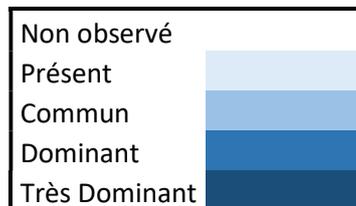
3.1.5 Evolution

L'évolution des différents taxons est synthétisée dans le Tableau 1. 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. En 2018 comme en 2017, les dictyotales sont peu présentes. La forte présence de sédiments

grossiers sous forme de placage ou de cuvettes est similaire aux années 2013, 2014, 2016 et 2017. En 2015, aucune langue de sable n'était visible.

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

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



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 4). 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 4). La sous-strate algale est également présente avec majoritairement des algues encroûtantes.



Figure 4 : Illustrations de la station 6 : Roche mère avec *Laminaria hyperborea*, algues rouges épigées et encroûtantes, un oursin *Echinus esculentus* et le spongiaire *Cliona celata*.

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 peu présentes et uniquement avec des thalles de petites tailles. 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 bien visibles.

3.2.3 Faune

Plusieurs embranchements sont identifiés pour la faune : les spongiaires (*Cliona celata* et *Pachymatisma johnstonia*), des échinodermes avec des oursins *Echinus esculentus*; des bryozoaires encroûtants et érigés, des cnidaires comme *Eunicella verrucosa* et enfin des poissons (*Labrus mixtus*). De larges failles sont observées avec notamment de nombreuses holothuries comme *Aslia lefevrei* (Figure 5). D'autres espèces sont observées comme les étoiles de mer *Henricia oculata* (Figure 5) et *Luidia ciliaris*.

3.2.4 Sédiment

Très peu de placages sédimentaires sont observés.

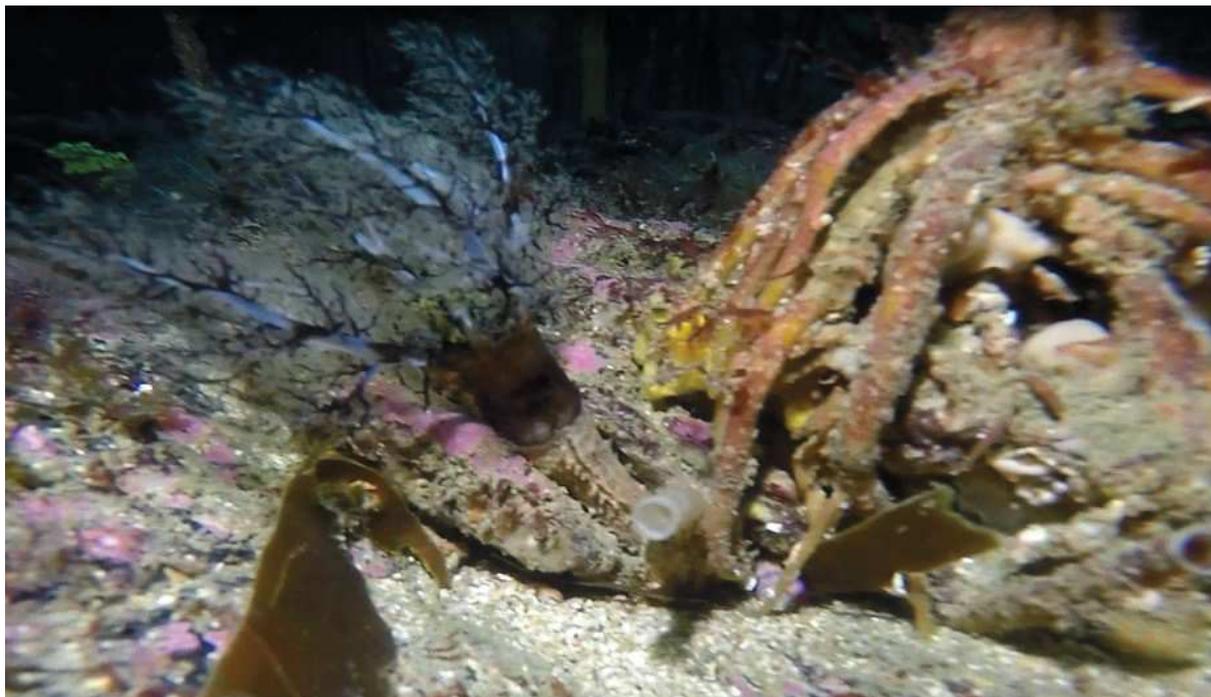


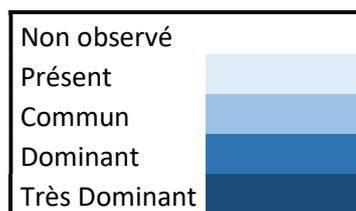
Figure 5 : Les échinodermes *Aslia lefevrei* et *Henricia oculata*

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 et indique une faible présence des dictyotales.

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

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



3.3 Station 23 – Station Kerroc'h

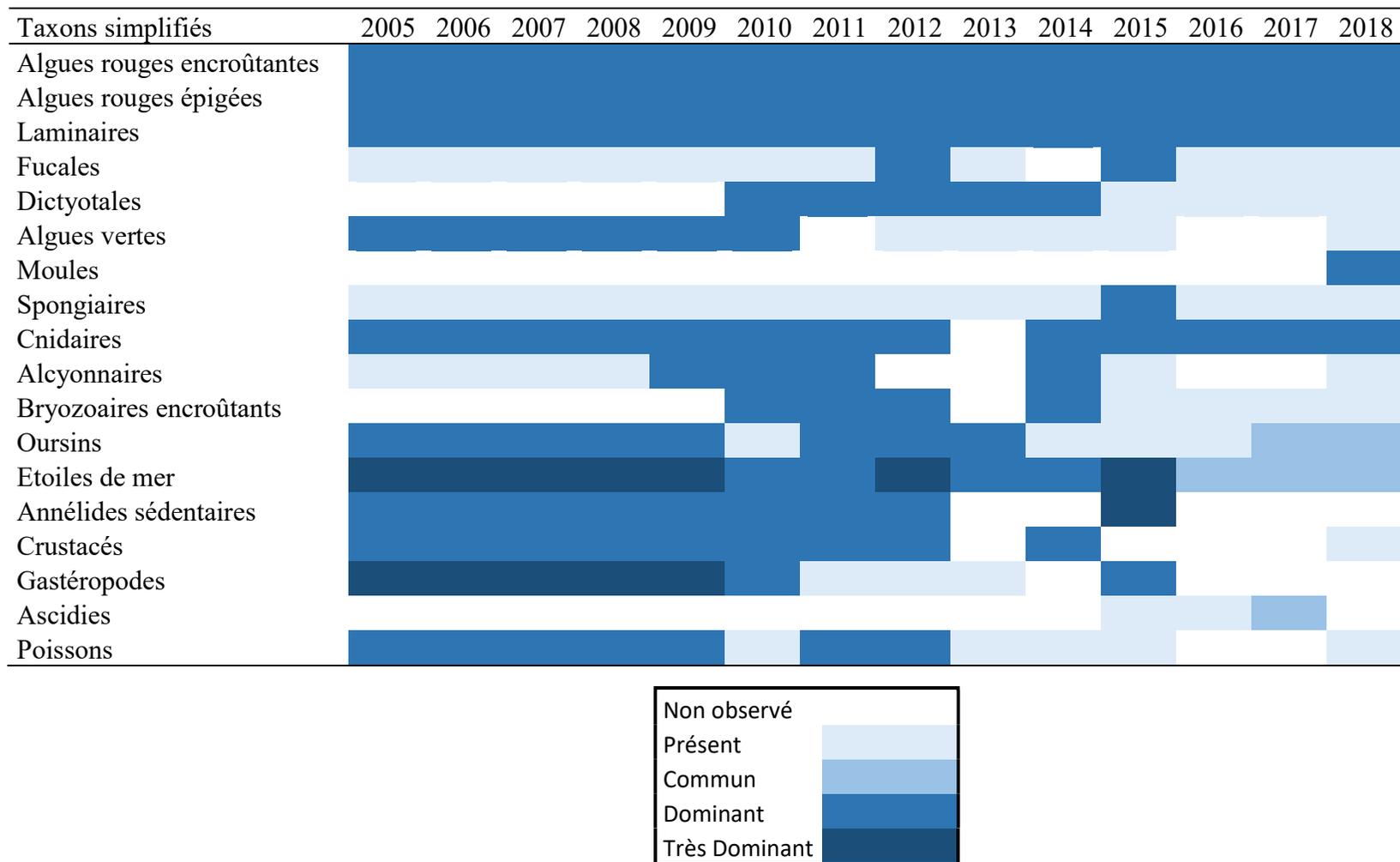
La vidéo réalisée sur la station 23 filme un transect à partir d'une profondeur de -15,3 m jusqu'à la surface. Ce transect traverse plusieurs habitats à savoir des laminaires clairsemées et des forêts de laminaires (Figure 6). La présence de sédiment est forte hormis près de la surface. Des surplombs à *Corynactis viridis* sont nombreux.

En termes de communautés, au début du transect, ce sont les algues rouges encroûtantes et épigées qui sont bien présentes. Ensuite, les dominances sont à peu près les mêmes sauf que l'on voit apparaître les premières laminaires, *Saccorhiza polyschides*. Au fur et mesure que l'on progresse, la densité de l'espèce annuelle *Saccorhiza polyschides* augmente. Les algues rouges sont toujours communes. Ainsi, les laminaires *Saccorhiza polyschides* sont très dominantes et constituent de véritables forêts à laminaires. On voit également apparaître quelques pieds de la fucale *Halidryx siliquosa*, affectionnant la proximité du sable. En effet, sur l'ensemble de la zone d'étude des placages sédimentaires sont observés. Enfin, presque à la surface, les laminaires ont disparu pour laisser la place à des moules et des algues rouges. On peut noter également que les dictyotales sont quasi absentes de cette station.



Figure 6 : Illustrations de la station 23 : Roche mère avec *Halydris siliquosa* et *Sacchoriza polyschides*, tombant à *Corynactis viridis* et moules.

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



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 et les densités de la laminaire *Laminaria hyperborea* sont très fluctuantes. L'algue brune, *Halidrys siliquosa*, affectionnant la proximité du sable, est couramment observée.

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

Dans les niveaux les plus hauts, les laminaires ont disparu au profit des moules (Figure 6). Ceci n'avait encore jamais été observé au cours de ce suivi.

Concernant la faune, on rencontre de nombreuses étoiles de mer (*Marthasterias glacialis* (Figure 7) et *Asterias rubens*), quelques oursins (*Echinus esculentus*). Des anémones (*Corynactis viridis*) sont bien visibles sur les tombants comme les années précédentes (Figure 6). À la plus forte profondeur, des gorgones *Eunicella verrucosa* sont observées (Figure 7).

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.



Figure 7 : Illustrations de la gorgone *Eunicella verrucosa* et de l'étoile de mer *Marthasterias glacialis*.

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. Seulement quelques pieds de petites tailles sont dénombrés.

Station 23

En 2018, le transect réalisé indique l'existence de plusieurs habitats : plusieurs habitats rocheux dont des forêts denses à *Saccorhiza polyschides*, des tombants à *Corynactis viridis* et la présence d'un dépôt sédimentaire important. Cette influence sédimentaire était déjà remarquée lors des précédentes campagnes. La présence de l'algue brune, *Halidrys siliquosa*, affectionnant la proximité du sable est un exemple de cette influence sédimentaire. 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*, disparue uniquement en 2015, est bien présente comme les autres années. En revanche, un changement dans les hauts niveaux a été détecté pour cette station, à savoir la disparition des laminaires au profit des moules.

Liste des figures

Figure 1 : Illustrations de la station 5 (Blocs, galets-cailloutis et roche mère avec *Laminaria hyperborea* et algues rouges épigées et encroutantes).....7

Figure 2 : Illustrations de quelques espèces faunistiques : l'oursin <i>Echinus esculentus</i> , le spongiaire <i>Cliona celata</i> et l'hydraire <i>Gymnangium montagui</i>	9
Figure 3 : Présence de sédiment sur la station 5	10
Figure 4 : Illustrations de la station 6 : Roche mère avec <i>Laminaria hyperborea</i> , algues rouges épigées et encroutantes, un oursin <i>Echinus esculentus</i> et le spongiaire <i>Cliona celata</i>	12
Figure 5 : Les échinodermes <i>Aslia lefevrei</i> et <i>Henricia oculata</i>	14
Figure 6 : Illustrations de la station 23 : Roche mère avec <i>Halydris siliquosa</i> et <i>Sacchoriza polyschides</i> , tombant à <i>Corynactis viridis</i> et moules.	17
Figure 7 : Illustrations de la gorgone <i>Eunicella verrucosa</i> et de l'étoile de mer <i>Marthasterias glacialis</i>	19

Liste des tableaux

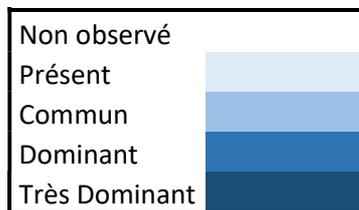
Tableau 1 : Evolution de la présence des taxons simplifiés sur la station 5	11
Tableau 2 : Evolution de la présence des taxons simplifiés sur la station 6	15
Tableau 3 : Evolution de la présence des taxons simplifiés sur la station 23 en fonction de la profondeur.....	18

Liste des cartes

Carte 1 : Plan d'échantillonnage	5
--	---

Annexe 1 : Liste faunistique pour les trois sites suivis en 2018

		Station 5	Station 6	Station 23
Eponges	<i>Cliona celata</i>	[Dominant]		
	<i>Pachymatisma johnstonia</i>	[Présent]		
Cnidaires	<i>Actinoe sphyrodeta</i>			[Présent]
	<i>Alcyonium digitatum</i>			[Présent]
	<i>Corynactis viridis</i>			[Dominant]
	<i>Eunicella verrucosa</i>	[Présent]		[Présent]
	<i>Gymnangium montagui</i>	[Présent]		
	<i>Nemertesia antennina</i>			[Présent]
	Echinodermes	<i>Aslia lefevrei</i>	[Dominant]	
<i>Asterias rubens</i>		[Présent]		[Présent]
<i>Echinus esculentus</i>		[Présent]		[Présent]
<i>Henricia oculata</i>			[Présent]	
<i>Holothuria forskali</i>		[Présent]	[Présent]	
<i>Luidia ciliaris</i>			[Présent]	
<i>Marthasterias glacialis</i>		[Présent]		[Présent]
Mollusques	<i>Mytilus edulis</i>			[Présent]
Poissons	<i>Labrus bergylta</i>			[Présent]
	<i>Labrus mixtus</i>	[Présent]	[Présent]	
	<i>Trisopterus luscus</i>	[Présent]		



LE SUIVI DU SITE D'IMMERSION

Partie n°5

Expertise des sédiments marins (TBM)



REGION BRETAGNE

SUIVI 2018 DU SITE D'IMMERSION DES PRODUITS DE
DRAGAGE AU LARGE DE GROIX

▲ Expertise des sédiments marins



Date : 14 décembre 2018

Sommaire

1	INTRODUCTION	4
2	VOLUMES IMMERGÉS SUR LE SITE D'IMMERSION	5
3	MATERIEL ET METHODES	6
3.1	Prélèvements des stations GRIMM 1 à 4	6
3.2	Prélèvements des stations 21 et 24	8
3.3	Analyses granulométriques	11
3.4	Analyses physicochimiques des sédiments	11
3.4.1	Seuils réglementaires	11
3.4.2	Cartographie des résultats	14
3.5	Score de risque	15
3.6	Pollution organique	16
3.7	Données utilisées pour l'évolution des suivis	16
3.7.1	Stations GRIMM 1 à 4	16
3.7.2	Stations 21 et 24	17
4	RESULTATS	18
4.1	Analyses granulométriques	18
4.2	Analyses physicochimiques des sédiments	22
4.2.1	Analyses des concentrations en éléments traces métalliques	22
4.2.2	Analyses des concentrations en PCB	28
4.2.3	Analyses des concentrations en HAP	30
4.2.4	Analyses des concentrations en TBT et dérivés	33
4.3	Score de risque	35
4.4	Pollution organique	36
5	CONCLUSION	38
6	Liste des figures	39
7	Liste des cartes	40
8	Liste des tableaux	40
9	ANNEXE 1 : Propriétés physiques et chimiques des différents HAP analysés dans les sédiments	41

Suivi 2018 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise des sédiments marins » - TBM

10	ANNEXE 2 : Résultats des analyses granulométriques.....	42
11	ANNEXE 3 : Résultats des analyses physico-chimiques	57
12	ANNEXE 4 : Score de risques.....	71

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.

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

2 VOLUMES IMMERGÉS SUR LE SITE D'IMMERSION

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 1). Trois périodes peuvent être définies :

- ✓ Entre 1997 et 2007, on peut définir 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.
- ✓ Depuis 2012, l'utilisation du site est redevenue très modérée ne dépassant jamais les 75 000 m³. Elle peut même être nulle comme en 2017.

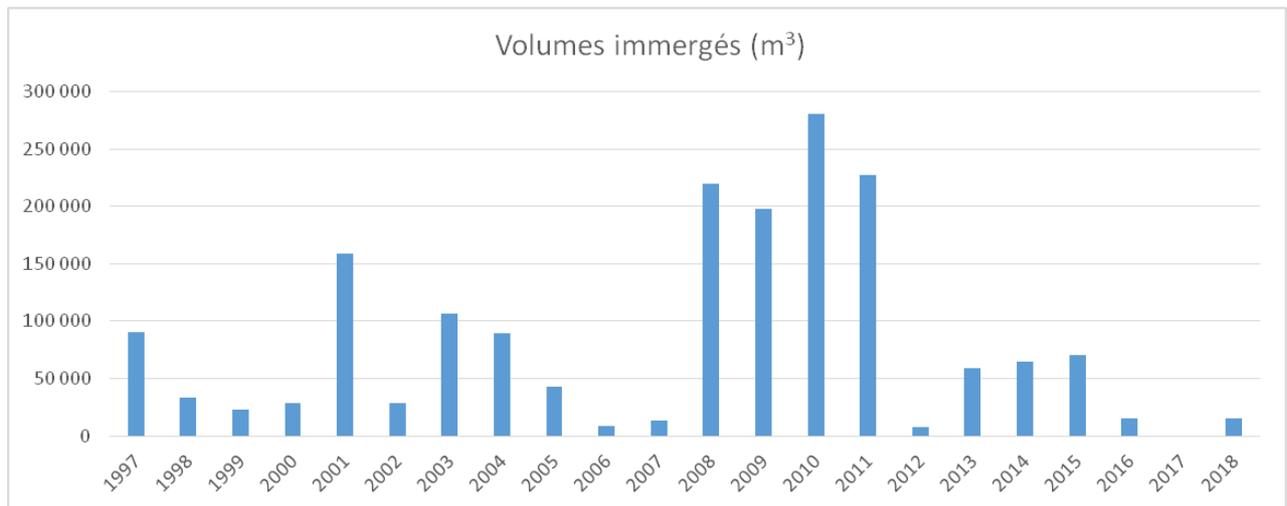


Figure 1 : Volumes immergés sur le site d'immersion au nord-ouest de l'île de Groix depuis 1997.

3 MATERIEL ET METHODES

3.1 Prélèvements des stations GRIMM 1 à 4

Pour la réalisation l'étude « caractérisation des peuplements benthiques », 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.

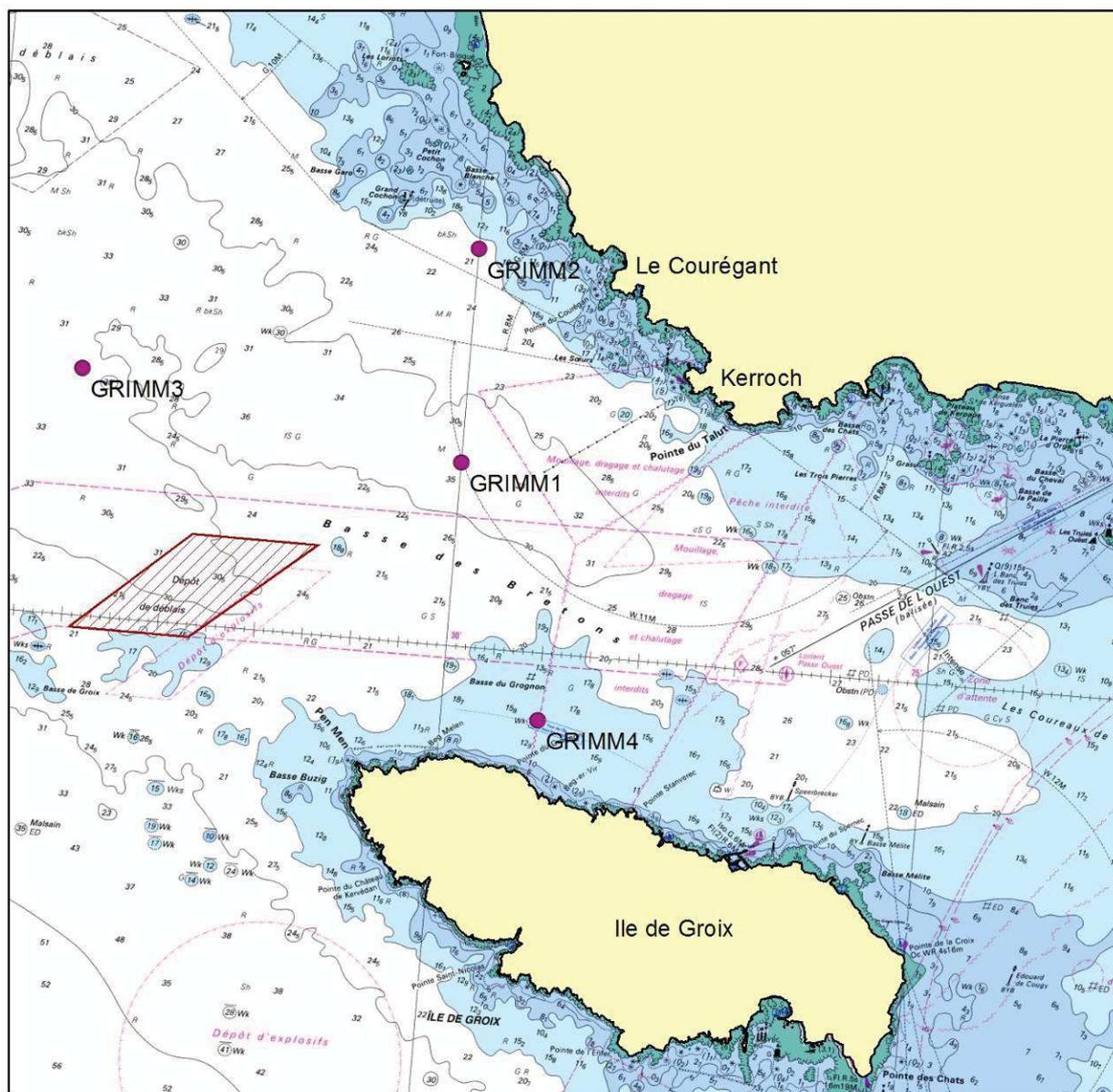
Les prélèvements ont été réalisés le 7 septembre 2018 à bord du navire de la société ISMER. Une benne Day (prélèvements de 0,1 m²) a été utilisée (Figure 2).



Figure 2 : Benne Day et tamis (cliché TBM)

LOCALISATION DES STATIONS DE PRÉLÈVEMENT

Suivi environnemental 2018 du site d'immersion - Port de Lorient



● Stations de prélèvements

Carte réalisée par TBM, 2018

▨ Site d'immersion

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

0 1 2 Km



Carte 1 : Plan d'échantillonnage pour l'étude « caractérisation des peuplements benthiques »

Pour chacune des stations, 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 1), puis mis en sac plastique et formolés (solution d'eau de mer à 6-8 % de formol).

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 ALPA CHIMIE de Rouen (Figure 3).



Figure 3 : Conditionnement

3.2 Prélèvements des stations 21 et 24

Le suivi 2018 a été réalisé le 12 juillet 2018 sur deux stations suivies depuis 2015 : les stations 21 (Basse de la Paille) et 24 (Anse du Pérello) (Figure 4).



LOCALISATION DES STATIONS DE SUIVIES - SÉDIMENTS MARINS
 Suivi environnemental 2018 du site d'immersion - Port de Lorient

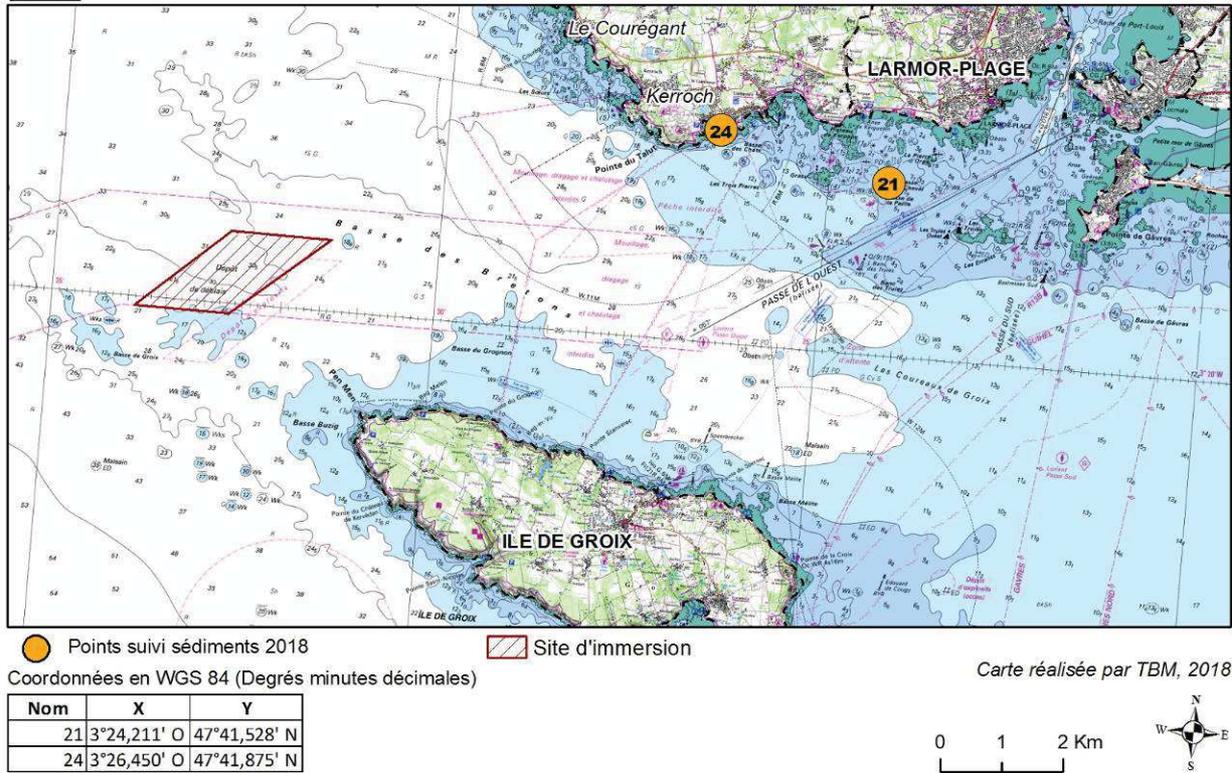


Figure 4: Localisation des stations de suivi des sédiments

Tout comme en 2017, la station 21 – Basse de la Paille, étant dans une zone interdite à la plongée, a été légèrement décalée en accord avec Madame Nicol de la DDTM afin de faciliter les opérations d'échantillonnages (Figure 5).

Suivi 2018 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise des sédiments marins » - TBM

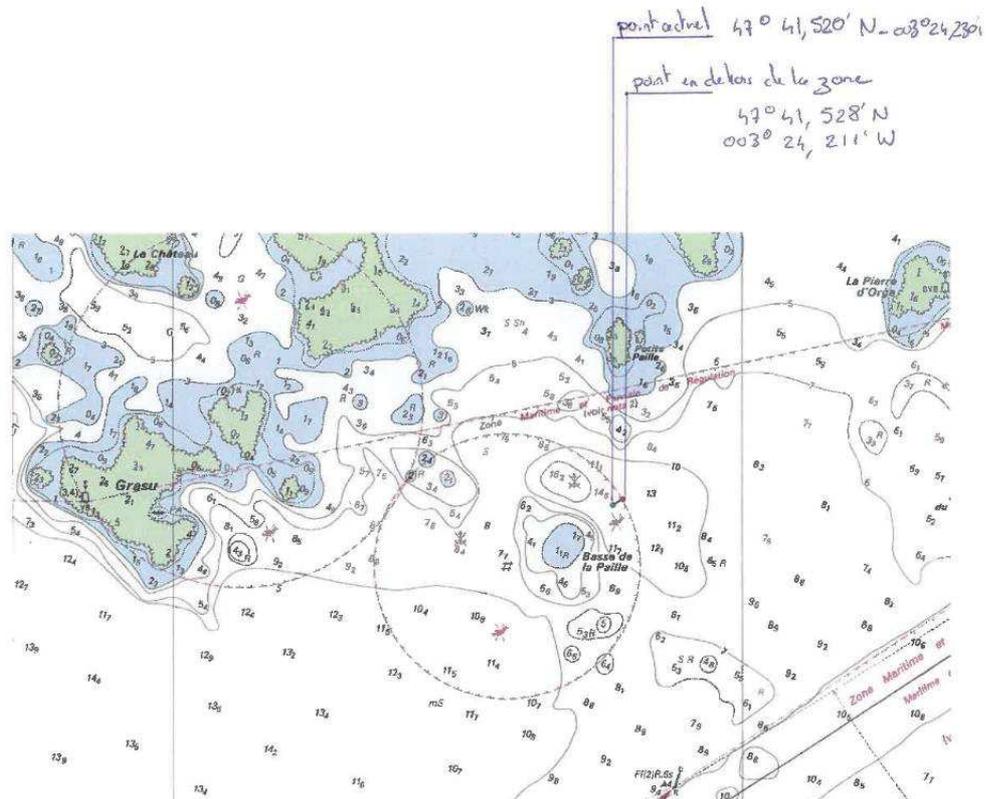


Figure 5 : Modification de la position de la station 21 – Basse de la paille

Les prélèvements ont été effectués le jeudi 12/07/2018 au départ du port de Kernevel à Larmor-Plage, à bord du navire de TBM environnement le « Bar'Ouf » (Figure 6).



Figure 6 : 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 ALPA CHIMIES (laboratoire agréé COFRAC) pour analyses.

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 < 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. 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 à 64 mm),
- ✓ Les galets (> 64 mm).

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 Alpa chimie, laboratoire agréé pour les analyses physico-chimiques 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,

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

- ✓ 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 3.

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) régie 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.

Suivi 2018 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise des sédiments marins » - TBM

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

Milieux salés, estuariens ou marins		
	Niveau N1	Niveau N2
Eléments traces (mg/kg)		
Arsenic	25	50
Cadmium	1,2	2,4
Chrome	90	180
Cuivre	45	90
Mercure	0,4	0,8
Nickel	37	74
Plomb	100	200
Zinc	276	552
PCB (mg/kg)		
PCB totaux		
PCB congénère 28	0.005	0.01
PCB congénère 52	0.005	0.01
PCB congénère 101	0.01	0.02
PCB congénère 118	0.01	0.02
PCB congénère 138	0.02	0.04
PCB congénère 153	0.02	0.04
PCB congénère 180	0.01	0.02
HAP (mg/kg)		
Acénaphène	0.015	0.26
Acénaphylène	0.04	0.34
Anthracène	0.085	0.59
Benzo[a]anthracène	0.26	0.93
Benzo[a]pyrène	0.43	1.015
Benzo[b]fluoranthène	0.4	0.9
Benzo[g,h,i]pérylène	1.7	5.65
Benzo[k]fluoranthène	0.2	0.4
Chrysène	0.38	1.59
Dibenzo[a,h]anthracène	0.06	0.16
Fluoranthène	0.6	2.85
Fluorène	0.02	0.28
Indéno[1,2,3-cd]pyrène	1.7	5.65
Naphtalène	0.16	1.13
Phénanthrène	0.24	0.87
Pyrène	0.5	1.5
Organostanniques (µg/kg)		
DBT	-	-
MBT	-	-
TBT	100	400

En complément, il est également indiqué pour chaque contaminant :

- ✓ Son **seuil de détection** en laboratoire

Tableau 2 : valeurs des seuils de détection par contaminant en mg/kg

Contaminants métalliques		Arsenic	Cadmium	Chrome	Cuivre	Mercure	Nickel	Plomb	Zinc
Laboratoire de Rouen									
Seuil de détection	2006-2015	1	0,1	-	3	0,02	2	-	-
	2017-2018	2	0,1	2	3	0,02	2	1	5
	LABOCEA 2016	2	0,5	2	2	0,04	2	2	4

- ✓ **Sa valeur de référence retenue par le Réseau National d'Observation de l'Ifremer.**
Le Tableau 3, présente les valeurs de références connues (RNO et OSPAR) pour être représentatives de sédiments fins non contaminés.

Tableau 3 : 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 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.

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 4).

Tableau 4 : Evaluation du risque en fonction du calcul du score de risque

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

3.6 Pollution organique

La pollution organique est évaluée par trois paramètres (Alzieu, 2003²) : 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 5).

Tableau 5 : 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. La dégradation de cette matière organique a pour conséquence une détérioration du milieu, un appauvrissement en oxygène pouvant aller jusqu'à l'anoxie.

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, 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 de dragages au large de l'île de Groix pour l'année 2018. La finalité est d'étudier l'évolution depuis cet état de référence en 2010.

² Alzieu, C. (coord.), 2003. Bioévaluation de la qualité environnementale des sédiments portuaires et des zones d'immersion, IFREMER, 248p

3.7.2 Stations 21 et 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 2018 obtenus pour ces 2 stations seront analysés au regard des résultats obtenus depuis 2006.

4 RESULTATS

4.1 Analyses granulométriques

Les analyses granulométriques (Figure 7, Carte 2) montrent que :

- ✓ A la station 21, les fractions vaseuse et sable fin dominant largement la composition avec 35,4 et 51,5 % respectivement. Nous sommes en présence de sables fins envasés.
- ✓ A la station 24, ce sont les sables qui dominent avec 25,3 % de sables moyens, 31,6 % de sable grossier et 30,3 % de gravier. Nous sommes en présence de sables graveleux.
- ✓ A la station GRIMM 1, les fractions vaseuse et sable fin dominant largement la composition avec 64,8 et 25,9 % respectivement. Nous sommes en présence de vases sableuses.
- ✓ A la station GRIMM 2, la fraction sable fin est majoritairement représentée avec 63,9 % de l'échantillon. La vase est assez bien représentée avec 23,2 %. Nous sommes en présence de sables fins envasés.
- ✓ Aux stations GRIMM 3 et GRIMM 4, ce sont les sables grossiers qui dominent avec 71,8 % et 59,3 % respectivement, Le pourcentage de vase est inférieur à 4 % pour les deux stations.

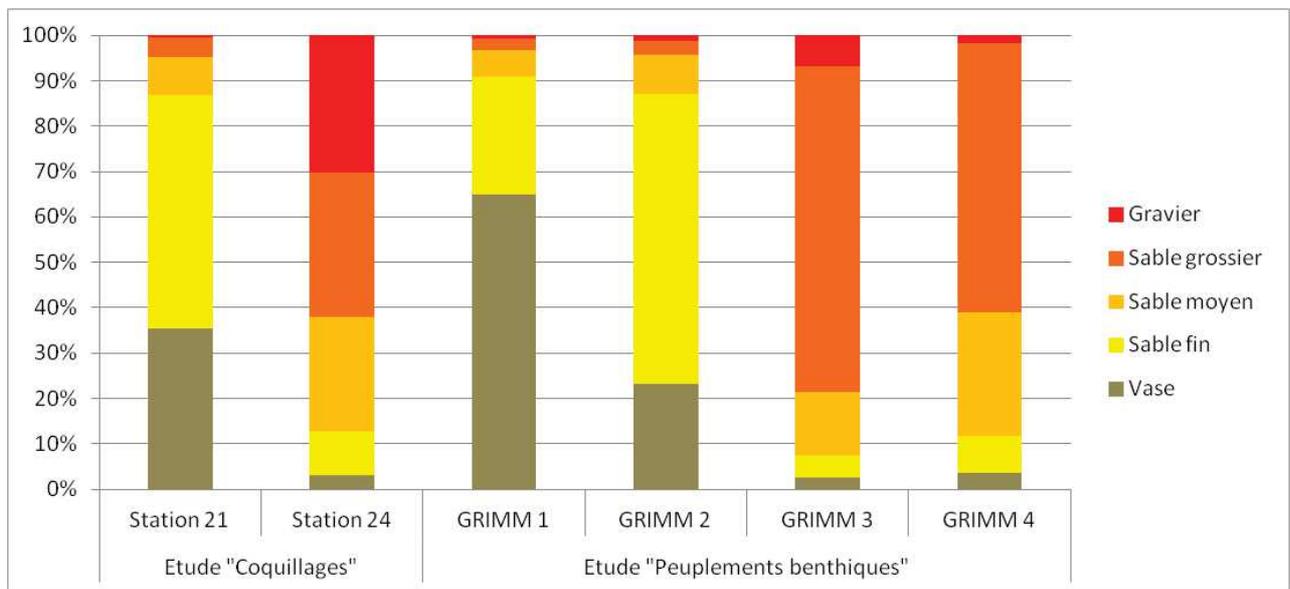
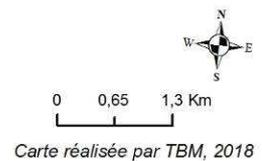
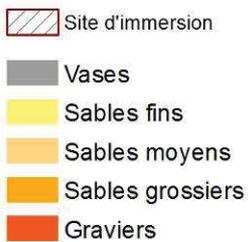
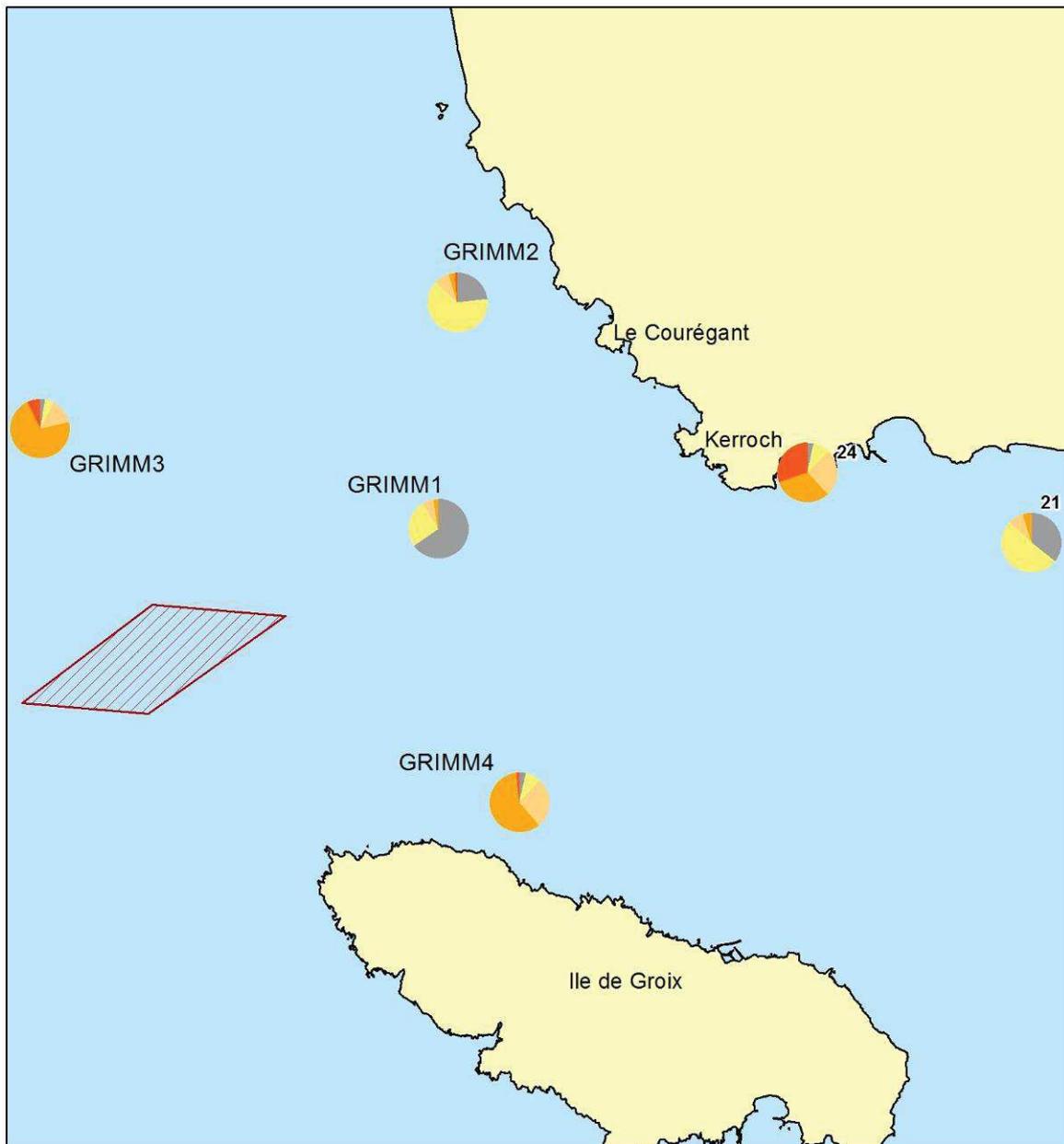


Figure 7 : Pourcentages des fractions granulométriques



FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES

Suivi environnemental 2018 du site d'immersion - Port de Lorient



Carte 2 : 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.

D'après les 13 années de suivis des stations 21 et 24 (Figure 8), il apparaît que la station 21 – Basse de la Paille est assez hétérogène contrairement à la fraction fine mesurée à la station 24 – Anse du Pérello, inférieure à 10%.

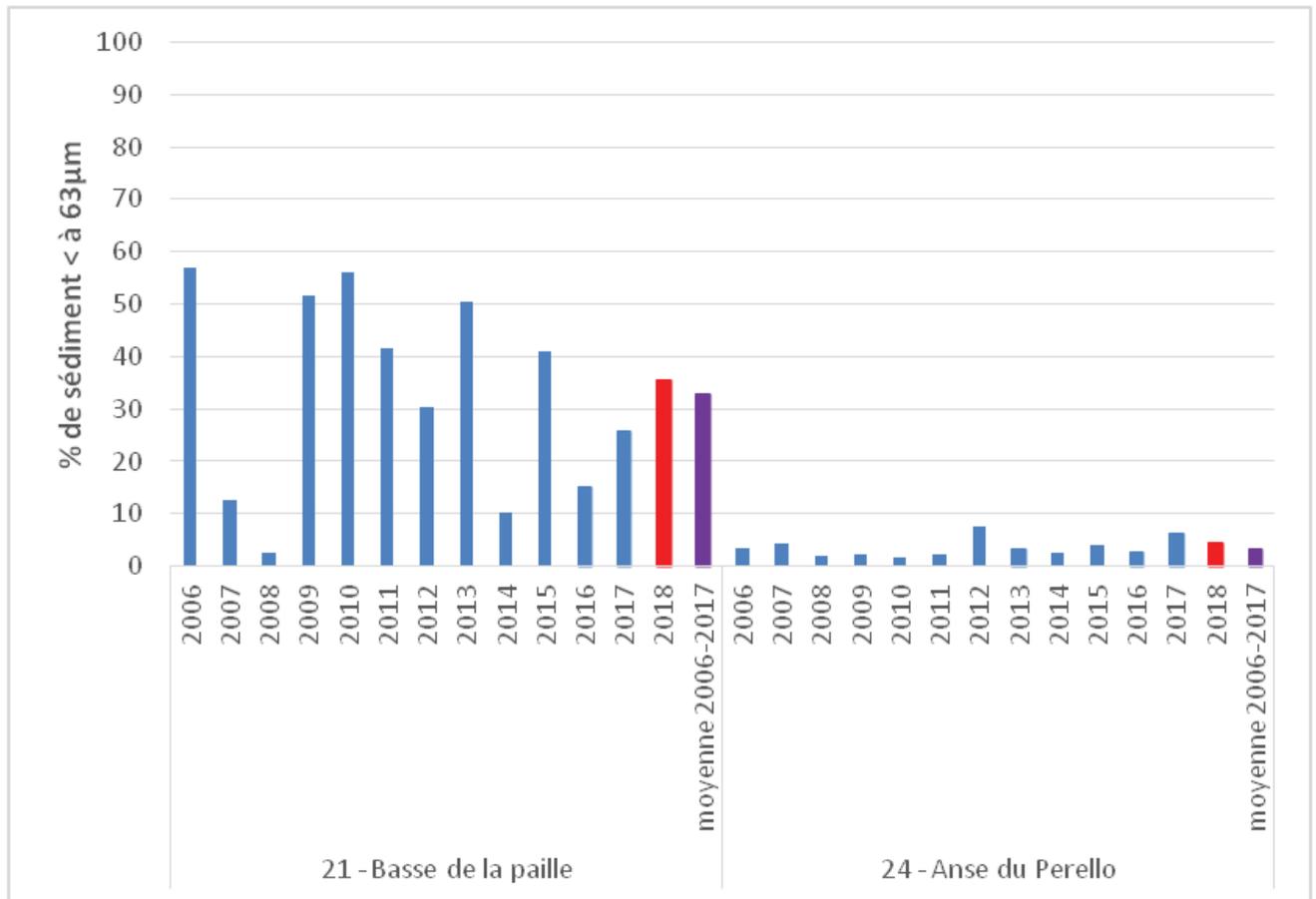


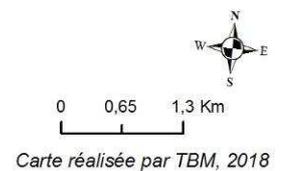
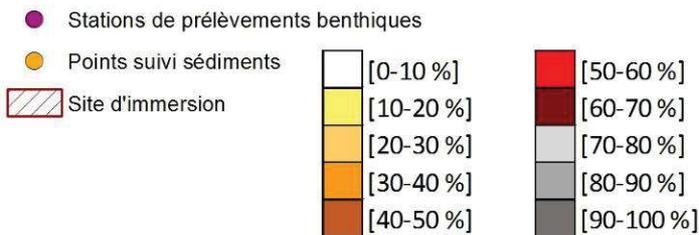
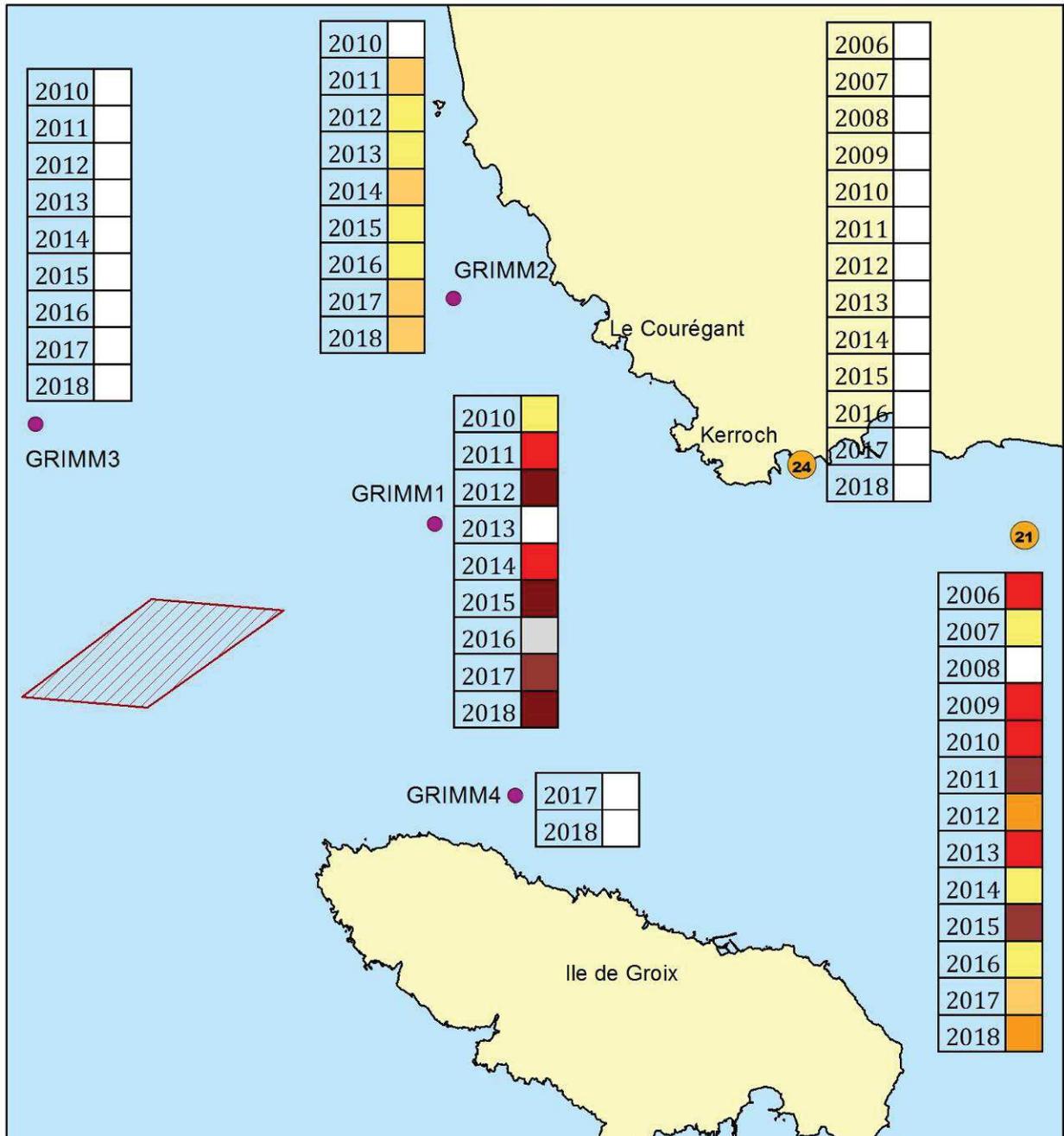
Figure 8 : Fraction fine (< 63 μm) sur les stations 21 et 24 depuis 2006.

Comme pour la station 21, les fluctuations sont à noter surtout pour la station GRIMM 1 avec des pourcentages en fraction fine très hétérogènes depuis 2010 (Carte 3). La station GRIMM 3 montre une grande stabilité comme la station 24 alors que la station GRIMM 2 fluctue légèrement.



POURCENTAGE DE VASE (FRACTIONS < 63 µm)

Suivi environnemental 2018 du site d'immersion - Port de Lorient



Carte 3 : Pourcentage de vase (fraction < 63 µm) depuis 2010 pour les 6 stations suivies.

4.2 Analyses physicochimiques des sédiments

4.2.1 Analyses des concentrations en éléments traces métalliques

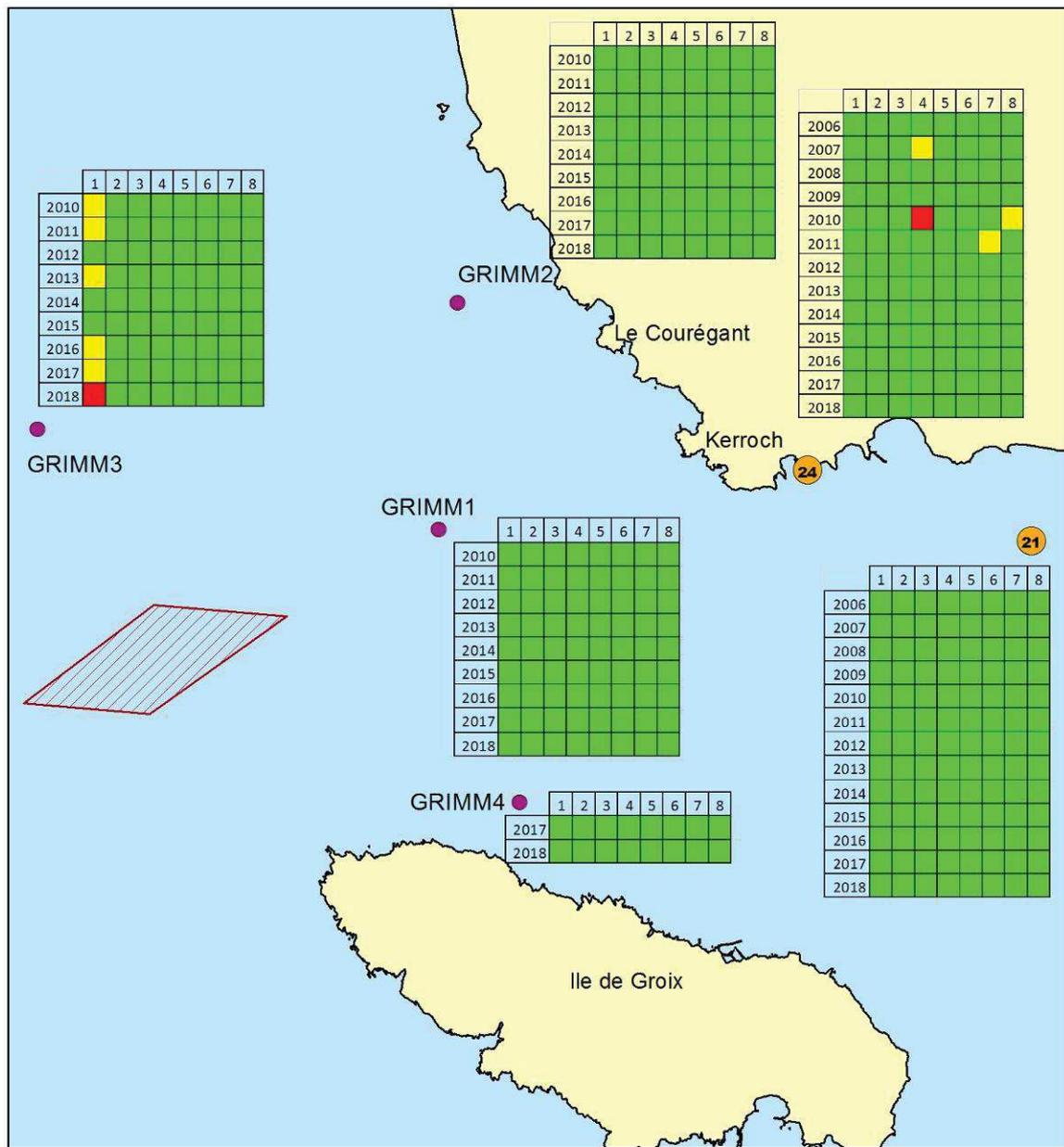
Les concentrations en éléments traces métalliques mesurées aux stations 21, 24, GRIMM 1, GRIMM 2 et GRIMM 4 sont inférieures aux niveaux N1 (Carte 4).

A la station GRIMM 3, les concentrations en éléments traces métalliques sont inférieures aux niveaux N1 excepté pour l'arsenic qui présente une concentration de 51 mg/ kg sec, supérieure au seuil N2 qui est de 50 mg/ kg sec. Ce dépassement du seuil N2 est inédit mais fait suite à plusieurs années de dépassement de seuil N1 : 2010 (28 mg/ kg sec), 2011 (27 mg/ kg sec), 2013 (26 mg/ kg sec), 2016 (30 mg/ kg sec), et 2017 (42 mg/ kg sec) (Carte 4).



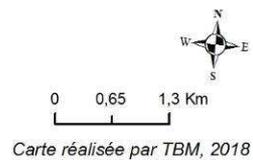
NIVEAUX DE CONTAMINATION MÉTAUX

Suivi environnemental 2018 du site d'immersion - Port de Lorient



- Stations de prélèvements benthiques
- Points suivi sédiments
- ▨ Site d'immersion
- Catégorie 1 : Pas ou très faiblement contaminés [$<N1$]
- Catégorie 2 : Faiblement contaminés [$N1-N2$]
- Catégorie 3 : Contaminés [$>N2$]

- 1 Arsenic
- 2 Cadmium
- 3 Chrome
- 4 Cuivre
- 5 Mercure
- 6 Nickel
- 7 Plomb
- 8 Zinc



Carte 4 : Niveaux de contamination en éléments traces métalliques depuis 2010 pour les stations GRIMM 1 à 4 et depuis 2006 pour les stations 21 et 24

Suivi des éléments traces métalliques depuis 2006 pour les stations 21 et 24 :

✓ Arsenic

Les concentrations en arsenic mesurées pour les deux stations 21 et 24 font parties des plus fortes concentrations mesurées depuis 2006. Cependant, ces concentrations restent nettement inférieures au seuil GEODE N1 (Figure 9).

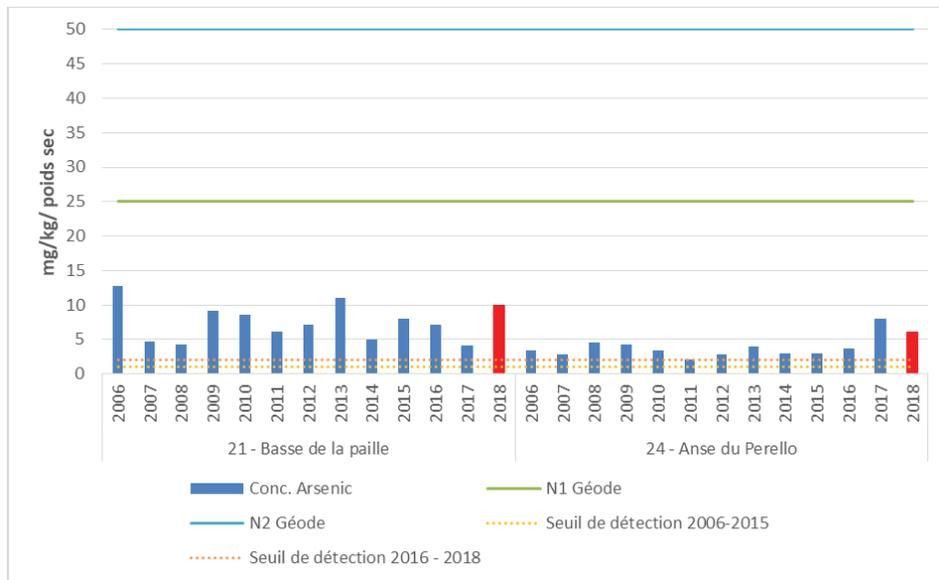


Figure 9 : Concentration en arsenic en mg/kg/poids sec sur les deux stations 21 et 24 entre 2006 et 2018

✓ Cadmium

Pour les stations 21 et 24, la concentration en cadmium obtenue pour 2018 est en-dessous du seuil de détection qui est de 0,1 mg/kg/poids sec (Figure 10).

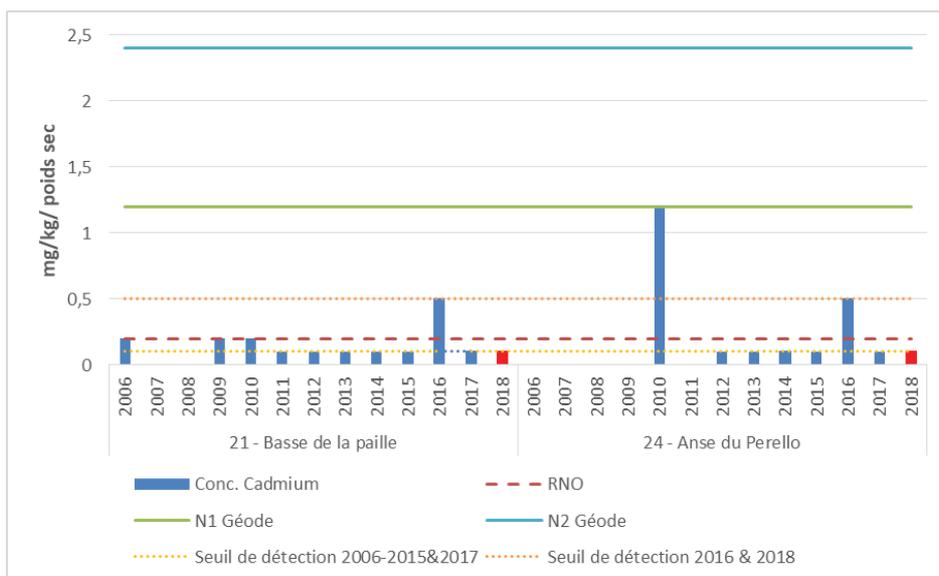


Figure 10 : Concentration en cadmium en mg/kg/poids sec sur les deux stations 21 et 24 entre 2006 et 2018

✓ Chrome

Les concentrations mesurées pour les deux stations en 2018 sont inférieures à la valeur de référence retenue par le RNO et du niveau N1 défini par le GEODE. Pour la station Basse de la paille, cette concentration est en légère augmentation depuis 2016 alors que celle mesurée à l'anse du Pérello correspond à l'une des plus basses mesurées depuis 2006 (Figure 11).

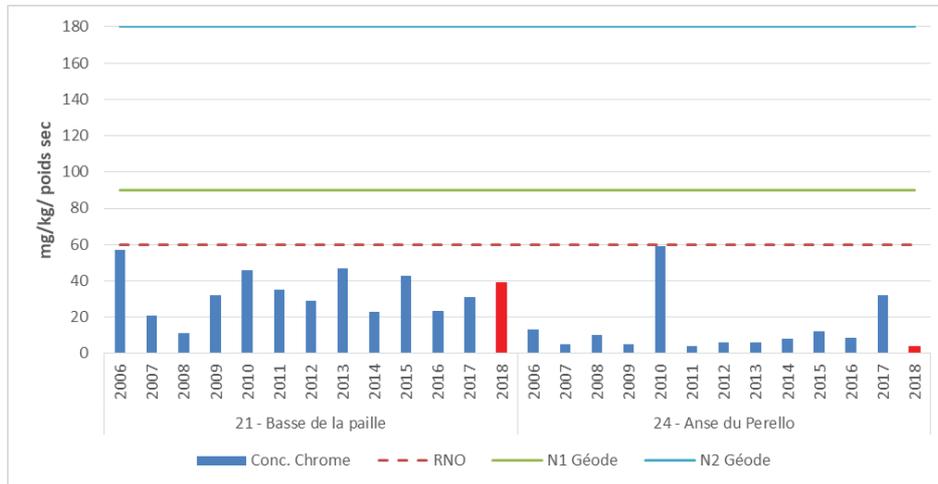


Figure 11 : Concentration en chrome en mg/kg/poids sec sur les deux stations 21 et 24 entre 2006 et 2018

✓ Cuivre

Pour les stations 21 et 24, la concentration en cuivre obtenue pour 2018 est en-dessous du seuil de détection qui est de 0,3 mg/kg/poids sec (Figure 12).

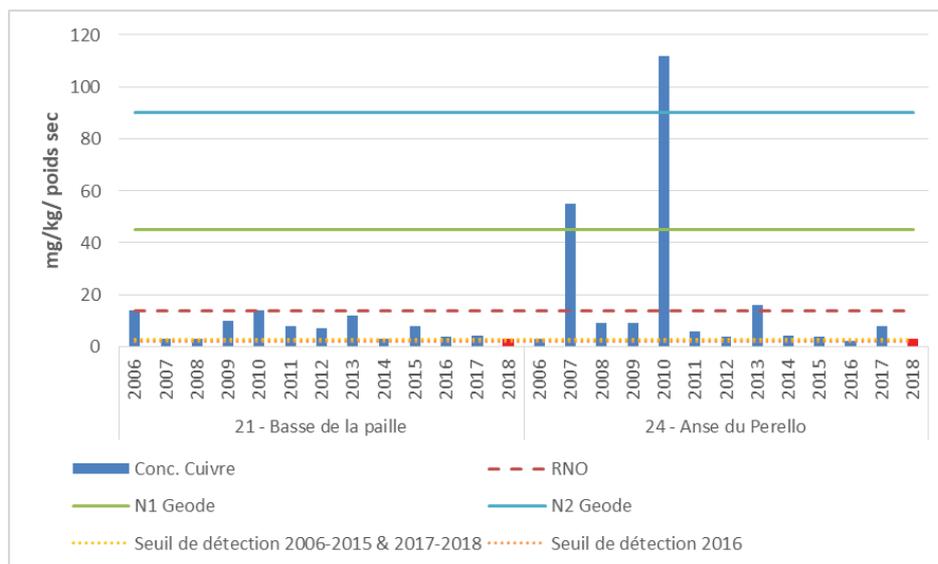


Figure 12 : Concentration en cuivre en mg/kg/poids sec sur les deux stations 21 et 24 entre 2006 et 2018

✓ Mercure

La concentration en mercure du site 24-anse du Pérello est inférieure au seuil de détection du laboratoire comme en 2017. Pour la station 21- Basse de la Paille, la concentration est de 0,03 mg/kg/poids sec inférieure à la valeur de référence du RNO et au seuil N1 de GEODE (Figure 13).

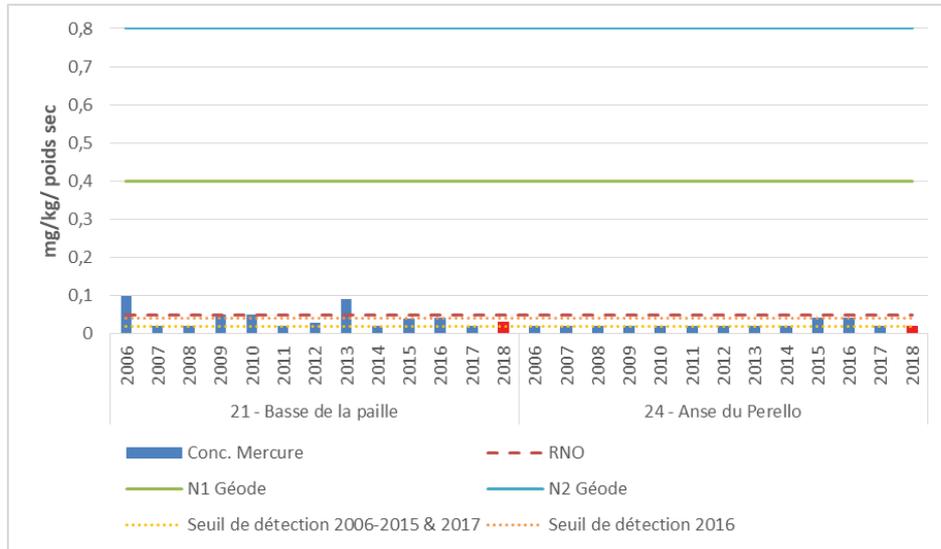


Figure 13 : Concentration en mercure en mg/kg/poids sec sur les deux stations 21 et 24 entre 2006 et 2018

✓ Nickel

En 2018, les stations 21 et 24 présentent des concentrations en nickel inférieures à la valeur de référence retenue par le RNO et par le GEODE. Alors que la concentration en nickel est en augmentation à Basse de la paille depuis 2016, elle est à sa concentration la plus basse à l'Anse du Pérello (Figure 14).

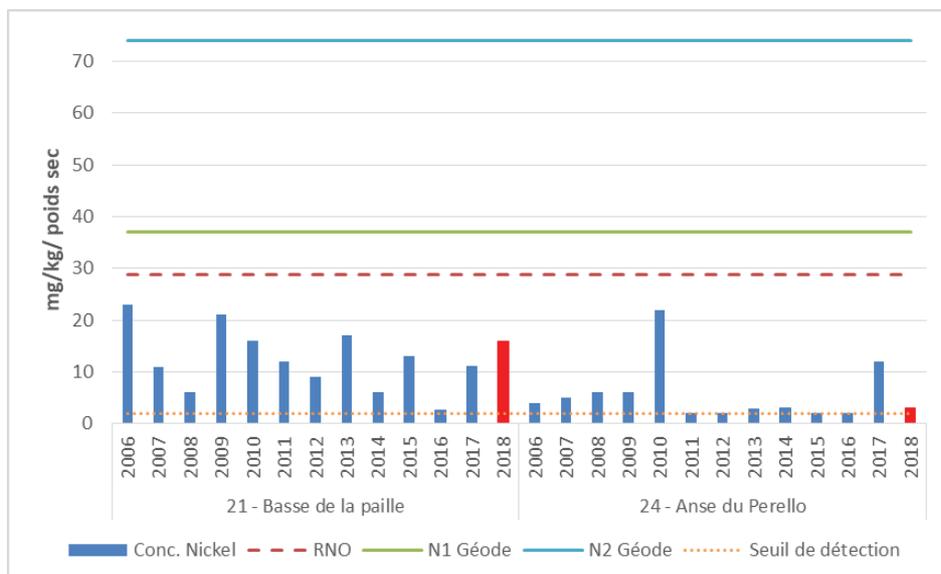


Figure 14 : Concentration en nickel en mg/kg/poids sec sur les deux stations 21 et 24 entre 2006 et 2018

✓ Plomb

A la station 21- Basse de la paille, la concentration mesurée est inférieure à la valeur de référence du RNO et de GEODE. Elle est cependant en légère augmentation depuis 2016.

A la station 24 – Anse du Pérello, alors qu'elle était en baisse depuis 2014, la concentration mesurée en 2018 est à nouveau à la hausse avec une concentration supérieure à la valeur de référence du RNO (43 mg/kg/poids sec contre 25 mg/kg/poids sec) mais inférieure au seuil N1 de GEODE (Figure 15).

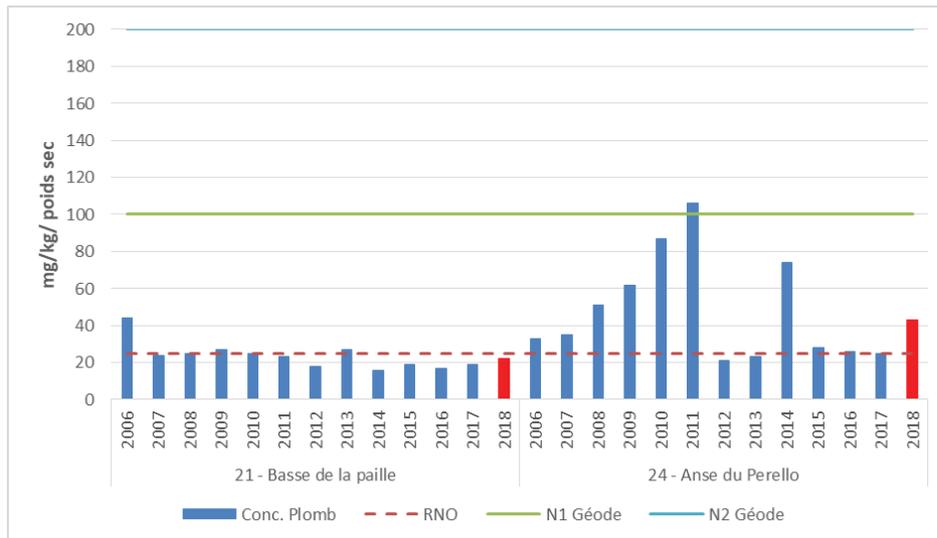


Figure 15 : Concentration en plomb en mg/kg/poids sec sur les deux stations 21 et 24 entre 2006 et 2018

✓ Zinc

La concentration mesurée en zinc à la station 21 – Basse de la Paille en 2018 est inférieure aux seuils de référence du RNO et de GEODE bien qu'elle montre une légère augmentation depuis 2016.

La concentration en zinc mesurée à la station 24 – Anse du Pérello est inférieure aux seuils de référence RNO et GEODE et très nettement à celle mesurée en 2017 (Figure 16).

Suivi 2018 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
 « Expertise des sédiments marins » - TBM

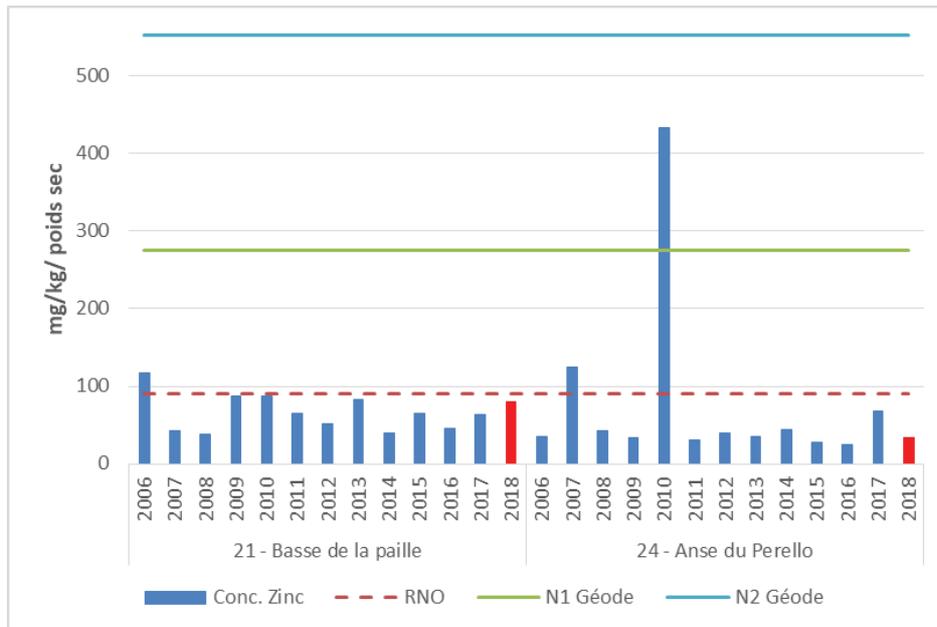


Figure 16 : Concentration en zinc en mg/kg/poids sec sur les deux stations 21 et 24 entre 2006 et 2018

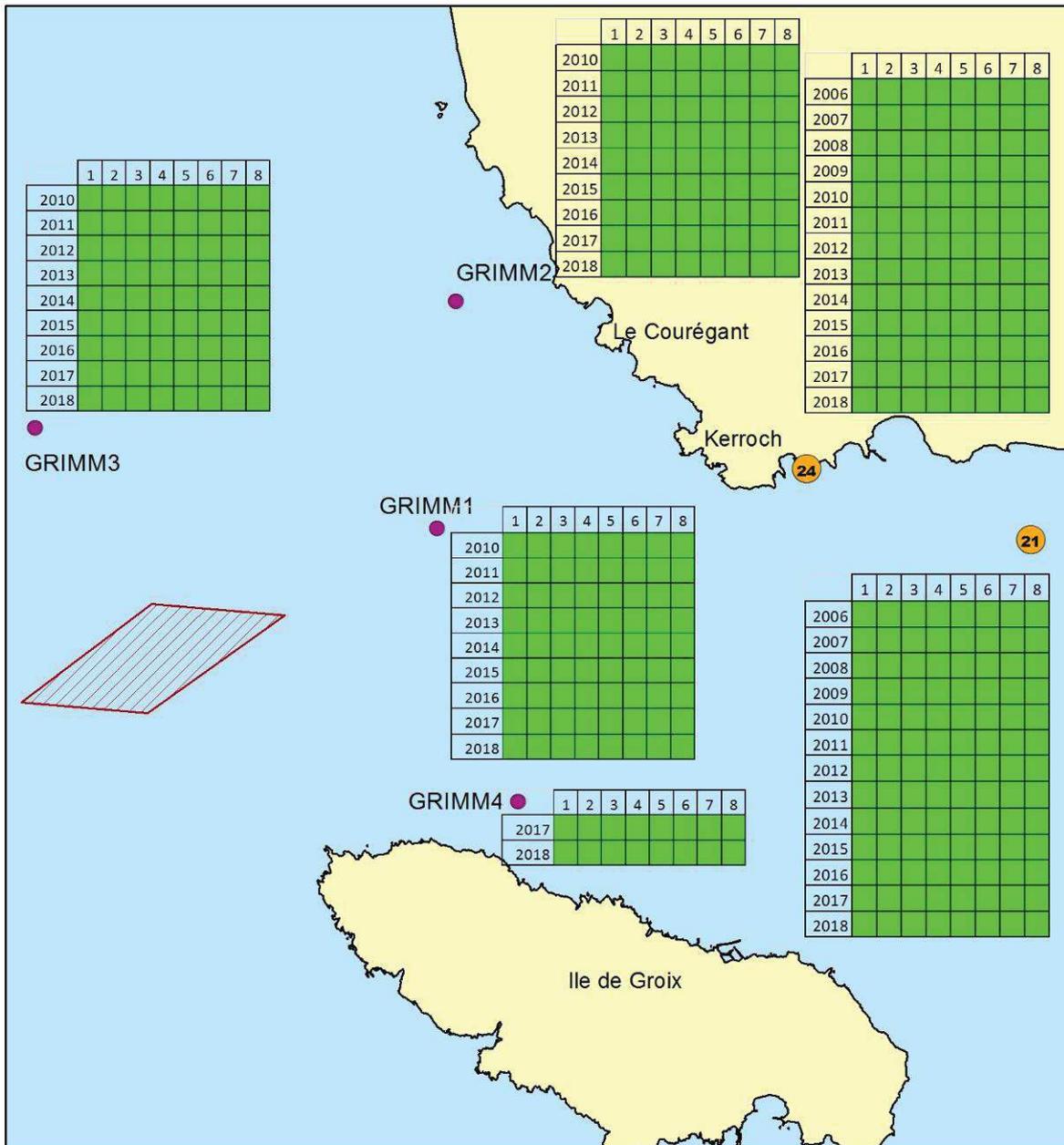
4.2.2 Analyses des concentrations en PCB

Les résultats des analyses montrent que les concentrations en PCB mesurées aux 5 stations sont inférieures aux seuils de détection et au seuil N1.



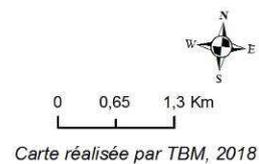
NIVEAUX DE CONTAMINATION PCB

Suivi environnemental 2018 du site d'immersion - Port de Lorient



- Stations de prélèvements benthiques
- Points suivi sédiments
- ▨ Site d'immersion
- Catégorie 1 : Pas ou très faiblement contaminés [$<N1$]
- Catégorie 2 : Faiblement contaminés [$N1-N2$]
- Catégorie 3 : Contaminés [$>N2$]

- 1 Trichlorobiphenyle 028
- 2 Tetrachlorobiphenyle 052
- 3 Pentachlorobiphenyle 101
- 4 Pentachlorobiphenyle 118
- 5 Hexachlorobiphenyle 138
- 6 Hexachlorobiphenyle 153
- 7 Heptachlorobiphenyle 180
- 8 Somme des 7 PCB détectés



Carte 5 : Niveaux de contamination en PCB depuis 2010 pour les stations GRIMM 1 à 4 et depuis 2006 pour les stations 21 et 24

4.2.3 Analyses des concentrations en HAP

Les concentrations en HAP mesurées dans les stations 21 et 24 sont toutes supérieures au seuil de détection à l'exception de l'Acénaphytène pour la station 24 et l'Acénaphytène pour les 2 stations. Toutes les concentrations sont inférieures au seuil de référence N1 (Figure 17). Ces concentrations mesurées en 2018 sont comparables à celles mesurées depuis 2006 (Carte 6).

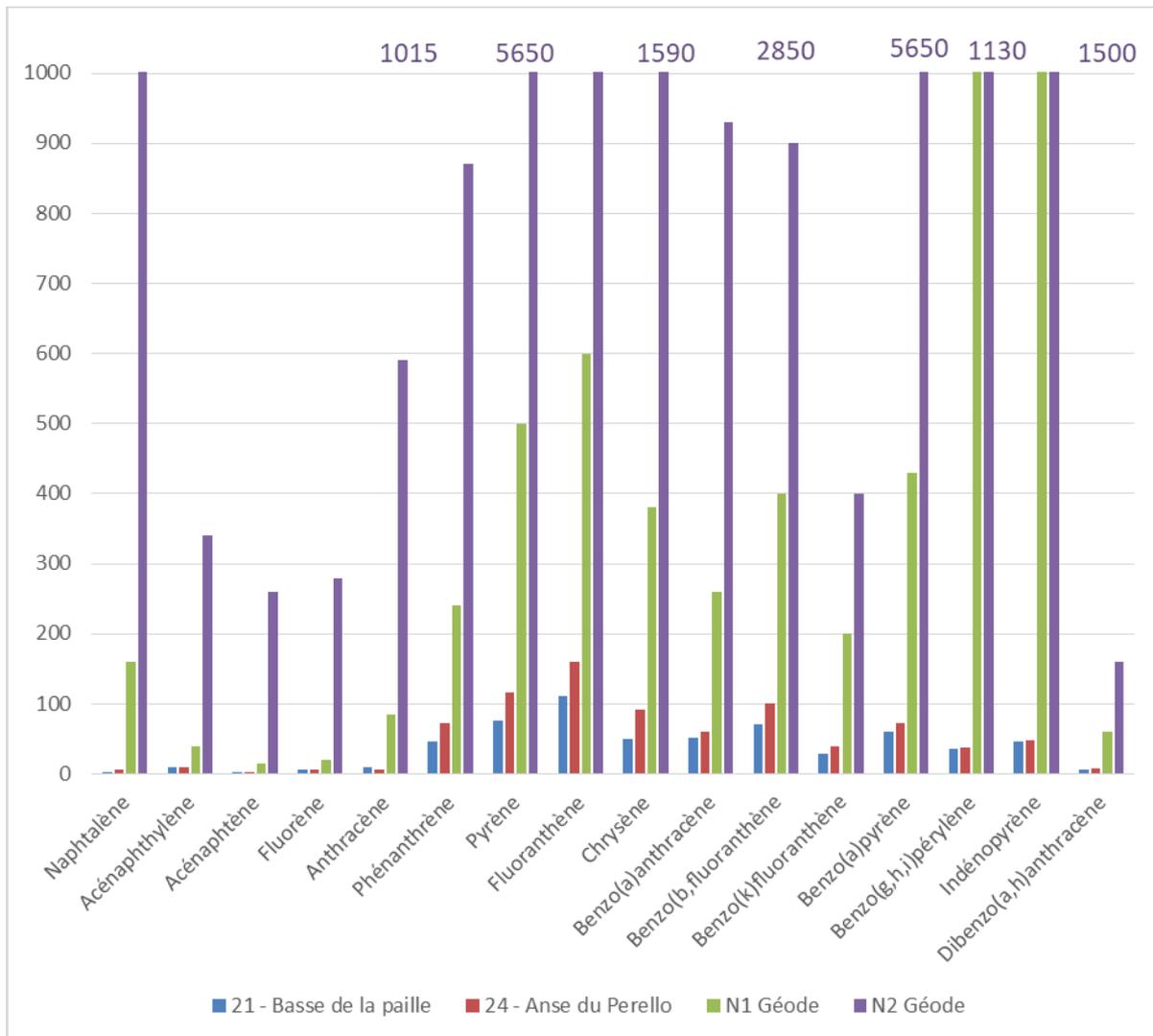


Figure 17 : Concentrations 2018 des 16 HAPs mesurés dans les sédiments de la Basse de la paille (station 21) et de l'Anse du Pérello (station 24) en comparaison aux seuils N1 et N2 de GEODE

Les concentrations en HAP mesurées dans GRIMM 3 et GRIMM 4 sont toutes inférieures au seuil de détection sauf pour le Naphtalène en GRIMM 3. En GRIMM 2, ne sont pas détectables : l'Acénaphthylène, l'Acénaphytène et le Fluorène alors qu'en GRIMM 1, seul l'Acénaphthylène ne l'est pas.

Pour les autres HAPs, toutes les concentrations mesurées sont inférieures aux seuils de référence N1 (Figure 18). Ces concentrations mesurées en 2018 sont comparables à celles mesurées depuis 2006 (Carte 6).

Suivi 2018 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise des sédiments marins » - TBM

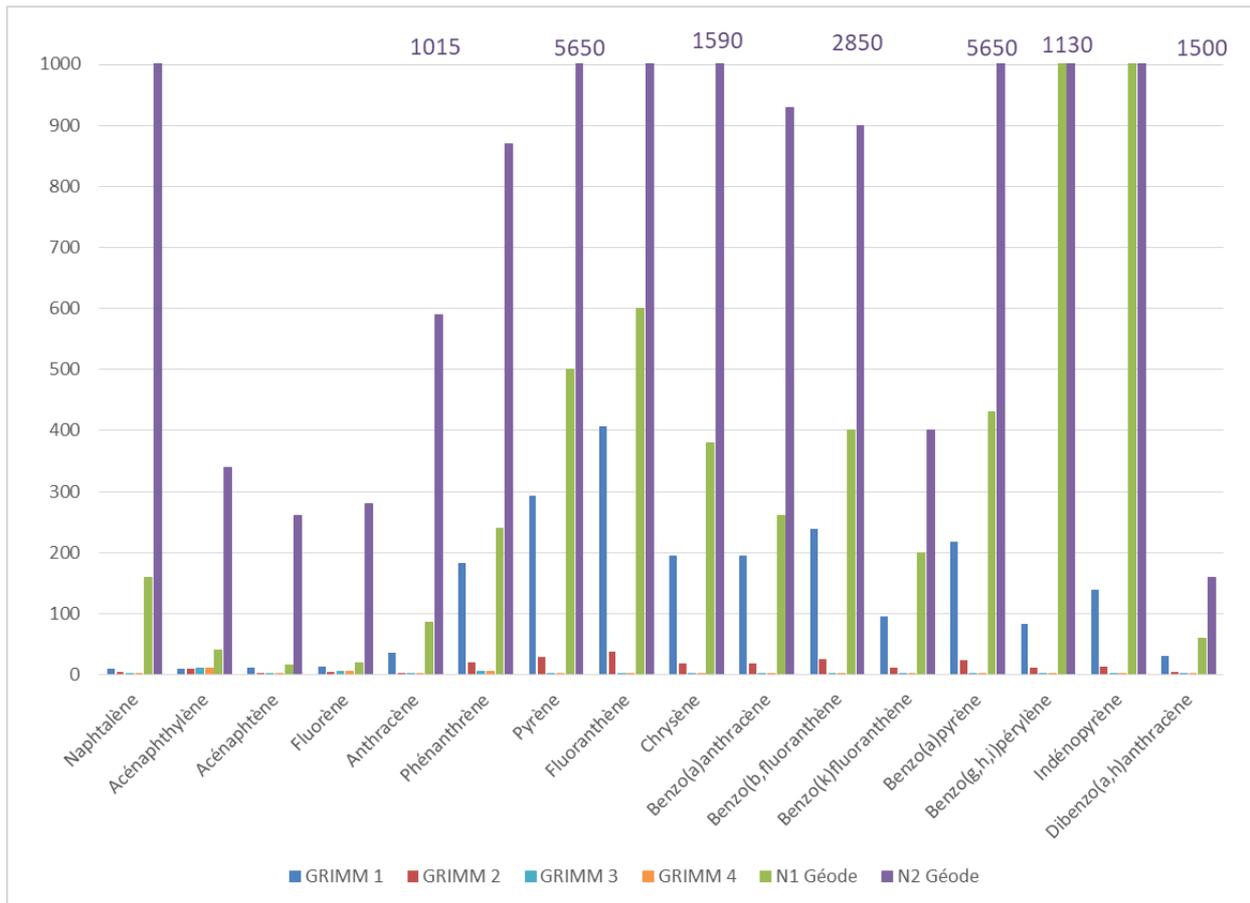


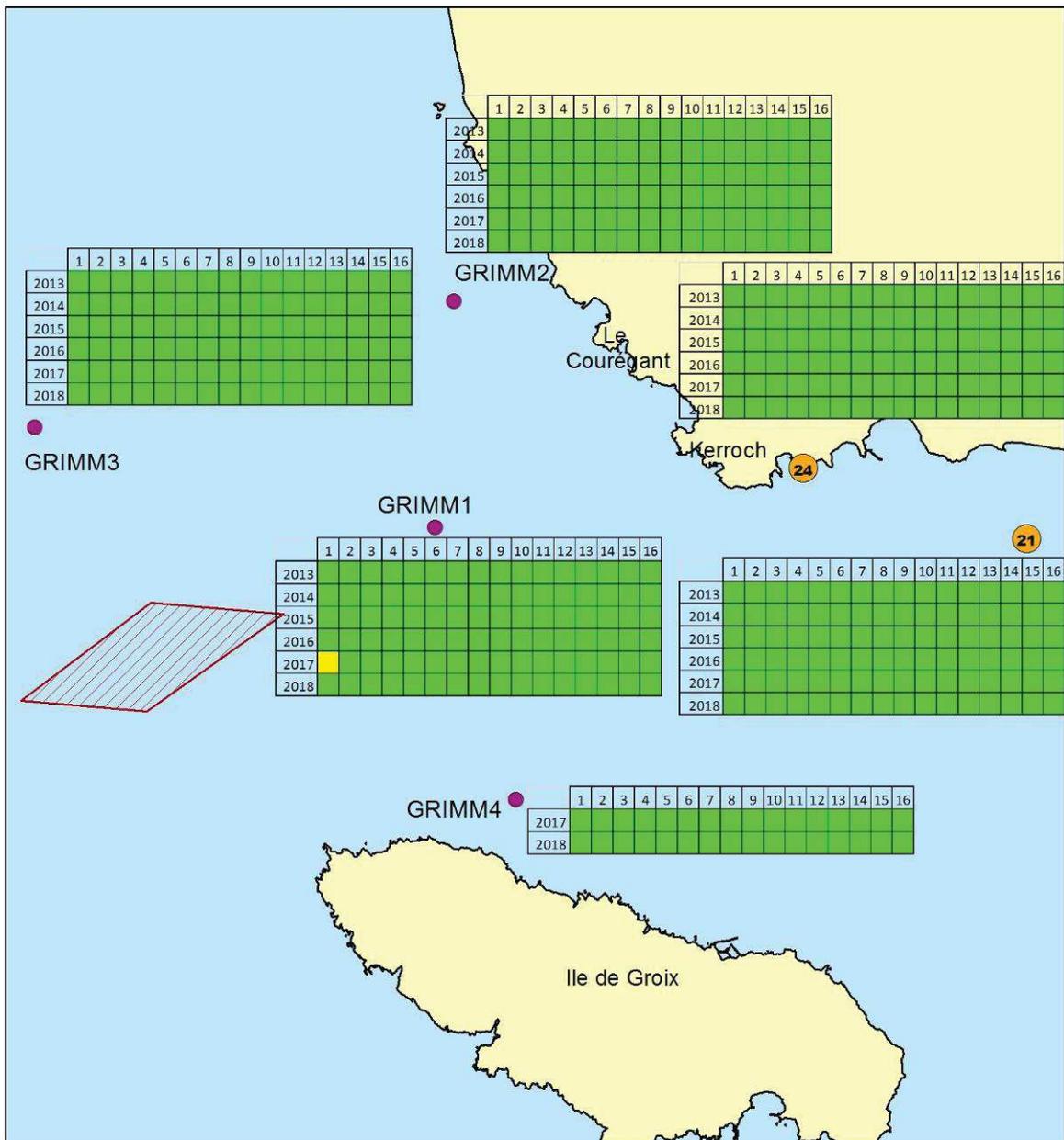
Figure 18 : Concentrations 2018 des 16 HAPs mesurés dans les sédiments de GRIMM 1 à GRIMM 4 en comparaison aux seuils N1 et N2 de GEODE



**NIVEAUX DE CONTAMINATION HAP
 SELON L'ARRÊTÉ DU 8 FÉVRIER 2013**



Suivi environnemental 2018 du site d'immersion - Port de Lorient



● Stations de prélèvements benthiques	1 Acénaphthène	9 Chrysène
● Points suivi sédiments	2 Acénaphthylène	10 Dibenzo(a,h)anthracène
▨ Site d'immersion	3 Anthracène	11 Fluoranthène
■ Catégorie 1 : Pas ou très faiblement contaminés [$<N1$]	4 Benzo(a)anthracène	12 Fluorène
■ Catégorie 2 : Faiblement contaminés [$N1-N2$]	5 Benzo(a)pyrène	13 Indénopyrène
■ Catégorie 3 : Contaminés [$>N2$]	6 Benzo(b)fluoranthène	14 Naphtalène
	7 Benzo(g,h,i)Pérylène	15 Phénanthrène
	8 Benzo(k)Fluoranthène	16 Pyrène

Carte réalisée par TBM, 2018

Carte 6 : Niveaux de contamination en HAP depuis 2013 pour les stations GRIMM 1 à 4 et pour les stations 21 et 24 (date de modification de l'arrêté réglementaire : Niveau GEODE, arrêté du 8 février 2013).

Les HAPs se répartissent en trois catégories en fonction de leur masse moléculaire (cf. Annexe 1) : légers, intermédiaires et lourds. Les HAPs intermédiaires et lourds sont cancérigènes.

Dans le cas où la concentration d'un HAP est inférieure à la limite de détection, nous avons pris en considération ces limites de détection afin d'envisager le cas le plus défavorable.

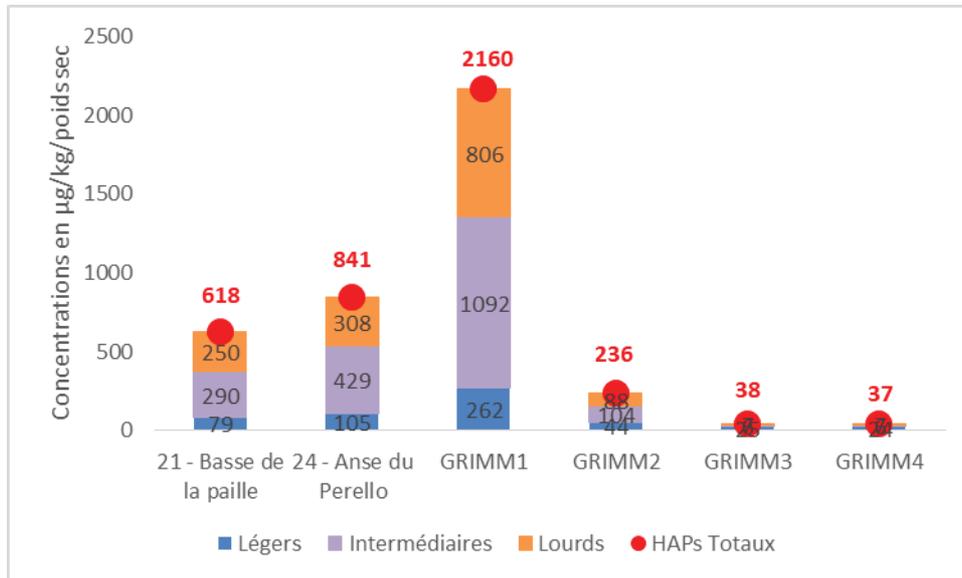


Figure 19 : Répartition 2018 des 16 HAPs en fonction de leur masse moléculaire et donc de leur dangerosité.

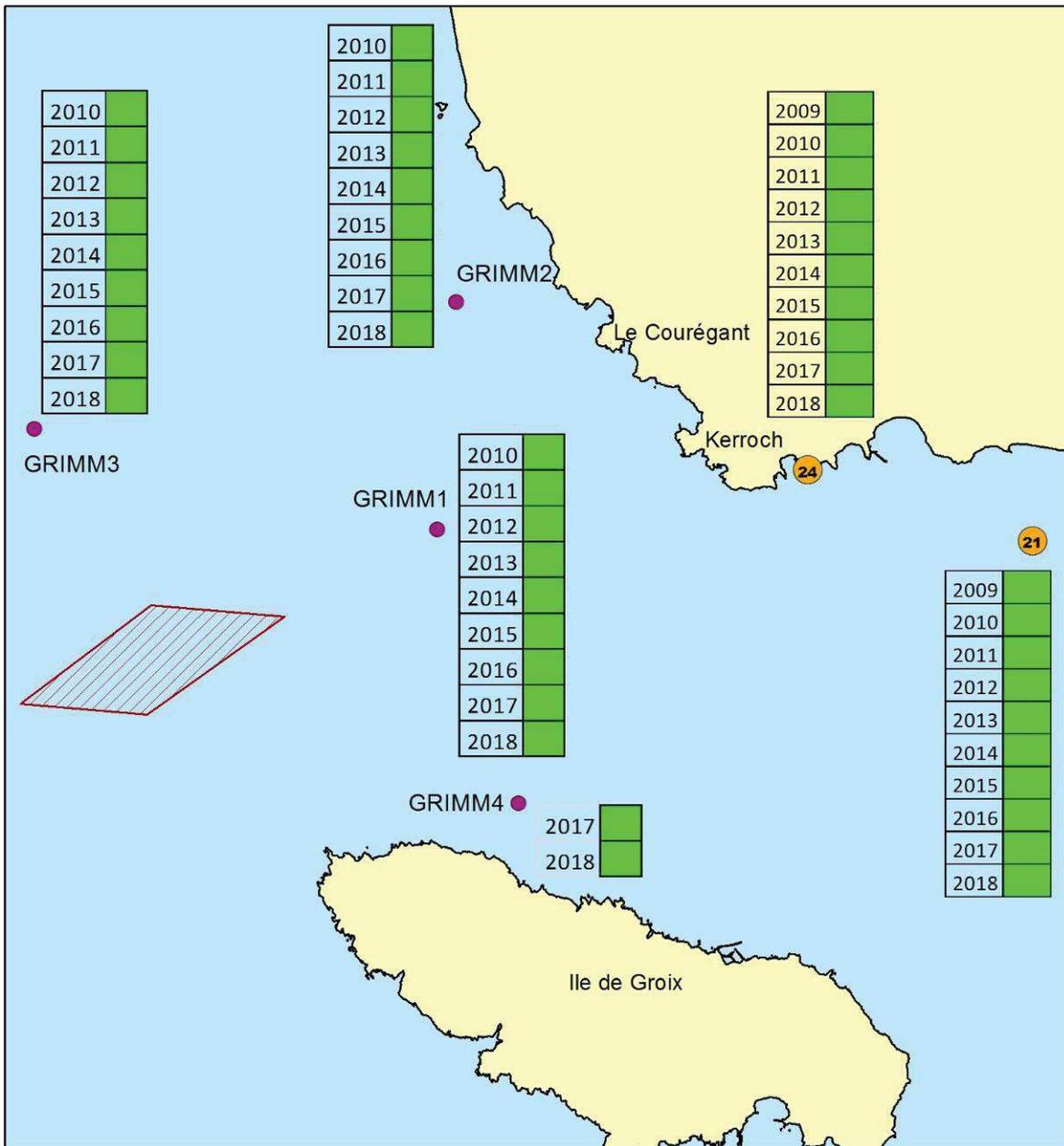
Pour les 4 stations présentant des HAPs détectables (stations 21 et 24 et GRIMM 1 et 2), les HAPs intermédiaires et lourds représentent 81 % pour GRIMM 2 et 88 % pour les 3 autres stations. Ces pourcentages ont déjà été observés aux stations 21 et 24 en 2017. Cependant il est à noter que sur l'ensemble les concentrations en HAP ont tendance à diminuer entre 2018 et 2017.

4.2.4 Analyses des concentrations en TBT et dérivés

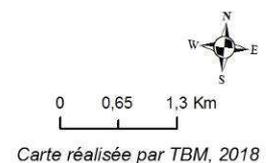
Concernant les concentrations en TBT mesurées dans les échantillons de sédiments des 6 stations, elles sont toutes inférieures au seuil N1 défini lors de l'arrêté du 23/11/2009. Les résultats de 2018 sont dans la continuité de ceux observés depuis 2009 (Carte 7)



**NIVEAUX DE CONTAMINATION TRIBUTYLÉTAIN (TBT)
 DEPUIS L'ARRÊTÉ DU 23/12/2009**
 Suivi environnemental 2018 du site d'immersion - Port de Lorient



- Stations de prélèvements benthiques
- Points suivi sédiments
- ▨ Site d'immersion
- Catégorie 1 : Pas ou très faiblement contaminés [$<N1$]
- Catégorie 2 : Faiblement contaminés [$N1-N2$]
- Catégorie 3 : Contaminés [$>N2$]



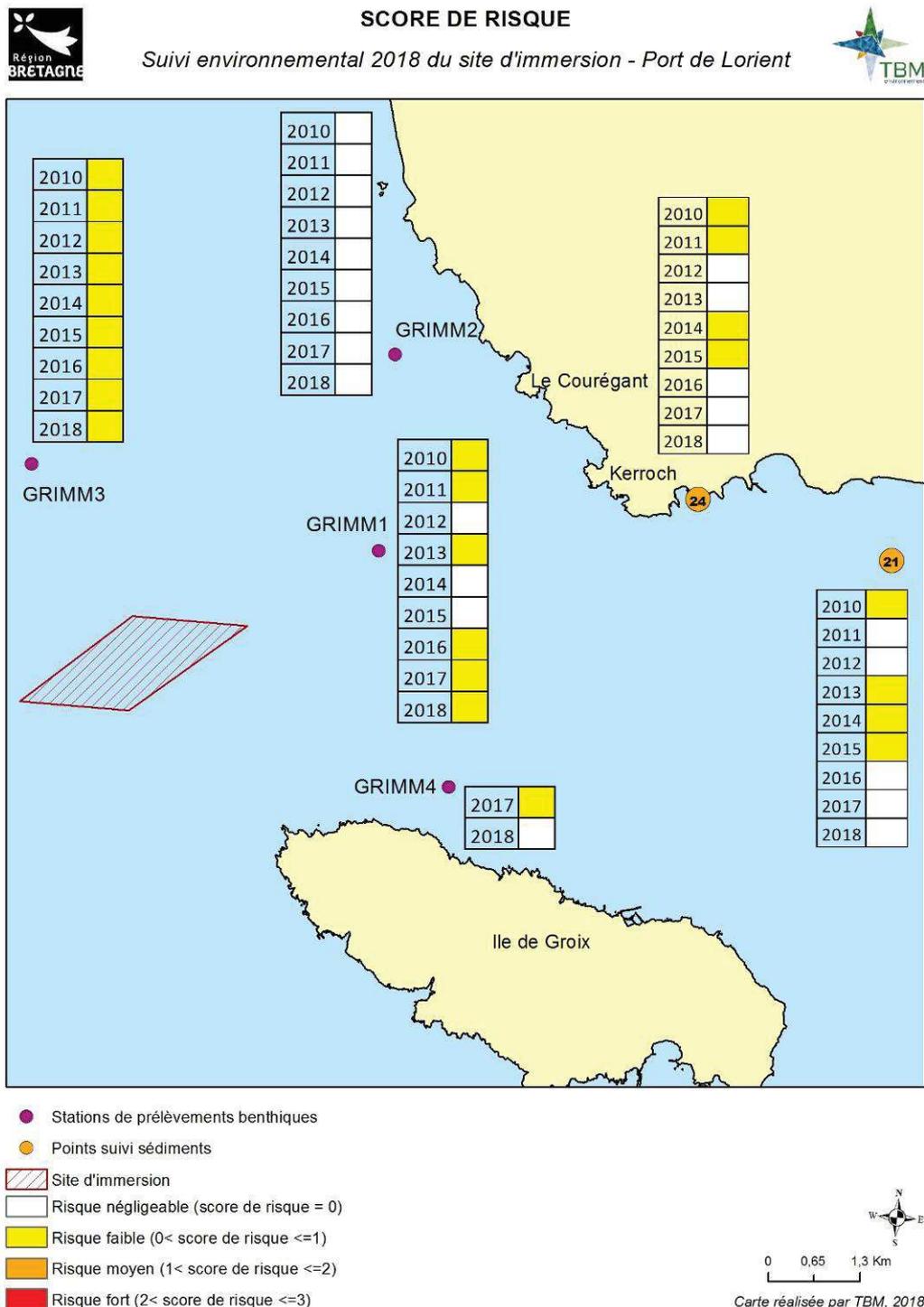
Carte 7 : Niveaux de contamination en TBT depuis l'arrêté du 23/12/2009 pour les stations GRIMM 1 à 4 et pour les stations 21 et 24.

4.3 Score de risque

L'évaluation du risque (fonction du calcul du score de risque par GEODRISK) montre que :

- ✓ Le risque est faible pour les stations GRIMM 1 et GRIMM 3 (score = 0,2 pour les 2 stations).
- ✓ Le risque est négligeable pour les autres stations (score = 0).

Les fiches GEODRISK sont consultables en Annexe 4 et les résultats sur la Carte 8.



Carte 8 : Score de risque pour les stations GRIMM 1 à 4 et pour les stations 21 et 24.

4.4 Pollution organique

Les indices de pollution sont :

- ✓ Faible pour les stations 24 et GRIMM 3 (indice de 5)
- ✓ Moyen pour les stations GRIMM 2 et GRIMM 4 (indice de 7 et de 6 respectivement)
- ✓ Fort pour les stations 21 et GRIMM 1 (indice de 9).

Le Tableau 6 et la Carte 9 présentent les résultats.

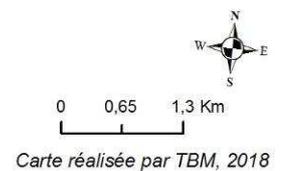
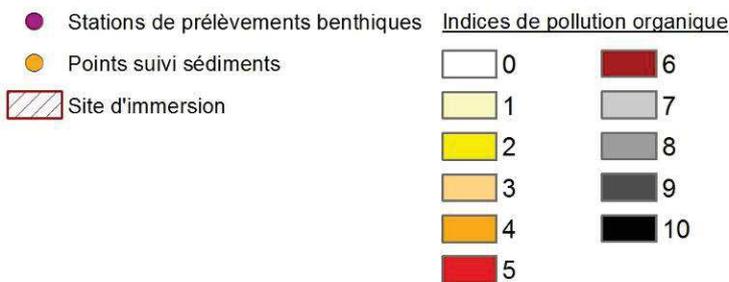
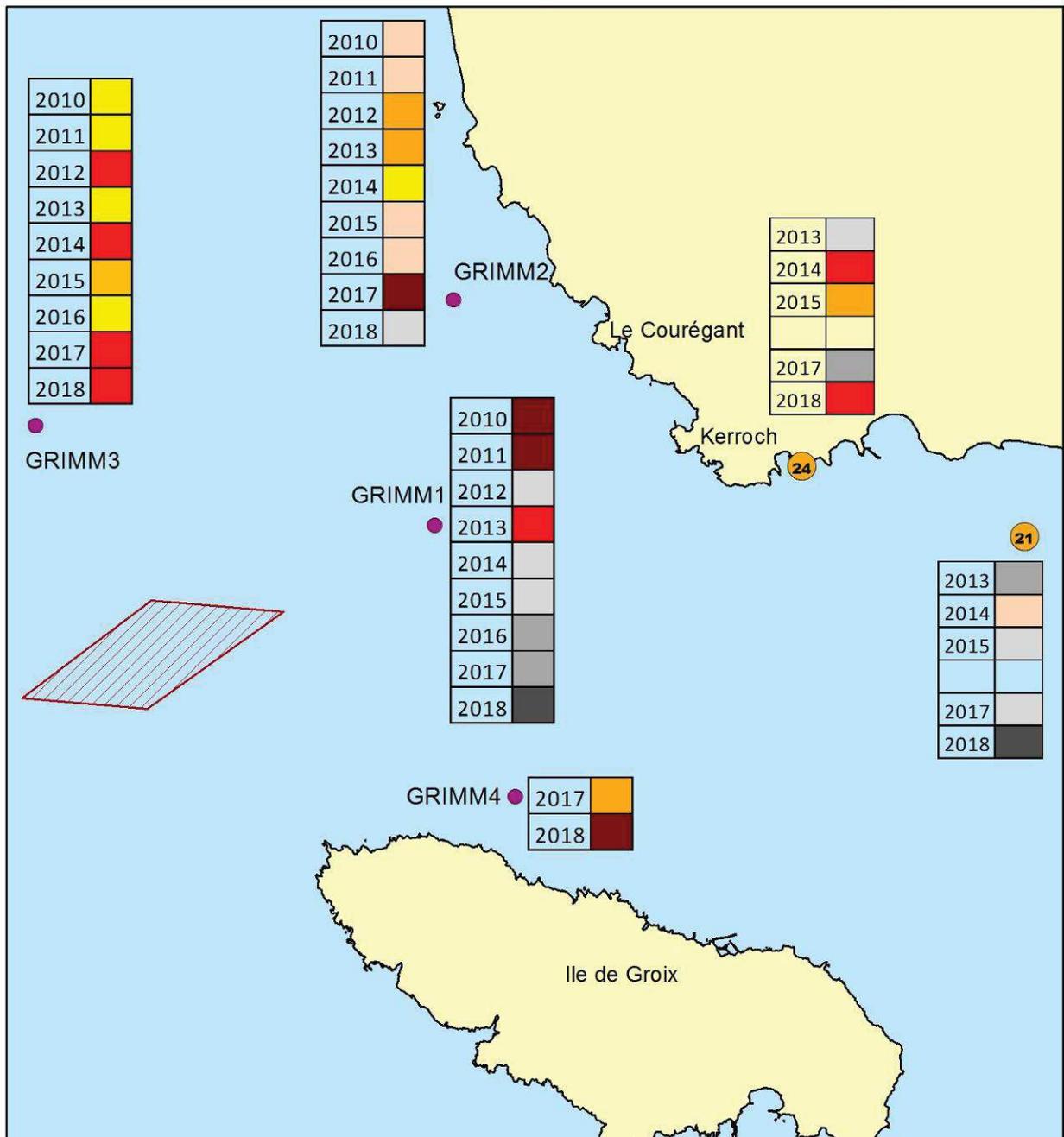
Tableau 6 : Indice de pollution organique

Echantillons	Carbone Organique Total (COT)		Azote NTK		Phosphore		Pollution organique
	Valeur g/kg	Indice	Valeur mg/kg	Indice	Valeur mg/kg	Indice	Indice
Station 21	13,7	4	4300	4	583	1	9
Station 24	3,4	2	1900	2	761	1	5
GRIMM 1	16,7	4	5100	4	680	1	9
GRIMM 2	6,5	4	2200	2	536	1	7
GRIMM 3	1,2	1	3300	3	633	1	5
GRIMM 4	2,7	2	4600	4	323	0	6



POLLUTION ORGANIQUE

Suivi environnemental 2018 du site d'immersion - Port de Lorient



Carte 9 : Indice de pollution organique pour les stations GRIMM 1 à 4 et pour les stations 21 et 24.

5 CONCLUSION

Les analyses granulométriques et physico-chimiques ont été réalisées sur 6 stations afin :

- ✓ Caractériser les peuplements benthiques (GRIMM 1 à GRIMM 4),
- ✓ Réaliser un suivi biologique des sédiments et des coquillages (station 21 et 24).

Les analyses granulométriques montrent que la station GRIMM 1 correspond à des vases sableuses, les stations 21 et GRIMM 2 à des sables fins envasés, la station 24 à des sables graveleux et les stations GRIMM 3 et GRIMM 4 à des sables grossiers.

D'après le pourcentage de sédiments vaseux (fraction inférieure à 63 µm), il apparaît que les stations 24, GRIMM2, GRIMM3 et GRIMM4 sont stables dans le temps avec des pourcentages inférieurs à 10. A l'inverse, les stations 21 et GRIMM 1 sont plus hétérogènes avec des fractions inférieures à 63 µm très variables depuis 2010.

L'analyse physico-chimique, et en particulier l'analyse des éléments traces métalliques montrent des concentrations inférieures à N1 dans la majorité des cas à l'exception de l'arsenic à la station GRIMM 3. En effet, l'arsenic est présent avec une concentration de 51 mg/ kg sec, supérieure au seuil N2 qui est de 50 mg/ kg sec. Ce dépassement du seuil N2 est inédit mais fait suite à plusieurs années de dépassement de seuil N1 : 2010 (28 mg/ kg sec), 2011 (27 mg/ kg sec), 2013 (26 mg/ kg sec), 2016 (30 mg/ kg sec), et 2017 (42 mg/ kg sec). Cette augmentation peut paraître surprenante car elle ne coïncide pas avec une utilisation importante du site d'immersion (quantité annuelle immergée inférieure à 70 000 m³). Afin d'identifier une origine possible au site d'immersion, il serait intéressant de réaliser des analyses directement sur le site.

Il est également à noter que pour la station 21, bien qu'inférieures aux seuils de références N1 de GEODE ou RNO, les concentrations en chrome, nickel, plomb et zinc sont en augmentation depuis 2016.

Enfin, à la station 24, le plomb est à nouveau présent à une concentration dépassant le seuil du RNO après 4 années de baisse. Cette concentration reste cependant inférieure au seuil de référence N1.

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 du naphthalène à la station GRIMM 3. Les HAP lourds et intermédiaires représentent plus de 80 % des HAPs pour les stations 21, 24, GRIMM 1 et 2. Pour les stations GRIMM 3 et GRIMM 4, les HAPs sont généralement présents à des concentrations inférieures aux seuils de détection. D'un point de vue global, les concentrations totales tendent à diminuer depuis 2006.

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 faible pour les stations GRIMM 1 et GRIMM3 et un risque négligeable pour les autres stations.

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

6 Liste des figures

Figure 1 : Volumes immergés sur le site d'immersion au nord-ouest de l'île de Groix depuis 1997.....	5
Figure 2 : Benne Day et tamis (cliché TBM)	6
Figure 3 : Conditionnement.....	8
Figure 4: Localisation des stations de suivi des sédiments.....	9
Figure 5 : Modification de la position de la station 21 – Basse de la paille	10
Figure 6 : Le Bar'ouf – Navire de TBM environnement	10
Figure 7 : Pourcentages des fractions granulométriques	18
Figure 8 : Fraction fine (< 63 µm) sur les stations 21 et 24 depuis 2006.....	20
Figure 9 : Concentration en arsenic en mg/kg/poids sec sur les deux stations 21 et 24 entre 2006 et 2018	24
Figure 10 : Concentration en cadmium en mg/kg/poids sec sur les deux stations 21 et 24 entre 2006 et 2018	24
Figure 11 : Concentration en chrome en mg/kg/poids sec sur les deux stations 21 et 24 entre 2006 et 2018	25
Figure 12 : Concentration en cuivre en mg/kg/poids sec sur les deux stations 21 et 24 entre 2006 et 2018	25
Figure 13 : Concentration en mercure en mg/kg/poids sec sur les deux stations 21 et 24 entre 2006 et 2018	26
Figure 14 : Concentration en nickel en mg/kg/poids sec sur les deux stations 21 et 24 entre 2006 et 2018	26
Figure 15 : Concentration en plomb en mg/kg/poids sec sur les deux stations 21 et 24 entre 2006 et 2018	27
Figure 16 : Concentration en zinc en mg/kg/poids sec sur les deux stations 21 et 24 entre 2006 et 2018	28
Figure 17 : Concentrations 2018 des 16 HAPs mesurés dans les sédiments de la Basse de la paille (station 21) et de l'Anse du Pérello (station 24) en comparaison aux seuils N1 et N2 de GEODE.....	30
Figure 18 : Concentrations 2018 des 16 HAPs mesurés dans les sédiments de GRIMM 1 à GRIMM 4 en comparaison aux seuils N1 et N2 de GEODE.....	31
Figure 19 : Répartition 2018 des 16 HAPs en fonction de leur masse moléculaire et donc de leur dangerosité.	33

7 Liste des cartes

Carte 1 : Plan d'échantillonnage pour l'étude « caractérisation des peuplements benthiques »	7
Carte 2 : Fractions granulométriques.....	19
<i>Carte 3 : Pourcentage de vase (fraction < 63 µm) depuis 2010 pour les 6 stations suivies.....</i>	<i>21</i>
Carte 4 : Niveaux de contamination en éléments traces métalliques depuis 2010 pour les stations GRIMM 1 à 4 et depuis 2006 pour les stations 21 et 24.....	23
Carte 5 : Niveaux de contamination en PCB depuis 2010 pour les stations GRIMM 1 à 4 et depuis 2006 pour les stations 21 et 24.....	29
Carte 6 : Niveaux de contamination en HAP depuis 2013 pour les stations GRIMM 1 à 4 et pour les stations 21 et 24 (date de modification de l'arrêté réglementaire : Niveau GEODE, arrêté du 8 février 2013).....	32
Carte 7 : Niveaux de contamination en TBT depuis l'arrêté du 23/12/2009 pour les stations GRIMM 1 à 4 et pour les stations 21 et 24.	34
Carte 8 : Score de risque pour les stations GRIMM 1 à 4 et pour les stations 21 et 24.	35
<i>Carte 9 : Indice de pollution organique pour les stations GRIMM 1 à 4 et pour les stations 21 et 24.....</i>	<i>37</i>

8 Liste des tableaux

Tableau 1 : Seuils réglementaires N1 et N2 pour les analyses de sédiments.	13
Tableau 2 : valeurs des seuils de détection par contaminant en mg/kg.....	14
Tableau 3 : valeurs de référence (en rouge) en µg/g retenues par le RNO pour les sédiments du Golfe de Gascogne	14
Tableau 4 : Evaluation du risque en fonction du calcul du score de risque.....	15
Tableau 5 : Définition des classes ou indices de contamination pour les trois micropolluants exprimant la pollution organique (Alzieu, 2003).	16
Tableau 6 : Indice de pollution organique	36

9 ANNEXE 1 : Propriétés physiques et chimiques des différents HAP analysés dans les sédiments

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	-
Acénaphthylène	152,2	Léger	C12H8	4,07	3,93	-
Acénaphthène	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

10 ANNEXE 2 : Résultats des analyses granulométriques

Rapport d'analyses de GRANULOMETRIE LASER

N° Client : 10374-LRO

Affaire suivie par : Elise ADAM

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

ROUEN, le : 22/10/2018



Rapport N°841887

Page : 1 / 3

Nos références : 2017C060032

Vos références : DPAF/APAL/PGLM Accord cadre n°2017-90408

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 nombre d'annexes est indiqué en fin de rapport.
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation qui sont identifiés par le symbole (*).
La responsabilité du laboratoire se limite à l'analyse et les résultats figurant sur ce rapport ne sont représentatifs que des échantillons transmis au laboratoire.

1) Traitement des échantillons

- La préparation et l'analyse des échantillons sont effectuées selon le mode opératoire MOA59 (ISO 13320)
- Echantillonnage : Homogénéisation manuelle
 - Prétraitement : Tamisage à 2mm
 - Les échantillons bruts tamisés à 2mm sont conservés en chambre froide.

2) Dispersion

- Les paramètres de dispersion utilisés pour la réalisation des analyses sont les suivants :
- Milieu de dispersion liquide à l'eau
 - Mode de dispersion : mécanique (agitation)
 - Dispersant chimique : hexamétophosphate de sodium
 - Dispersant mécanique : Aucun
 - Vitesse maximale de la pompe : 16 l/min - Réglage de la pompe 75%.

3) Mesure de la distribution granulométrique volumétrique

- Les caractéristiques techniques utilisées pour la réalisation de la diffraction laser sont précisées ci-dessous :
- Instrument : Granulomètre laser LS 13320
 - Logiciel : LS 13320 sw
 - Technique de mesure : Diffraction laser
 - Plage de tailles réelles utilisées pour la mesure : 2µm-2mm
 - Motif de diffusion : théorie de Mie
 - Modèle optique : Sédiment (indice de réfraction : partie réelle : 1.57 partie imaginaire : 0.1)
 - Echantillon de contrôle : Control Garnet G15

4) Résultats

L'ensemble des courbes granulométriques correspondant aux échantillons ci-dessous est repris sur les rapports informatiques fournis par le logiciel Coulter.

Suivi 2018 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise des sédiments marins » - TBM



Rapport N°841887

Page : 2 / 3

Echantillon N° 841887-001

Référence échantillon : Sédiments GRIMM 21
Date de prélèvement : 12/07/2018
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 12/09/2018
Prelevé par :

Echantillon	Paramètre	Date d'analyse	Opérateur	Date du dernier contrôle mensuel
841887-001	* Granulométrie Laser	19/10/2018	MD	19/10/2018

Echantillon N° 841887-002

Référence échantillon : Sédiments GRIMM 24
Date de prélèvement : 12/07/2018
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 12/09/2018
Prelevé par :

Echantillon	Paramètre	Date d'analyse	Opérateur	Date du dernier contrôle mensuel
841887-002	* Granulométrie Laser	19/10/2018	MD	19/10/2018

Echantillon N° 841887-003

Référence échantillon : Sédiments GRIMM 1
Date de prélèvement : 07/09/2018
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 12/09/2018
Prelevé par :

Echantillon	Paramètre	Date d'analyse	Opérateur	Date du dernier contrôle mensuel
841887-003	* Granulométrie Laser	19/10/2018	MD	19/10/2018

Echantillon N° 841887-004

Référence échantillon : Sédiments GRIMM 2
Date de prélèvement : 07/09/2018
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 12/09/2018
Prelevé par :

Echantillon	Paramètre	Date d'analyse	Opérateur	Date du dernier contrôle mensuel
841887-004	* Granulométrie Laser	19/10/2018	MD	19/10/2018

Suivi 2018 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise des sédiments marins » - TBM



Rapport N°841887

Page : 3 / 3

Echantillon N° 841887-005

Référence échantillon : Sédiments GRIMM 3
Date de prélèvement : 07/09/2018
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 12/09/2018
Prelevé par :

Echantillon	Paramètre	Date d'analyse	Opérateur	Date du dernier contrôle mensuel
841887-005	* Granulométrie Laser	19/10/2018	MD	19/10/2018

Echantillon N° 841887-006

Référence échantillon : Sédiments GRIMM 4
Date de prélèvement : 07/09/2018
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 12/09/2018
Prelevé par :

Echantillon	Paramètre	Date d'analyse	Opérateur	Date du dernier contrôle mensuel
841887-006	* Granulométrie Laser	19/10/2018	MD	19/10/2018

Le rapport ne doit pas être reproduit partiellement sans l'approbation du laboratoire. Le rapport comporte 3 page(s) et 6 annexe(s).

Rapport validé électroniquement par Caroline DESENCLOS, Responsable adjointe Chimie Instrumentale

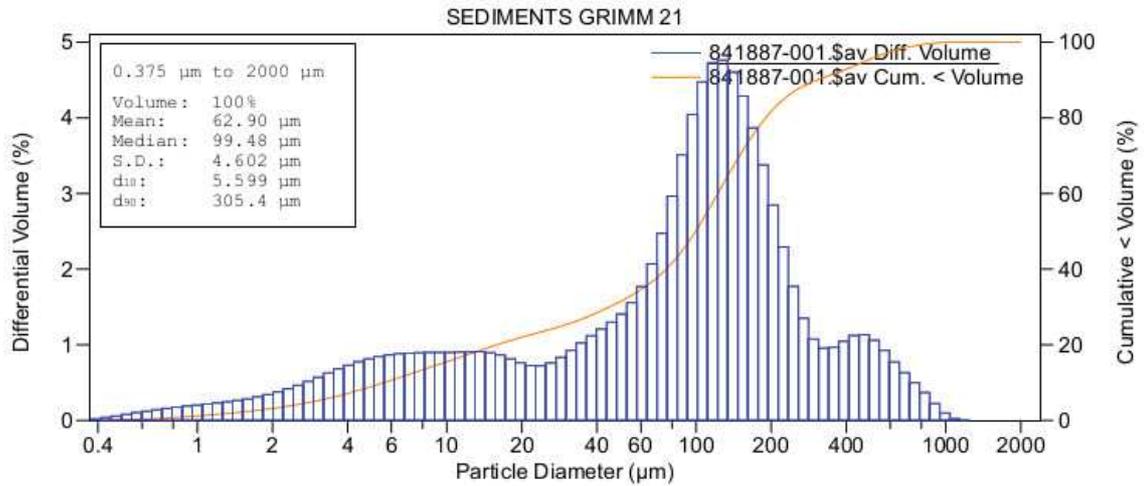


Beckman Coulter LS Particle Size Analyzer

19 Oct 2018

ALPA CHIMIES

File name: C:\LS13320\Samples\2018\841887\841887-001.\$sav
841887-001.\$sav
File ID: 841887-001
Sample ID: SEDIMENTS GRIMM 21
Operator: MD
Comment 2: prise d'essai de l'échantillon 10g(+/-1g)
Optical model: sédiment.rf780z
LS 13 320 SW Aqueous Liquid Module
Fluid: eau de ville
Average of 2 files
C:\LS13320\Samples\2018\841887\841887-001_09-43_01.\$1s
C:\LS13320\Samples\2018\841887\841887-001_09-52_03.\$1s



841887-001.\$sav

Particle Diameter µm	Volume % <	Volume %
2	3.18	12.3
10	15.5	6.49
20	22.0	9.54
50	31.5	3.99
63	35.5	6.09
80	41.6	4.16
90	45.8	4.45
100	50.2	11.0
125	61.2	12.0
160	73.2	0.80
163	74.0	7.66
200	81.7	5.51
250	87.2	2.59
300	89.8	3.07
400	92.9	2.67
500	95.5	2.31
630	97.8	1.50
800	99.3	0.40
900	99.7	0.18
1000	99.9	0.070
1250	100	0.00015
1600	100	0
2000	100	0



Beckman Coulter LS Particle Size Analyzer

19 Oct 2018

ALPA CHIMIES

Volume Statistics (Geometric) Average of 2 files 841887-001.\$av

Calculations from 0.375 μm to 2000 μm

	Mean	S.D.
Mean:	62.92 μm	2.589
Median:	99.48 μm	2.275
D(3,3):	62.92 μm	2.589
S.D.:	4.601	0.040
Variance:	21.17	0.371
Skewness:	-0.929	0.055
Kurtosis:	0.291	0.155
d_{10} :	5.616 μm	0.264
d_{90} :	305.6 μm	20.80

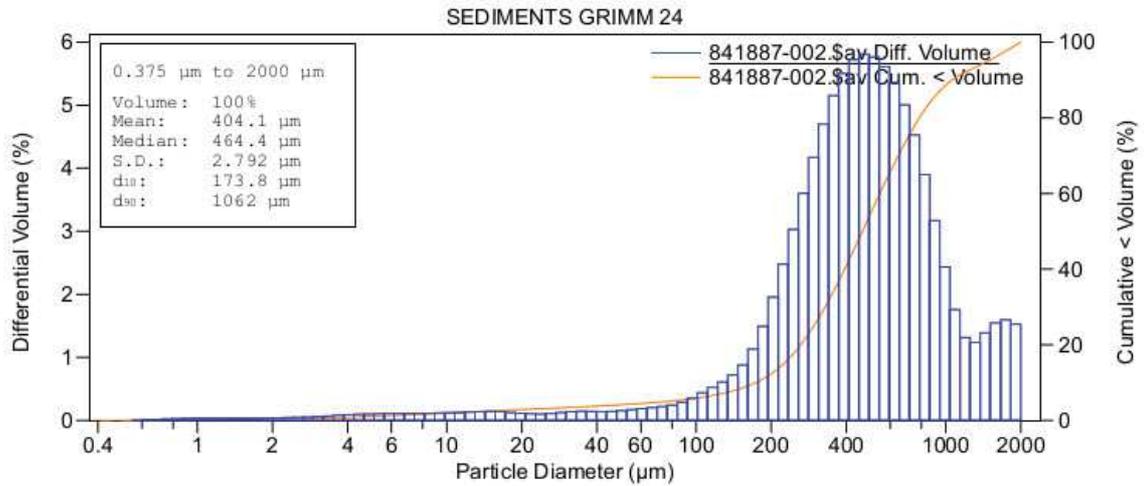


Beckman Coulter LS Particle Size Analyzer

19 Oct 2018

ALPA CHIMIES

File name: C:\LS13320\Samples\2018\841887\841887-002.\$av
 841887-002.\$av
 File ID: 841887-002
 Sample ID: SEDIMENTS GRIMM 24
 Operator: MD
 Comment 2: prise d'essai de l'échantillon 10g(+/-1g)
 Optical model: sédiment.rf780z
 LS 13 320 SW Aqueous Liquid Module
 Fluid: eau de ville
 Average of 2 files
 C:\LS13320\Samples\2018\841887\841887-002_10-01_06.\$ls
 C:\LS13320\Samples\2018\841887\841887-002_10-09_07.\$ls



841887-002.\$av

Particle Diameter µm	Volume % <	Volume %
2	0.42	1.50
10	1.91	0.98
20	2.89	1.26
50	4.15	0.43
63	4.59	0.55
80	5.14	0.34
90	5.48	0.39
100	5.87	1.17
125	7.04	1.98
160	9.02	0.20
163	9.22	3.09
200	12.3	5.96
250	18.3	7.24
300	25.5	15.4
400	40.9	13.7
500	54.6	13.9
630	68.5	12.3
800	80.8	4.60
900	85.4	3.17
1000	88.6	4.10
1250	92.7	3.60
1600	96.3	3.75
2000	100	



Beckman Coulter LS Particle Size Analyzer

19 Oct 2018

ALPA CHIMIES

Volume Statistics (Geometric) Average of 2 files 841887-002.\$av
Calculations from 0.375 μm to 2000 μm

	Mean	S.D.
Mean:	404.1 μm	5.490
Median:	464.3 μm	9.256
D(3,3):	404.1 μm	5.485
S.D.:	2.792	0.025
Variance:	7.795	0.141
Skewness:	-2.368	0.077
Kurtosis:	8.770	0.421
d_{10} :	173.9 μm	6.544
d_{50} :	1063 μm	30.17

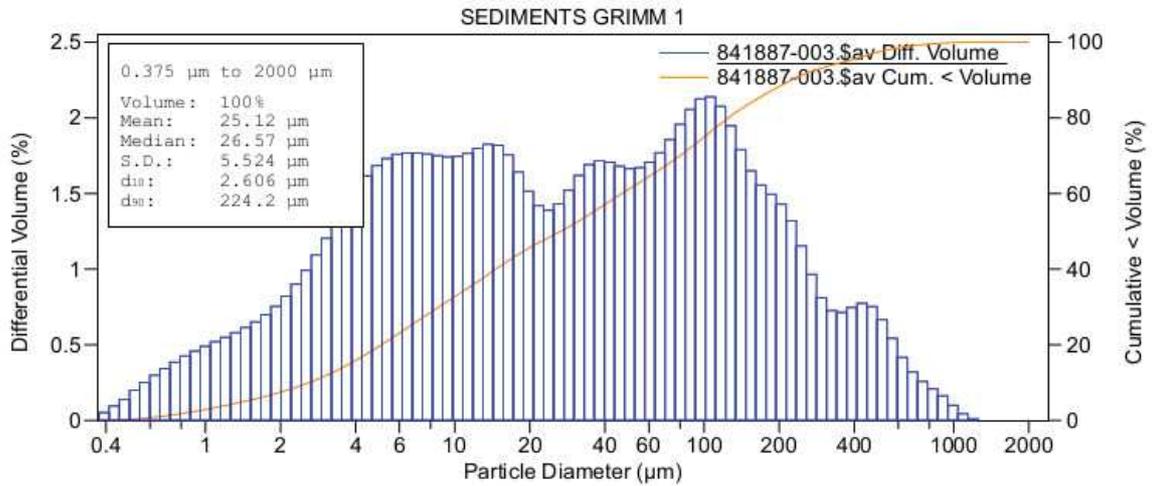


Beckman Coulter LS Particle Size Analyzer

19 Oct 2018

ALPA CHIMIES

File name: C:\LS13320\Samples\2018\841887\841887-003.\$av
 841887-003.\$av
 File ID: 841887-003
 Sample ID: SEDIMENTS GRIMM 1
 Operator: MD
 Comment 2: prise d'essai de l'échantillon 10g(+/-1g)
 Optical model: sédiment.rf780z
 LS 13 320 SW: Aqueous Liquid Module
 Fluid: eau de ville
 Average of 2 files
 C:\LS13320\Samples\2018\841887\841887-003_10-20_10.\$ls
 C:\LS13320\Samples\2018\841887\841887-003_10-30_12.\$ls



841887-003.\$av

Particle Diameter µm	Volume % <	Volume %
2	7.47	25.2
10	32.7	13.0
20	45.7	15.5
50	61.2	4.18
63	65.3	4.69
80	70.0	2.55
90	72.6	2.39
100	75.0	4.99
125	80.0	4.73
160	84.7	0.32
163	85.0	3.30
200	88.3	3.12
250	91.4	1.84
300	93.3	2.28
400	95.5	1.81
500	97.4	1.37
630	98.7	0.78
800	99.5	0.24
900	99.8	0.15
1000	99.9	0.098
1250	99.999	0.0012
1600	100	0
2000	100	0



Beckman Coulter LS Particle Size Analyzer

19 Oct 2018

ALPA CHIMIES

Volume Statistics (Geometric) Average of 2 files 841887-003.\$av

Calculations from 0.375 μm to 2000 μm

	Mean	S.D.
Mean:	25.13 μm	1.135
Median:	26.58 μm	1.865
D(3,3):	25.13 μm	1.135
S.D.:	5.523	0.155
Variance:	30.52	1.715
Skewness:	-0.115	0.0027
Kurtosis:	-0.815	0.029
d_{10} :	2.606 μm	0.019
d_{90} :	224.1 μm	13.17

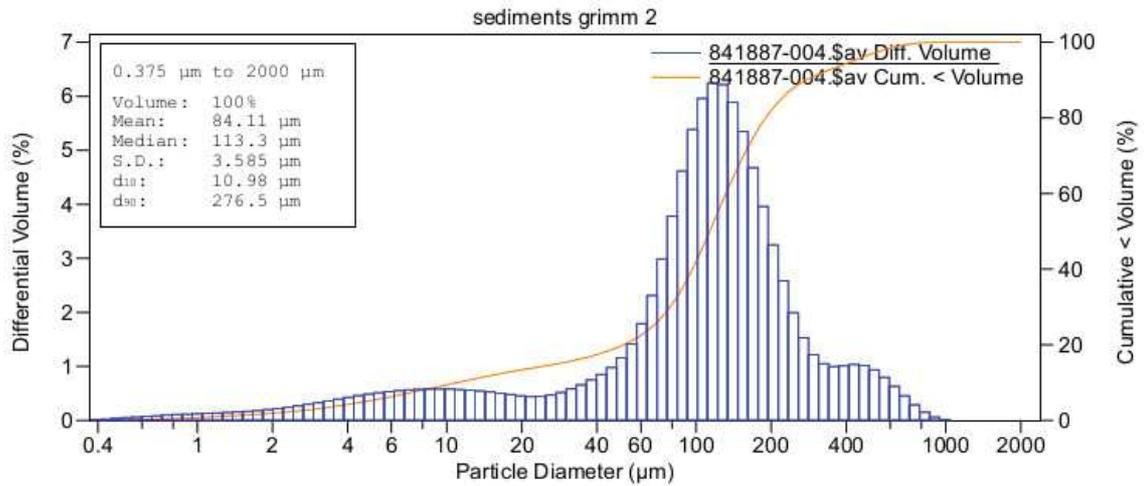


Beckman Coulter LS Particle Size Analyzer

19 Oct 2018

ALPA CHIMIES

File name: C:\LS13320\Samples\2018\841887\841887-004.\$sav
 841887-004.\$sav
 File ID: 841887-004
 Sample ID: sediments grimm 2
 Operator: MD
 Comment 2: prise d'essai de l'échantillon 10g(+/-1g)
 Optical model: sédiment.rf780z
 LS 13 320 SW Aqueous Liquid Module
 Fluid: eau de ville
 Average of 2 files
 C:\LS13320\Samples\2018\841887\841887-004_10-36_13.\$ls
 C:\LS13320\Samples\2018\841887\841887-004_10-44_15.\$ls



841887-004.\$sav

Particle Diameter µm	Volume % <	Volume %
2	1.91	7.51
10	9.42	3.94
20	13.4	6.38
50	19.7	3.73
63	23.5	7.25
80	30.7	5.41
90	36.1	5.91
100	42.0	14.5
125	56.5	15.4
160	71.9	0.98
163	72.9	9.09
200	82.0	6.23
250	88.2	2.93
300	91.1	3.21
400	94.3	2.44
500	96.8	1.99
630	98.8	1.02
800	99.8	0.15
900	99.9	0.043
1000	99.99	0.0088
1250	100	0
1600	100	0
2000	100	0



Beckman Coulter LS Particle Size Analyzer

19 Oct 2018

ALPA CHIMIES

Volume Statistics (Geometric) Average of 2 files 841887-004.\$av

Calculations from 0.375 μm to 2000 μm

	Mean	S.D.
Mean:	84.12 μm	0.651
Median:	113.3 μm	0.197
D(3,3):	84.12 μm	0.651
S.D.:	3.585	0.066
Variance:	12.86	0.472
Skewness:	-1.464	0.052
Kurtosis:	2.263	0.132
d_{10} :	10.98 μm	0.263
d_{90} :	277.2 μm	15.09

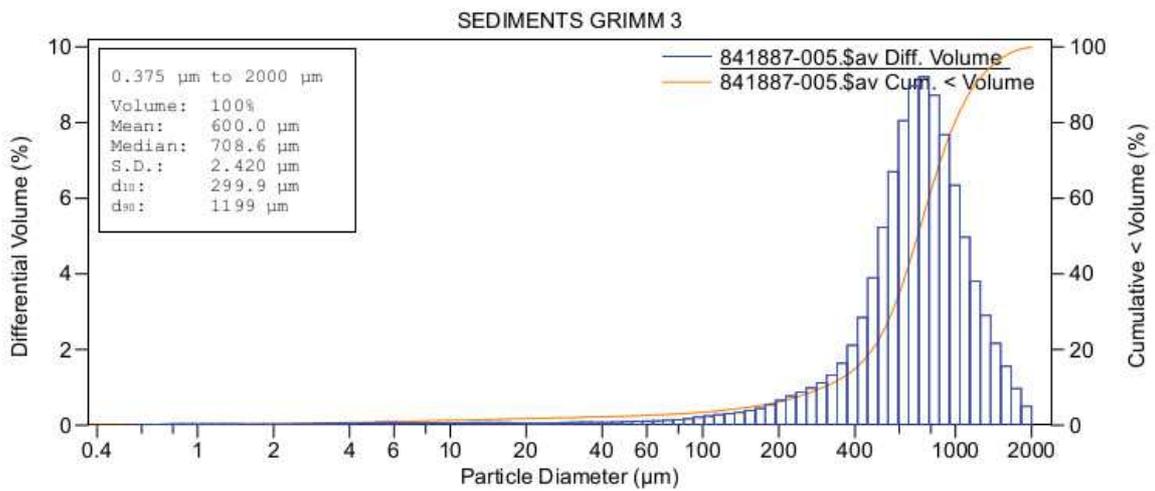


Beckman Coulter LS Particle Size Analyzer

19 Oct 2018

ALPA CHIMIES

File name: C:\LS13320\Samples\2018\841887\841887-005.\$av
 841887-005.\$av
 File ID: 841887-005
 Sample ID: SEDIMENTS GRIMM 3
 Operator: MD
 Comment 1: TBM
 Comment 2: prise d'essai de l'échantillon 10g(+/-1g)
 Optical model: sédiment.rf780z
 LS 13 320 SW Aqueous Liquid Module
 Fluid: eau de ville
 Average of 2 files
 C:\LS13320\Samples\2018\841887\841887-005_10-55_17.\$ls
 C:\LS13320\Samples\2018\841887\841887-005_11-03_19.\$ls



841887-005.\$av

Particle Diameter µm	Volume % <	Volume %
2	0.39	0.89
10	1.27	0.48
20	1.76	0.66
50	2.42	0.25
63	2.67	0.32
80	2.99	0.20
90	3.20	0.23
100	3.43	0.63
125	4.05	0.91
160	4.97	0.084
163	5.05	1.14
200	6.19	1.84
250	8.03	1.98
300	10.0	4.91
400	14.9	7.99
500	22.9	16.1
630	39.0	22.8
800	61.8	10.5
900	72.4	7.93
1000	80.3	11.4
1250	91.7	6.15
1600	97.9	2.10
2000	100	



Beckman Coulter LS Particle Size Analyzer

19 Oct 2018

ALPA CHIMIES

Volume Statistics (Geometric) Average of 2 files 841887-005.\$av

Calculations from 0.375 μm to 2000 μm

	Mean	S.D.
Mean:	600.5 μm	32.37
Median:	708.7 μm	25.96
D(3,3):	600.5 μm	32.37
S.D.:	2.418	0.039
Variance:	5.846	0.190
Skewness:	-3.631	0.125
Kurtosis:	18.32	1.278
d_{10} :	302.4 μm	36.72
d_{50} :	1197 μm	53.33



Beckman Coulter LS Particle Size Analyzer

19 Oct 2018

ALPA CHIMIES

Volume Statistics (Geometric) Average of 2 files 841887-006.\$av

Calculations from 0.375 μm to 2000 μm

	Mean	S.D.
Mean:	470.1 μm	8.411
Median:	572.8 μm	16.14
D(3,3):	470.1 μm	8.413
S.D.:	2.553	0.020
Variance:	6.520	0.100
Skewness:	-3.178	0.093
Kurtosis:	14.00	0.409
d_{10} :	219.3 μm	5.717
d_{50} :	969.2 μm	8.338

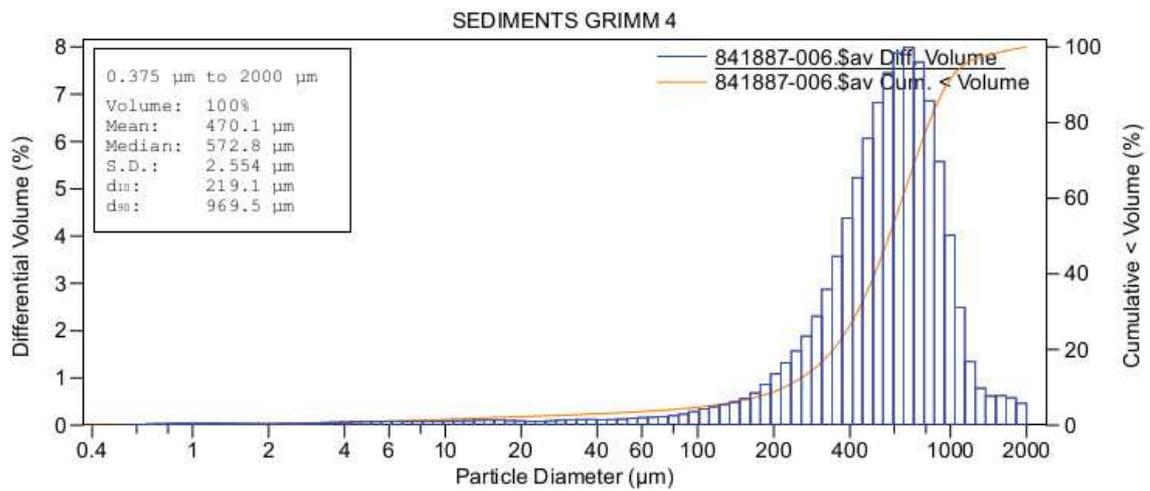


Beckman Coulter LS Particle Size Analyzer

19 Oct 2018

ALPA CHIMIES

File name: C:\LS13320\Samples\2018\841887\841887-006.\$av
 841887-006.\$av
 File ID: 841887-006
 Sample ID: SEDIMENTS GRIMM 4
 Operator: MD
 Comment 1: TBM
 Comment 2: prise d'essai de l'échantillon 10g(+/-1g)
 Optical model: sédiment.rf780z
 LS 13 320 SW Aqueous Liquid Module
 Fluid: eau de ville
 Average of 2 files
 C:\LS13320\Samples\2018\841887\841887-006_11-20_24.\$ls
 C:\LS13320\Samples\2018\841887\841887-006_14-31_63.\$ls



841887-006.\$av

Particle Diameter µm	Volume % <	Volume %
2	0.46	1.08
10	1.54	0.74
20	2.28	1.05
50	3.32	0.37
63	3.69	0.46
80	4.15	0.28
90	4.43	0.31
100	4.74	0.88
125	5.62	1.32
160	6.94	0.13
163	7.07	1.80
200	8.87	3.17
250	12.0	3.86
300	15.9	10.5
400	26.4	13.4
500	39.7	18.1
630	57.9	20.0
800	77.8	8.08
900	85.9	5.43
1000	91.3	5.56
1250	96.9	1.83
1600	98.7	1.29
2000	100	

11 ANNEXE 3 : Résultats des analyses physico-chimiques

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			
Élément	Niveau N1	Niveau N2	Niveau OSPAR	Niveau RNO	seuil de détection	Unité	St 21	St 24	GRIMM 1	GRIMM 2	GRIMM 3	GRIMM 4
Caractéristiques physiques et matière organique												
Fraction <2mm						%	99,6	69,7	99,3	98,8	93,1	98,3
Densité							1,37	1,43	1,44	1,39	1,41	1,44
Matière sèche						%	52,3	75,4	45,3	66,9	78,3	65
Carbone Organique Total						% MS	1,37	0,34	1,67	0,65	0,12	0,27
Azote Kjeldahl						% MS	0,43	0,19	0,51	0,22	0,33	0,46
Phosphore						mg/kg MS	583	761	680	536	633	323
Aluminium						g/kg MS (%)	4,2	3,5	3,82	3,53	1,38	0,226
Métaux lourds												
Arsenic	25	50			0,1	mg/kg MS	10	6	12	7	51	8
Cadmium	1,2	2,4	0,2	0,1	0,1	mg/kg MS	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Chrome	90	180	60	67	1	mg/kg MS	39	4	54	41	10	4
Cuivre	45	90	20	13,8	0,1	mg/kg MS	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Mercure	0,4	0,8	0,05	0,06	0,02	mg/kg MS	0,03	<0,02	0,06	<0,02	<0,02	<0,02
Nickel	37	74	45	28,9	0,1	mg/kg MS	16	3	23	11	6	3
Plomb	100	200	25	38,3	0,05	mg/kg MS	22	43	30	18	25	7
Zinc	276	552	90	104	3	mg/kg MS	80	33	102	55	30	10
PCB (Polychlorobiphényles)												
>Somme des 9 PCB identifiés	0,5	1			0,0009	mg/kg MS	<0,009	<0,0105	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009
PCB 28	0,005	0,01			0,0001	mg/kg MS	<0,0001	<0,001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
PCB 52	0,005	0,01			0,0001	mg/kg MS	<0,0001	<0,001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
PCB 101	0,01	0,02			0,0001	mg/kg MS	<0,0001	<0,001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
PCB 105					0,0001	mg/kg MS	<0,0001	<0,001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
PCB 118	0,01	0,02			0,0001	mg/kg MS	<0,0001	0,0012	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
PCB 138	0,02	0,04			0,0001	mg/kg MS	<0,0001	0,0022	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
PCB 153	0,02	0,04			0,0001	mg/kg MS	<0,0001	0,0011	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
PCB 156					0,0001	mg/kg MS	<0,0001	<0,001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
PCB 180	0,01	0,02			0,0001	mg/kg MS	<0,0001	<0,001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Suivi 2018 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise des sédiments marins » - TBM

		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				
Élément	Niveau N1	Niveau N2	Niveau OSPAR	Niveau RNO	seuil de détection	Unité	St 21	St 24	GRIMM 1	GRIMM 2	GRIMM 3	GRIMM 4
HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)												
Acénaphène	0,015	0,26			0,001	mg/kg MS	0,003	<0,002	0,0112	<0,002	<0,002	<0,002
Acénaphthylène	0,04	0,34			0,01	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Anthracène	0,085	0,59			0,001	mg/kg MS	0,010	0,00661	0,0352	0,00242	<0,001	<0,001
Benzo[a]anthracène	0,26	0,93			0,005	mg/kg MS	0,051	0,0603	0,195	0,0186	<0,001	<0,001
Benzo[a]pyrène	0,43	1,015			0,005	mg/kg MS	0,061	0,0729	0,218	0,024	<0,002	<0,002
Benzo[b]fluoranthène	0,4	0,9			0,005	mg/kg MS	0,071	0,101	0,239	0,0249	<0,001	<0,001
Benzo[g,h,i]pérylène	1,7	5,65			0,01	mg/kg MS	0,035	0,0383	0,0829	0,0112	<0,001	<0,001
Benzo[k]fluoranthène	0,2	0,4			0,001	mg/kg MS	0,030	0,0401	0,0958	0,0111	<0,001	<0,001
Chrysène	0,38	1,59			0,005	mg/kg MS	0,050	0,0913	0,196	0,0187	<0,001	<0,001
Dibenzo[a,h]anthracène	0,06	0,16			0,001	mg/kg MS	0,006	0,00801	0,0302	0,00366	<0,001	<0,001
Fluoranthène	0,6	2,85			0,01	mg/kg MS	0,112	0,161	0,407	0,0381	<0,002	<0,002
Fluorène	0,02	0,28			0,001	mg/kg MS	0,006	0,00567	0,0136	<0,005	<0,005	<0,005
Indéno[1,2,3-cd]pyrène	1,7	5,65			0,01	mg/kg MS	0,047	0,0475	0,14	0,0133	<0,001	<0,001
Naphtalène	0,16	1,13			0,001	mg/kg MS	0,003	0,00694	0,00912	0,00505	0,00217	<0,001
Phénanthrène	0,24	0,87			0,005	mg/kg MS	0,047	0,0733	0,183	0,0196	<0,005	<0,005
Pyrène	0,5	1,5			0,005	mg/kg MS	0,076	0,116	0,294	0,0282	<0,002	<0,002
Somme 16 HAP					0,067	mg/kg MS	0,618	0,841	2,160	0,236	0,038	0,037
Dérivés de l'Étain												
TBT	100	400			2	µg/kg MS	<2	<2	<2	<2	<2	<2
DBT					2	µg/kg MS	<2	<2	<2	<2	<2	<2
MBT					2	µg/kg MS	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Indices												
Indice COT							4	2	4	4	1	2
Indice Azote NTK							4	2	4	2	3	4
Indice Phosphore							1	1	1	1	1	1
Indice de pollution organique							9	5	9	7	5	7
Score de risque												

Rapport d'analyse N°841887

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 24/10/2018
Page : 1 / 12

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

Nos références : 2017C060032

Vos références : DPAF/APAL/PGLM Accord cadre n°2017-90408

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 12 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 (*).

Echantillon N° : 841887-001

Date de prélèvement : 12/07/2018
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 12/09/2018
Date de mise en analyse de l'échantillon : 12/09/2018
Référence échantillon : Sédiments GRIMM 21

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
* Carbone organique	NF ISO 14235	1.37 %	m/m/sec
* Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	0.43 %	m/m/sec
* Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	52.3 %	m/m
Fraction inférieure à 2 mm	Tamissage	99.6 %	
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
* Fraction inférieure à 2 µm	ISO 13320	3.2 %	
* Fraction inférieure à 10 µm	ISO 13320	15.5 %	
* Fraction inférieure à 63 µm	ISO 13320	35.5 %	
* Fraction inférieure à 125 µm	ISO 13320	61.2 %	
* Fraction inférieure à 250 µm	ISO 13320	87.2 %	
* Fraction inférieure à 500 µm	ISO 13320	95.5 %	
* Fraction inférieure à 1000 µm	ISO 13320	99.9 %	
* Fraction inférieure à 2000 µm	ISO 13320	100 %	
Densité	Mesure apparente	1.37/	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF EN 13346)			
* Mercure	NF EN ISO 17852	0.03 mg/kg/sec	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X 31-147)			
* Aluminium	NF EN ISO 11885	4.20 %	
* Arsenic	NF EN ISO 11885	10 mg/kg/sec	
* Cadmium	NF EN ISO 5961	<0.1 mg/kg/sec	
* Chrome	NF EN ISO 11885	39 mg/kg/sec	
* Cuivre	NF EN ISO 11885	<3 mg/kg/sec	
* Nickel	NF EN ISO 11885	16 mg/kg/sec	
* Phosphore	NF EN ISO 11885	583 mg/kg/sec	
* Plomb	NF EN ISO 11885	22 mg/kg/sec	



Rapport d'analyse N°841887

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 24/10/2018
Page : 2 / 12

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

Echantillon N° : 841887-001

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X 31-147)			
* Zinc	NF EN ISO 11885	80 mg/kg/sec	
ORGANOETAIS (exprimés en étain sur sec)			
* Monobutylétain (MBT)	XP T 90-250 mod.	<2.0 µg Sn/kg/sec	
* Dibutylétain (DBT)	XP T 90-250 mod.	<2.0 µg Sn/kg/sec	
* Tributylétain (TBT)	XP T 90-250 mod.	<2.0 µg Sn/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
Somme des 9 PCB identifiés	GC/MS/MS	<9.0 µg/kg/sec	
PCB 101	GC/MS/MS	<1 µg/kg/sec	
PCB 105	GC/MS/MS	<1 µg/kg/sec	
PCB 118	GC/MS/MS	<1 µg/kg/sec	
PCB 138	GC/MS/MS	<1 µg/kg/sec	
PCB 153	GC/MS/MS	<1 µg/kg/sec	
PCB 156	GC/MS/MS	<1 µg/kg/sec	
PCB 180	GC/MS/MS	<1 µg/kg/sec	
PCB 28	GC/MS/MS	<1 µg/kg/sec	
PCB 52	GC/MS/MS	<1 µg/kg/sec	
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
Naphtalène	XP X 33-012	3.33 µg/kg/sec	
* Acénaphthène	XP X 33-012	2.65 µg/kg/sec	
* Fluorène	XP X 33-012	5.53 µg/kg/sec	
* Phénanthrène	XP X 33-012	46.9 µg/kg/sec	
* Anthracène	XP X 33-012	10.1 µg/kg/sec	
* Fluoranthène	XP X 33-012	112 µg/kg/sec	
* Pyrène	XP X 33-012	76.4 µg/kg/sec	
* Benzo (a) anthracène	XP X 33-012	51.0 µg/kg/sec	
* Chrysène	XP X 33-012	50.3 µg/kg/sec	
* Benzo (b) fluoranthène	XP X 33-012	70.6 µg/kg/sec	
* Benzo (k) fluoranthène	XP X 33-012	29.6 µg/kg/sec	
* Benzo (a) pyrène	XP X 33-012	60.7 µg/kg/sec	
* Dibenzo (a,h) anthracène	XP X 33-012	6.40 µg/kg/sec	
* Benzo (g,h,i) périlène	XP X 33-012	35.3 µg/kg/sec	
* Indéno (1,2,3-cd) pyrène	XP X 33-012	47.2 µg/kg/sec	
Acénaphthylène	XP X 33-012	<10.0 µg/kg/sec	



Rapport d'analyse N°841887

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 24/10/2018
Page : 3 / 12

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

Echantillon N° : 841887-002

Date de prélèvement : 12/07/2018
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 12/09/2018
Date de mise en analyse de l'échantillon : 12/09/2018
Référence échantillon : Sédiments GRIMM 24

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
* Carbone organique	NF ISO 14235	0.34 %	m/m/sec
* Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	0.19 %	m/m/sec
* Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	75.4 %	m/m
Fraction inférieure à 2 mm	Tamissage	69.7 %	
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
* Fraction inférieure à 2 µm	ISO 13320	0.4 %	
* Fraction inférieure à 10 µm	ISO 13320	1.9 %	
* Fraction inférieure à 63 µm	ISO 13320	4.6 %	
* Fraction inférieure à 125 µm	ISO 13320	7.0 %	
* Fraction inférieure à 250 µm	ISO 13320	18.3 %	
* Fraction inférieure à 500 µm	ISO 13320	54.6 %	
* Fraction inférieure à 1000 µm	ISO 13320	88.6 %	
* Fraction inférieure à 2000 µm	ISO 13320	100 %	
Densité	Mesure apparente	1.43 /	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF EN 13346)			
* Mercure	NF EN ISO 17852	<0.02 mg/kg/sec	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X 31-147)			
* Aluminium	NF EN ISO 11885	3.50 %	
* Arsenic	NF EN ISO 11885	6 mg/kg/sec	
* Cadmium	NF EN ISO 5961	<0.1 mg/kg/sec	
* Chrome	NF EN ISO 11885	4 mg/kg/sec	
* Cuivre	NF EN ISO 11885	<3 mg/kg/sec	
* Nickel	NF EN ISO 11885	3 mg/kg/sec	
* Phosphore	NF EN ISO 11885	761 mg/kg/sec	
* Plomb	NF EN ISO 11885	43 mg/kg/sec	
* Zinc	NF EN ISO 11885	33 mg/kg/sec	
ORGANOETAÏNS (exprimés en étain sur sec)			
* Monobutylétain (MBT)	XP T 90-250 mod.	<2.0 µg Sn/kg/sec	
* Dibutylétain (DBT)	XP T 90-250 mod.	<2.0 µg Sn/kg/sec	
* Tributylétain (TBT)	XP T 90-250 mod.	<2.0 µg Sn/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
Somme des 9 PCB identifiés	GC/MS/MS	<10.5 µg/kg/sec	

Suivi 2018 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise des sédiments marins » - TBM



Rapport d'analyse N°841887

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 24/10/2018
Page : 4 / 12

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

Echantillon N° : 841887-002

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
POLYCHLOROBIPHENYLS			
PCB 101	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 105	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 118	GC/MS/MS	1.20	µg/kg/sec
PCB 138	GC/MS/MS	2.20	µg/kg/sec
PCB 153	GC/MS/MS	1.10	µg/kg/sec
PCB 156	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 180	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 28	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 52	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
Naphtalène	XP X 33-012	6.94	µg/kg/sec
* Acénaphthène	XP X 33-012	<2.00	µg/kg/sec
* Fluorène	XP X 33-012	5.67	µg/kg/sec
* Phénanthrène	XP X 33-012	73.3	µg/kg/sec
* Anthracène	XP X 33-012	6.61	µg/kg/sec
* Fluoranthène	XP X 33-012	161	µg/kg/sec
* Pyrène	XP X 33-012	116	µg/kg/sec
* Benzo (a) anthracène	XP X 33-012	60.3	µg/kg/sec
* Chrysène	XP X 33-012	91.3	µg/kg/sec
* Benzo (b) fluoranthène	XP X 33-012	101	µg/kg/sec
* Benzo (k) fluoranthène	XP X 33-012	40.1	µg/kg/sec
* Benzo (a) pyrène	XP X 33-012	72.9	µg/kg/sec
* Dibenzo (a,h) anthracène	XP X 33-012	8.01	µg/kg/sec
* Benzo (g,h,i) pèrilène	XP X 33-012	38.3	µg/kg/sec
* Indéno (1,2,3-cd) pyrène	XP X 33-012	47.5	µg/kg/sec
Acénaphthylène	XP X 33-012	<10.0	µg/kg/sec

ALPA CHIMIES 49, rue Mustel • F - 76 000 ROUEN • Tél. : 02 32 10 22 44

Administratif: 3, place des Capucins • F-73800 MONTMÉLIAN •

SAS au capital de 3 103 348,85 € - SIRET: 440 160 802 00078 - APE 7120B - R.C.S. Rouen: 440 160 802 - TVA: FR 78 440 160 802



Rapport d'analyse N°841887

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 24/10/2018
Page : 5 / 12

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

Echantillon N° : 841887-003

Date de prélèvement : 07/09/2018
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 12/09/2018
Date de mise en analyse de l'échantillon : 12/09/2018
Référence échantillon : Sédiments GRIMM 1

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
* Carbone organique	NF ISO 14235	1.67 %	m/m/sec
* Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	0.51 %	m/m/sec
* Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	45.3 %	m/m
Fraction inférieure à 2 mm	Tamissage	99.3 %	
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
* Fraction inférieure à 2 µm	ISO 13320	7.5 %	
* Fraction inférieure à 10 µm	ISO 13320	32.7 %	
* Fraction inférieure à 63 µm	ISO 13320	65.3 %	
* Fraction inférieure à 125 µm	ISO 13320	80.0 %	
* Fraction inférieure à 250 µm	ISO 13320	91.4 %	
* Fraction inférieure à 500 µm	ISO 13320	97.4 %	
* Fraction inférieure à 1000 µm	ISO 13320	99.9 %	
* Fraction inférieure à 2000 µm	ISO 13320	100 %	
Densité	Mesure apparente	1.44/	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF EN 13346)			
* Mercure	NF EN ISO 17852	0.06 mg/kg/sec	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X 31-147)			
* Aluminium	NF EN ISO 11885	3.82 %	
* Arsenic	NF EN ISO 11885	12 mg/kg/sec	
* Cadmium	NF EN ISO 5961	0.1 mg/kg/sec	
* Chrome	NF EN ISO 11885	54 mg/kg/sec	
* Cuivre	NF EN ISO 11885	<3 mg/kg/sec	
* Nickel	NF EN ISO 11885	23 mg/kg/sec	
* Phosphore	NF EN ISO 11885	680 mg/kg/sec	
* Plomb	NF EN ISO 11885	30 mg/kg/sec	
* Zinc	NF EN ISO 11885	102 mg/kg/sec	
ORGANOETAÏNS (exprimés en étain sur sec)			
* Monobutylétain (MBT)	XP T 90-250 mod.	<2.0 µg Sn/kg/sec	
* Dibutylétain (DBT)	XP T 90-250 mod.	<2.0 µg Sn/kg/sec	
* Tributylétain (TBT)	XP T 90-250 mod.	<2.0 µg Sn/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
Somme des 9 PCB identifiés	GC/MS/MS	<9.0 µg/kg/sec	



Rapport d'analyse N°841887

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 24/10/2018
Page : 6 / 12

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

Echantillon N° : 841887-003

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
POLYCHLOROBIPHENYLS			
PCB 101	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 105	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 118	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 138	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 153	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 156	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 180	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 28	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 52	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
Naphtalène	XP X 33-012	9.12	µg/kg/sec
* Acénaphthène	XP X 33-012	11.2	µg/kg/sec
* Fluorène	XP X 33-012	13.6	µg/kg/sec
* Phénanthrène	XP X 33-012	183	µg/kg/sec
* Anthracène	XP X 33-012	35.2	µg/kg/sec
* Fluoranthène	XP X 33-012	407	µg/kg/sec
* Pyrène	XP X 33-012	294	µg/kg/sec
* Benzo (a) anthracène	XP X 33-012	195	µg/kg/sec
* Chrysène	XP X 33-012	196	µg/kg/sec
* Benzo (b) fluoranthène	XP X 33-012	239	µg/kg/sec
* Benzo (k) fluoranthène	XP X 33-012	95.8	µg/kg/sec
* Benzo (a) pyrène	XP X 33-012	218	µg/kg/sec
* Dibenzo (a,h) anthracène	XP X 33-012	30.2	µg/kg/sec
* Benzo (g,h,i) pèrilène	XP X 33-012	82.9	µg/kg/sec
* Indéno (1,2,3-cd) pyrène	XP X 33-012	140	µg/kg/sec
Acénaphthylène	XP X 33-012	<10.0	µg/kg/sec



Rapport d'analyse N°841887

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 24/10/2018
Page : 7 / 12

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

Echantillon N° : 841887-004

Date de prélèvement : 07/09/2018
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 12/09/2018
Date de mise en analyse de l'échantillon : 12/09/2018
Référence échantillon : Sédiments GRIMM 2

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
* Carbone organique	NF ISO 14235	0.65 %	m/m/sec
* Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	0.22 %	m/m/sec
* Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	66.9 %	m/m
Fraction inférieure à 2 mm	Tamissage	98.8 %	
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
* Fraction inférieure à 2 µm	ISO 13320	1.9 %	
* Fraction inférieure à 10 µm	ISO 13320	9.4 %	
* Fraction inférieure à 63 µm	ISO 13320	23.5 %	
* Fraction inférieure à 125 µm	ISO 13320	56.5 %	
* Fraction inférieure à 250 µm	ISO 13320	88.2 %	
* Fraction inférieure à 500 µm	ISO 13320	96.8 %	
* Fraction inférieure à 1000 µm	ISO 13320	100 %	
* Fraction inférieure à 2000 µm	ISO 13320	100 %	
Densité	Mesure apparente	1.39 /	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF EN 13346)			
* Mercure	NF EN ISO 17852	<0.02 mg/kg/sec	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X 31-147)			
* Aluminium	NF EN ISO 11885	3.53 %	
* Arsenic	NF EN ISO 11885	7 mg/kg/sec	
* Cadmium	NF EN ISO 5961	<0.1 mg/kg/sec	
* Chrome	NF EN ISO 11885	41 mg/kg/sec	
* Cuivre	NF EN ISO 11885	<3 mg/kg/sec	
* Nickel	NF EN ISO 11885	11 mg/kg/sec	
* Phosphore	NF EN ISO 11885	536 mg/kg/sec	
* Plomb	NF EN ISO 11885	18 mg/kg/sec	
* Zinc	NF EN ISO 11885	55 mg/kg/sec	
ORGANOETAÏNS (exprimés en étain sur sec)			
* Monobutylétain (MBT)	XP T 90-250 mod.	<2.0 µg Sn/kg/sec	
* Dibutylétain (DBT)	XP T 90-250 mod.	<2.0 µg Sn/kg/sec	
* Tributylétain (TBT)	XP T 90-250 mod.	<2.0 µg Sn/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
Somme des 9 PCB identifiés	GC/MS/MS	<9.0 µg/kg/sec	



Rapport d'analyse N°841887

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 24/10/2018
Page : 8 / 12

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

Echantillon N° : 841887-004

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
POLYCHLOROBIPHENYLS			
PCB 101	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 105	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 118	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 138	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 153	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 156	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 180	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 28	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 52	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
Naphtalène	XP X 33-012	5.05	µg/kg/sec
* Acénaphthène	XP X 33-012	<2.00	µg/kg/sec
* Fluorène	XP X 33-012	<5.00	µg/kg/sec
* Phénanthrène	XP X 33-012	19.6	µg/kg/sec
* Anthracène	XP X 33-012	2.42	µg/kg/sec
* Fluoranthène	XP X 33-012	38.1	µg/kg/sec
* Pyrène	XP X 33-012	28.2	µg/kg/sec
* Benzo (a) anthracène	XP X 33-012	18.6	µg/kg/sec
* Chrysène	XP X 33-012	18.7	µg/kg/sec
* Benzo (b) fluoranthène	XP X 33-012	24.9	µg/kg/sec
* Benzo (k) fluoranthène	XP X 33-012	11.1	µg/kg/sec
* Benzo (a) pyrène	XP X 33-012	24.0	µg/kg/sec
* Dibenzo (a,h) anthracène	XP X 33-012	3.66	µg/kg/sec
* Benzo (g,h,i) pèrilène	XP X 33-012	11.2	µg/kg/sec
* Indéno (1,2,3-cd) pyrène	XP X 33-012	13.3	µg/kg/sec
Acénaphthylène	XP X 33-012	<10.0	µg/kg/sec



Rapport d'analyse N°841887

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 24/10/2018
Page : 9 / 12

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

Echantillon N° : 841887-005

Date de prélèvement : 07/09/2018
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 12/09/2018
Date de mise en analyse de l'échantillon : 12/09/2018
Référence échantillon : Sédiments GRIMM 3

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
* Carbone organique	NF ISO 14235	0.12 %	m/m/sec
* Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	0.33 %	m/m/sec
* Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	78.3 %	m/m
Fraction inférieure à 2 mm	Tamissage	93.1 %	
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
* Fraction inférieure à 2 µm	ISO 13320	0.4 %	
* Fraction inférieure à 10 µm	ISO 13320	1.3 %	
* Fraction inférieure à 63 µm	ISO 13320	2.7 %	
* Fraction inférieure à 125 µm	ISO 13320	4.1 %	
* Fraction inférieure à 250 µm	ISO 13320	8.0 %	
* Fraction inférieure à 500 µm	ISO 13320	22.9 %	
* Fraction inférieure à 1000 µm	ISO 13320	80.3 %	
* Fraction inférieure à 2000 µm	ISO 13320	100 %	
Densité	Mesure apparente	1.41 /	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF EN 13346)			
* Mercure	NF EN ISO 17852	<0.02 mg/kg/sec	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X 31-147)			
* Aluminium	NF EN ISO 11885	1.38 %	
* Arsenic	NF EN ISO 11885	51 mg/kg/sec	
* Cadmium	NF EN ISO 5961	<0.1 mg/kg/sec	
* Chrome	NF EN ISO 11885	10 mg/kg/sec	
* Cuivre	NF EN ISO 11885	<3 mg/kg/sec	
* Nickel	NF EN ISO 11885	6 mg/kg/sec	
* Phosphore	NF EN ISO 11885	633 mg/kg/sec	
* Plomb	NF EN ISO 11885	25 mg/kg/sec	
* Zinc	NF EN ISO 11885	30 mg/kg/sec	
ORGANOETAÏNS (exprimés en étain sur sec)			
* Monobutylétain (MBT)	XP T 90-250 mod.	<2.0 µg Sn/kg/sec	
* Dibutylétain (DBT)	XP T 90-250 mod.	<2.0 µg Sn/kg/sec	
* Tributylétain (TBT)	XP T 90-250 mod.	<2.0 µg Sn/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
Somme des 9 PCB identifiés	GC/MS/MS	<9.0 µg/kg/sec	



Rapport d'analyse N°841887

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 24/10/2018
Page : 10 / 12

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

Echantillon N° : 841887-005

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
POLYCHLOROBIPHENYLS			
PCB 101	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 105	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 118	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 138	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 153	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 156	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 180	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 28	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 52	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
Naphtalène	XP X 33-012	2.17	µg/kg/sec
* Acénaphthène	XP X 33-012	<2.00	µg/kg/sec
* Fluorène	XP X 33-012	<5.00	µg/kg/sec
* Phénanthrène	XP X 33-012	<5.00	µg/kg/sec
* Anthracène	XP X 33-012	<1.00	µg/kg/sec
* Fluoranthène	XP X 33-012	<2.00	µg/kg/sec
* Pyrène	XP X 33-012	<2.00	µg/kg/sec
* Benzo (a) anthracène	XP X 33-012	<1.00	µg/kg/sec
* Chrysène	XP X 33-012	<1.00	µg/kg/sec
* Benzo (b) fluoranthène	XP X 33-012	<1.00	µg/kg/sec
* Benzo (k) fluoranthène	XP X 33-012	<1.00	µg/kg/sec
* Benzo (a) pyrène	XP X 33-012	<2.00	µg/kg/sec
* Dibenzo (a,h) anthracène	XP X 33-012	<1.00	µg/kg/sec
* Benzo (g,h,i) pèrilène	XP X 33-012	<1.00	µg/kg/sec
* Indéno (1,2,3-cd) pyrène	XP X 33-012	<1.00	µg/kg/sec
Acénaphthylène	XP X 33-012	<10.0	µg/kg/sec

Suivi 2018 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise des sédiments marins » - TBM



Rapport d'analyse N°841887

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 24/10/2018
Page : 11 / 12

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

Echantillon N° : 841887-006

Date de prélèvement : 07/09/2018
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 12/09/2018
Date de mise en analyse de l'échantillon : 12/09/2018
Référence échantillon : Sédiments GRIMM 4

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
* Carbone organique	NF ISO 14235	0.27 %	m/m/sec
* Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	0.46 %	m/m/sec
* Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	65.0 %	m/m
Fraction inférieure à 2 mm	Tamissage	98.3 %	
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
* Fraction inférieure à 2 µm	ISO 13320	0.5 %	
* Fraction inférieure à 10 µm	ISO 13320	1.5 %	
* Fraction inférieure à 63 µm	ISO 13320	3.7 %	
* Fraction inférieure à 125 µm	ISO 13320	5.6 %	
* Fraction inférieure à 250 µm	ISO 13320	12.0 %	
* Fraction inférieure à 500 µm	ISO 13320	39.7 %	
* Fraction inférieure à 1000 µm	ISO 13320	91.3 %	
* Fraction inférieure à 2000 µm	ISO 13320	100 %	
Densité	Mesure apparente	1.44/	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF EN 13346)			
* Mercure	NF EN ISO 17852	<0.02 mg/kg/sec	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X 31-147)			
* Aluminium	NF EN ISO 11885	0.226 %	
* Arsenic	NF EN ISO 11885	8 mg/kg/sec	
* Cadmium	NF EN ISO 5961	<0.1 mg/kg/sec	
* Chrome	NF EN ISO 11885	4 mg/kg/sec	
* Cuivre	NF EN ISO 11885	<3 mg/kg/sec	
* Nickel	NF EN ISO 11885	3 mg/kg/sec	
* Phosphore	NF EN ISO 11885	323 mg/kg/sec	
* Plomb	NF EN ISO 11885	7 mg/kg/sec	
* Zinc	NF EN ISO 11885	10 mg/kg/sec	
ORGANOETAÏNS (exprimés en étain sur sec)			
* Monobutylétain (MBT)	XP T 90-250 mod.	<2.0 µg Sn/kg/sec	
* Dibutylétain (DBT)	XP T 90-250 mod.	<2.0 µg Sn/kg/sec	
* Tributylétain (TBT)	XP T 90-250 mod.	<2.0 µg Sn/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
Somme des 9 PCB identifiés	GC/MS/MS	<9.0 µg/kg/sec	

ALPA CHIMIES 49, rue Mustel • F - 76 000 ROUEN • Tél. : 02 32 10 22 44

Administratif: 3, place des Capucins • F-73800 MONTMÉLIAN •

SAS au capital de 3 103 348,85 € - SIRET: 440 160 802 00078 - APE 7120B - R.C.S. Rouen: 440 160 802 - TVA: FR 78 440 160 802



Rapport d'analyse N°841887

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 24/10/2018
Page : 12 / 12

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

Echantillon N° : 841887-006

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
POLYCHLOROBIPHENYLS			
PCB 101	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 105	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 118	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 138	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 153	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 156	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 180	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 28	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 52	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
Naphtalène	XP X 33-012	<1.00	µg/kg/sec
* Acénaphthène	XP X 33-012	<2.00	µg/kg/sec
* Fluorène	XP X 33-012	<5.00	µg/kg/sec
* Phénanthrène	XP X 33-012	<5.00	µg/kg/sec
* Anthracène	XP X 33-012	<1.00	µg/kg/sec
* Fluoranthène	XP X 33-012	<2.00	µg/kg/sec
* Pyrène	XP X 33-012	<2.00	µg/kg/sec
* Benzo (a) anthracène	XP X 33-012	<1.00	µg/kg/sec
* Chrysène	XP X 33-012	<1.00	µg/kg/sec
* Benzo (b) fluoranthène	XP X 33-012	<1.00	µg/kg/sec
* Benzo (k) fluoranthène	XP X 33-012	<1.00	µg/kg/sec
* Benzo (a) pyrène	XP X 33-012	<2.00	µg/kg/sec
* Dibenzo (a,h) anthracène	XP X 33-012	<1.00	µg/kg/sec
* Benzo (g,h,i) pèrilène	XP X 33-012	<1.00	µg/kg/sec
* Indéno (1,2,3-cd) pyrène	XP X 33-012	<1.00	µg/kg/sec
Acénaphthylène	XP X 33-012	<10.0	µg/kg/sec

Rapport approuvé par Elise ADAM Responsable validation technique

12 ANNEXE 4 : Score de risques



Intervenant

contact
 téléphone
 email

fax

Prélèvement

référence GRIMM 1
 localisation
 date septembre 2018
 laboratoire
 zone ouverte

Analyse

Contaminants

Arsenic As	12	As < N1	N1 = 25 N2 = 50
Cadmium Cd	0,1	Cd < N1	N1 = 1.2 N2 = 2.4
Chrome Cr	54	Cr < N1	N1 = 90 N2 = 180
Cuivre Cu	3	Cu < N1	N1 = 45 N2 = 90
Mercure Hg	0,06	Hg < N1	N1 = 0.4 N2 = 0.8
Nickel Ni	23	Ni < N1	N1 = 37 N2 = 74
Plomb Pb	30	Pb < N1	N1 = 100 N2 = 200
Zinc Zn	102	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
Fluoranthène	0
B(k)Fluoranthène	0
B(b)Fluoranthène	0
B(a)Pyrène	0
B(ghi)Pérylène	0
Indéno-Pyrène	0

Score de risque

LE SCORE DE RISQUE EST FAIBLE
 Il est de : **0,2**
 Il est calculé sur **9** élément(s)

Suivi 2018 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise des sédiments marins » - TBM



Intervenant

contact
téléphone
email

fax

Prélèvement

référence GRIMM 2
localisation
date septembre 2018
laboratoire
zone ouverte

Analyse

Contaminants

Arsenic As	7	As < N1	N1 = 25 N2 = 50
Cadmium Cd	0,1	Cd < N1	N1 = 1.2 N2 = 2.4
Chrome Cr	41	Cr < N1	N1 = 90 N2 = 180
Cuivre Cu	3	Cu < N1	N1 = 45 N2 = 90
Mercure Hg	0,02	Hg < N1	N1 = 0.4 N2 = 0.8
Nickel Ni	11	Ni < N1	N1 = 37 N2 = 74
Plomb Pb	18	Pb < N1	N1 = 100 N2 = 200
Zinc Zn	55	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
Fluoranthène	0
B(k)Fluoranthène	0
B(b)Fluoranthène	0
B(a)Pyrène	0
B(ghi)Pérylène	0
Indéno-Pyrène	0

Score de risque

LE SCORE DE RISQUE EST NEGLIGEABLE.

Suivi 2018 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise des sédiments marins » - TBM



Intervenant

contact
téléphone
email

fax

Prélèvement

référence GRIMM 3
localisation
date septembre 2018
laboratoire
zone ouverte

Analyse

Contaminants

Arsenic As	51	As > N2	N1 = 25 N2 = 50
Cadmium Cd	0,1	Cd < N1	N1 = 1.2 N2 = 2.4
Chrome Cr	10	Cr < N1	N1 = 90 N2 = 180
Cuivre Cu	3	Cu < N1	N1 = 45 N2 = 90
Mercure Hg	0,02	Hg < N1	N1 = 0.4 N2 = 0.8
Nickel Ni	6	Ni < N1	N1 = 37 N2 = 74
Plomb Pb	25	Pb < N1	N1 = 100 N2 = 200
Zinc Zn	30	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
Fluoranthène	0
B(k)Fluoranthène	0
B(b)Fluoranthène	0
B(a)Pyrène	0
B(ghi)Pérylène	0
Indéno-Pyrène	0

Score de risque

Attention, 1 élément(s) autre(s) que Hg, Cd et PCB
dépass(e)nt le Niveau 2.
Le score de risque est de 0,2

Suivi 2018 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
 « Expertise des sédiments marins » - TBM



Intervenant

contact
 téléphone fax
 email

Prélèvement

référence GRIMM 4
 localisation
 date septembre 2018
 laboratoire
 zone ouverte

Analyse

Contaminants

Arsenic As	8	As < N1	N1 = 25 N2 = 50
Cadmium Cd	0,1	Cd < N1	N1 = 1.2 N2 = 2.4
Chrome Cr	4	Cr < N1	N1 = 90 N2 = 180
Cuivre Cu	3	Cu < N1	N1 = 45 N2 = 90
Mercure Hg	0,02	Hg < N1	N1 = 0.4 N2 = 0.8
Nickel Ni	3	Ni < N1	N1 = 37 N2 = 74
Plomb Pb	7	Pb < N1	N1 = 100 N2 = 200
Zinc Zn	10	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
Fluoranthène			0
B(k)Fluoranthène			0
B(b)Fluoranthène			0
B(a)Pyrène			0
B(ghi)Pérylène			0
Indéno-Pyrène			0

Score de risque

LE SCORE DE RISQUE EST NEGLIGEABLE.

Suivi 2018 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise des sédiments marins » - TBM



Intervenant

contact
téléphone
email

fax

Prélèvement

référence Station 21
localisation
date septembre 2018
laboratoire
zone ouverte

Analyse

Contaminants

Arsenic As	10	As < N1	N1 = 25 N2 = 50
Cadmium Cd	0,1	Cd < N1	N1 = 1.2 N2 = 2.4
Chrome Cr	39	Cr < N1	N1 = 90 N2 = 180
Cuivre Cu	3	Cu < N1	N1 = 45 N2 = 90
Mercure Hg	0,03	Hg < N1	N1 = 0.4 N2 = 0.8
Nickel Ni	16	Ni < N1	N1 = 37 N2 = 74
Plomb Pb	22	Pb < N1	N1 = 100 N2 = 200
Zinc Zn	80	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
Fluoranthène	0
B(k)Fluoranthène	0
B(b)Fluoranthène	0
B(a)Pyrène	0
B(ghi)Pérylène	0
Indéno-Pyrène	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

Antenne Nord

20 rue de l'Hermitte

Imm Les Trois Ponts - 59140 DUNKERQUE

03.28.59.94.71. / 06.45.23.05.58



LE SUIVI DU SITE D'IMMERSION

Partie n°6

Expertise des coquillages (TBM)



REGION BRETAGNE

SUIVI 2018 DU SITE D'IMMERSION DES PRODUITS DE
DRAGAGE AU LARGE DE GROIX

▲ Expertise des Coquillages



Date : 14 Décembre 2018

Sommaire

1	INTRODUCTION	3
2	MATERIEL ET METHODES	4
2.1	Localisation des stations	4
2.2	Protocole de prélèvements.....	5
2.3	Méthodologie d'analyse des coquillages	6
3	RESULTATS	7
3.1	Contamination chimique des moules	7
3.1.1	Contaminants métalliques	7
3.1.2	Contaminants organiques	17
3.2	Biométrie des huîtres	22
4	CONCLUSION	24
5	Liste des figures	27
6	Listes des tableaux	28
7	ANNEXE 1 : Propriétés physiques et chimiques des différents HAP analysés dans les coquillages	29
8	ANNEXE 2 : Relations entre indice de condition et les concentrations en HAPs et PCBs	30
9	ANNEXE 3 : Résultats des analyses chimiques sur la chaire des coquillages	31

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).

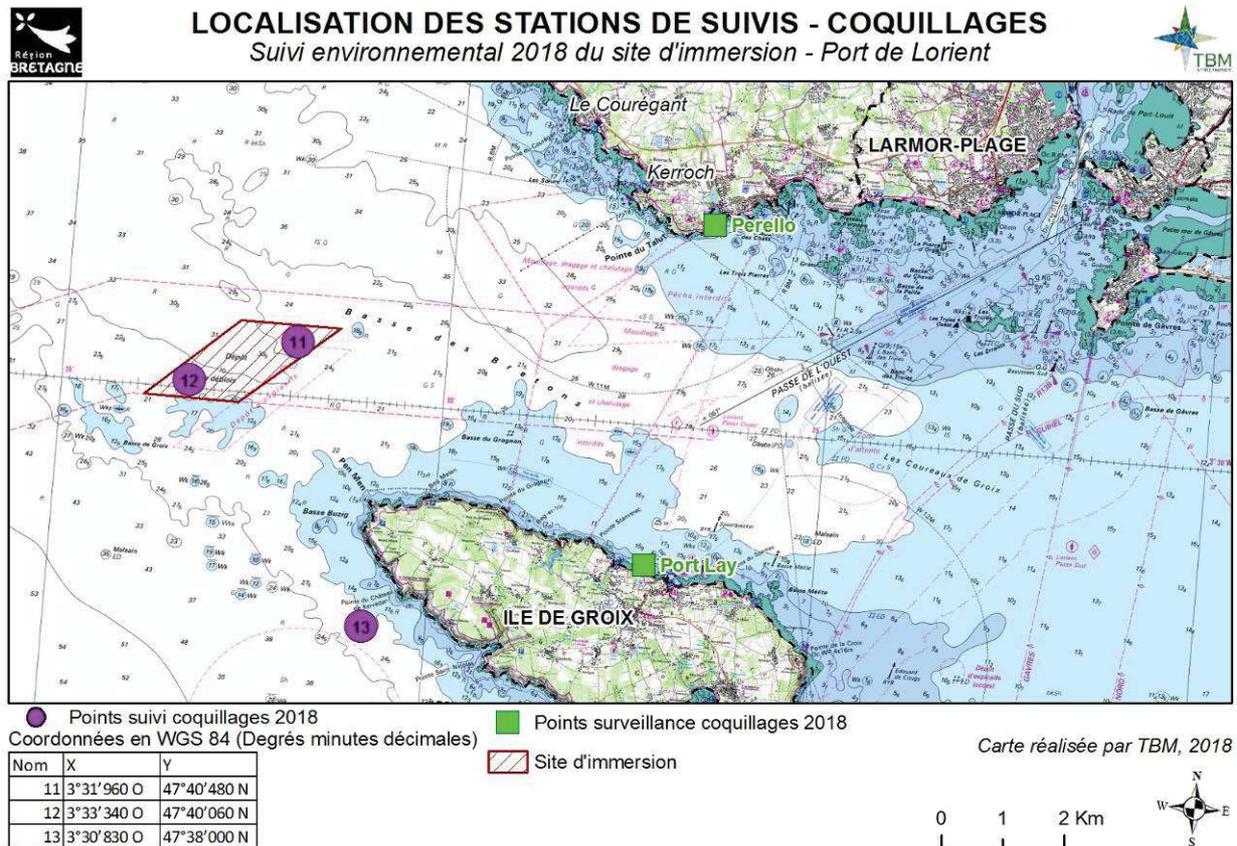


Figure 1 : Carte des points de suivi et de surveillance des coquillages et délimitation de la zone d'immersion des sédiments du port de Lorient

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 2017 à septembre 2018 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			
Moules	27/09/2017	03/10/2018	Contaminants chimiques
Huitres	27/09/2017	03/10/2018	Biométrie
Point 12			
Moules	27/09/2017	Poche non retrouvée	
Huitres	27/09/2017		
Point 13			
Moules	27/09/2017	03/10/2018	Contaminants chimiques
Huitres	27/09/2017	03/10/2018	Biométrie
Points de surveillance			
Pérello : moules sauvages		13/09/2018	Contaminants chimiques
Port Lay : moules d'élevage		20/09/2018	Contaminants chimiques

Les moules mises à l'eau en septembre 2017 ont pour origine la baie de Vilaine. Les huîtres mises à l'eau en septembre 2017 ont pour origine la ria d'Étel.

La station 12 ne peut être analysée car les poches non pas été retrouvées.

Pour le suivi de 2019 (moules mises à l'eau en 2018), les moules et les huîtres ont la même provenance que celles de 2017. Les moules mises à l'eau en septembre 2018 proviennent de la baie de Vilaine (Romain FOHANNO, Asserac). Les huîtres mises à l'eau en même temps proviennent de la ria d'Étel (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. Le deuxième lot de moules provient de Port Lay et ont été mises à l'eau le 20/10/2018.

Les chairs de moules conditionnées en piluliers ont été envoyées pour analyses au laboratoire de Rouen ALPA CHIMIES (laboratoire agréé COFRAC).

- ✓ Sur les moules, les analyses portent sur la recherche de sept contaminants rémanents : 5 métaux lourds (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.



Figure 2 : Moules sauvages pêchées à Pérello le 13 septembre 2018. .

2.3 Méthodologie d'analyse des coquillages

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

3 RESULTATS

3.1 Contamination chimique des moules

3.1.1 Contaminants métalliques

- ✓ [Concentrations observées en 2018](#)

Tableau 1 : Concentrations 2018 en métaux lourds (en mg/kg de matière sèche) sur les points de suivi et de surveillance

	Cu	Zn	Pb	Hg	Cd
Avant immersion (2017) référence	4,1	52	1,10	0,04	0,34
Point de suivi 11 (immersion)	6,2	198	2,40	0,11	1,59
Point de suivi 12 (immersion)	Pas de données disponibles				
Point de suivi 13 (témoin – Groix)	6,0	151	1,50	0,07	0,94
Point de surveillance Pérello	4,6	194	0,90	0,07	0,80
Point de surveillance Port Lay	4,7	133	2,10	0,01	0,57
Avant immersion (2018) référence	5,4	61,7	0,50	0,05	0,40

- ✓ [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 relevées.

L'indice de référence avant immersion obtenu en septembre 2017 est de 0,14 (A noter que l'indice de référence pour 2019 est de 0,20). Cet indice est plus faible que celui généralement calculé sur les lots avant immersion depuis 2006 (moyenne de $0,25 \pm 0,04$).

L'indice de condition mesuré à la station 11 est du même ordre de grandeur que les années précédentes contrairement à celui calculé pour la station 13 qui est plus faible que les années précédentes. Ces deux indices sont néanmoins plus faibles que l'indice avant immersion, ce (Figure 3).

Les indices de condition des deux stations de surveillance sont homogènes avec un indice calculé à Port Lay supérieur à celui de Pérello (Figure 3).

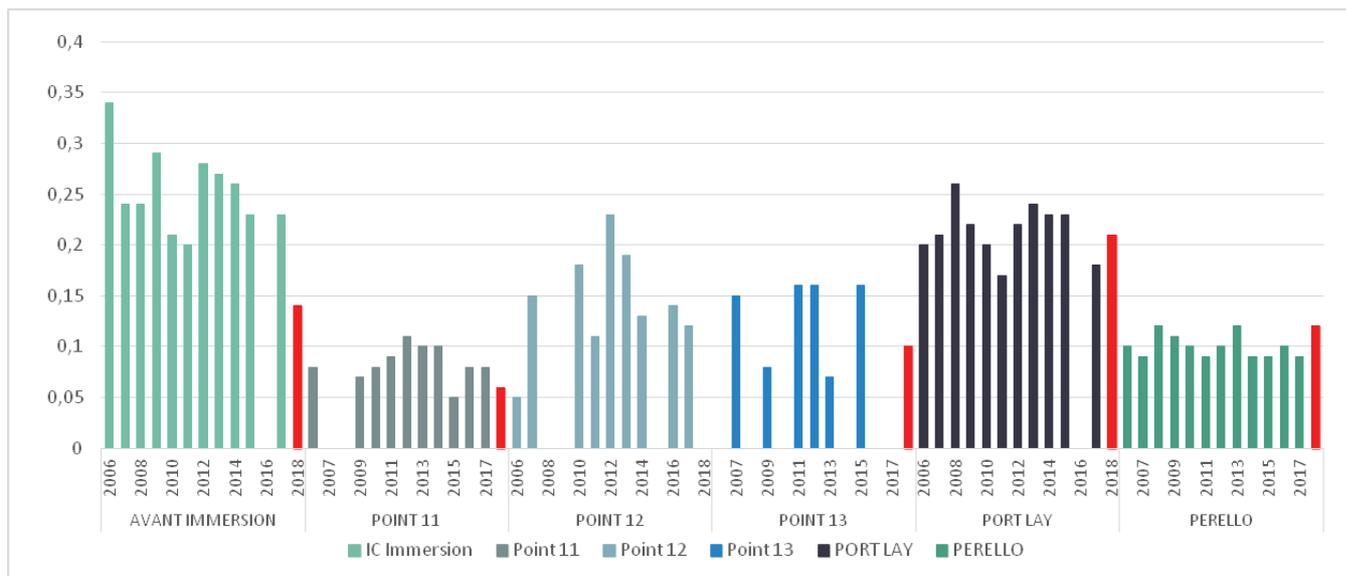


Figure 3 : Indices de conditions des moules avant (référence) et après immersion (points de suivi 11 ; 12 et 13) et des points de surveillance. Les valeurs 2018 sont indiquées en rouge.

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 2006-2017 obtenue à la station de référence ROCCH La Jument située en sortie de la rade de Lorient (Base de données nationale Quadrigé - IFREMER)
- A la médiane nationale, obtenue dans le Bulletin de la surveillance 2017¹ qui correspond aux années 2013-2017.

✓ Analyse au regard des années 2006-2017 et de l'indice de condition

Cuivre

Les concentrations en cuivre mesurées sur les moules des stations 11 et 13 sont comparables et supérieures à la référence avant immersion ainsi qu'aux points de surveillance (Tableau 1).

Ces valeurs sont comparables à la moyenne locale et à la médiane nationale. Les résultats pour les points de surveillance et avant immersion sont inférieurs à la valeur BAC (Figure 4). Alors que le point de suivi 13 présente une valeur égale à la référence BAC, la valeur de la station 11 lui est supérieure.

¹ Bulletin de la Surveillance de la Qualité du Milieu Marin Littoral 2017. Résultats acquis jusqu'en 2017. Ifremer/ODE/LITTORAL/LERMPL/Laboratoire Environnement Ressources du Morbihan Pays de Loire, 131 p.

Suivi 2018 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
 « Expertise des coquillages » - TBM

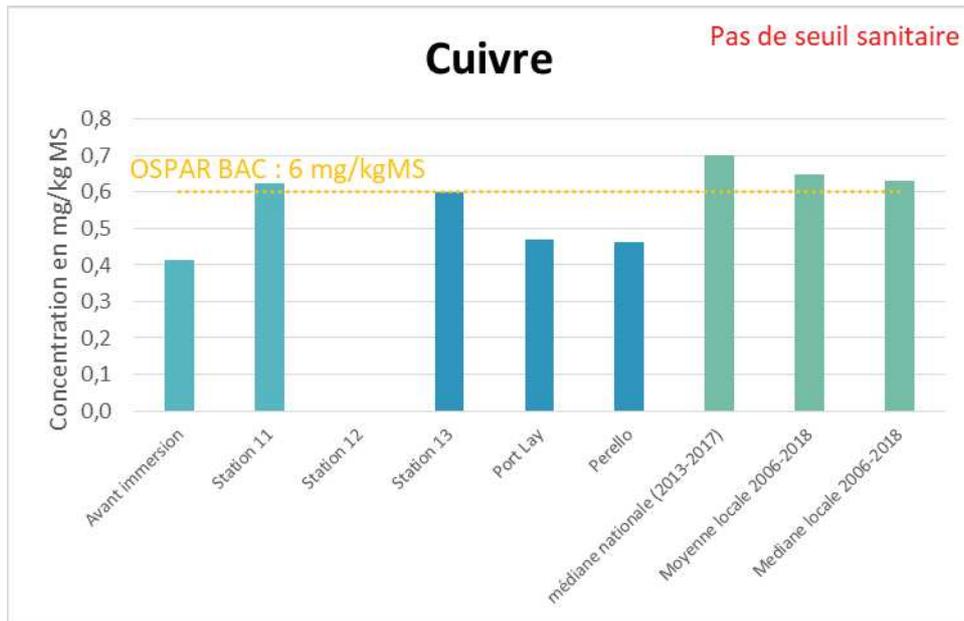


Figure 4 : Concentrations 2018 en cuivre sur les points de suivi avant et après immersion et sur les points de surveillance.

Pour le cuivre, on ne note pas de relation apparente entre la teneur mesurée et l'indice de condition (Figure 5). Ces résultats illustrent effectivement la capacité qu'à l'espèce *Mytilus edulis* à réguler métaboliquement sa teneur interne en cuivre, autour de 6 mg/kg M.S. La moule n'est pas un bon indicateur pour évaluer la contamination en cuivre d'un milieu.

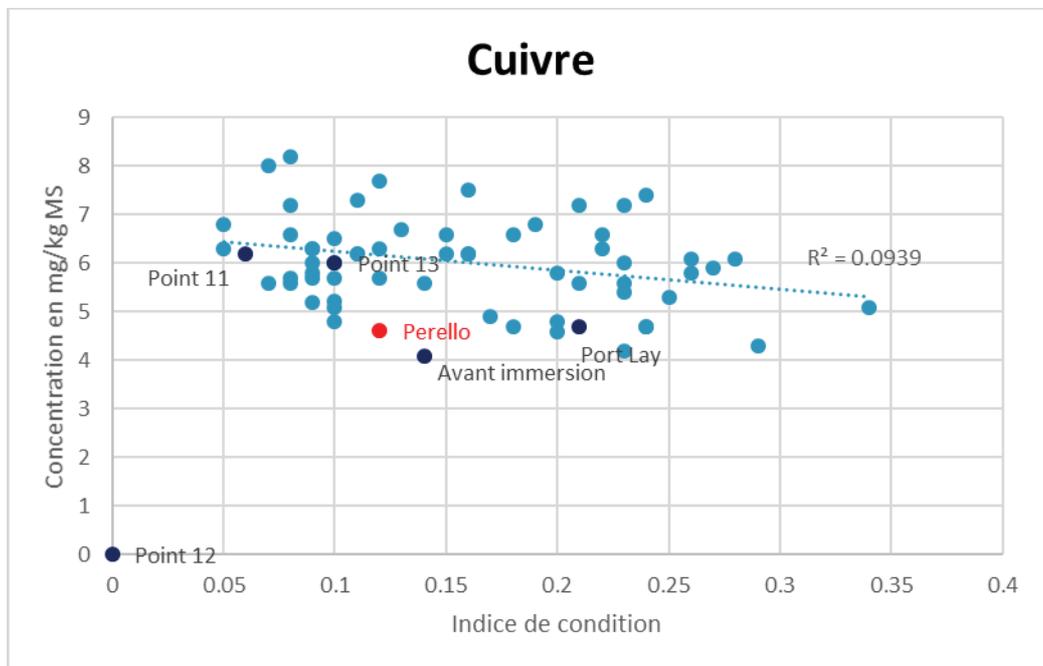


Figure 5 : Relation entre l'indice de condition et la concentration en cuivre – données 2006 à 2017 en bleu clair et les données 2018 en bleu foncé pour les points de suivi et en rouge pour les points de surveillance. Une valeur moyenne de l'indice de condition a été utilisée pour le point avant immersion.

Zinc

Pour le zinc, les valeurs mesurées au point de suivi 11 est 4 fois la valeur mesurée avant immersion et est comparable à celle mesurée à Pérello. Les concentrations mesurées à la station 13 et à Port Laye sont inférieure à la station 11 mais toujours 3 fois supérieure à la référence avant immersion (Tableau 1).

Ces valeurs sont très largement supérieures à la valeur de la BAC mais restent comparables aux moyennes locale et nationale (Figure 6).

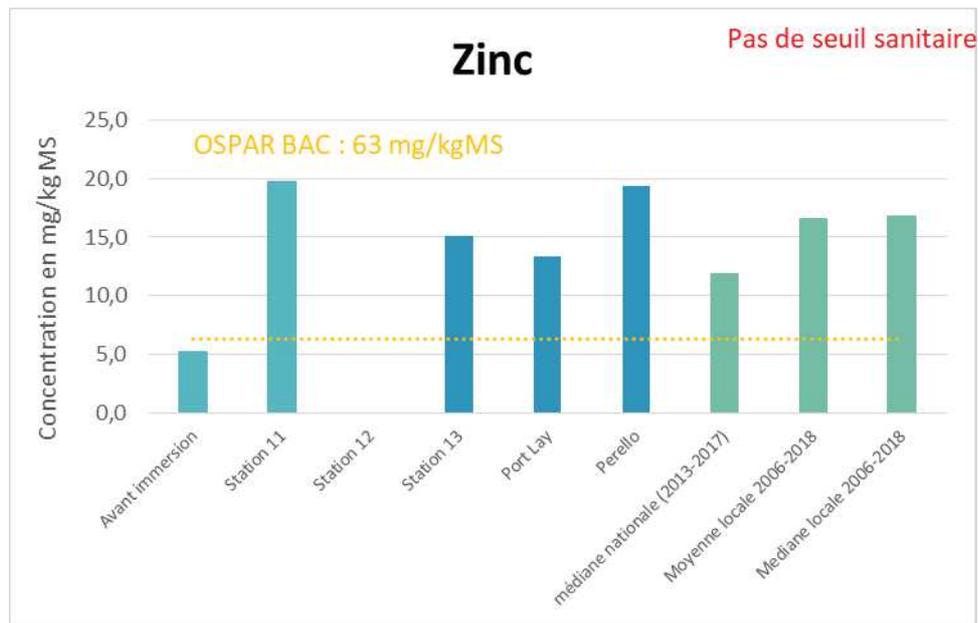


Figure 6 : Concentrations 2018 en zinc sur les points de suivi avant et après immersion et sur les points de surveillance.

La relation indice de condition/concentration en zinc montre que les points de suivis, le point d'immersion et les points de surveillance se trouvent dans le nuage de points à proximité de la droite de régression (Figure 7).

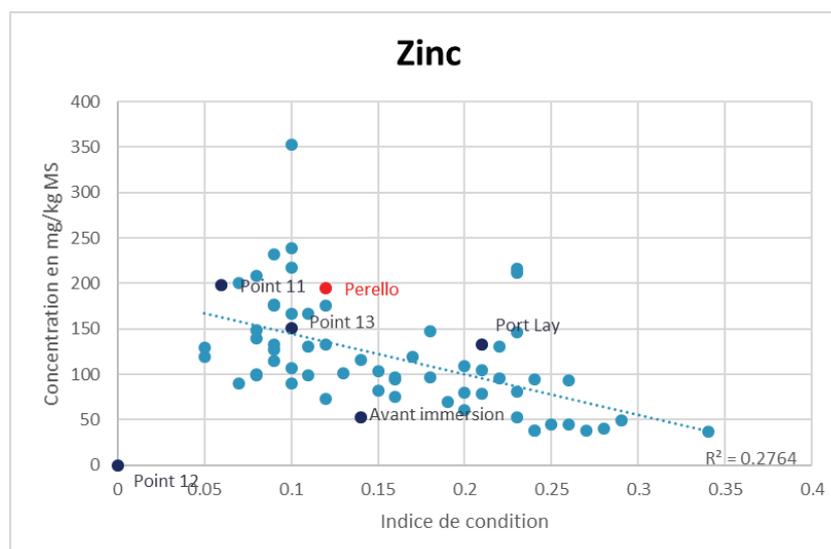


Figure 7 : Relation entre l'indice de condition et la concentration en zinc – données 2006 à 2017 en bleu clair et les données 2018 en bleu foncé pour les points de suivi et en rouge pour les points de surveillance. Une valeur moyenne de l'indice de condition a été utilisée pour le point avant immersion.

Plomb

Les concentrations relevées en 2018 sont inférieures au seuil sanitaire fixé à 7,5 mg/kg/MS. Cependant, on note que la concentration en plomb augmente entre la référence avant l'immersion et le point de suivi n°11 d'un facteur 2 alors qu'elle est comparable à celles mesurées à la station témoin de Groix et à Pérello.

Le point de surveillance de Port Lay présente une concentration en plomb proche de celle de la station 11.

Les concentrations mesurées à la station 11 et à Port Lay sont nettement plus élevées que les moyennes locale et nationale (Figure 8).

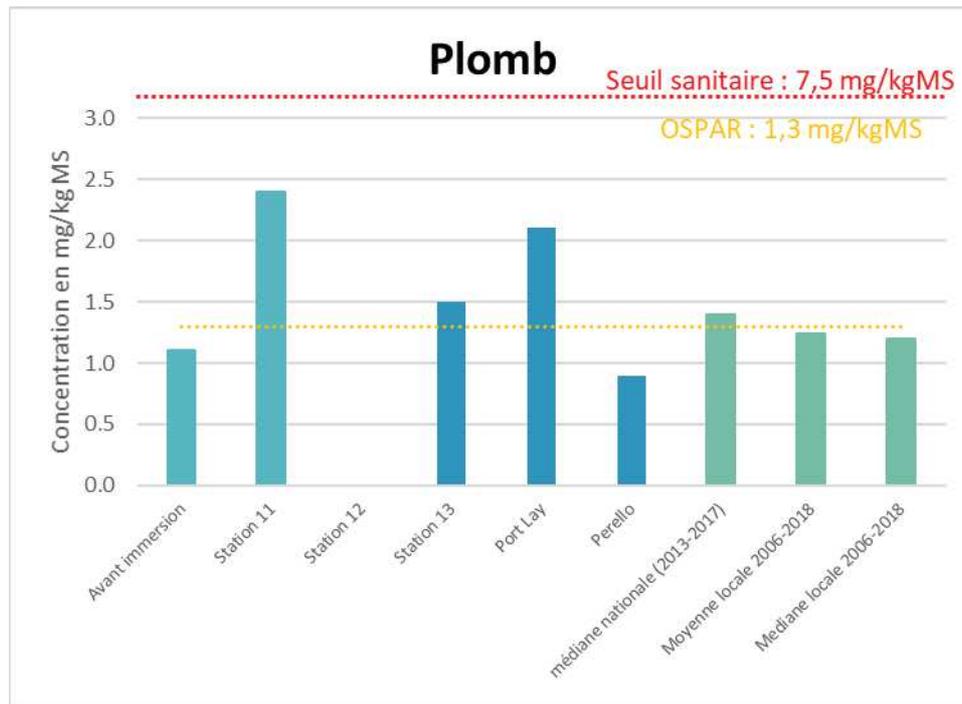


Figure 8 : Concentrations 2018 en plomb sur les points de suivi avant et après immersion et sur les points de surveillance.

Alors que le point de référence, le point de surveillance Pérello et le point témoin n° 13 ont des concentrations proches de la droite de régression, le point de surveillance Port Lay et celui de suivi n°11 sont nettement au-dessus (Figure 9). **Elles peuvent être considérées comme anormalement élevées sans pour autant atteindre des valeurs extrêmes.**

Suivi 2018 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise des coquillages » - TBM

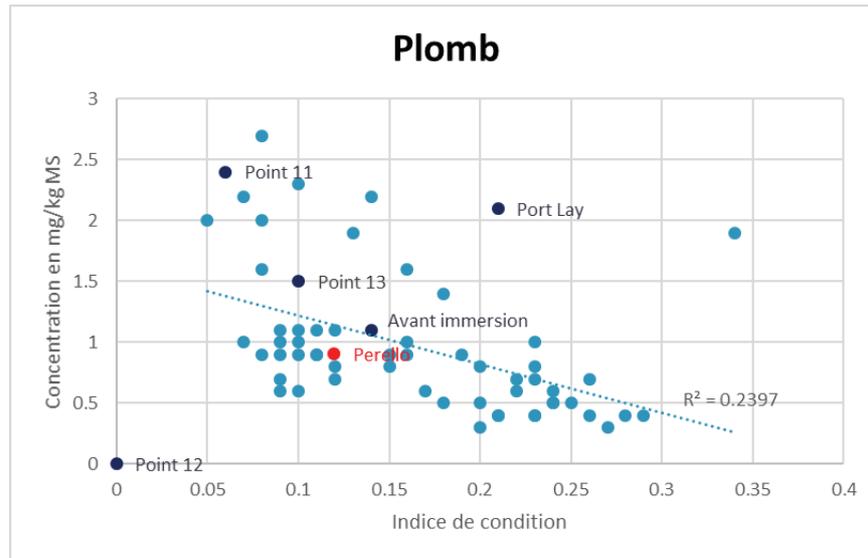


Figure 9 : Relation entre l'indice de condition et la concentration en plomb – données 2006 à 2017 en bleu clair et les données 2018 en bleu foncé pour les points de suivi et en rouge pour les points de surveillance. Une valeur moyenne de l'indice de condition a été utilisée pour le point avant immersion.

Mercur

La concentration en mercure est maximale au point de suivi 11 puis comparable pour le point témoin n° 13 et Pérélo. La concentration minimale est observée à Port Lay. La concentration mesurée au point de suivi 11 correspond à 3 fois la concentration mesurée avant immersion (Tableau 1).

A l'exception de la station 11, les concentrations en mercure mesurées sont inférieures au niveau OSPAR et en-dessous de la médiane nationale et de la moyenne locale (Figure 10). La station 11 est supérieure au niveau OSPAR (0,11 mg/kg MS vs. 0,09 mg/kg MS).

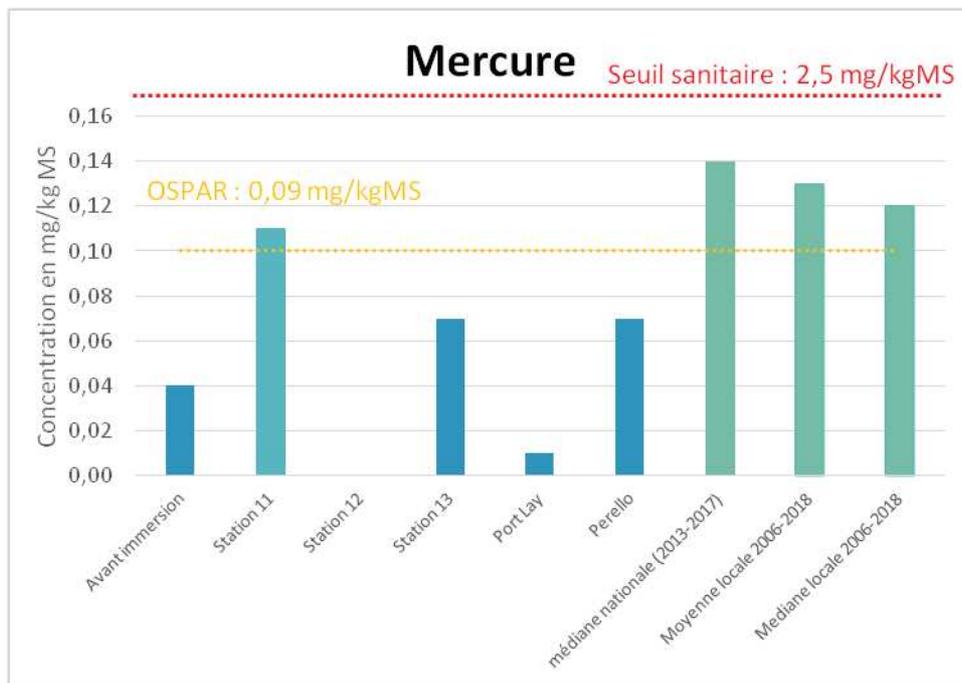


Figure 10 : Concentrations 2018 en mercure sur les points de suivi avant et après immersion et sur les points de surveillance.

Tous les points de la relation indice de condition/concentration en mercure se situent sous la droite de régression.

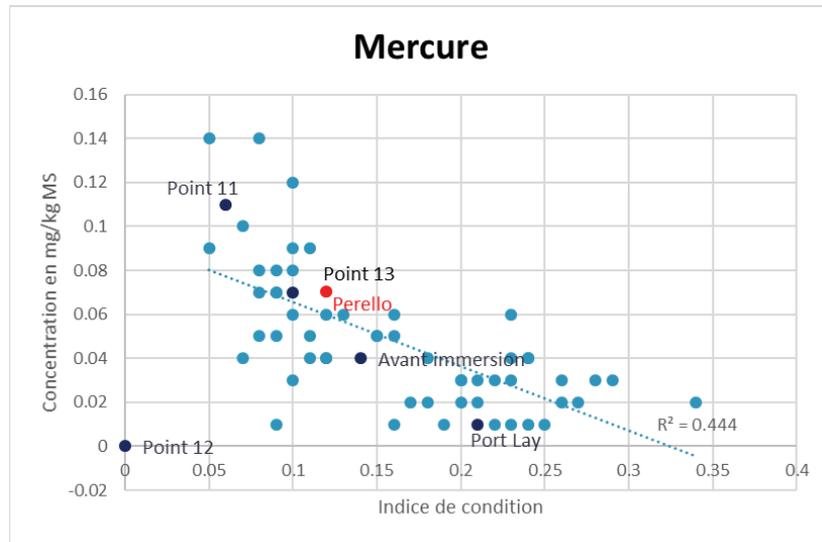


Figure 11 : Relation entre l'indice de condition et la concentration en mercure – données 2006 à 2017 en bleu clair et les données 2018 en bleu foncé pour les points de suivi et en rouge pour les points de surveillance. Une valeur moyenne de l'indice de condition a été utilisée pour le point avant immersion.

Cadmium

Toutes les concentrations 2018 restent inférieures au seuil sanitaire fixé à 5 mg/kg/MS. Elles sont proches de la moyenne locale et de la médiane nationale, à l'exception du point de suivi n°11 qui les dépasse largement ainsi que la valeur BAC (Figure 12).

La concentration mesurée au point 11 est 4,7 fois supérieure à celle mesurée avant immersion. La station 13 présente également une concentration plus élevée à celle avant immersion mais d'un facteur 2 et reste comparable à celle mesurée à Pérello et à Port Lay.

Suivi 2018 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise des coquillages » - TBM

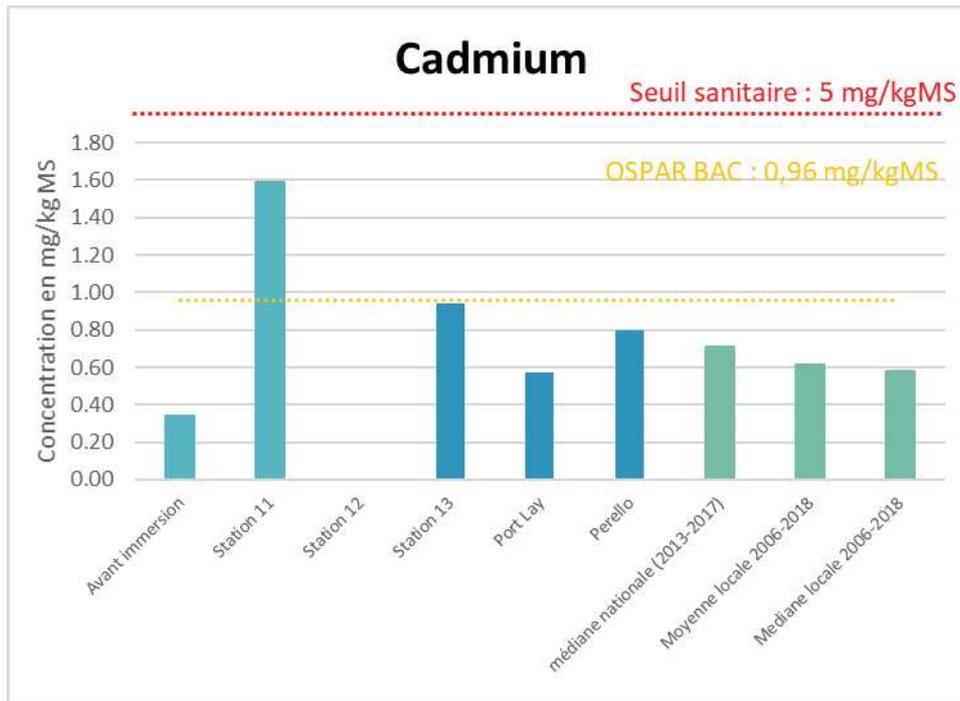


Figure 12 : Concentrations 2017 en cadmium sur les points de suivi avant et après immersion et sur les points de surveillance.

La relation indice de condition/concentration en cadmium affiche des points très proches de la droite de régression à l'exception du point de suivi 11. Elle peut être considérée comme anormalement élevée (Figure 13).

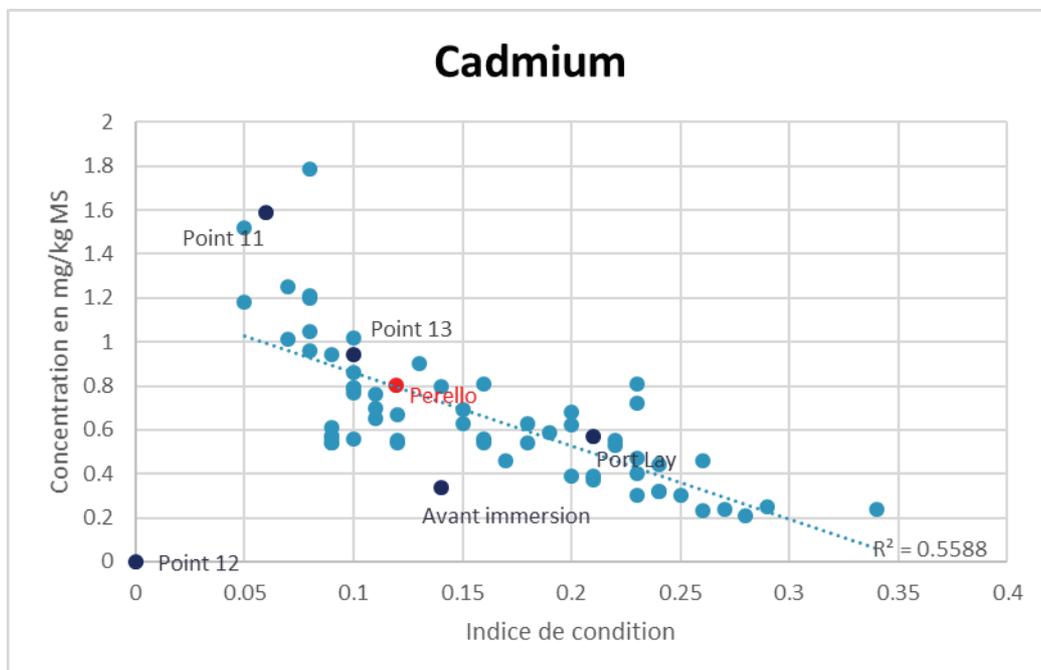


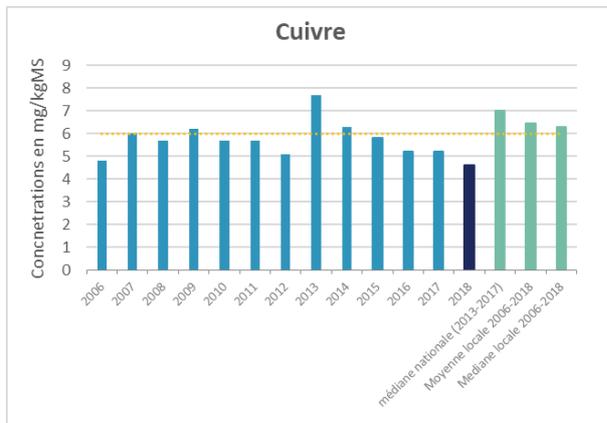
Figure 13 : Relation entre l'indice de condition et la concentration en cadmium – données 2006 à 2016 en bleu clair et les données 2017 en bleu foncé pour les points de suivi et en rouge pour les points de surveillance. Une valeur moyenne de l'indice de condition a été utilisée pour le point avant immersion.

✓ Contaminants métalliques au Pérélo. Années 2006-2018

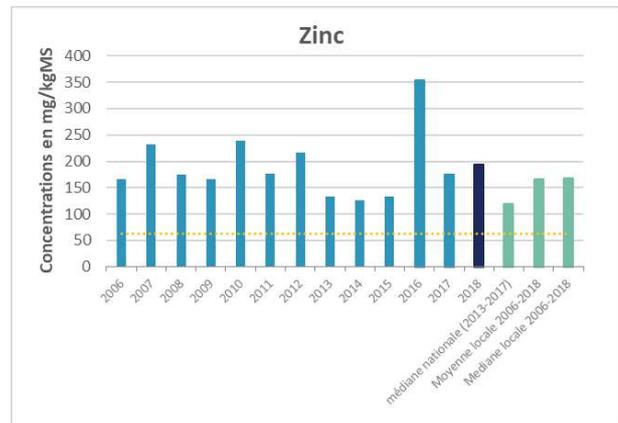
Sur le site du Pérélo, le plomb et le zinc sont stables depuis 2017 avec des niveaux proches voire inférieures aux moyennes locales et nationales. Les valeurs élevées observées en 2016 semblent être exceptionnelles (Figure 14).

Pour le cuivre, la concentration mesurée est en baisse depuis 2013 à l'inverse du mercure qui est en hausse depuis 2015 mais toujours inférieure aux données OSPAR ainsi qu'aux données locales et nationales (Figure 14). Enfin, la concentration en cadmium est à nouveau en hausse avec une valeur comparable à celle mesurée en 2016 et à celles mesurées aux échelles locale et nationale.

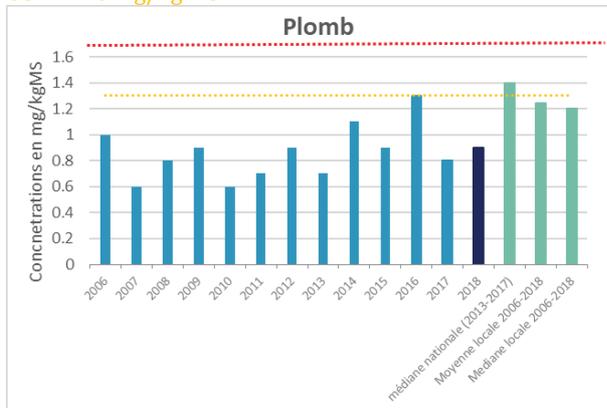
Au regard de l'indice de condition et des valeurs antérieures, les concentrations en contaminants métalliques semblent dans la norme.



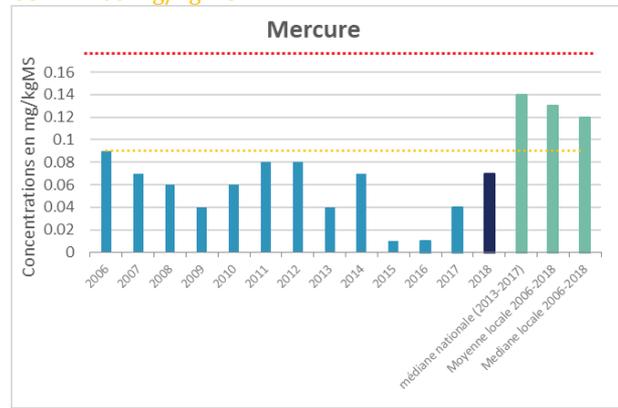
OSPAR : 6 mg/kg MS



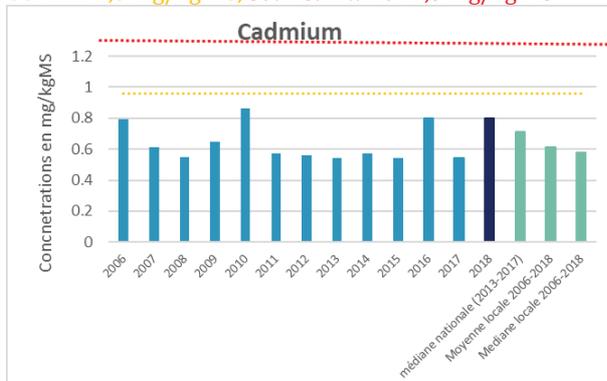
OSPAR : 63 mg/kg MS



OSPAR : 1,3 mg/kg MS, Seuil sanitaire : 7,5 mg/kg MS



OSPAR : 0.1 mg/kg MS, Seuil sanitaire : 2,5 mg/kg MS



OSPAR : 0,96 mg/kg MS, Seuil sanitaire : 5 mg/kg MS

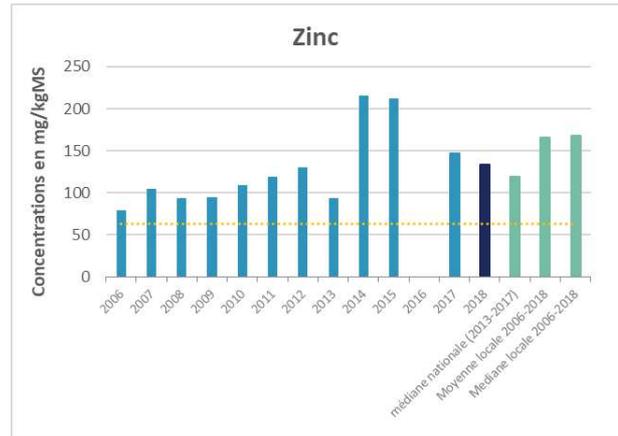
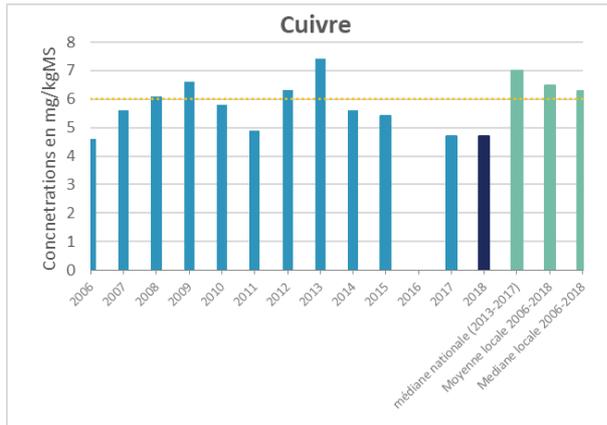
Figure 14 : Evolution de la concentration en métaux lourds sur le site de Pérélo depuis 2006.

✓ Contaminants métalliques à Port Lay. Années 2006-2018

Sur le site de Port Lay, les concentrations mesurées en cuivre, zinc et cadmium sont stables depuis 2017 et inférieures aux moyennes 2006-2015 pour ce même site, aux moyennes locales et aux médianes nationales. (Figure 15).

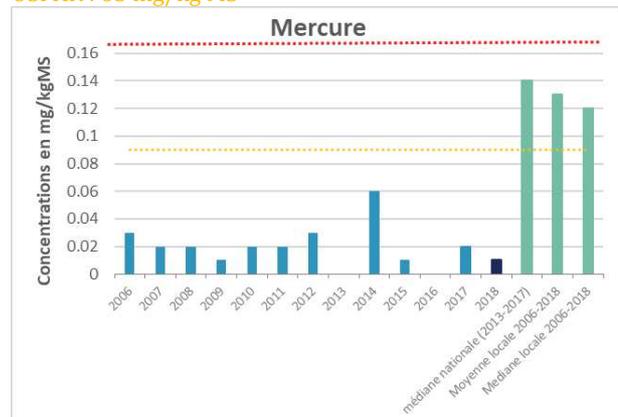
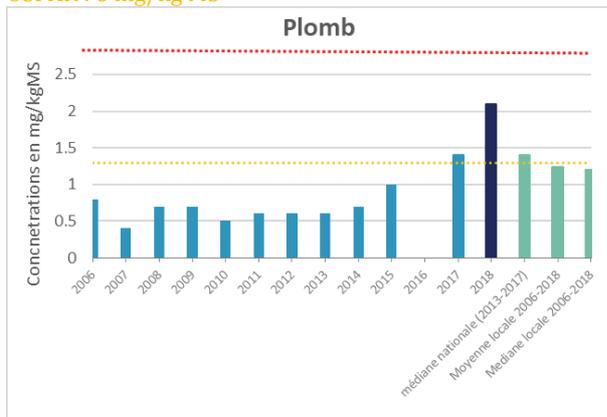
La concentration en plomb est en hausse depuis 2014 et peut même être considérée comme anormalement élevée au regard de l'indice de condition et des valeurs antérieures (Figure 9)

La concentration en mercure mesurée à Port Lay est de façon générale très faible de puis 2006 et en particulier en 2018.



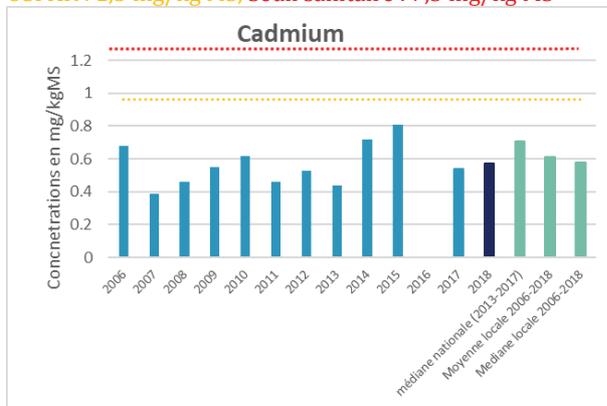
OSPAR : 6 mg/kg MS

OSPAR : 63 mg/kg MS



OSPAR : 1,3 mg/kg MS, Seuil sanitaire : 7,5 mg/kg MS

OSPAR : 0.1 mg/kg MS, Seuil sanitaire : 2,5 mg/kg MS



OSPAR : 0,96 mg/kg MS, Seuil sanitaire : 5 mg/kg MS

Figure 15 : Evolution de la concentration en métaux lourds sur le site de Pérélo depuis 2006.

3.1.2 Contaminants organiques

✓ Concentrations 2018

Certains HAPs et PCBs présentent des concentrations inférieures aux limites de détection du laboratoire. Dans ce cas, nous utiliserons pour le calcul de la somme, la valeur correspondant à la limite de détection afin de considérer le cas le plus défavorable. Nous indiquons également dans le Tableau 2, le nombre d'HAPs (parmi les 16 mesurés) et de PCBs (parmi les 9 mesurés) dont les concentrations sont inférieures aux limites de détection.

Tableau 2 : Concentrations 2018 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 (2018)	95,8 (4/16)	7,7	15,5 (7/9)	4,4
Point de suivi 11 (immersion)	203,2 (6/16)	39,3	9,1 (8/9)	1,1
Point de suivi 12 (immersion)	Pas de données disponibles			
Point de suivi 13 (témoin – Groix)	174,8 (6/16)	36,8	10,9 (8/9)	1,6
Point de surveillance Pérello	200,4 (8/16)	37,5	15,9 (5/9)	3,6
Point de surveillance Port Lay	105 (9/16)	16,6	9 (9/9)	1,00
Référence avant immersion (2019)	135,8 (7/16)	24,3	17,3 (6/9)	5,6

✓ 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 2018 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.

Suivi 2018 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise des coquillages » - TBM

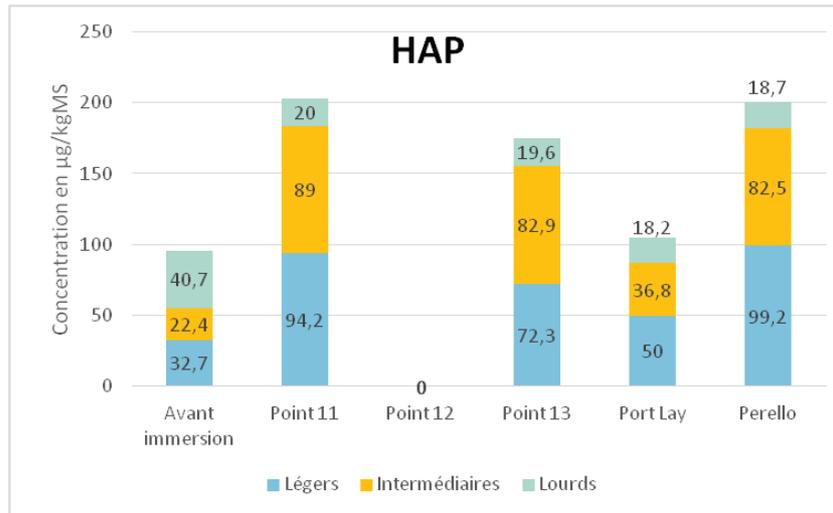


Figure 16 : Répartition 2017 des 16 HAPs en fonction de leur masse moléculaire et donc de leur dangerosité

En comparaison avec les analyses avant immersion, on note une augmentation des concentrations en HAPs légers et intermédiaires ainsi qu'une diminution des concentrations en HAPs lourds pour les stations 11 et 13.

Les concentrations mesurées à la station 11 sont comparables à celles mesurées à Pérello. La station de Port Lay représente les plus faibles concentrations mesurées.

Par rapport à 2017, les concentrations en HAPs lourds sont restées stables alors que celles en HAPs légers ont diminué et celles en HAPs intermédiaires ont augmenté. Ceci est valable pour toutes les stations.

Concentrations en HAPs totaux 2006-2018

Les données 2018 sont analysées au regard des concentrations relevées depuis 2006 et notamment à la moyenne 2006-2017 (Figure 17).

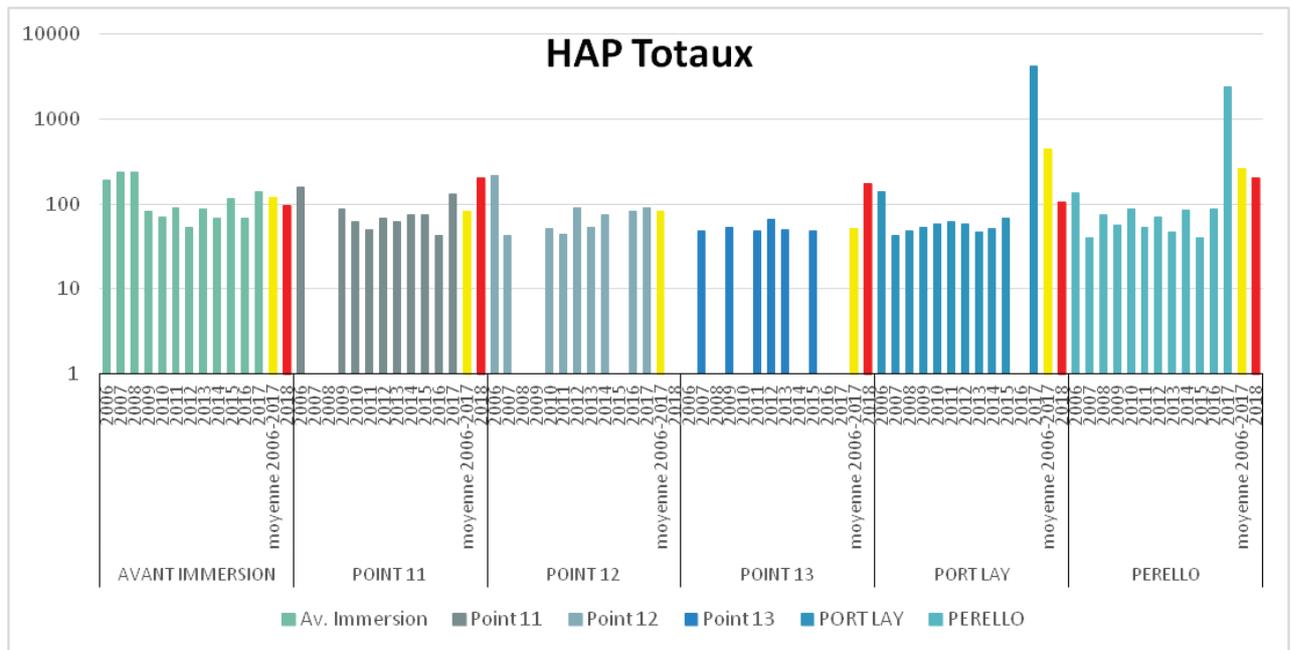


Figure 17 : Evolution de la concentration totale en HAPs par site depuis 2006. La concentration 2017 est indiquée en rouge et la moyenne 2006-2016 en orange.

Les concentrations mesurées avant immersion sont stables depuis 2006 et celle mesurée en 2018 est comparable à la moyenne 2006-2017.

Les concentrations mesurées aux stations de suivi 11 et 13 sont légèrement supérieures à la moyennes 2006-2017.

Après une année exceptionnellement élevée, les concentrations mesurées en 2018 à Port Lay et Pérello redeviennent comparables à la moyenne 2006-2017.

Les résultats par HAP sont détaillés en Annexe 3.

Concentrations en fluoranthène 2006-2017

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 2006-2016) 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 en 2016 (Figure 18). A noter que les données sont relativement hétérogènes et parfois non qualifiées par l'Ifremer.

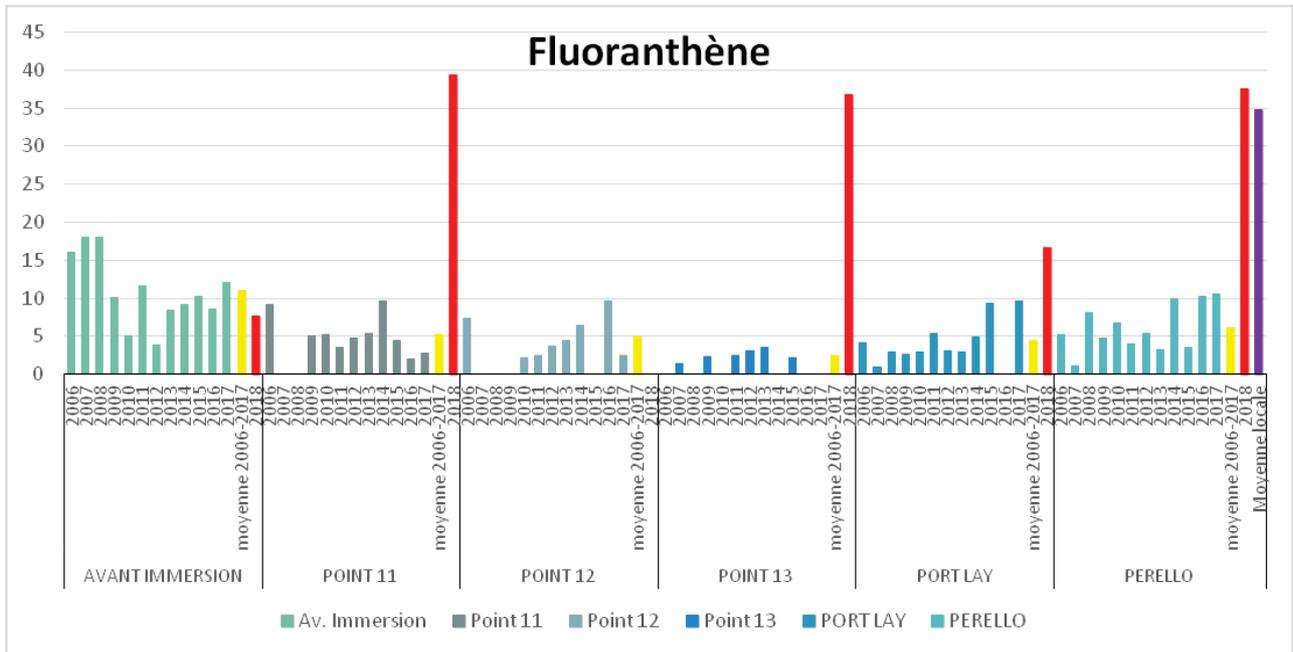


Figure 18 : évolution de la concentration en fluoranthène par site depuis 2006. La concentration 2017 est indiquée en rouge, la moyenne 2006-2016 en orange et la moyenne locale en violet

A l'exception de la concentration mesurée avant immersion, toutes les autres concentrations apparaissent exceptionnellement élevées par rapport au reste du suivi. Cette augmentation varie d'un facteur 1,5 (Port Lay) à un facteur de 8 à 10 pour les stations de suivi 11 et 13.

✓ 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 (Figure 19) 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.

Suivi 2018 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertise des coquillages » - TBM

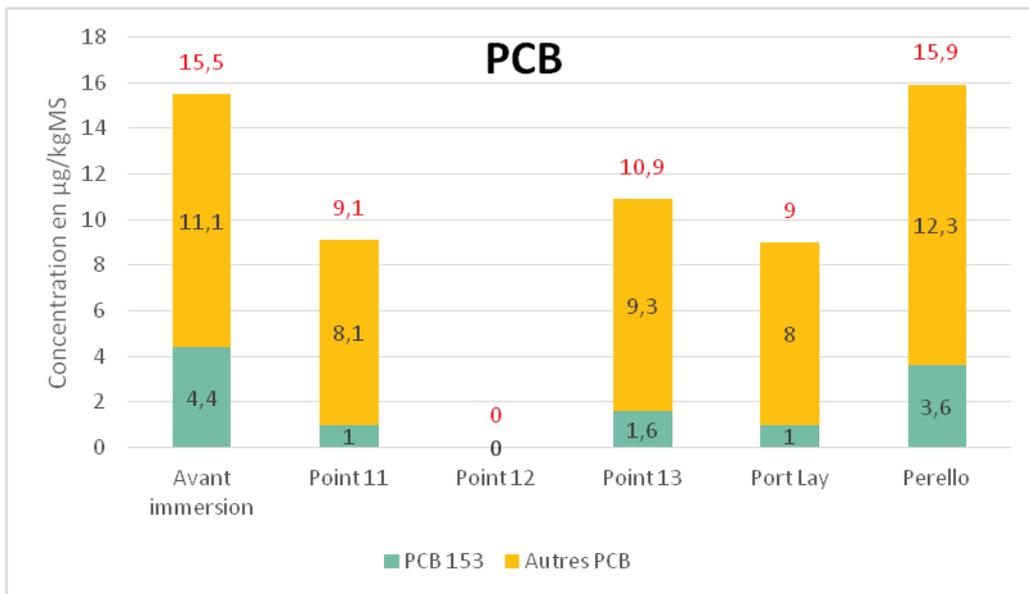


Figure 19 : Concentrations 2017 en PCBs totaux (en rouge), en PCB 153 (en vert) et autres PCBs (en orange).

La majorité des concentrations mesurées aux points de suivi et de surveillance sont inférieures aux limites de détection.

Les concentrations en PCB avant immersion et celles mesurées à Pérello sont comparables et les plus élevées. Le site de surveillance de Port Lay et les deux sites de suivi présentent des valeurs similaires.

Concentrations en PCB totaux 2006-2018

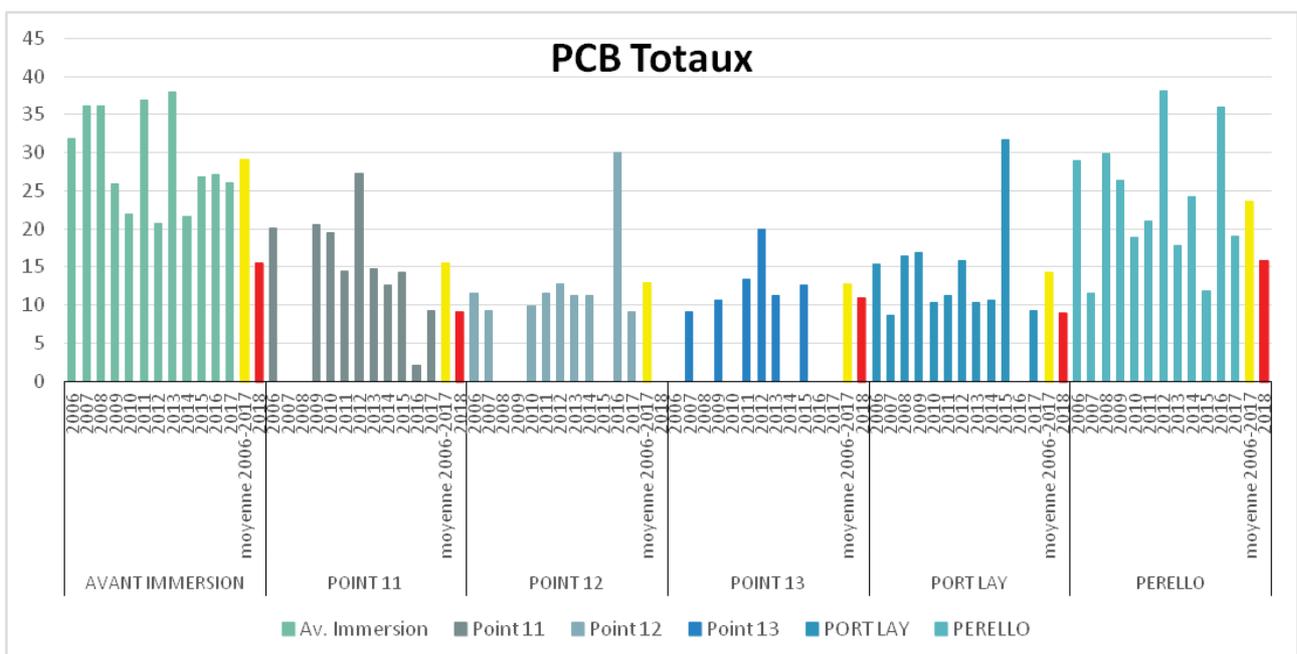


Figure 20 : Evolution de la concentration totale en PCB par site depuis 2006. Les concentrations moyennes 2006-2017 sont indiquées en jaune et les concentrations 2018 en rouge.

La concentration 2018 mesurée avant immersion est moitié moindre que la moyenne 2006-2017. Elle correspond à la plus faible concentration mesurée depuis le début du suivi.

Sur tous les points de suivi et de surveillance, la concentration en PCB totaux 2017 est inférieure à la moyenne 2006-2017. C'est sur le site du Pérello qu'elle est la plus élevée.

Concentrations en PCB 153 2006-2017

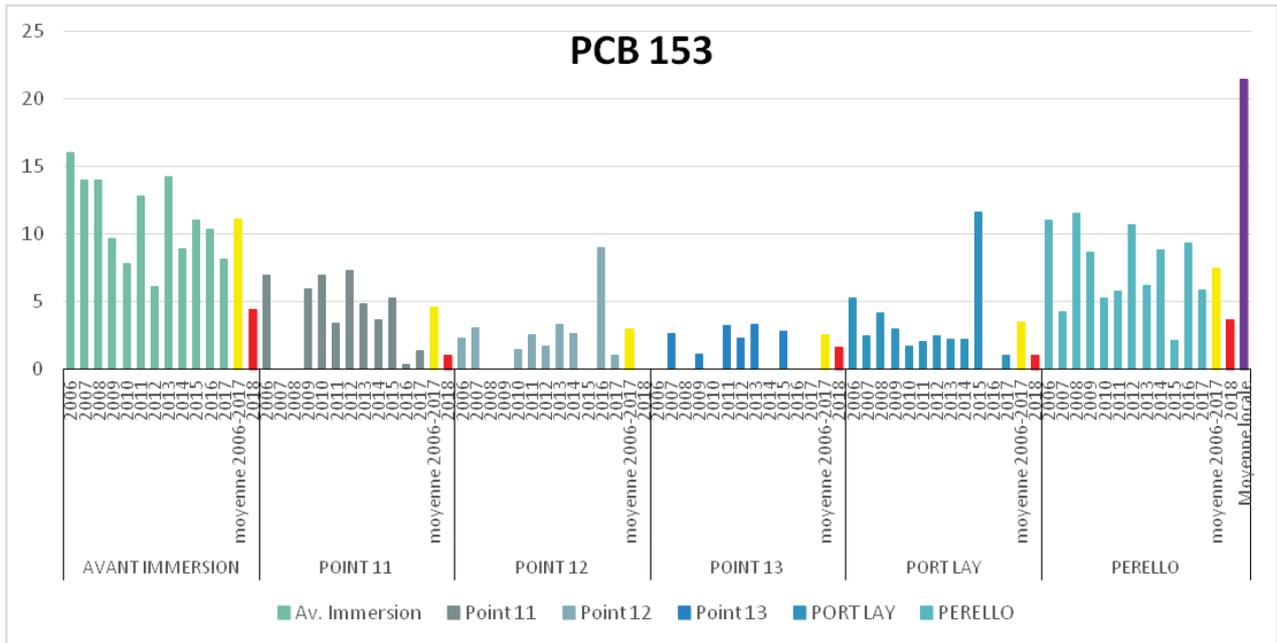


Figure 21 : Evolution de la concentration en PCB 153 par site depuis 2006. Les concentrations moyennes 2006-2017 sont indiquées en jaune, les concentrations 2018 en rouge et la moyenne locale en violet.

Sur le point de suivi n°11, ainsi que sur le point de surveillance de Port Lay, la concentration 2018 en PCB 153 est inférieure au seuil de détection (Figure 21) et aux moyennes locales (site de la Jument).

Pour tous les autres points, la concentration en PCB 153 mesurée en 2018 est inférieure aux moyennes 2006-2017 respectives. Les points présentant la plus forte concentration sont le suivi avant immersion ainsi que Pérello.

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 2018, le suivi de la biométrie a été réalisé sur 50 individus pour les sites de suivi n°11 et 13 car les poches du point de suivi n°12 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 23).

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 Sakaï (± écart type)	Chambrage à vers (%)	Chambrage gélatineux (%)
Huitres de référence	73,6 ± 11,0	40,6 ± 6,2	20,5 ± 4,1	36,0 ± 6,2	4	6
Point n°11 (après immersion)	86,5 ± 13,9	48,8 ± 8,0	26,0 ± 4,8	38,8 ± 7,3	10	8
Point n°13 (après immersion)	76,1 ± 14,2	46,1 ± 9,0	23,9 ± 5,6	39,5 ± 8,3	8	8

Les indices calculés après immersion sur les points n°11 et 13 sont supérieurs à la valeur de référence (huîtres de la ria d'Étel, Figure 22) et inférieurs à 50%. Ils sont comparables à la moyenne obtenue dans le cadre du réseau Ifremer REMORA 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 faibles pour les stations 11 et 13 (8 %). A noter que le pourcentage d'huîtres présentant un chambrage dû au ver polychète *Polydora sp.* est également homogène pour les deux stations avec 10 et 8 % pour les stations 11 et 13 respectivement. Ces pourcentages sont très proches de ceux de référence.

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

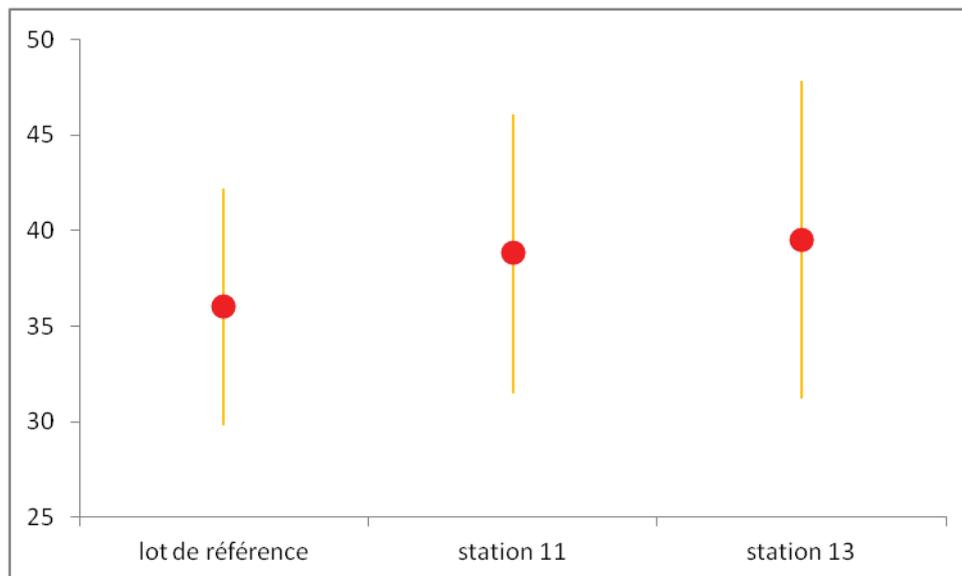


Figure 22 : Indice de déformation sur les 2 points de suivi par rapport à l'indice de référence.

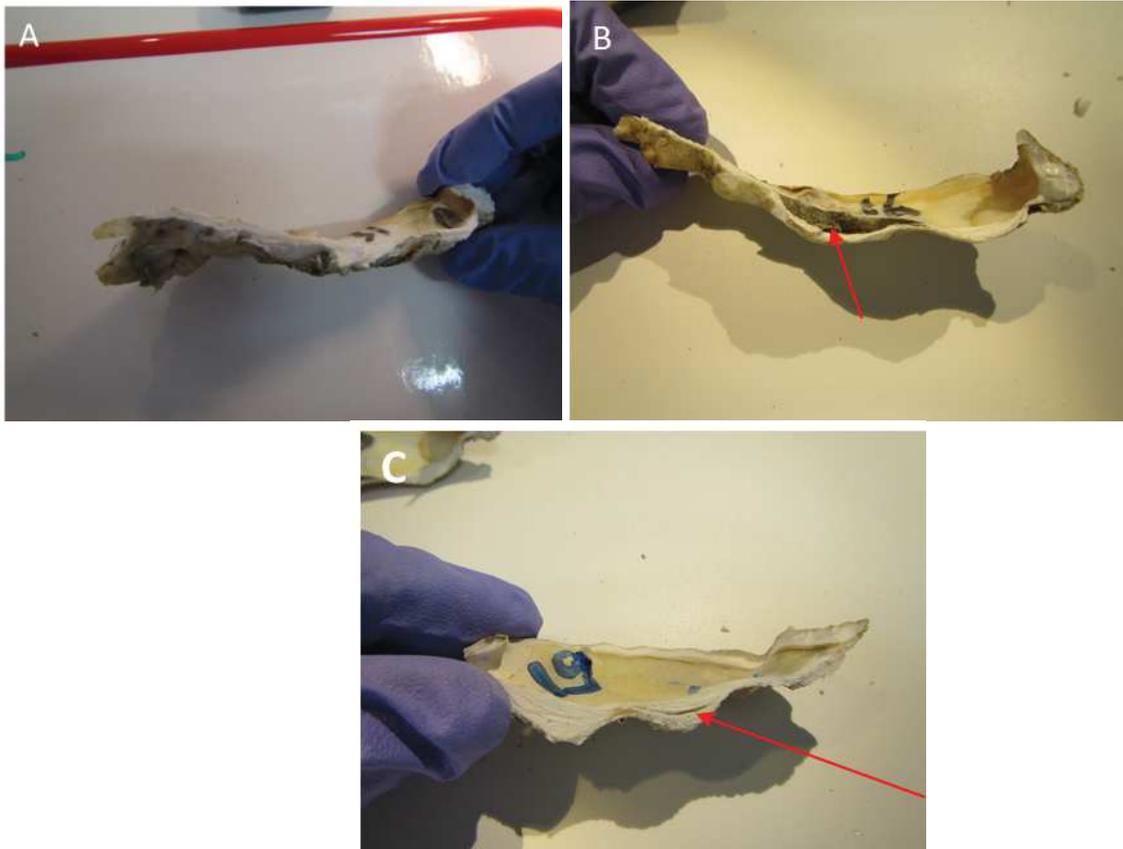


Figure 23 : Illustrations de coquilles d'huîtres sans chambre (A), avec une chambre à vers (B), avec le début d'une chambre gélatineuse (C)

4 CONCLUSION

Stations de suivi n°11 et 13 (Site immersion et site témoin)

Les concentrations en métaux mesurées sur les stations 11 et 13 sont nettement supérieures que celles mesurées avant immersion et de façon plus importante à la station de suivi n°11.

Les concentrations en Cuivre, Zinc sont comparables aux références locales et nationales et inférieures pour le mercure. A l'exception du cuivre, ces concentrations sont supérieures au niveau OSPAR.

Concernant le plomb, la concentration mesurée en plomb est anormalement élevée. Tout en restant inférieure au seuil sanitaire, cette valeur est supérieure à la moyenne locale et la médiane nationale calculée sur 2006-2017. Des concentrations anormalement élevées avaient été relevées en 2014, 2016 et 2017. La concentration mesurée à la station 13 est légèrement supérieure à la valeur OSPAR mais comparables aux moyennes locales.

Enfin concernant le cadmium, on note une concentration près de 5 fois supérieure à la valeur avant immersion pour la station 11 et d'un facteur 2 pour la station 13. La station 11 est très nettement supérieure à la référence OSPAR et aux valeurs locales et nationales.

Pour les 3 métaux (Plomb ; Mercure ; Cadmium) pris en compte dans la réglementation, les concentrations en 2017 restent inférieures aux seuils sanitaires.

Concernant les contaminants organiques sur les points de suivi n°11 et n°13, les concentrations mesurées en 2018 montrent une augmentation des HAPs légers et intermédiaires et une baisse des HAPs lourds après un an d'immersion. Ces concentrations sont légèrement supérieures à la moyenne 2006-2017. Il est à noter que les concentrations en fluoranthène sont exceptionnellement élevée en 2018.

Les concentrations 2018 en PCB sur ces mêmes points, baissent franchement après une année d'immersion et sont inférieures à la moyenne 2006-2017. Cette tendance est encore plus appuyée pour les concentrations 2018 en PCB 153 (utilisé comme indicateur).

Les mesures réalisées sur les huîtres immergées mettent en évidence un indice de déformation légèrement supérieur à celui calculé avant immersion sans pour autant observer une croissance en épaisseur manifeste et un indice anormal. L'examen visuel des coquilles montre la présence d'un chambrage faible sur les points n°11 et n°13 (8%). 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, le plomb et le zinc sont stables depuis 2017 avec des niveaux proches voire inférieures aux moyennes locales et nationales. Les valeurs élevées observées en 2016 semblent être exceptionnelles.

Pour le cuivre, la concentration mesurée est en baisse depuis 2013 à l'inverse du mercure qui est en hausse depuis 2015 mais toujours inférieure aux données OSPAR ainsi qu'aux données locales et nationales. Enfin, la concentration en cadmium est à nouveau en hausse avec une valeur comparable à celle mesurée en 2016 et à celles mesurées aux échelles locale et nationale.

Pour les 3 métaux pris en compte dans la réglementation (Plomb ; Mercure ; Cadmium), les concentrations 2017 sont inférieures au seuil sanitaire.

Concernant les contaminants organiques sur le site du Pérello, les concentrations 2018 en HAPs sont comparables à la moyenne 2006-2017. La concentration particulièrement élevée observée en 2017 semble être exceptionnelle. Comme sur les autres sites, il est à noter tout de même une concentration particulièrement élevée en fluoranthène correspondant à 4 fois la concentration classiquement mesurée mais comparable à la moyenne locale.

Pour les PCBs, les concentrations 2018 sont inférieures à la moyenne 2006-2017. Il en va de même pour le PCB 153, dont la concentration 2018 est nettement inférieure à la moyenne locale et dans la gamme de valeurs régulièrement observées sur ce site.

Stations de surveillance : Port Lay

Sur le site de Port Lay, les concentrations mesurées en cuivre, zinc et cadmium sont stables depuis 2017 et inférieures aux moyennes 2006-2017 pour ce même site, aux moyennes locales et aux médianes nationales.

La concentration en plomb est en hausse depuis 2014 et peut même être considérée comme anormalement élevée au regard de l'indice de condition et des valeurs antérieures.

La concentration en mercure mesurée à Port Lay est de façon générale très faible depuis 2006 et en particulier en 2018.

Pour les 3 métaux pris en compte dans la réglementation (Plomb ; Mercure ; Cadmium), les concentrations 2017 sont inférieures au seuil sanitaire.

Concernant les contaminants organiques sur le site de Port Lay, les concentrations 2018 en HAPs sont comparables à la moyenne 2006-2017. La concentration particulièrement élevée observée en 2017 semble être exceptionnelle. Comme sur les autres sites, il est à noter tout de même une concentration particulièrement élevée en fluoranthène correspondant à 4 fois la concentration classiquement mesurée mais inférieure à la moyenne locale.

Pour les PCBs, les concentrations 2018 sont inférieures à la moyenne 2006-2017. Il en va de même pour le PCB 153, dont la concentration 2018 est nettement inférieure à la moyenne locale et dans la gamme de valeurs régulièrement observées sur ce site.

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.....	4
Figure 2 : Moules sauvages pêchées à Pérello le 13 septembre 2018.	6
Figure 3 : Indices de conditions des moules avant (référence) et après immersion (points de suivi 11 ; 12 et 13) et des points de surveillance. Les valeurs 2018 sont indiquées en rouge....	8
Figure 4 : Concentrations 2018 en cuivre sur les points de suivi avant et après immersion et sur les points de surveillance.....	9
Figure 5 : Relation entre l'indice de condition et la concentration en cuivre – données 2006 à 2017 en bleu clair et les données 2018 en bleu foncé pour les points de suivi et en rouge pour les points de surveillance. Une valeur moyenne de l'indice de condition a été utilisée pour le point avant immersion.	9
Figure 6 : Concentrations 2018 en zinc sur les points de suivi avant et après immersion et sur les points de surveillance.	10
Figure 7 : Relation entre l'indice de condition et la concentration en zinc – données 2006 à 2017 en bleu clair et les données 2018 en bleu foncé pour les points de suivi et en rouge pour les points de surveillance. Une valeur moyenne de l'indice de condition a été utilisée pour le point avant immersion.	10
Figure 8 : Concentrations 2018 en plomb sur les points de suivi avant et après immersion et sur les points de surveillance.....	11
Figure 9 : Relation entre l'indice de condition et la concentration en plomb – données 2006 à 2017 en bleu clair et les données 2018 en bleu foncé pour les points de suivi et en rouge pour les points de surveillance. Une valeur moyenne de l'indice de condition a été utilisée pour le point avant immersion.	12
Figure 10 : Concentrations 2018 en mercure sur les points de suivi avant et après immersion et sur les points de surveillance.....	12
Figure 11 : Relation entre l'indice de condition et la concentration en mercure – données 2006 à 2017 en bleu clair et les données 2018 en bleu foncé pour les points de suivi et en rouge pour les points de surveillance. Une valeur moyenne de l'indice de condition a été utilisée pour le point avant immersion.....	13
Figure 12 : Concentrations 2017 en cadmium sur les points de suivi avant et après immersion et sur les points de surveillance.....	14
Figure 13 : Relation entre l'indice de condition et la concentration en cadmium – données 2006 à 2016 en bleu clair et les données 2017 en bleu foncé pour les points de suivi et en rouge pour les points de surveillance. Une valeur moyenne de l'indice de condition a été utilisée pour le point avant immersion.....	14
Figure 14 : Evolution de la concentration en métaux lourds sur le site de Pérello depuis 2006.	15
Figure 15 : Evolution de la concentration en métaux lourds sur le site de Pérello depuis 2006.	16

Figure 16 : Répartition 2017 des 16 HAPs en fonction de leur masse moléculaire et donc de leur dangerosité	18
Figure 17 : Evolution de la concentration totale en HAPs par site depuis 2006. La concentration 2017 est indiquée en rouge et la moyenne 2006-2016 en orange.	19
Figure 18 : évolution de la concentration en fluoranthène par site depuis 2006. La concentration 2017 est indiquée en rouge, la moyenne 2006-2016 en orange et la moyenne locale en violet.....	20
Figure 19 : Concentrations 2017 en PCBs totaux (en rouge), en PCB 153 (en vert) et autres PCBs (en orange).	21
Figure 20 : Evolution de la concentration totale en PCB par site depuis 2006. Les concentrations moyennes 2006-2017 sont indiquées en jaune et les concentrations 2018 en rouge.....	21
Figure 21 : Evolution de la concentration en PCB 153 par site depuis 2006. Les concentrations moyennes 2006-2017 sont indiquées en jaune, les concentrations 2018 en rouge et la moyenne locale en violet.....	22
Figure 22 : Indice de déformation sur les 2 points de suivi par rapport à l'indice de référence.	23
Figure 23 : Illustrations de coquilles d'huîtres sans chambre (A), avec une chambre à vers (B), avec le début d'une chambre gélatineuse (C).....	24

6 Listes des tableaux

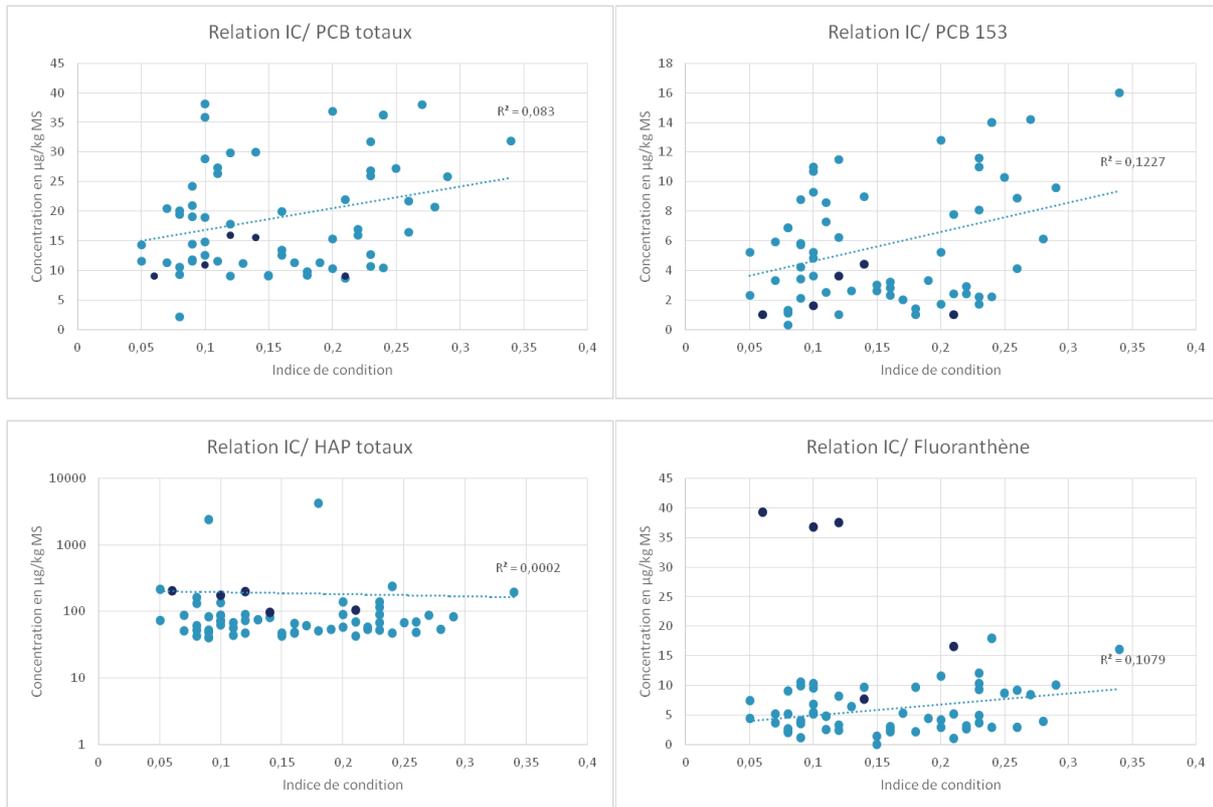
Tableau 1 : Concentrations 2018 en métaux lourds (en mg/kg de matière sèche) sur les points de suivi et de surveillance	7
Tableau 2 : Concentrations 2018 en PCB et HAP (en µg/kg de matière fraîche) sur les points de suivi et de surveillance. (Entre parenthèse le nombre d'HAP sur 16 et de PCB sur 9 présentant des concentrations inférieures aux limites de détection du laboratoire)	17
Tableau 3 : Relevés biométriques avant et après immersion sur les deux points de suivi n° 11 et 12.	23

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

8 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 2017 ; celles en bleu foncé aux concentrations mesurées en 2018).



9 ANNEXE 3 : Résultats des analyses chimiques sur la chair des coquillages



Rapport d'analyse N°845080

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 23/11/2018
Page : 1 / 10

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

Nos références : 2017C060032

Vos références : DPAF/APAL/PGLM Accord cadre n°2017-90408

Remplace le rapport partiel du : 20/11/2018

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 10 page(s) et 0 annexe(s).
Les essais du présent rapport ne sont pas couverts par l'accréditation COFRAC.

Echantillon N° : 845080-001

Date de prélèvement : 02/10/2018
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 10/10/2018
Date de mise en analyse de l'échantillon : 12/10/2018
Référence échantillon : Analyse de matières vivantes - chair de moules - ASSERAC 2018

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	23.3 %	m/m
METAUX			
Cadmium	GFAAS	0.40	mg/kg
Cuivre	ICP	5.4	mg/kg
Mercuré	Vapeurs froides - fluorescence atomique	0.05	mg/kg
Plomb	ICP-MS	0.5	mg/kg
Zinc	ICP	61.7	mg/kg
POLYCHLOROBIPHENYLS			
Somme des 9 PCB identifiés	GC/MS/MS	<17.3	µg/kg/sec
PCB 101	GC/MS/MS	2.30	µg/kg/sec
PCB 105	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 118	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 138	GC/MS/MS	3.40	µg/kg/sec
PCB 153	GC/MS/MS	5.60	µg/kg/sec
PCB 156	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 180	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 28	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 52	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
Naphtalène	GC/MS	9.3	µg/kg/sec
Acénaphthylène	GC/MS	<1.0	µg/kg/sec
Acénaphthène	GC/MS	<1.0	µg/kg/sec
Fluorène	GC/MS	3.9	µg/kg/sec



Rapport d'analyse N°845080

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 23/11/2018
Page : 3 / 10

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

Echantillon N° : 845080-002

Date de prélèvement : 20/09/2018
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 10/10/2018
Date de mise en analyse de l'échantillon : 12/10/2018
Référence échantillon : Analyse de matières vivantes - chair de moules - PORT LAY 2018

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	23.6 %	m/m
METAUX			
Cadmium	GFAAS	0.57	mg/kg
Cuivre	ICP	4.7	mg/kg
Mercure	Vapeurs froides - fluorescence atomique	0.01	mg/kg
Plomb	ICP-MS	2.1	mg/kg
Zinc	ICP	133	mg/kg
POLYCHLOROBIPHENYLS			
Somme des 9 PCB identifiés	GC/MS/MS	<9.0	µg/kg/sec
PCB 101	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 105	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 118	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 138	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 153	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 156	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 180	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 28	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 52	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
Naphtalène	GC/MS	5.1	µg/kg/sec
Acénaphthylène	GC/MS	<1.0	µg/kg/sec
Acénaphthène	GC/MS	<1.0	µg/kg/sec
Fluorène	GC/MS	2.9	µg/kg/sec
Phénanthrène	GC/MS	39.0	µg/kg/sec
Anthracène	GC/MS	<1.0	µg/kg/sec
Fluoranthène	GC/MS	16.6	µg/kg/sec
Pyrène	GC/MS	18.2	µg/kg/sec
Benzo (a) anthracène	GC/MS	<1.0	µg/kg/sec
Chrysène	GC/MS	<1.0	µg/kg/sec
Benzo (b) fluoranthène	GC/MS	1.1	µg/kg/sec
Benzo (k) fluoranthène	GC/MS	1.1	µg/kg/sec
Benzo (a) pyrène	GC/MS	<1.0	µg/kg/sec
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	GC/MS	<5.0	µg/kg/sec



Rapport d'analyse N°845080

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 23/11/2018
Page : 2 / 10

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

Echantillon N° : 845080-001

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
Phénanthrène	GC/MS	45.6	µg/kg/sec
Anthracène	GC/MS	<1.0	µg/kg/sec
Fluoranthène	GC/MS	24.3	µg/kg/sec
Pyrène	GC/MS	26.5	µg/kg/sec
Benzo (a) anthracène	GC/MS	<1.0	µg/kg/sec
Chrysène	GC/MS	1.2	µg/kg/sec
Benzo (b) fluoranthène	GC/MS	2.2	µg/kg/sec
Benzo (k) fluoranthène	GC/MS	1.8	µg/kg/sec
Benzo (a) pyrène	GC/MS	<1.0	µg/kg/sec
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	GC/MS	<5.0	µg/kg/sec
Dibenzo (a,h) anthracène	GC/MS	<5.0	µg/kg/sec
Benzo (g,h,i) péricène	GC/MS	6.0	µg/kg/sec



Rapport d'analyse N°845080

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 23/11/2018
Page : 4 / 10

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

Echantillon N° : 845080-002

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
Dibenzo (a,h) anthracène	GC/MS	<5.0 µg/kg/sec	
Benzo (g,h,i) pénéne	GC/MS	<5.0 µg/kg/sec	



Rapport d'analyse N°845080

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 23/11/2018
Page : 5 / 10

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

Echantillon N° : 845080-003

Date de prélèvement : 13/09/2018
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 10/10/2018
Date de mise en analyse de l'échantillon : 12/10/2018
Référence échantillon : Analyse de matières vivantes - chair de moules -PERELLO 2018

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	23.1 %	m/m
METAUX			
Cadmium	GFAAS	0.80	mg/kg
Cuivre	ICP	4.6	mg/kg
Mercure	Vapeurs froides - fluorescence atomique	0.07	mg/kg
Plomb	ICP-MS	0.9	mg/kg
Zinc	ICP	194	mg/kg
POLYCHLOROBIPHENYLS			
Somme des 9 PCB identifiés	GC/MS/MS	<15.9	µg/kg/sec
PCB 101	GC/MS/MS	2.10	µg/kg/sec
PCB 105	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 118	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 138	GC/MS/MS	3.50	µg/kg/sec
PCB 153	GC/MS/MS	3.60	µg/kg/sec
PCB 156	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 180	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 28	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 52	GC/MS/MS	1.70	µg/kg/sec
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
Naphtalène	GC/MS	5.9	µg/kg/sec
Acénaphthylène	GC/MS	<1.0	µg/kg/sec
Acénaphthène	GC/MS	<1.0	µg/kg/sec
Fluorène	GC/MS	3.6	µg/kg/sec
Phénanthrène	GC/MS	84.5	µg/kg/sec
Anthracène	GC/MS	3.2	µg/kg/sec
Fluoranthène	GC/MS	37.5	µg/kg/sec
Pyrène	GC/MS	43.0	µg/kg/sec
Benzo (a) anthracène	GC/MS	<1.0	µg/kg/sec
Chrysène	GC/MS	<1.0	µg/kg/sec
Benzo (b) fluoranthène	GC/MS	1.2	µg/kg/sec
Benzo (k) fluoranthène	GC/MS	1.5	µg/kg/sec
Benzo (a) pyrène	GC/MS	<1.0	µg/kg/sec
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	GC/MS	<5.0	µg/kg/sec



Rapport d'analyse N°845080

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 23/11/2018
Page : 6 / 10

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

Echantillon N° : 845080-003

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
Dibenzo (a,h) anthracène	GC/MS	<5.0	µg/kg/sec
Benzo (g,h,i) pénéne	GC/MS	<5.0	µg/kg/sec



Rapport d'analyse N°845080

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 23/11/2018
Page : 7 / 10

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

Echantillon N° : 845080-004

Date de prélèvement : 03/10/2018
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 10/10/2018
Date de mise en analyse de l'échantillon : 12/10/2018
Référence échantillon : Analyse de matières vivantes - chair de moules - STATION 11-2017

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465		13.6 % m/m
METAUX			
Cadmium	GFAAS		1.59 mg/kg
Cuivre	ICP		6.2 mg/kg
Mercuré	Vapeurs froides - fluorescence atomique		0.11 mg/kg
Plomb	ICP-MS		2.4 mg/kg
Zinc	ICP		198 mg/kg
POLYCHLOROBIPHENYLS			
Somme des 9 PCB identifiés	GC/MS/MS		<9.1 µg/kg/sec
PCB 101	GC/MS/MS		<1 µg/kg/sec
PCB 105	GC/MS/MS		<1 µg/kg/sec
PCB 118	GC/MS/MS		<1 µg/kg/sec
PCB 138	GC/MS/MS		1.10 µg/kg/sec
PCB 153	GC/MS/MS		<1 µg/kg/sec
PCB 156	GC/MS/MS		<1 µg/kg/sec
PCB 180	GC/MS/MS		<1 µg/kg/sec
PCB 28	GC/MS/MS		<1 µg/kg/sec
PCB 52	GC/MS/MS		<1 µg/kg/sec
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
Naphtalène	GC/MS		6.8 µg/kg/sec
Acénaphthylène	GC/MS		1.7 µg/kg/sec
Acénaphthène	GC/MS		<1.0 µg/kg/sec
Fluorène	GC/MS		4.2 µg/kg/sec
Phénanthrène	GC/MS		77.6 µg/kg/sec
Anthracène	GC/MS		2.9 µg/kg/sec
Fluoranthène	GC/MS		39.3 µg/kg/sec
Pyrène	GC/MS		47.6 µg/kg/sec
Benzo (a) anthracène	GC/MS		<1.0 µg/kg/sec
Chrysène	GC/MS		1.1 µg/kg/sec
Benzo (b) fluoranthène	GC/MS		2.6 µg/kg/sec
Benzo (k) fluoranthène	GC/MS		1.4 µg/kg/sec
Benzo (a) pyrène	GC/MS		<1.0 µg/kg/sec
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	GC/MS		<5.0 µg/kg/sec



Rapport d'analyse N°845080

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 23/11/2018
Page : 8 / 10

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

Echantillon N° : 845080-004

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
Dibenzo (a,h) anthracène	GC/MS	<5,0 µg/kg/sec	
Benzo (g,h,i) pénéne	GC/MS	<5,0 µg/kg/sec	



Rapport d'analyse N°845080

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 23/11/2018
Page : 9 / 10

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

Echantillon N° : 845080-005

Date de prélèvement : 03/10/2018
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 10/10/2018
Date de mise en analyse de l'échantillon : 12/10/2018
Référence échantillon : Analyse de matières vivantes - chair de moules - STATION 13-2017

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465		17.1 % m/m
METAUX			
Cadmium	GFAAS		0.94 mg/kg
Cuivre	ICP		6.0 mg/kg
Mercuré	Vapeurs froides - fluorescence atomique		0.07 mg/kg
Plomb	ICP-MS		1.5 mg/kg
Zinc	ICP		151 mg/kg
POLYCHLOROBIPHENYLS			
Somme des 9 PCB identifiés	GC/MS/MS	<10.9	µg/kg/sec
PCB 101	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 105	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 118	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 138	GC/MS/MS	2.00	µg/kg/sec
PCB 153	GC/MS/MS	1.60	µg/kg/sec
PCB 156	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 180	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 28	GC/MS/MS	<1	µg/kg/sec
PCB 52	GC/MS/MS	1.30	µg/kg/sec
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
Naphtalène	GC/MS	4.7	µg/kg/sec
Acénaphthylène	GC/MS	1.0	µg/kg/sec
Acénaphthène	GC/MS	<1.0	µg/kg/sec
Fluorène	GC/MS	2.1	µg/kg/sec
Phénanthrène	GC/MS	61.9	µg/kg/sec
Anthracène	GC/MS	1.6	µg/kg/sec
Fluoranthène	GC/MS	36.8	µg/kg/sec
Pyrène	GC/MS	44.1	µg/kg/sec
Benzo (a) anthracène	GC/MS	<1.0	µg/kg/sec
Chrysène	GC/MS	<1.0	µg/kg/sec
Benzo (b) fluoranthène	GC/MS	1.8	µg/kg/sec
Benzo (k) fluoranthène	GC/MS	1.8	µg/kg/sec
Benzo (a) pyrène	GC/MS	<1.0	µg/kg/sec
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	GC/MS	<5.0	µg/kg/sec



Rapport d'analyse N°845080

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 23/11/2018
Page : 10 / 10

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

Echantillon N° : 845080-005

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
Dibenzo (a,h) anthracène	GC/MS	<5.0 µg/kg/sec	
Benzo (g,h,i) pénéne	GC/MS	<5.0 µg/kg/sec	

Rapport approuvé par Elise ADAM Responsable validation technique

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

Antenne Nord

20 rue de l'Hermitte

Imm Les Trois Ponts - 59140 DUNKERQUE

03.28.59.94.71. / 06.45.23.05.58



LE SUIVI DU SITE D'IMMERSION

Partie n°7

Peuplements benthiques (TBM)



▲ Suivi 2018 du site d'immersion des produits de dragage au large de Groix.

▲ « Surveillance chimique et peuplements benthiques »

▲ Rapport

Date : Décembre 2018



SOMMAIRE

1.	Introduction.....	3
2.	Matériel et méthodes.....	5
2.1	Stations de prélèvements.....	5
2.2	Méthodes et moyens.....	5
3.	Analyses granulométriques.....	8
4.	Faune benthique.....	11
4.1	Paramètres synthétiques : Richesse spécifique, Abondance, indice de diversité et groupes taxonomiques.....	11
4.1.1	Définitions.....	11
4.1.2	Résultats.....	12
4.2	Peuplements et habitats.....	21
4.2.1	Définitions.....	21
4.2.2	Habitats observés.....	21
4.3	Indices de qualité du milieu.....	25
4.3.1	Définitions.....	25
4.3.2	Résultats.....	28
5.	Comparaison des peuplements entre 2010 et 2018.....	33
6.	Conclusion.....	35

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 organisé en deux phases.

Cependant, suite au 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 servira de point de référence supplémentaire.

Les données analysées ont été obtenues par plusieurs prestataires : le bureau d'études TBM environnement en 2010, 2011, 2013, 2016 et 2017, 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 peuplement benthique 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 2018. 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 2018.

2. Matériel et méthodes

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

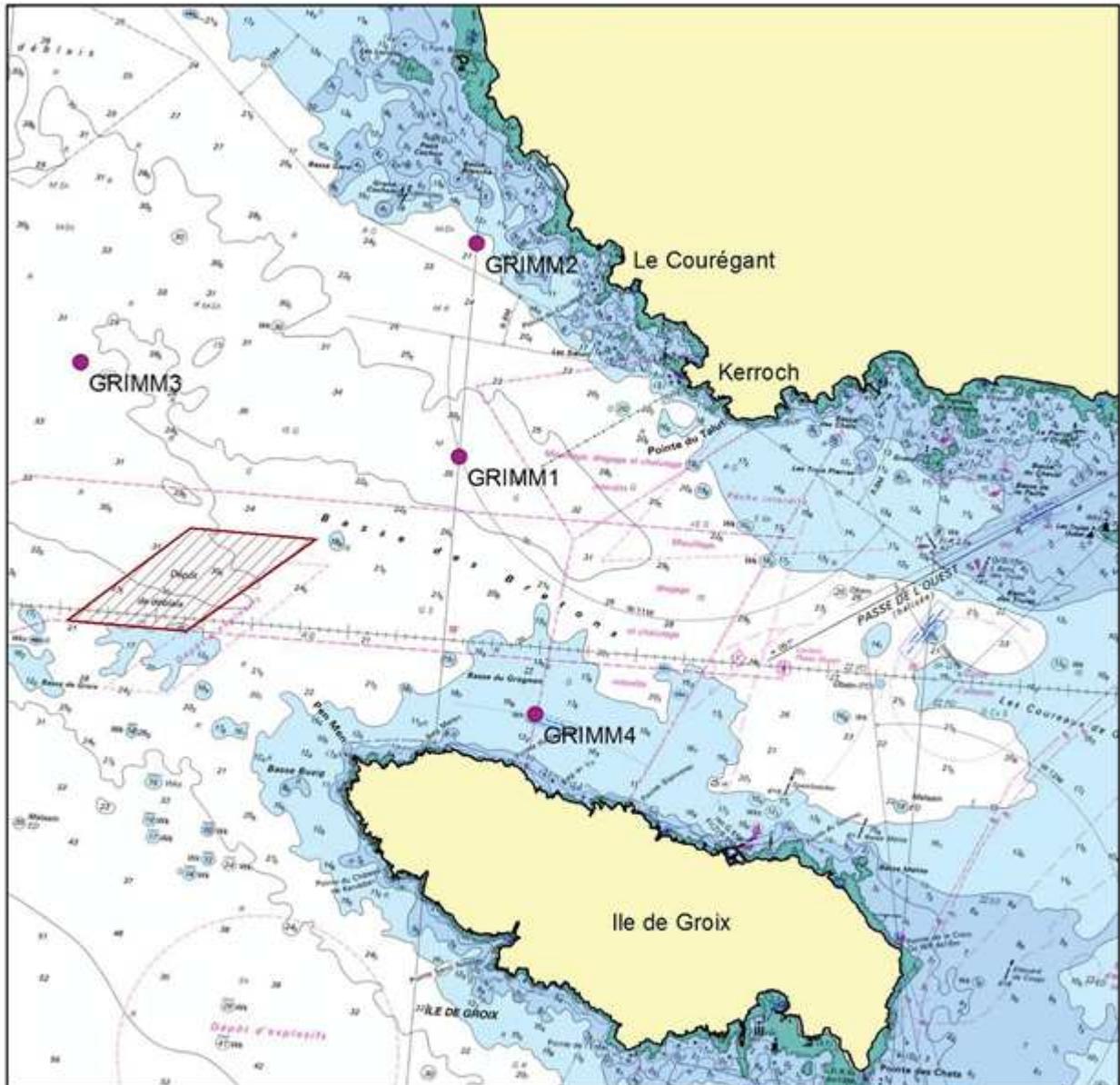
Les prélèvements ont été réalisés le 7 septembre 2018 à bord du navire de la société ISMER. Le rapport de mission est consultable en annexe 1. Une benne Day (prélèvements de 0,1 m²) a été utilisée (Figure 1).



Figure 1 : Benne Day et tamis (cliché TBM)

LOCALISATION DES STATIONS DE PRÉLÈVEMENT

Suivi environnemental 2018 du site d'immersion - Port de Lorient



● Stations de prélèvements

▨ Site d'immersion

Carte réalisée par TBM, 2018

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

0 1 2 Km



Carte 1 : Plan d'échantillonnage

Pour chacune des stations, six réplicats 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).

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, 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. 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 à 64 mm),
- les galets (> 64 mm).

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

- à la station GRIMM 1, les fractions vaseuse et sable fin dominent largement (64,8% et 25,9%) avec une fraction grossière peu importante. Nous sommes en présence de vases sableuses.
- à la station GRIMM 2, la fraction sables fins est majoritairement représentée avec 63,9%. La vase est assez bien représentée avec 23,2%. Nous sommes en présence de sables fins envasés.
- Aux GRIMM 3 et GRIMM4, ce sont les sables grossiers qui dominent largement avec 71,8% et 59,3%. Le pourcentage de vase est inférieur à 4 %. Nous sommes en présence de sables grossiers.

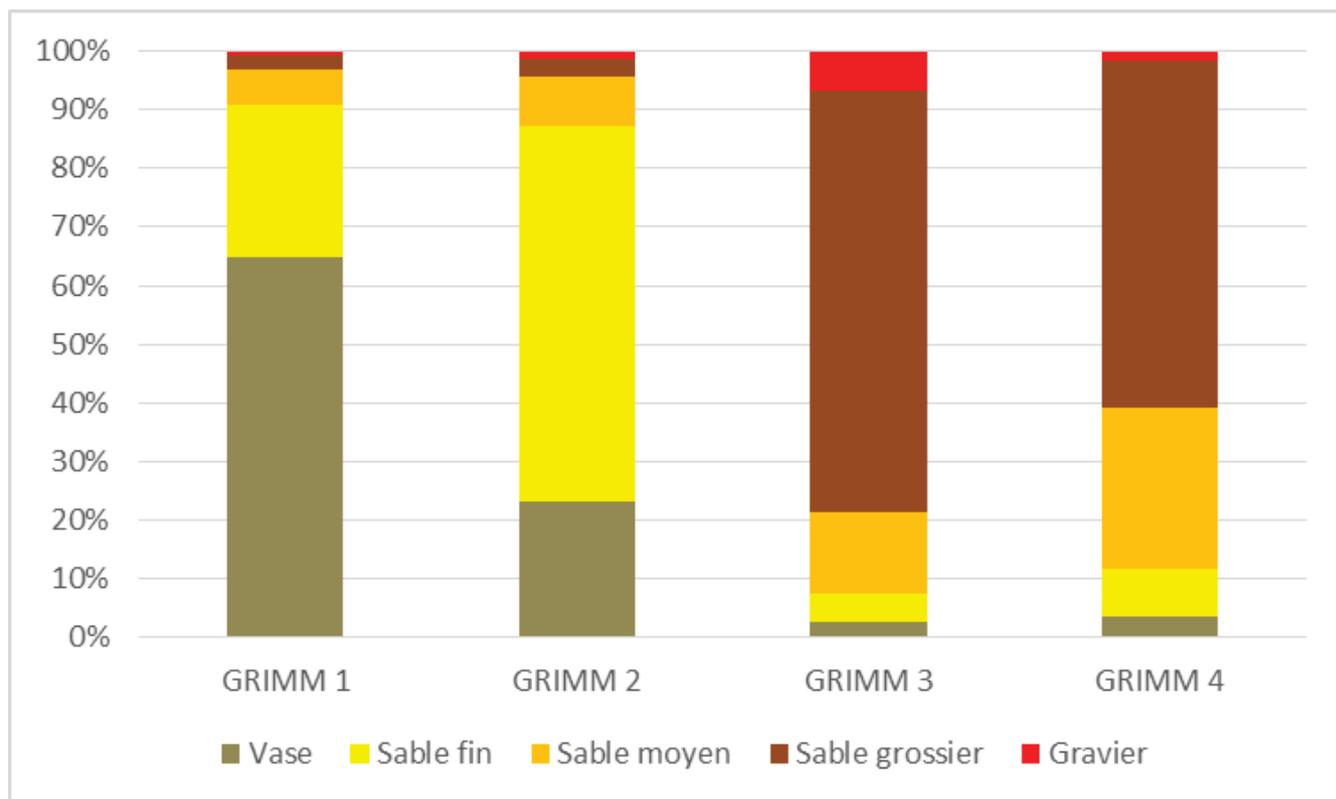
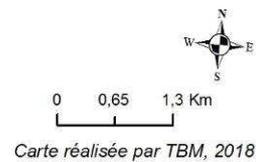
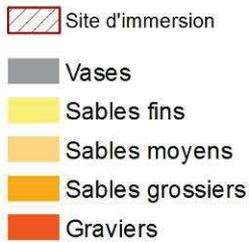
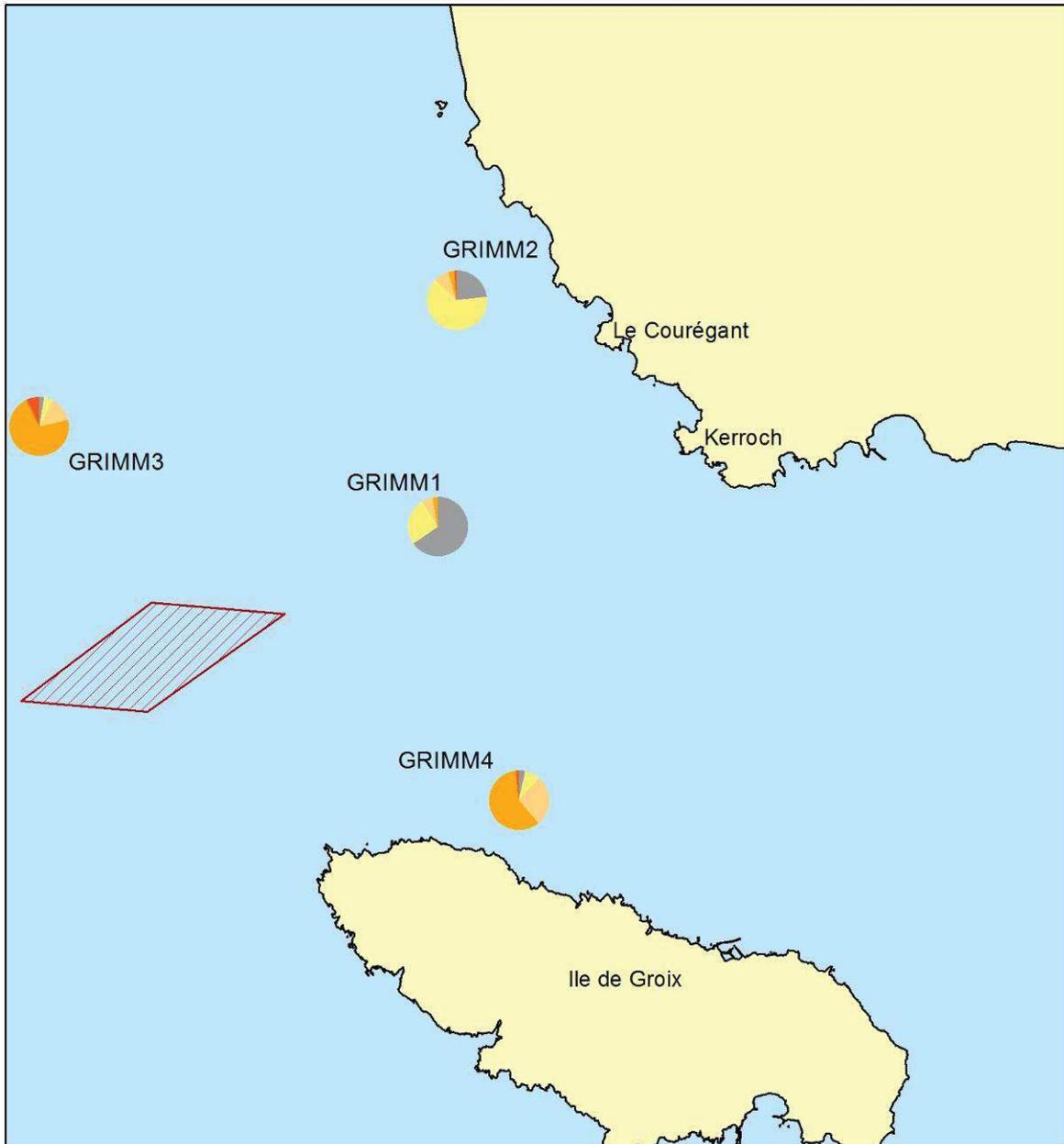


Figure 2 : Pourcentages des fractions granulométriques



FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES

Suivi environnemental 2018 du site d'immersion - Port de Lorient



Carte 2 : Fractions granulométriques

4. Faune benthique

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

161 espèces ont été identifiées sur l'ensemble des échantillons (ensemble des réplicats). Le tableau listant les espèces et le nombre d'individus par réplicat est présenté en Annexe 3.

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 (équitépartition des individus dans les espèces).

4.1.2 Résultats

- Richesse spécifique et Abondance (Carte 3)

La richesse spécifique moyenne est comprise entre 22 et 33 espèces (Figure 3). Elle est maximale pour les stations GRIMM1 et GRIMM2. La richesse spécifique totale varie de 55 à 71 espèces (Tableau 1).

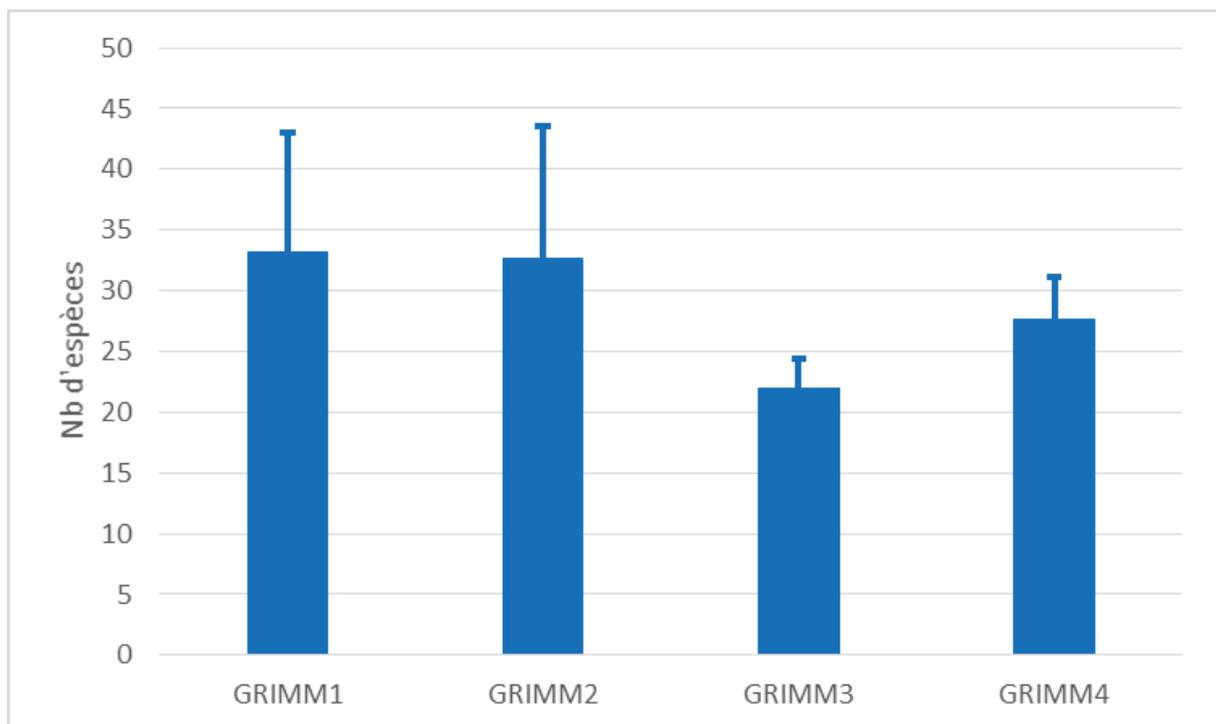


Figure 3 : Richesses spécifiques moyennes

Tableau 1 : Richesse et abondance totales

STATIONS	Richesse totale	Abondance totale (0,5 m ²)
GRIMM1	69	2362
GRIMM2	71	858
GRIMM3	57	302
GRIMM4	55	1375

Les abondances moyennes varient de 604 à 4724 ind/m² (Figure 4). Des variabilités intra et inter-zones sont observées. La valeur est minimale pour GRIMM 3 et maximale pour GRIMM1. Les abondances totales (0,5 m²) sont comprises entre 302 et 2362 individus (Tableau 1). L'abondance est maximale pour la station GRIMM1 et minimale pour la station GRIMM3.

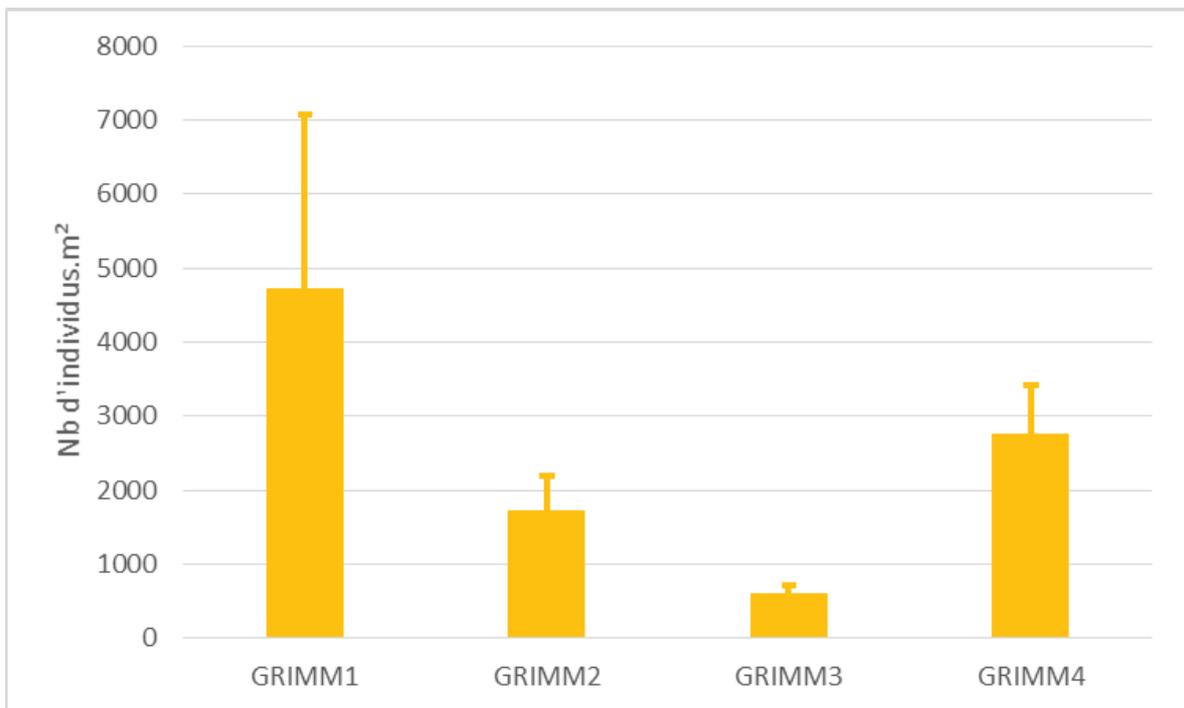
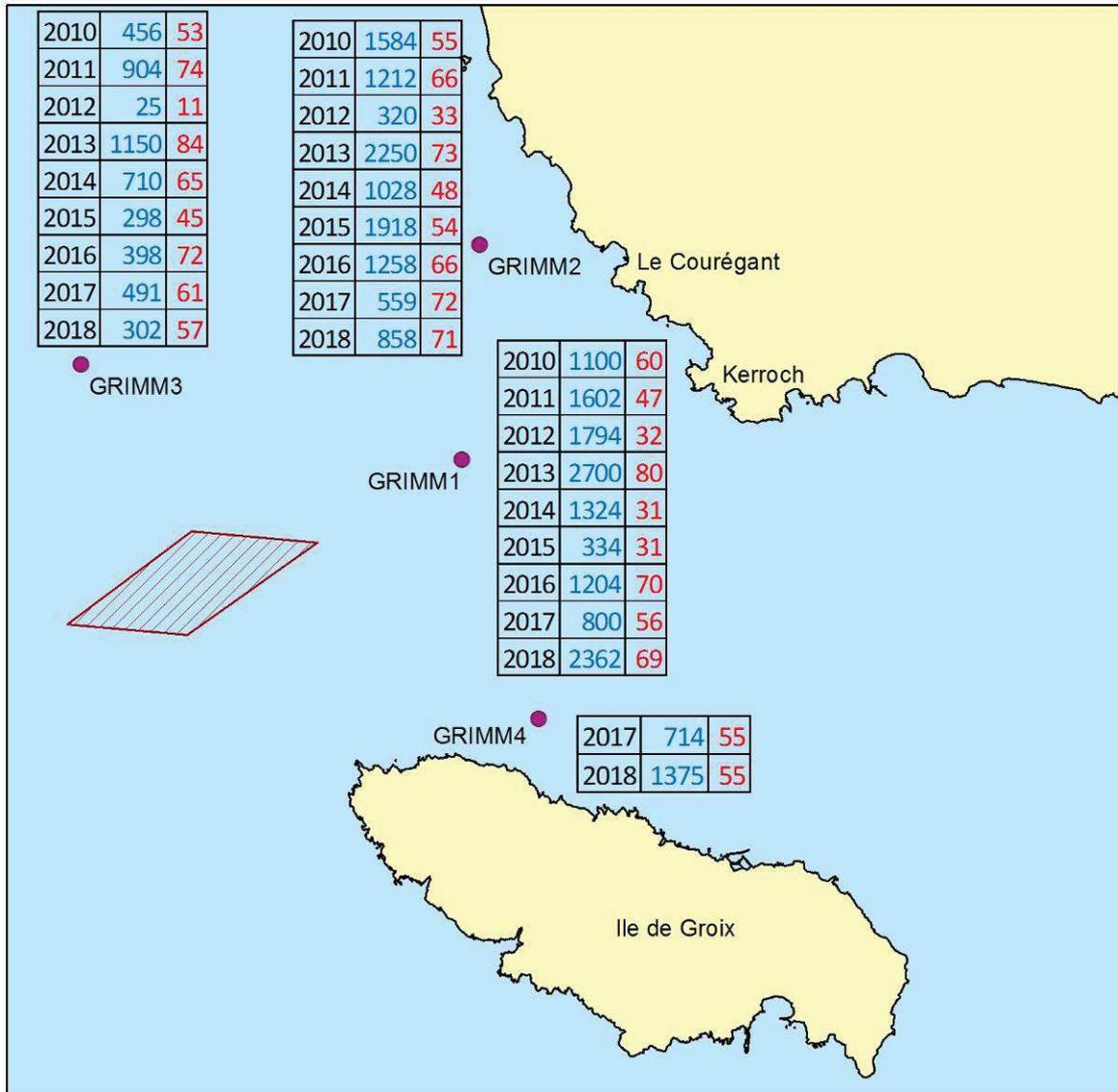


Figure 4: Abondances moyennes (nb d'ind/ m²)



ABONDANCE ET RICHESSE SPÉCIFIQUE

Suivi environnemental 2018 du site d'immersion - Port de Lorient



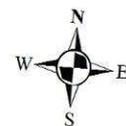
Carte réalisée par TBM, 2018

Abondance (ind / 0,5 m²)

Richesse spécifique (nombre d'espèce / station)

- Stations de prélèvements
- ▨ Site d'immersion

0 1 2 Km



Carte 3 : Abondance et richesse spécifique totale

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'amoindrir l'effet des espèces dominantes.

La Figure 5 permet de visualiser une hétérogénéité entre les 4 stations (regroupements 1.1, 1.2, 2.1 et 2.2). Le regroupement 1 isole les stations des sédiments grossiers alors que les stations vaseuses sont dans le regroupement 2. Une homogénéité est à noter à l'intérieur des stations (MDS). En effet, les échantillons ne sont pas statistiquement différents pour les stations 2, 3 et 4 (test de Simprof). Pour la station 1, le réplikat 1 est légèrement différent des quatre autres.

Le cortège des espèces de l'assemblage 1.1 (Station GRIMM 4) et de l'assemblage 1.2 (station GRIMM3) est principalement caractérisé par des polychètes comme *Pisione remota*, *Polygordius* sp., *Syllis* spp ou. *Mediomastus fragilis* Ces espèces sont toutes à affinité sableuse. Le regroupement 2 les deux stations caractérisées par des vases sableuses : regroupement 2.1 = station GRIMM2 et regroupement 2.2 = station GRIMM1. Les polychètes

Paradoneis lyra et *Magelona filiformis* et le crustacé *Ameplisca brevicornis* caractérise la station 2.1. Ces espèces sont à affinités sabulicoles et sabulicoles-vasicoles. Ce sont des espèces sabulicoles tolérants ou vasicoles (les polychètes *Scalibregma inflatum*, *Labioleanira yhleni*, et surtout un mollusque *Nucula nitidosa*) qui caractérisent le peuplement 2.2 (Tableau 2).

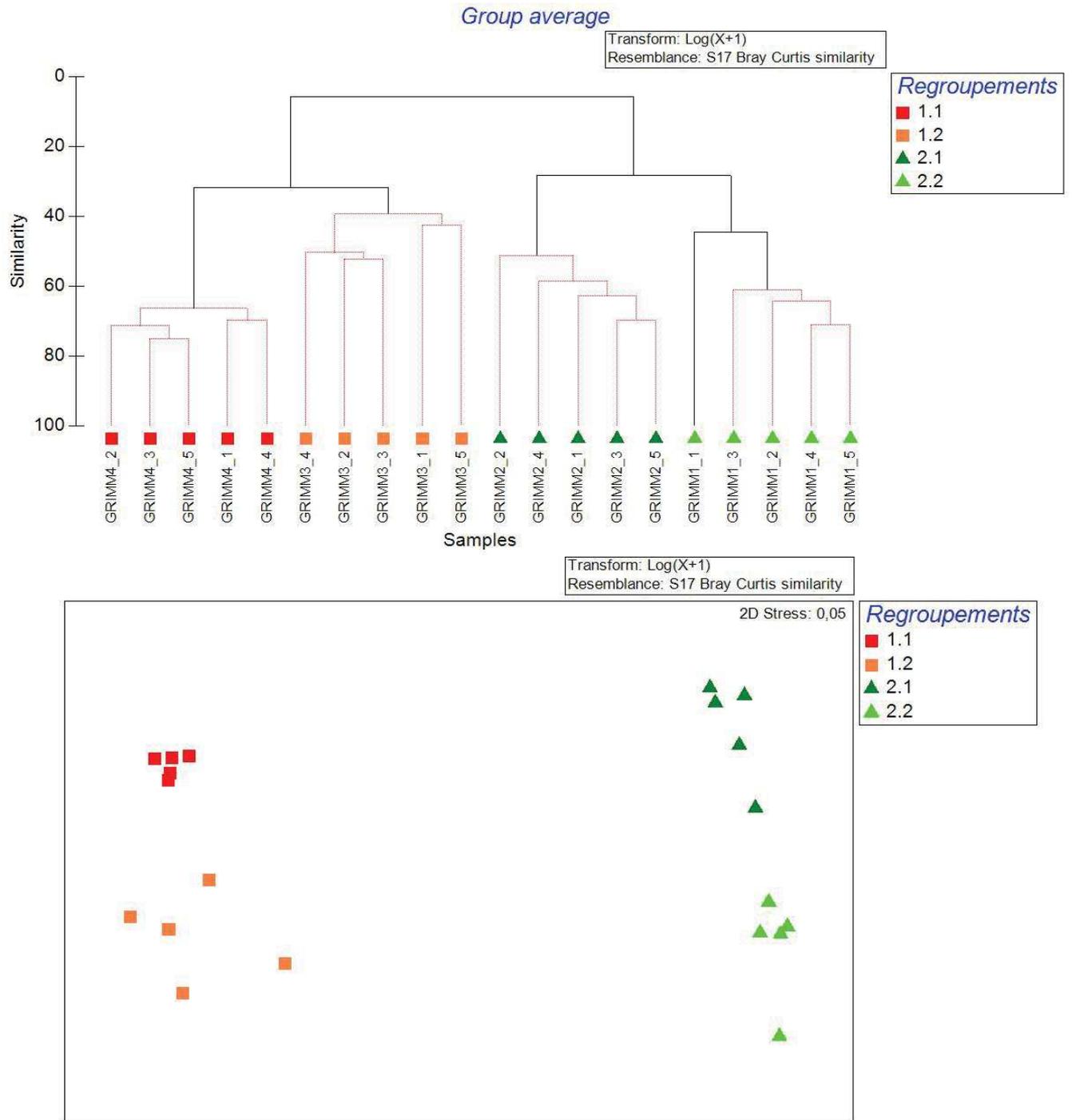


Figure 5: CAH et MDS réalisée sur les abondances (0,1m²)

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	55,42	<i>Polygordius sp.</i>	17,57
		<i>Pisione remota</i>	30,41
		<i>Syllis garciai</i>	39,29
		<i>Lepidepecreum longicornis</i>	47,94
1.2	43,22	<i>Polygordius sp.</i>	26,88
		<i>Mediomastus fragilis</i>	40,59
		<i>Pisione remota</i>	52,07
2.1	57,71	<i>Paradoneis lyra</i>	9,41
		<i>Goniada maculata</i>	17,46
		<i>Magelona filiformis</i>	25,03
		<i>Amphipholis squamata</i>	32,54
		<i>Ampelisca brevicornis</i>	39,7
		<i>Diastylis bradyi</i>	46,55
2.2	56,2	<i>Scalibregma inflatum</i>	17,52
		<i>Nucula nitidosa</i>	27,28
		<i>Abra alba</i>	36,96
		<i>Labioleanira yhleni</i>	45,11

- Diversité et régularité

Le Tableau 3 récapitule les résultats obtenus pour la diversité et la régularité. Les valeurs pour les stations GRIMM2 et GRIMM3 sont relativement similaires. Les valeurs pour la station GRIMM1 et GRIMM4 sont plus faibles. Les valeurs les plus faibles indiquent la dominance d'une espèce dans le peuplement, comme le polychète *Scalibregma inflatum*.

Tableau 3 : Diversité de Shannon et régularité moyenne

	Diversité	Régularité
GRIMM1	2,64 ± 0,30	0,53 ± 0,09
GRIMM2	3,94 ± 0,35	0,79 ± 0,02
GRIMM3	3,65 ± 0,26	0,82 ± 0,03
GRIMM4	2,76 ± 0,12	0,58 ± 0,02

- 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.

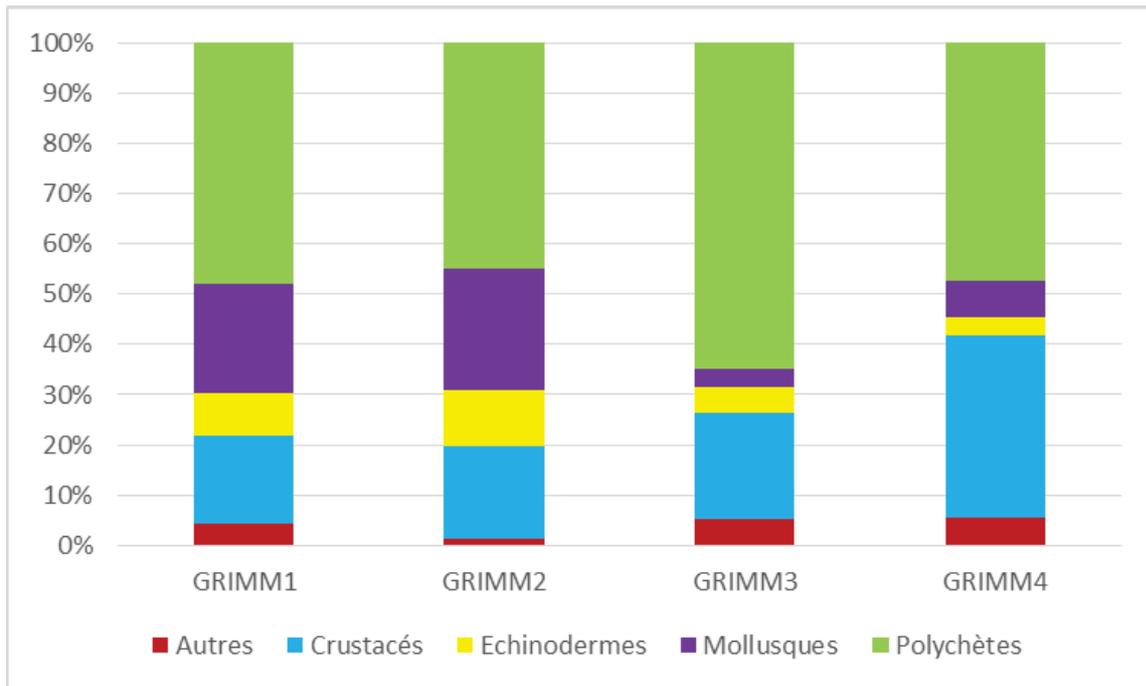


Figure 6 : Groupes taxonomiques en termes de richesse

En revanche, en termes d'abondance, des variabilités taxonomiques sont à noter (Figure 7). La station GRIMM1 est dominée par les mollusques et les polychètes alors que les polychètes et les crustacés dominent dans la station GRIMM2. Les stations GRIMM3 et GRIMM4 sont fortement dominées par les polychètes (85%). Les cartes 10 et 11 illustrent la répartition des différents groupes taxonomiques sur chacune des stations respectivement en termes de richesse et d'abondance.

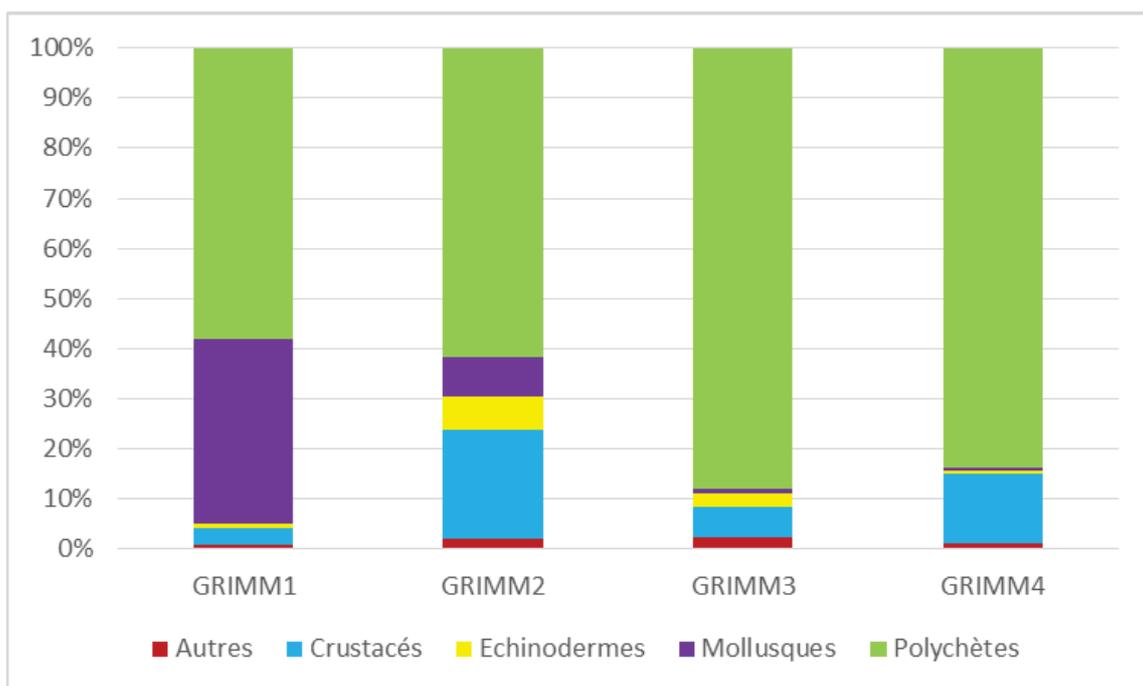


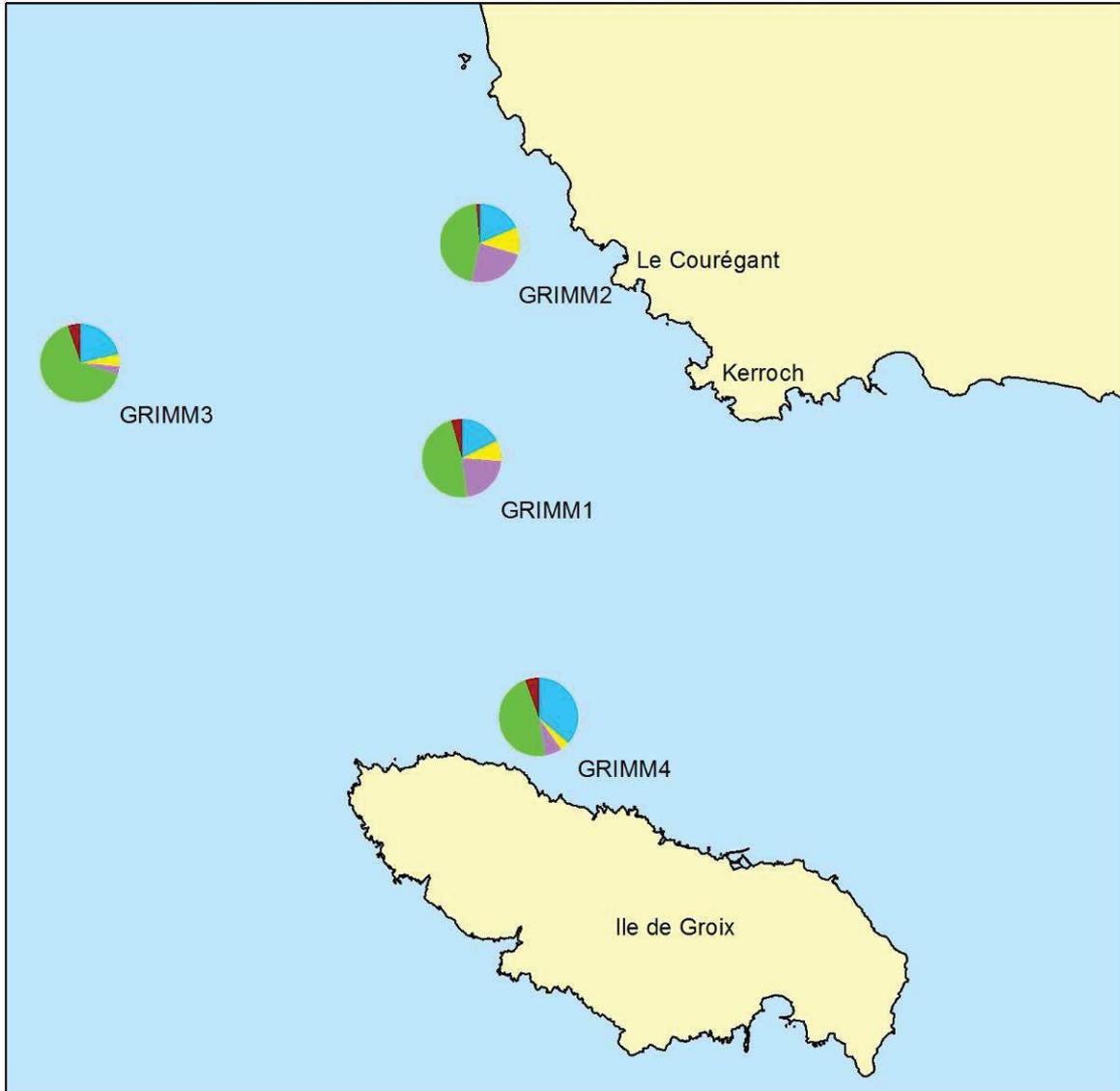
Figure 7 : Groupes taxonomiques en termes d'abondance



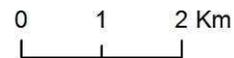
POURCENTAGES DES DIFFÉRENTS GROUPES TAXONOMIQUES EN TERME DE RICHESSE SPÉCIFIQUE



Suivi environnemental 2018 du site d'immersion - Port de Lorient



Carte réalisée par TBM, 2018



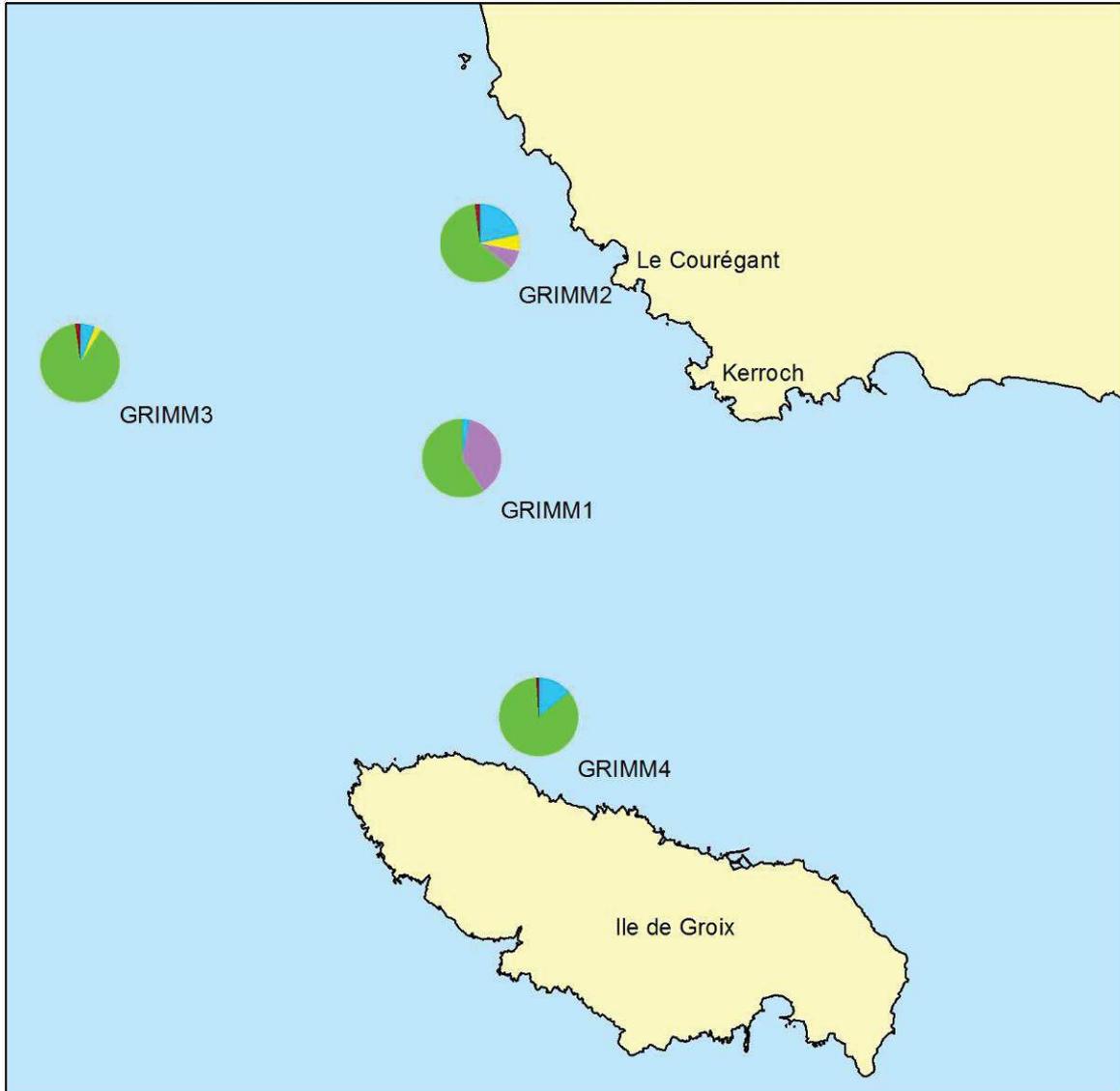
Carte 4 : Groupes taxonomiques en termes de richesse



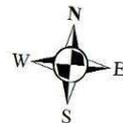
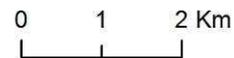
POURCENTAGES DES DIFFÉRENTS GROUPES TAXONOMIQUES EN TERME D'ABONDANCE



Suivi environnemental 2018 du site d'immersion - Port de Lorient



Carte réalisée par TBM, 2018



Carte 5 : Groupes taxonomiques en termes d'abondance

4.2 Peuplements et habitats

4.2.1 Définitions

La typologie des habitats marins benthiques français de Manche, de Mer du Nord et d'Atlantique qui est parue en 2015 (MICHEZ *et al.*, 2015) a été utilisée. Cette typologie se base sur celle mise en place en Bretagne (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.

A) Station 1 (GRIMM1)

Cette station appartient 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*, *Pectinaria 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 est M10.01.03 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)

B) Station 2 (GRIMM2)

La station GRIMM2 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 est M09.02.01.02.02 Sables fins envasés compacts infralittoraux à *Angulus fabula* et *Magelona mirabilis* et avec bivalves vénéridés et amphipodes.*



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

C) Station 3 (GRIMM3) et Station 4 (GRIMM4)

Les stations GRIMM3 et GRIMM4 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 vénéridés.

Cet habitat est couramment rencontré le long de 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 GRIMM3 sont les polychètes *Mediomastus fragilis* et *Lumbrineris latreilli*. A la station GRIMM4, les espèces caractéristiques sont légèrement différentes avec les polychètes *Pisione remota* 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 *Syllis* spp, *Protodorvillea kefersteini*, *Goniadella gracilis*, *Glycera lapidum*. 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 sont pour la station GRIMM3 : M08.01.02.02 Sables grossiers

*et graviers du circalittoral côtier à Mediomastus fragilis, Lumbrineris spp. et bivalves
vénéridés, et pour la station GRIMM 4 : M08.01.02.05 Sables grossiers et graviers du
circalittoral côtier à Branchiostoma lanceolata.*

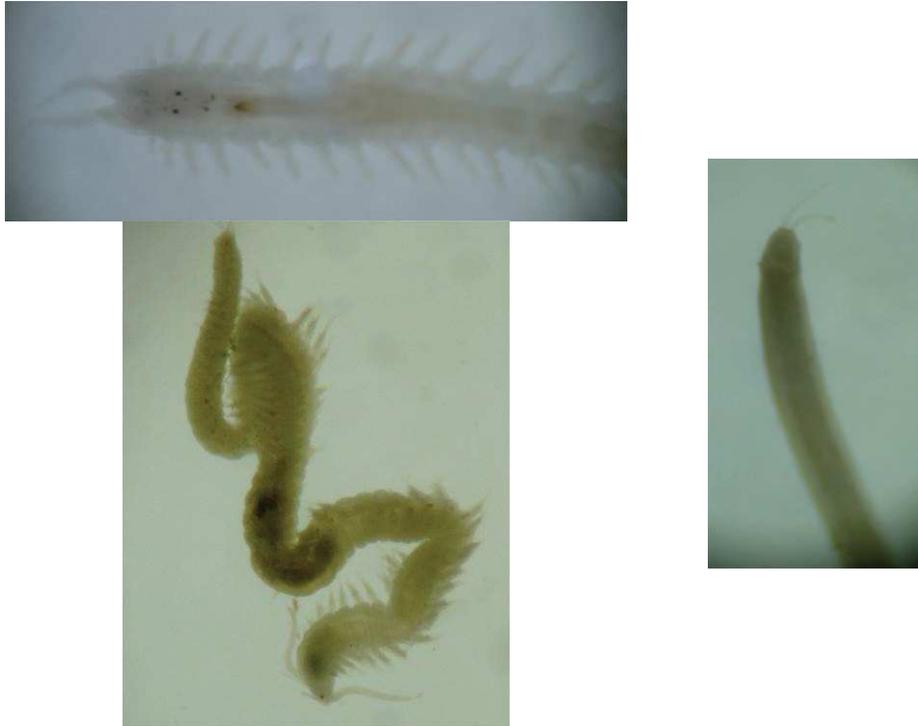


Figure 10 : *Pisione remota*, *Polygordius* sp. et *Protodorvillea kefersteini*

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.

5.3.1.2 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	$5,5 < AMBI \leq 7$	Azoïque
Médiocre	$4,3 < AMBI \leq 5,5$	Gravement pollué
Moyen	$3,3 < AMBI \leq 4,3$	Modérément pollué
Bon	$1,2 < AMBI \leq 3,3$	Légèrement pollué
Très bon	$0 < AMBI \leq 1,2$	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 GRIMM3 et GRIMM4 (sable grossier) 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, GRIMM3 et GRIMM4. 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 stations GRIMM2, GRIMM3 et GRIMM4 sont nuls. L'état de santé du milieu est normal, au vu du critère étudié. Une transition vers un état légèrement enrichi est mise en relief par un I2EC de 2 sur la station GRIMM1.

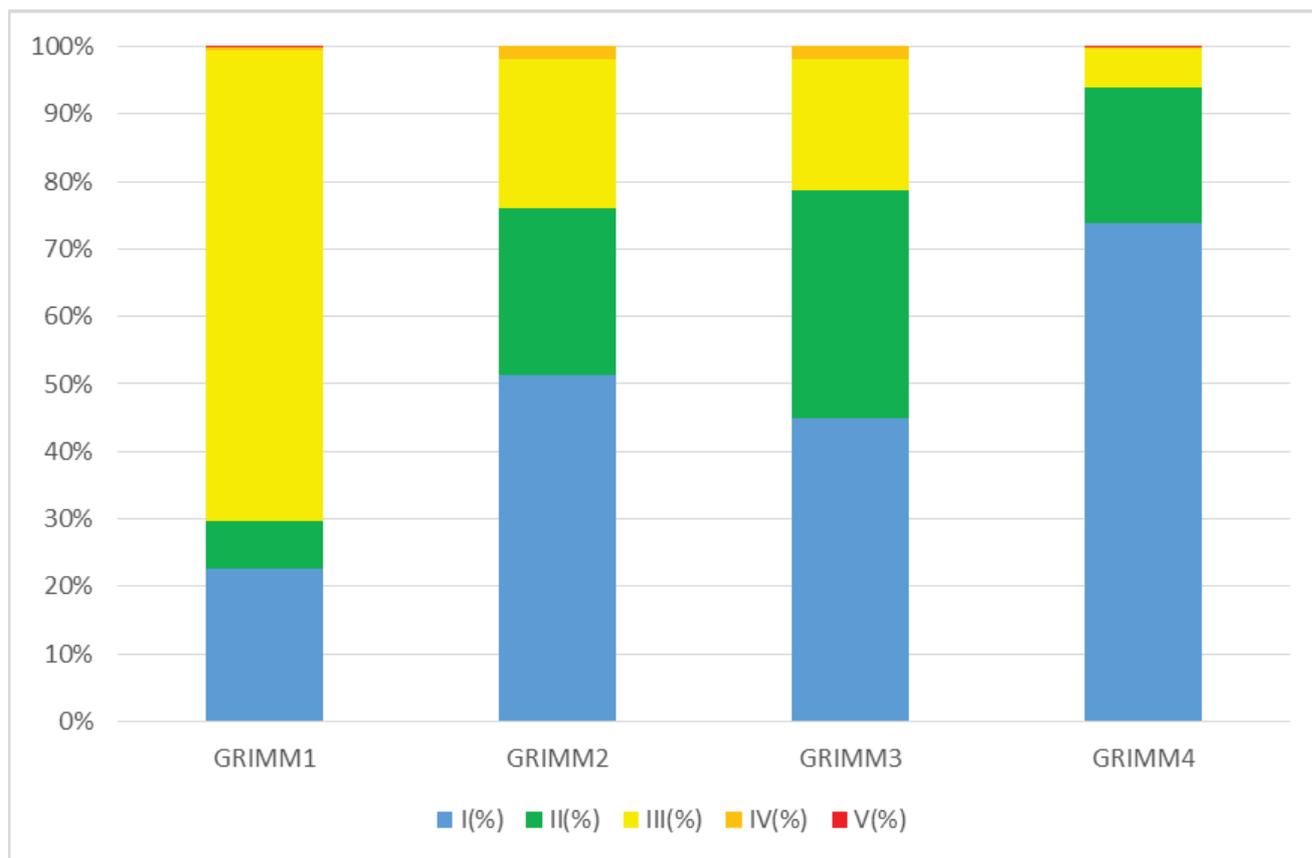
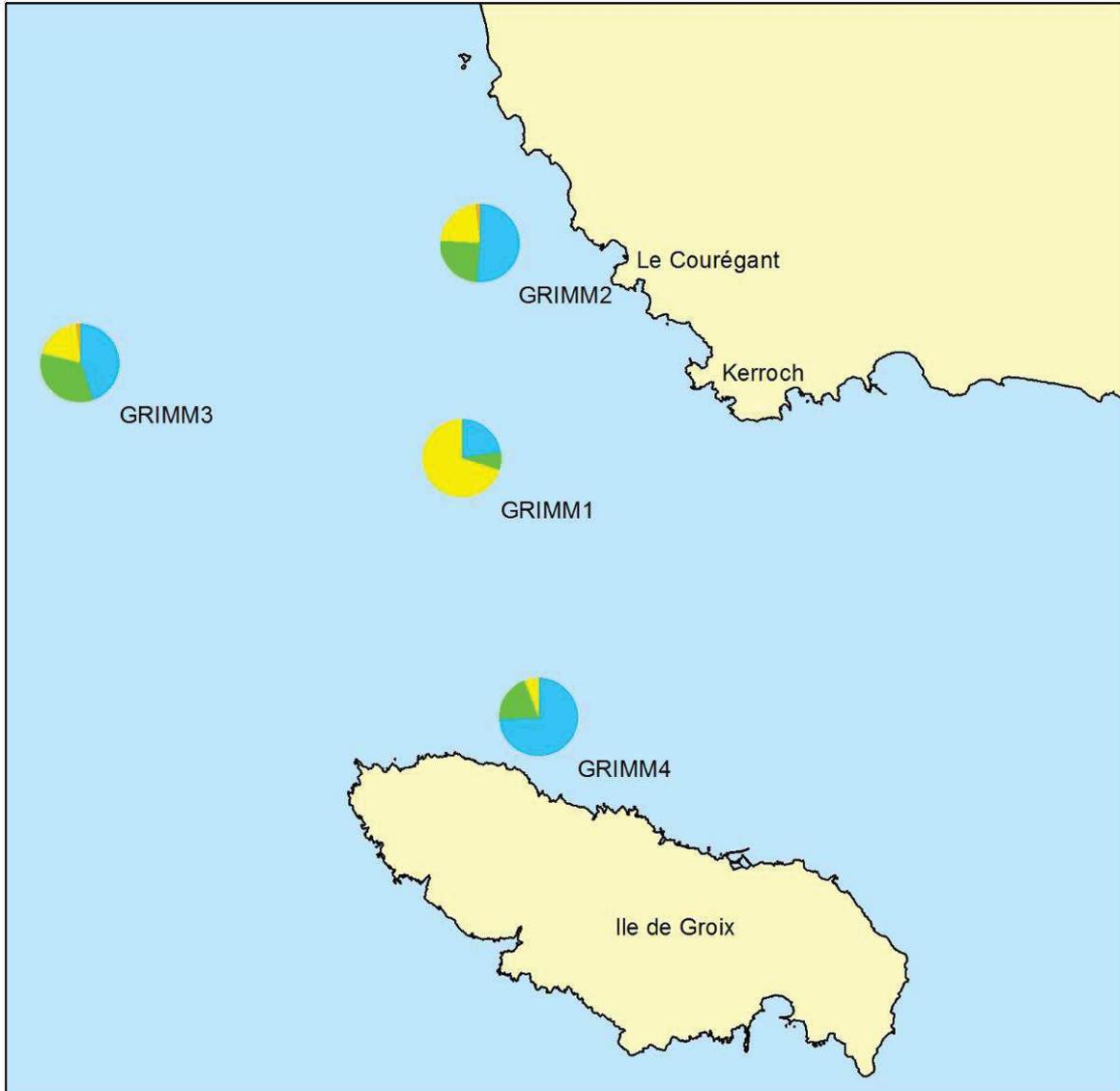


Figure 11: Pourcentages des groupes écologiques



GROUPES ÉCOLOGIQUES

Suivi environnemental 2018 du site d'immersion - Port de Lorient



Carte réalisée par TBM, 2018

-  Groupe I
-  Groupe II
-  Groupe III
-  Groupe IV
-  Groupe V

0 1 2 Km

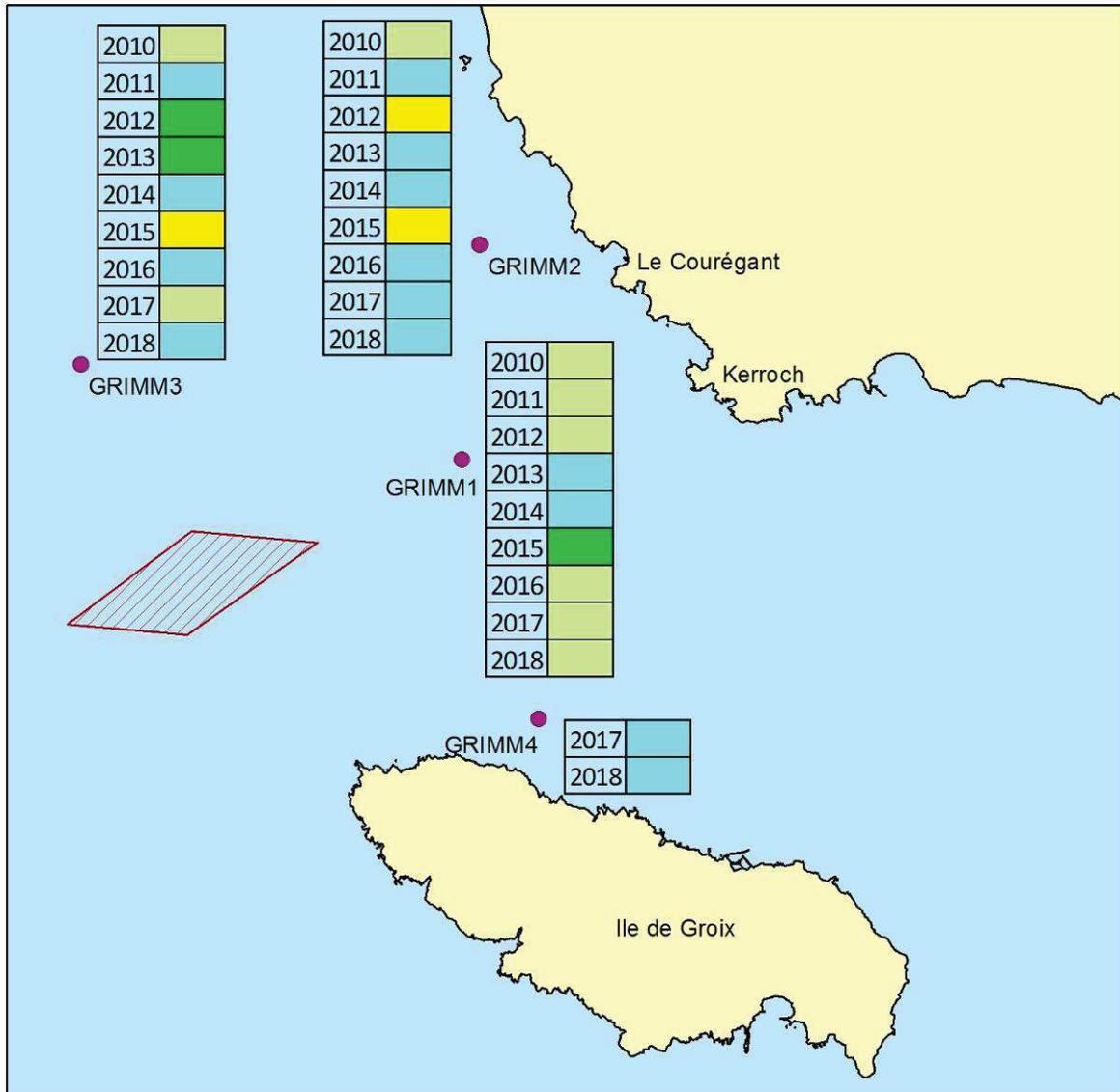


Carte 6: Groupes écologiques



INDICE D'ÉVALUATION DE L'ENDOFAUNE CÔTIÈRE

Suivi environnemental 2018 du site d'immersion - Port de Lorient



● Stations de prélèvements

Carte réalisée par TBM, 2018

▨ 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

0 1 2 Km



Carte 7 : I2EC

Les résultats pour l'AMBI et le M-AMBI sont présentés dans le Tableau 7. Les valeurs de l'AMBI sont comprises entre 0,5 et 2,2 indiquant un milieu très bon pour les stations GRIMM2, GRIMM3 et GRIMM4 et un milieu bon pour la station GRIMM1. Enfin les valeurs du M-AMBI révèlent un très bon état écologique puisqu'elles sont comprises entre 0,87 et 1,11. La valeur de 1,11 est 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	2,2	Bon	0,87	Très bon
GRIMM2	1,1	Très bon	1,11	Très bon
GRIMM3	1,2	Très bon	1,01	Très bon
GRIMM4	0,5	Très bon	0,93	Très bon

5. Comparaison des peuplements entre 2010 et 2018

La Figure 12 illustre quelques différences dans les peuplements échantillonnés entre 2010 et 2018. Tout d'abord, on a bien deux grands types sédimentaires différents et trois types de peuplements distincts. Les stations GRIMM3 et GRIMM4 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 affinité sabulicole et vasicole.

Quelques échantillons sont isolés comme la station GRIMM3 en 2012. Les différences observées sont dues en 2012 par 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.

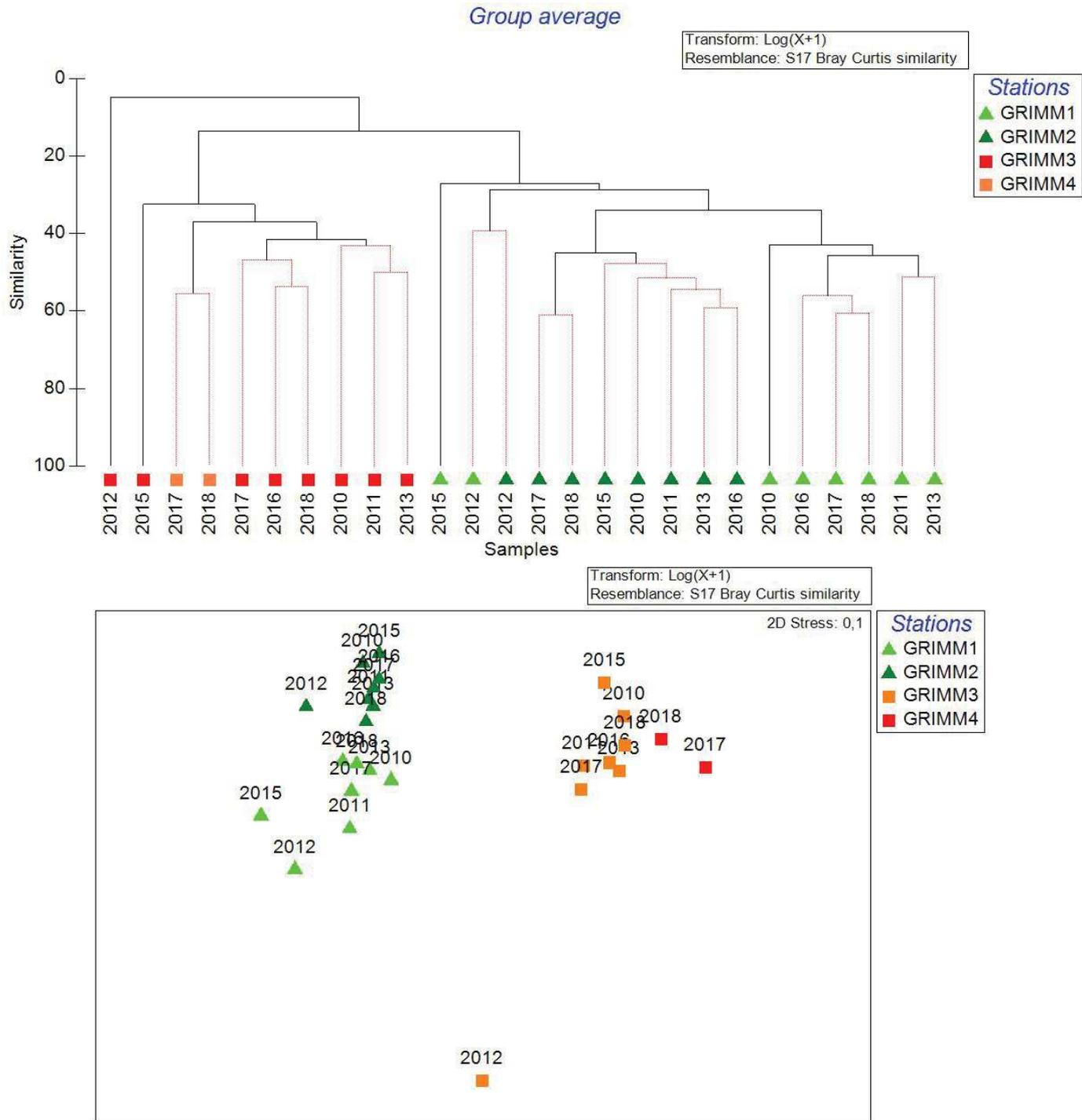


Figure 12: CAH et MDS réalisées sur les abondances totales (0,5 m²) entre 2010 et 2018 pour les GRIMM1, GRIMM2, GRIMM3 et GRIMM 4.

6. Conclusion

Le suivi 2018 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. Concernant la granulométrie, elle est stable sur les stations GRIMM 2 et GRIMM3. Sur GRIMM 2, les pourcentages de vase oscillent entre 2010 et 2018 entre 10 et 30% alors que les valeurs sont toujours inférieures à 10% sur la station GRIMM 3. Des disparités sont en revanche observées sur GRIMM1. Cette station a, en effet, subi un envasement important à partir de 2011. Les pourcentages sont compris entre 50 et 80% entre 2011 et 2018 alors qu'il était inférieur à 10% en 2010. La nouvelle station GRIMM4 a un pourcentage de vase inférieur à 4%.

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 GRIMM4 est caractérisée par un peuplement des sables grossiers et graviers légèrement différent de la station GRIMM3.

L'I2EC est de 0 pour les stations GRIMM2, GRIMM3 et GRIMM4 et de 2 pour la station GRIMM1. Ces indices traduisent un milieu bon à très bon et ceci est une constance. 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 circalittoral. 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 etuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40: 1100-1114.

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.

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.

Typologie EUNIS version 102004 (European Environment Agency), 2004.

Liste des figures

Figure 1 : Benne Day et tamis (cliché TBM)	5
Figure 2 : Pourcentages des fractions granulométriques	9
Figure 3 : Richesses spécifiques moyennes	12
Figure 4: Abondances moyennes (nb d'ind/ m ²)	13
Figure 5: CAH et MDS réalisée sur les abondances (0,1m ²)	16
Figure 6 : Groupes taxonomiques en termes de richesse	18
Figure 7 : Groupes taxonomiques en termes d'abondance	18
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)	22
Figure 9 : Le mollusque <i>Fabulina fabula</i> et le polychète <i>Magelona mirabilis</i>	23
Figure 10 : <i>Pisione remota</i> , <i>Polygordius</i> sp. et <i>Protodorvillea kefersteini</i>	24
Figure 11: Pourcentages des groupes écologiques	29
Figure 12: CAH et MDS réalisées sur les abondances totales (0,5 m ²) entre 2010 et 2018 pour les GRIMM1, GRIMM2, GRIMM3 et GRIMM 4.....	34

Liste des tableaux

Tableau 1 : Richesse et abondance totales	12
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).....	17
Tableau 3 : Diversité de Shannon et régularité moyenne.....	17
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).....	26
Tableau 5 : Correspondances entre valeurs de l'AMBI et état écologique	27
Tableau 6 : Correspondances entre valeurs du M-AMBI et état écologique	28
Tableau 7 : Valeurs pour les indices AMBI et M-AMBI.....	32

Liste des cartes

Carte 1 : Plan d'échantillonnage	6
Carte 2 : Fractions granulométriques	10
Carte 3 : Abondance et richesse spécifique totale	14
Carte 4 : Groupes taxonomiques en termes de richesse.....	19
Carte 5 : Groupes taxonomiques en termes d'abondance	20
Carte 6: Groupes écologiques	30
Carte 7 : I2EC	31

LE SUIVI DU SITE D'IMMERSION

Partie n°8

Macroalgues subtidales (TBM)



▲ Suivi 2018 du site d'immersion des produits
de dragage au large de Groix.
▲ « Macroalgues subtidales »

▲ Rapport

Date : Janvier 2018



SOMMAIRE

1.	Introduction.....	3
2.	Matériel et méthodes.....	5
2.1	Stations de prélèvements.....	5
2.2	Méthodes et moyens : Protocole DCE-2 (Derrien-Courtel et Le Gal, 2014).....	9
2.2.1	Composition et densité des espèces définissant l'étagement.....	9
2.2.2	Composition spécifique.....	10
2.2.3	Richesse spécifique totale.....	12
2.2.4	Structure des populations des algues pérennes.....	12
2.2.5	Stipes de <i>Laminaria hyperborea</i> – épibioses.....	13
2.2.6	Calcul de l'indice de qualité et de l'EQR.....	13
3.	Résultats.....	18
3.1	Dates d'intervention et conditions météorologiques.....	18
3.2	Ceintures algales, espèces structurantes et recouvrement.....	18
3.2.1	Secteur de la zone d'immersion : Station 5Bis.....	19
3.2.2	Secteur au Sud de Groix : Station B.....	20
3.2.3	Secteur au Nord de Groix : Station A.....	22
3.2.4	Secteur situé proche de la côte : Station Kerroc'h.....	24
3.3	Evaluation des espèces caractéristiques et richesse spécifique algale totale.....	25
3.3.1	Secteur de la zone d'immersion : Station 5Bis.....	25
3.3.2	Secteur au Sud de Groix : Station B.....	27
3.3.3	Secteur au Nord de Groix : Station A.....	29
3.3.4	Secteur situé proche de la côte : Station Kerroc'h.....	31
3.3.5	Comparaisons.....	34
3.5	Stipes de <i>Laminaria hyperborea</i>	38
3.5.1	Secteur de la zone d'immersion : Station 5Bis.....	38
3.5.2	Secteur au Sud de Groix : Station B.....	39
3.5.3	Secteur au Nord de Groix : Station A.....	39
3.5.4	Secteur situé proche de la côte : Station Kerroc'h.....	40
3.5.5	Comparaisons.....	41
3.6	Calcul de l'indice.....	42
4.	Conclusion.....	44

1. Introduction

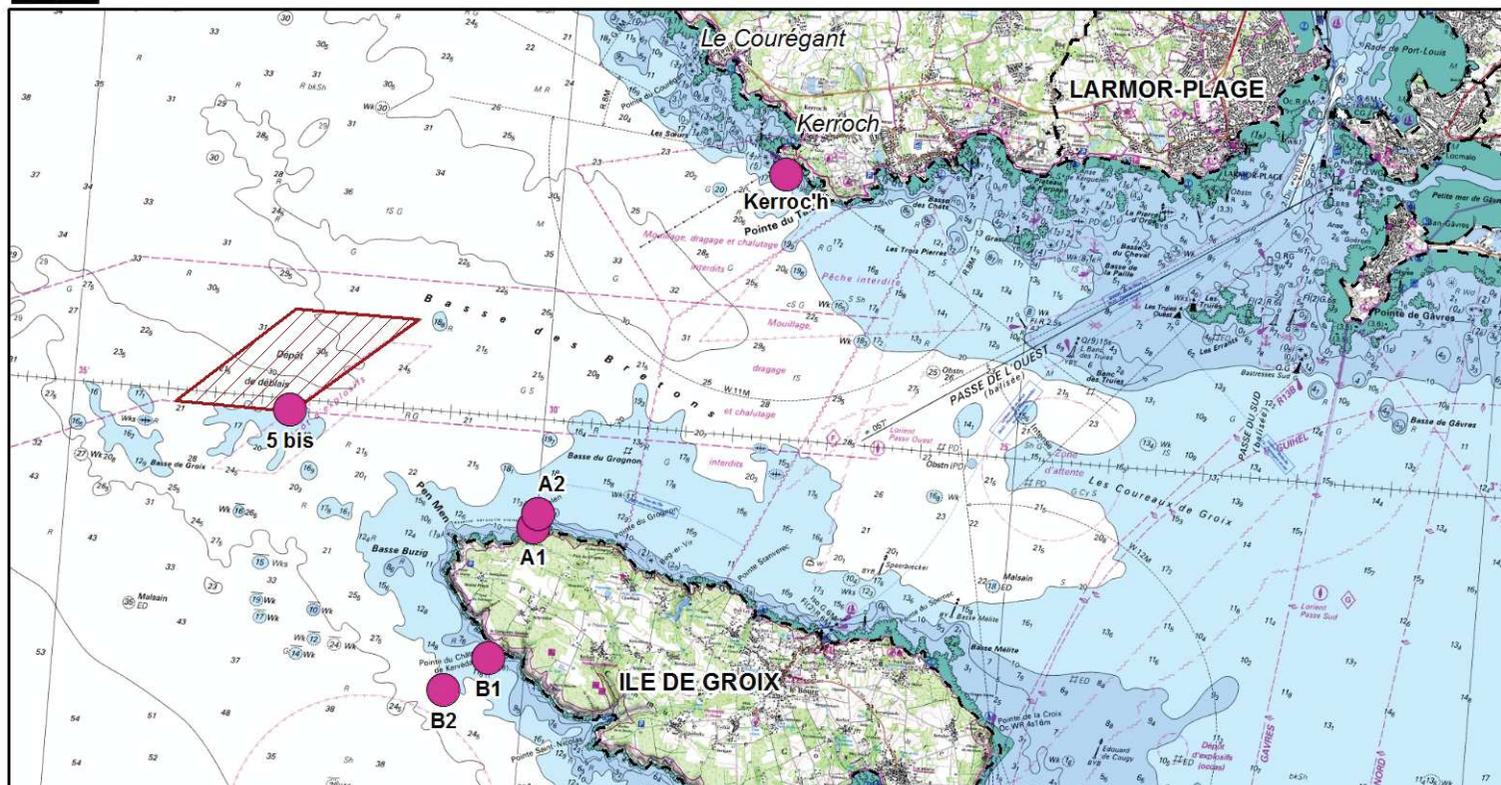
Depuis 1997, le site d'immersion situé au nord-ouest de l'île de Groix est utilisé pour accueillir les déblais issus de dragages des ports de la rade de Lorient (Cap Lorient, Région Bretagne, DCNS). La durée d'exploitation du site a été estimée à 30 ans pour un volume moyen annuel de sédiments immergés 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. Suite à 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 2018. La finalité est d'étudier l'évolution des macroalgues subtidales.



LOCALISATION DES STATIONS DE SUIVIS - MACROALGUES SUBTIDALES

Suivi environnemental 2018 du site d'immersion - Port de Lorient



● Points suivi macroalgues 2017

▨ 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, 2019

Coordonnées en WGS 84
(Degrés minutes décimales)



Carte 1 : Plan d'échantillonnage

2. Matériel et méthodes

2.1 Stations de prélèvements

Pour la réalisation de cette étude, six stations 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.

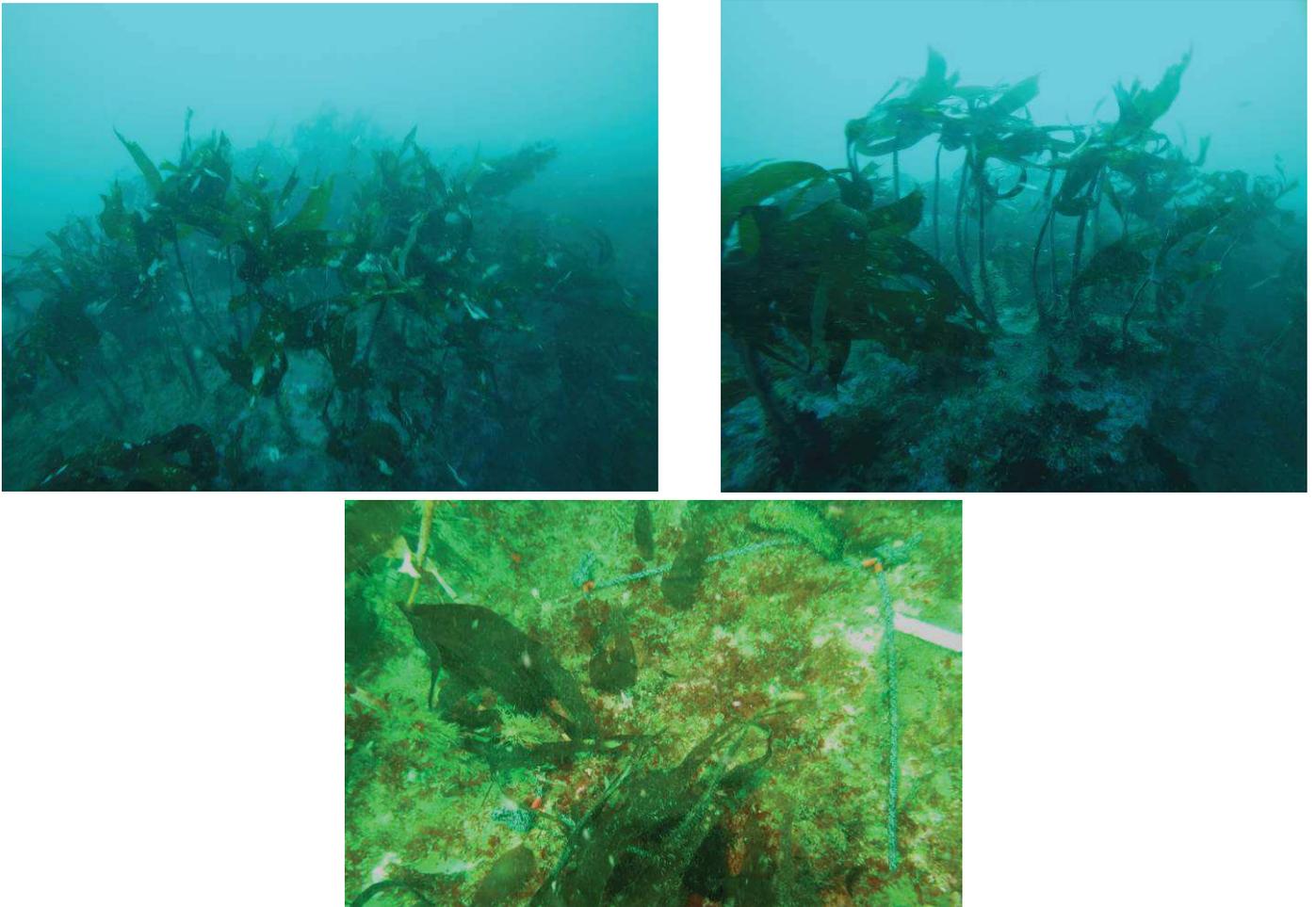


Figure 1 : Station 5Bis

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 sont présents ainsi que du sable.

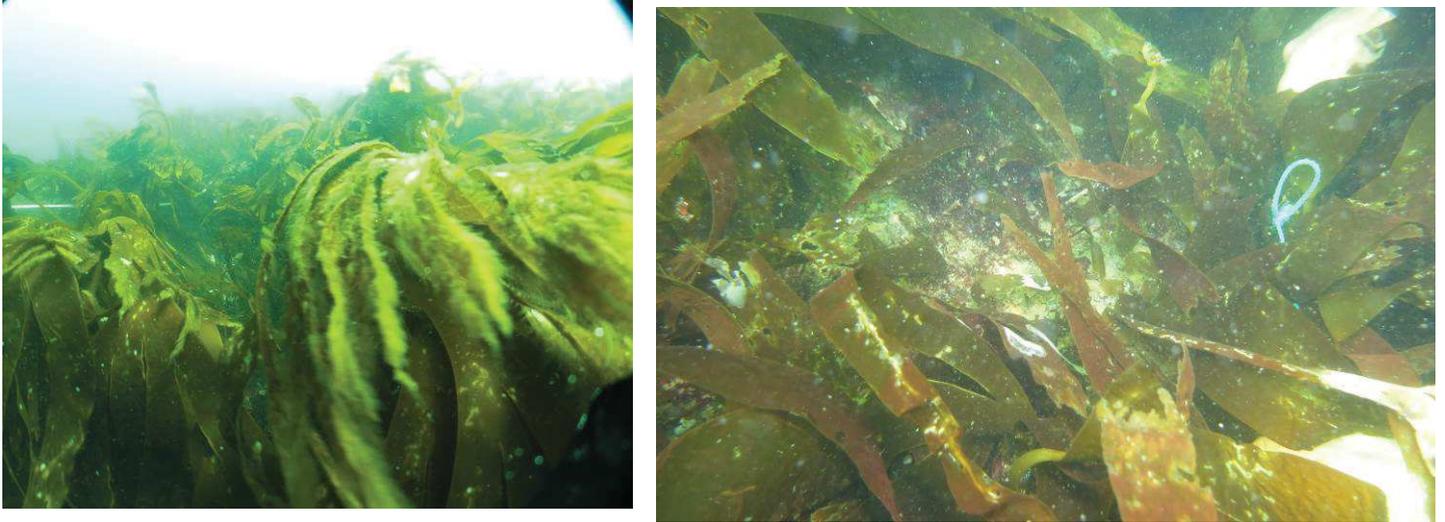


Figure 2 : Station B1

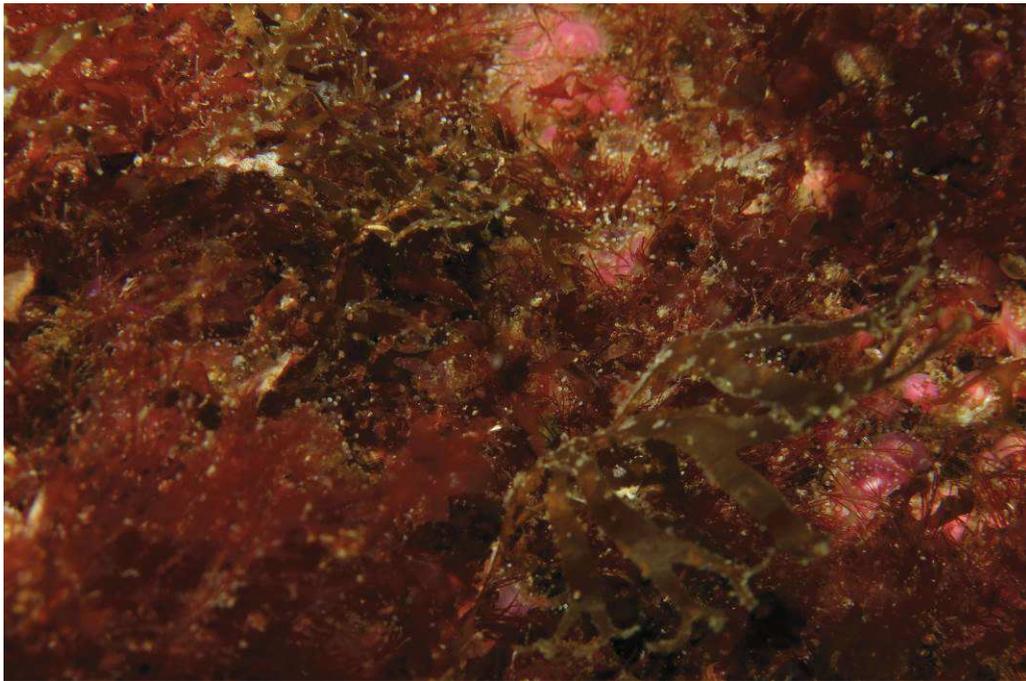


Figure 3 : Station B2

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.

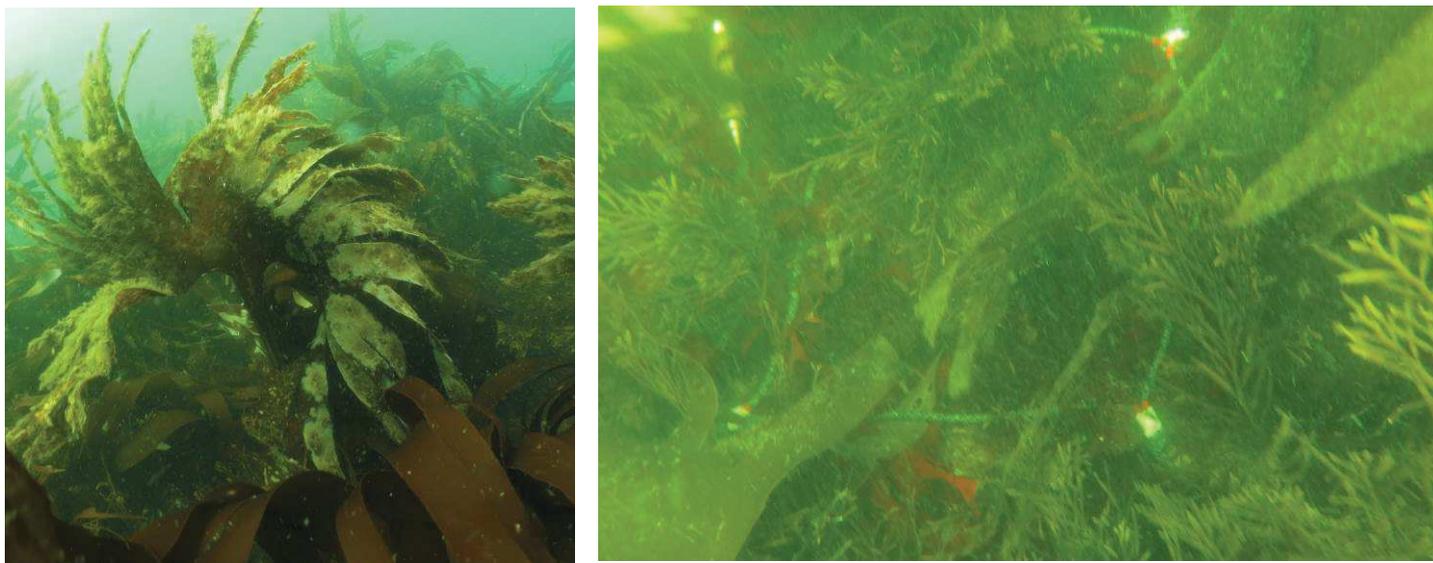


Figure 6 : Station Kerroc'h Niveau 2

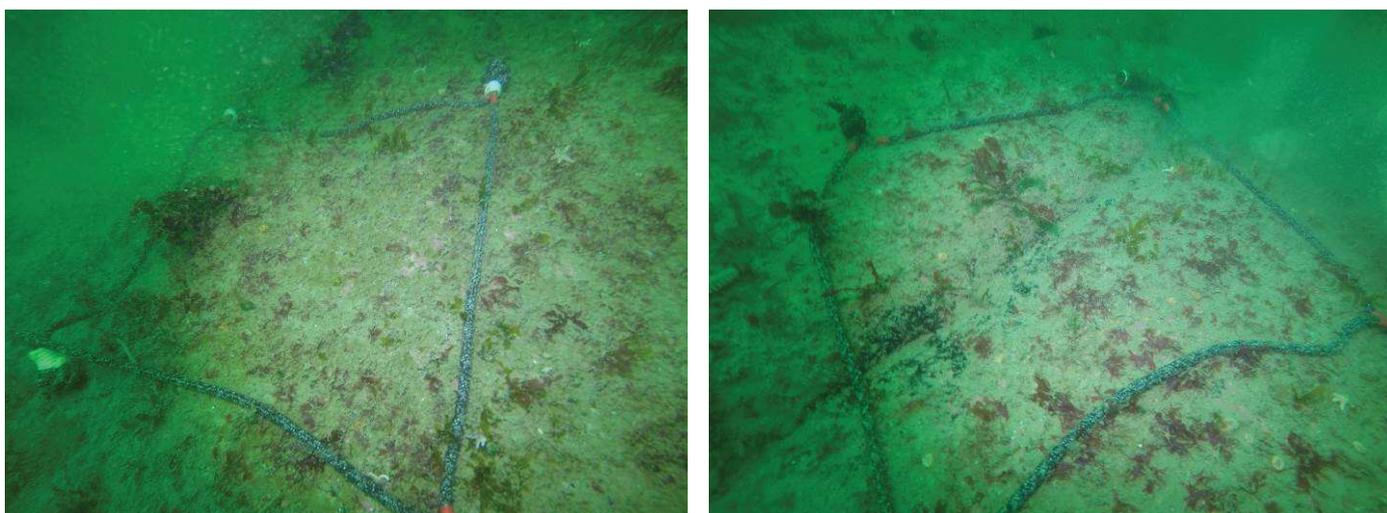


Figure 7 : Station Kerroc'h Niveau 4

2.2 Méthodes et moyens : Protocole DCE-2 (Derrien-Courtél et Le Gal, 2014)

Le protocole DCE-2 sur les algues subtidales a été élaboré par Sandrine Derrien et Aodren Le Gal du laboratoire de biologie marine de Concarneau du MNHN. L'application de ce protocole se distingue en plusieurs volets.

2.2.1 Composition et densité des espèces définissant l'étagement

Deux métriques sont à étudier : la densité des algues structurantes et les limites d'extension des ceintures algales. Ainsi, pour la mesure de la première métrique, la présence et la densité des espèces définissant l'étagement sont relevées par comptage des pieds au sein de 10 quadrats positionnés dans les ceintures de niveaux 1-2. 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>		

Pour la mesure de la seconde métrique, les relevés se font le long d'un transect (sans utilisation de quadrat). La présence et la dominance de telles ou telles espèces permettent de définir des « niveaux » qui vont de l'infra littoral au circa littoral du large (Tableau 2).

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> éparées $< 3ind/m^2$. 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

2.2.2 Composition spécifique

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 a été réalisée sur la base de 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 3 et Tableau 4).

De même, une liste des espèces invasives et opportunistes a été établie sur la même base que précédemment (Tableau 5). 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'infra littoral supérieur uniquement.

Tableau 3 : Espèces caractéristiques du niveau 1-2 de l'écorégion Manche occidentale –Bretagne- Pays de la Loire

	Eaux peu turbides	Eaux turbides
Phéophycées	<i>Dictyopterus polypodioides</i> <i>Dictyota dichotoma</i> <i>Halopteris filicina</i> <i>Laminaria hyperborea</i>	<i>Cystoseira</i> spp. <i>Dictyopterus 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 crista</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 crista</i> <i>Plocamium cartilagineum</i> <i>Polyneura bonnemaisonii</i> <i>Pterothamnion</i> spp. <i>Rhodophyllis</i> spp. <i>Solieria chordalis</i>

Tableau 4 : Espèces caractéristiques du niveau 3 de l'écorégion Manche occidentale –Bretagne- Pays de la Loire

	Eaux peu turbides	Eaux turbides
Phéophycées	<i>Dictyopterus polypodioides</i> <i>Dictyota dichotoma</i> <i>Halopteris filicina</i> <i>Laminaria hyperborea</i>	<i>Dictyopterus 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 crista</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 crista</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>

Tableau 5 : 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). La diversité floristique correspond au nombre total de taxons recensés au sein de la surface d'échantillonnage correspondant au niveau.

2.2.4 Structure des populations des algues pérennes

Pour l'étude de ce paramètre, des relevés se font à l'aide de 5 quadrats réalisés à différentes profondeurs dans le niveau 2. Les profondeurs sont déterminées en fonction de la limite inférieure du Niveau 2.

De plus, le stade de nécrose des frondes (stade 1 à 4) est à noter. Les stades de nécroses correspondent à :

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

2.2.5 Stipes de *Laminaria hyperborea* – épibioses

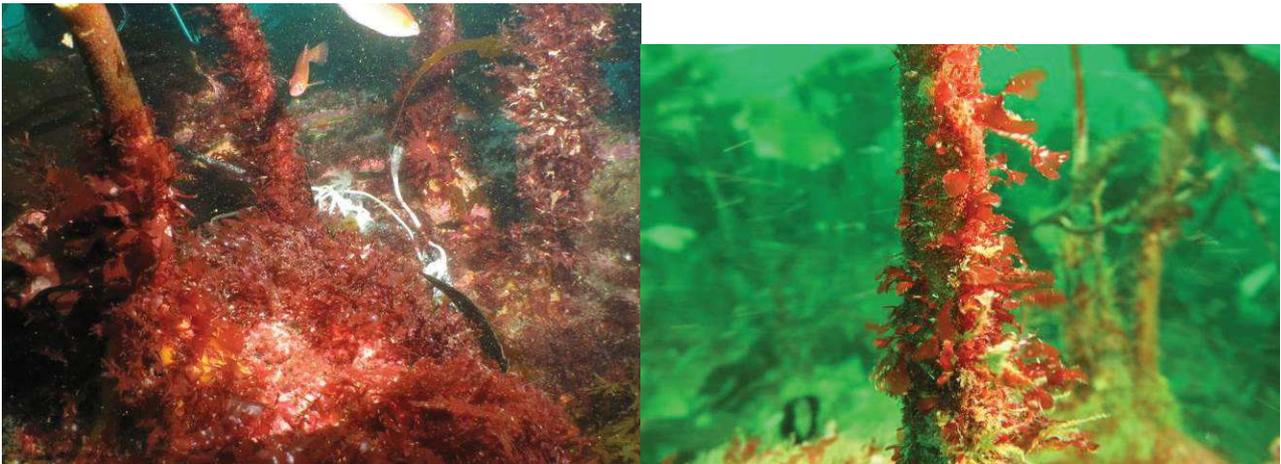


Figure 8 : Photo d'épiphytes sur des stipes de *Laminaria hyperborea*

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 épiphytée du stipe (du début du crampon au dernier épiphyte) ;
- la surface que représente l'ensemble des épibioses (Figure 8). Il s'agit d'estimer la surface représentée par l'ensemble des épibioses dans un plan ;
- 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 ;

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 voir comment se situe le site étudié par rapport à des sites de références. Ainsi, il est donc possible de caractériser l'état de qualité du site.

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 6). On multiplie ce résultat par 30 pour obtenir la note sur 30 points.

Tableau 6 : 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 7).

Tableau 7 : 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

En fonction du nombre d'espèces caractéristiques dans chaque niveau, une note est attribuée (Tableau 8).

Tableau 8 : 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 9).

Tableau 9 : 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 10 indique les notes associées à cette diversité.

Tableau 10 : 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. Pour étudier ces paramètres, 10 stipes représentatifs sont choisis de manière aléatoire au sein des niveaux 1-2 et 3. Pour chaque stipe, on mesure la longueur totale et la surface de la totalité des épibioses. Pour chaque niveau, ces données permettent d'établir la longueur moyenne des stipes et la surface moyenne de la totalité des épibioses par mètre linéaire de stipe. Une note est attribuée pour chaque

sous-indice en utilisant une grille de notation qui prend en compte le niveau étudié (Tableau 11). Pour chaque niveau, la note «stipes de *Laminaria hyperborea* - épibioses» est obtenue en calculant la moyenne des notes des deux sous-indices « longueur des stipes » et « surface des épibioses ».

Tableau 11 Notation pour les paramètres mesurés sur les stipes de *Laminaria hyperborea*

Niveau	Niveaux 1-2	Niveau 3	Note
Surface moyenne des épibioses par ml 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.

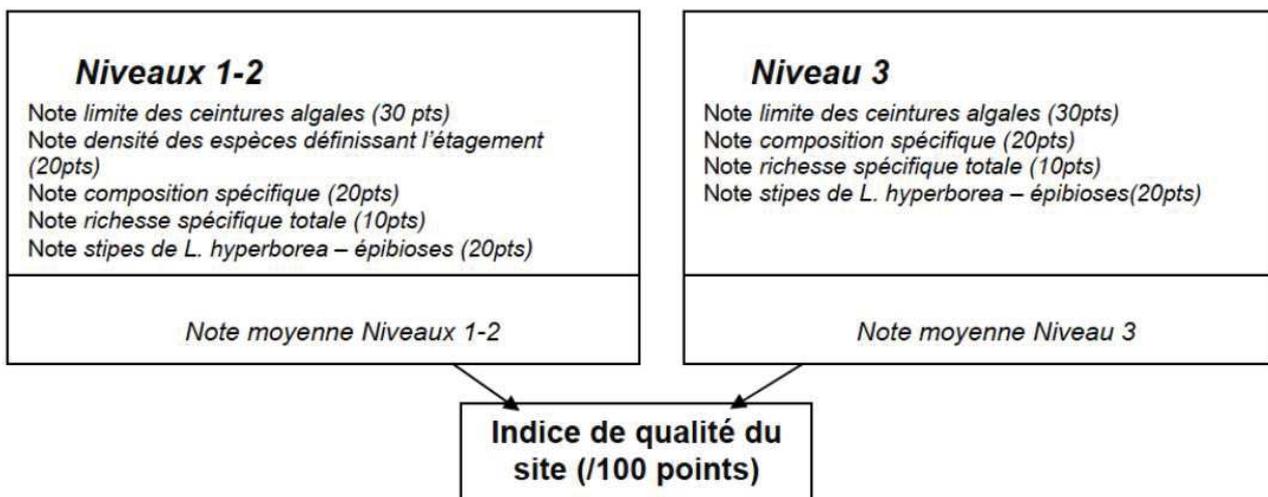


Figure 9 : Calcul de l'indice de qualité

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 12). 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 13 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 12 : 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 13 : 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 10).



Figure 10 : Embarcation le Bar'ouf

Les missions terrains se sont réalisées entre les 9 et 11 juillet 2018 (Tableau 14). Les coefficients de marée sont compris entre 58 et 82. D'une manière générale, l'état de la mer variait de peu agitée à agitée durant l'opération, avec souvent du vent se levant en début d'après-midi.

La visibilité était correcte mais l'eau était parfois chargée en particules.

Tableau 14 : Dates d'intervention

Date	Coefficient de marée	Heure Pleine Mer	Site de référence	Météo (force du vent)
09/07/2018	58	14h22	Port Tudy (Groix)	3 à 4 Beaufort
10/07/2018	69	15h18	Port Tudy (Groix)	2 à 3 Beaufort
11/07/2018	82	16h09	Port Tudy (Groix)	4 Beaufort mollissant 2 à 3

3.2 Ceintures algales, espèces structurantes et recouvrement

La Figure 11 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'infra littoral supérieur (Niveau N2) est présent entre -16 et -18 m C.M. Pour le secteur Sud Groix, deux sites sont échantillonnés B1 et B2. Sur B1, l'infra littoral supérieur (Niveau N2) est présent entre 0 et -11,7 m C.M. Les ceintures de l'infra littoral inférieur (Niveau N3) entre -12 m et -13,25 m C.M. et celle du circa littoral côtier

entre -13,25 et - 22 m C.M. sont présentes sur B2. Le secteur Nord Groix est également composé de deux sites A1 et A2. Sur A1, l'infra littoral supérieur (Niveau N2) est présent entre 0 et - 7 m C.M. ainsi que l'infra littoral inférieur (Niveau N3) entre - 7 m et - 8,9 m C.M. Seule la ceinture de l'infra littoral inférieur (Niveau N3) est présente sur A2 entre -16 m et -17,5 m C.M. Enfin, sur la station située à la côte Kerroc'h, l'infra littoral supérieur (Niveau N2) est présent entre 0 et - 8,6 m C.M. ; l'infra littoral inférieur (Niveau N3) entre - 8,6 m et -10,35 m C.M. et celle du circa littoral côtier entre -10,35 et - 16 m C.M.

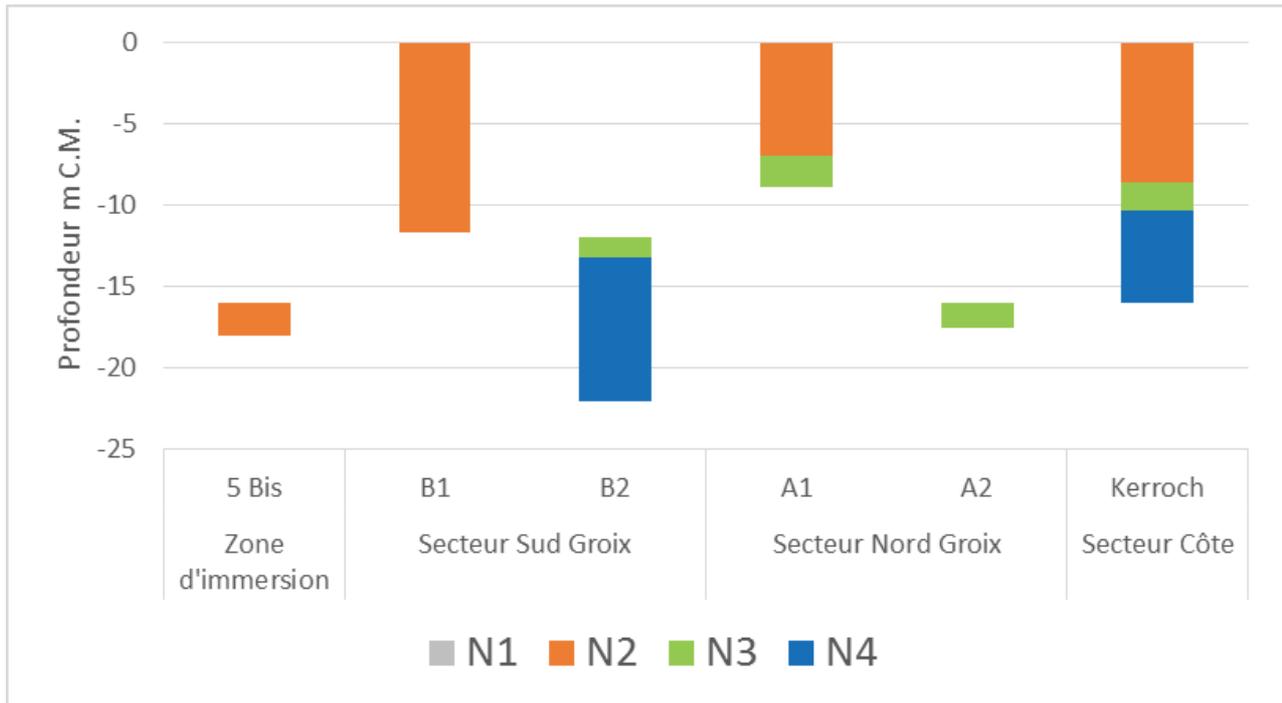


Figure 11 : Limite d'extension en profondeurs des ceintures algales sur l'ensemble des sites en 2018

3.2.1 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 16 m CM. La surface du platier est principalement recouverte par des algues encroûtantes rouges. La présence d'une forêt de Laminaire dense (*Laminaria hyperborea*) est observée. Quelques pieds de *Saccorhiza polyschides* sont observés. La moyenne du nombre de pieds par m² est de $17,4 \pm 3,4$. L'échantillonnage s'est bien effectué dans le niveau 2 (horizon à grandes algues dressées denses).

La Figure 13 indique les différents stades de nécroses observés sur *Laminaria hyperborea* dans les 5 quadrats de 1 m². Sur le site 5Bis, situé dans la zone d'immersion, les stades de nécroses sont diversifiés mais la majorité des individus sont en bonne santé (60%).

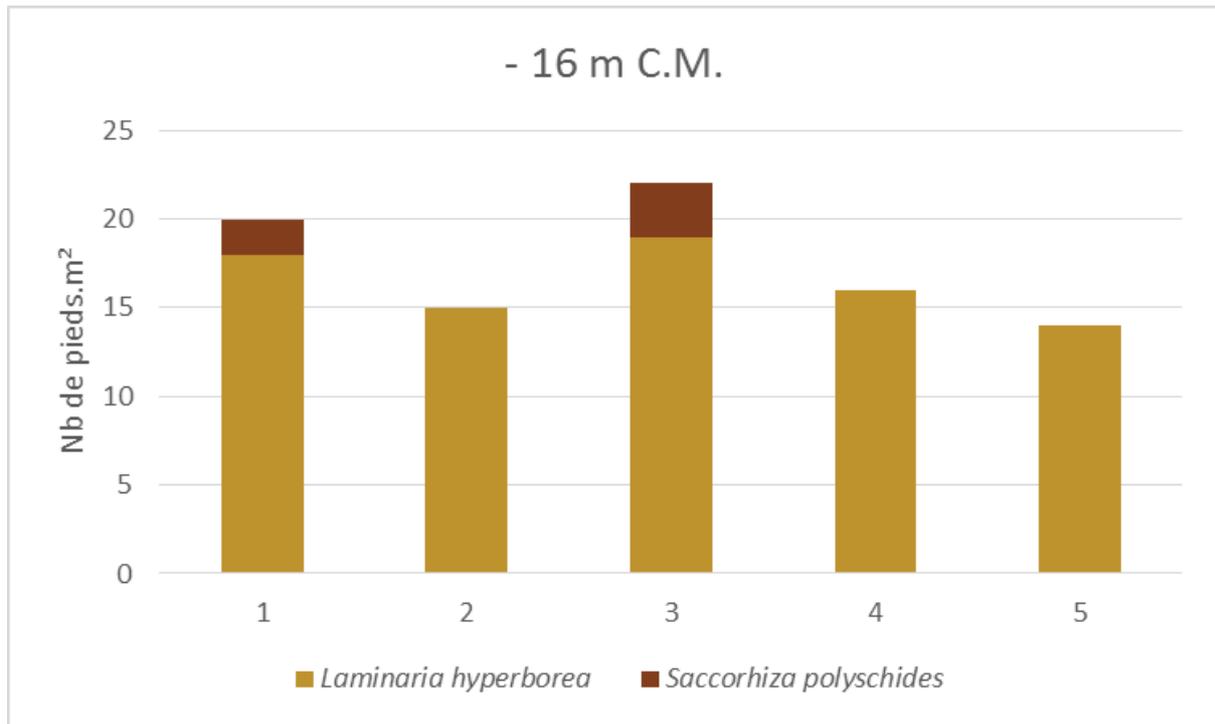


Figure 12 : Nombre de pieds des espèces structurantes dans 5 quadrats de 1 m² à -16 m C.M.

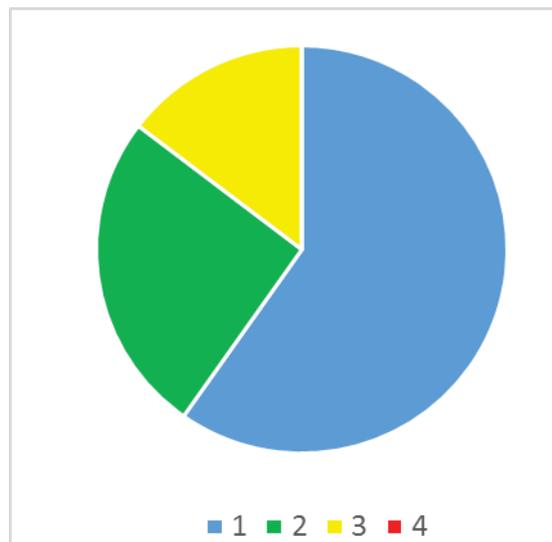


Figure 13 : Stades de Nécroses sur *Laminaria hyperborea*

3.2.2 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 11,45 m et 22 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 -3 m à -11,7 m (Figure 14). Principalement des *Saccorhiza polyschides* sont recensées entre -3 m et -6,5 m puis des pieds de *Laminaria hyperborea* sont comptés pour devenir dominants à -11,7 m (Figure 15).

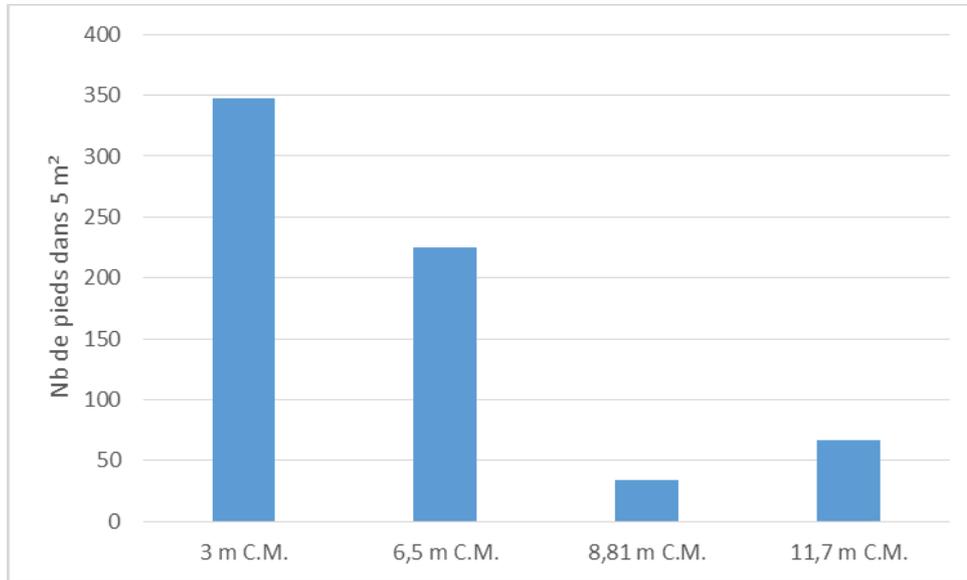


Figure 14 : Effectifs des espèces structurantes dans 5 m² en fonction des profondeurs

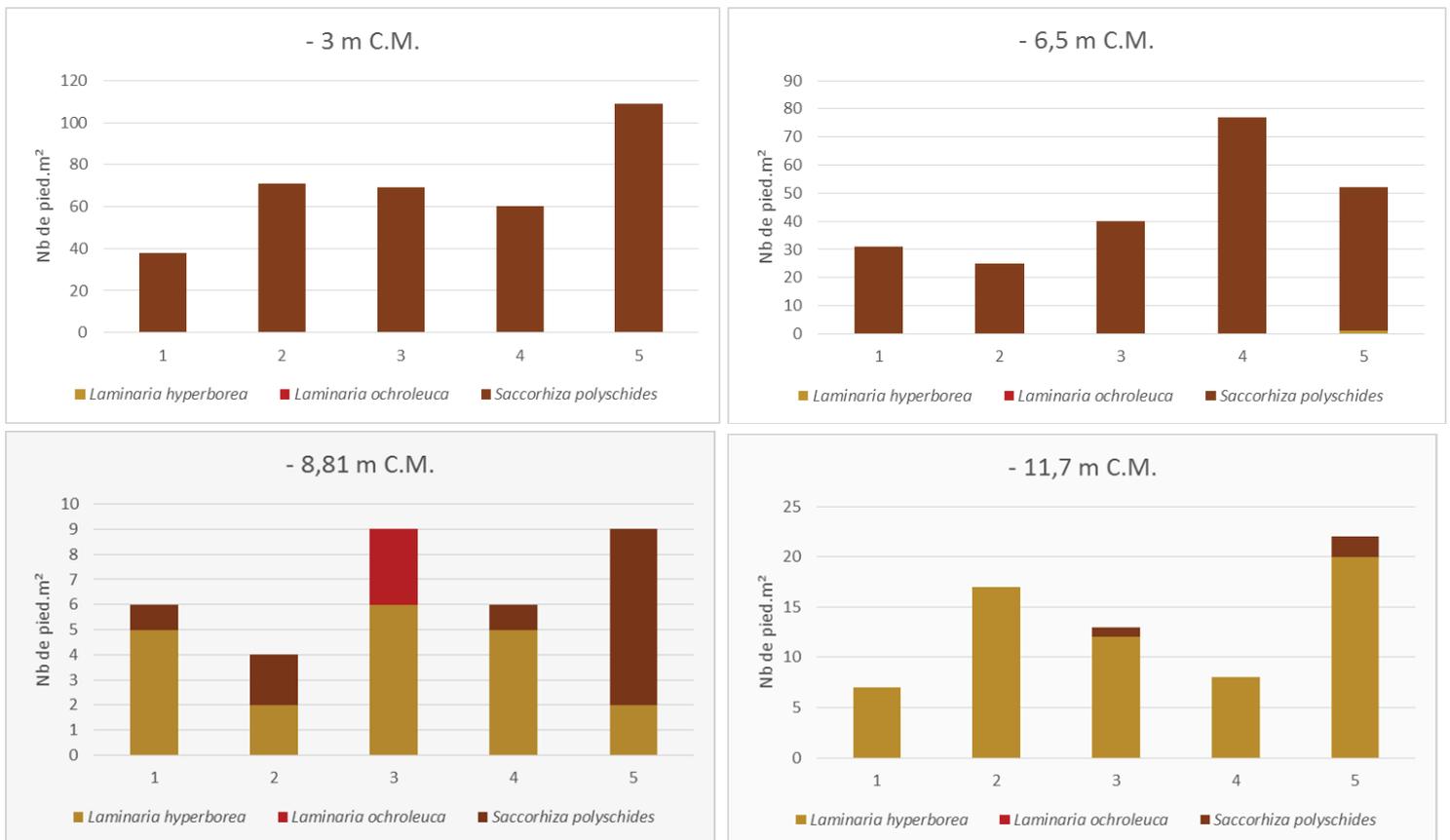


Figure 15 : Nombre de pieds des espèces structurantes dans 5 quadrats de 1 m² pour quatre profondeurs

La Figure 13 indique les différents stades de nécroses observés sur *Laminaria hyperborea*. La quasi majorité des laminaires sont en bonne santé et quelques individus ont une nécrose maximale.

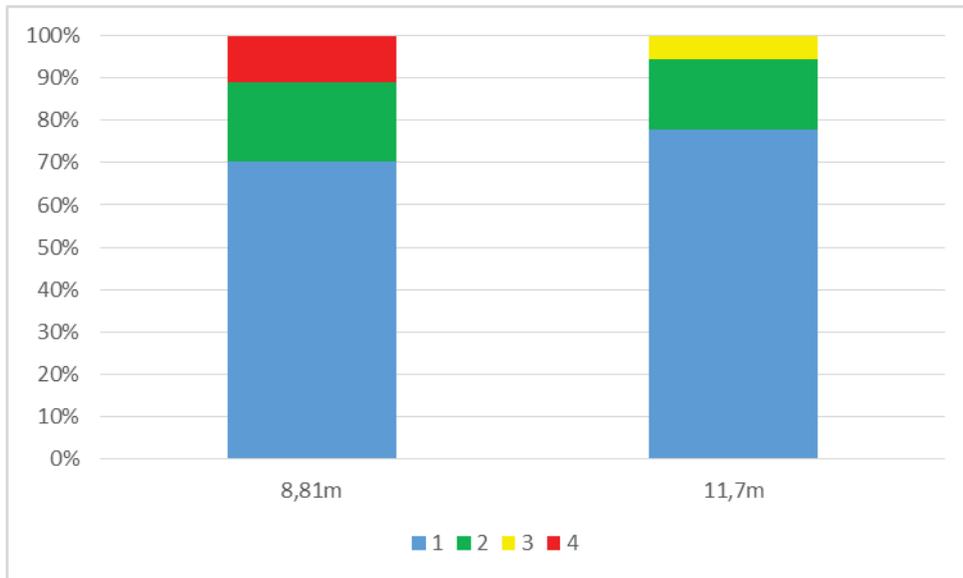


Figure 16 : Stades de nécroses sur *Laminaria hyperborea*

Sur B2, quelques pieds de *Saccorhiza polyschides* sont observées en haut du tombant.

3.2.3 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 à noter sur la station A1. Principalement des *Saccorhiza polyschides* sont recensées mais quelques pieds de *Laminaria hyperborea* sont comptés (Figure 17). Ainsi, le niveau 2 est échantillonné sur A1.

La Figure 18 indique les différents stades de nécroses observés sur *Laminaria hyperborea*. Les individus sont en bonne santé sur ce site.

En revanche, les densités en laminaires sont beaucoup plus faibles sur le secteur A2 et sur le niveau 3 sur A2.

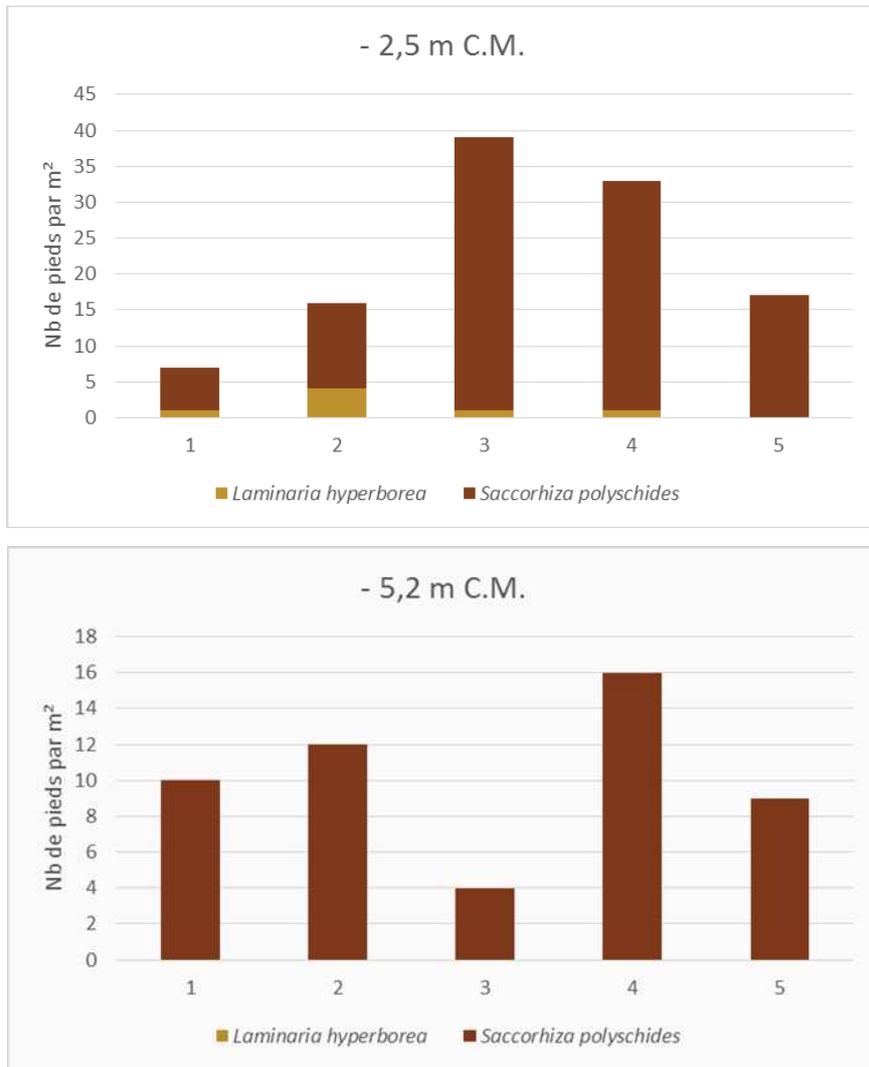


Figure 17 : Nombre de pieds des espèces structurantes dans 5 quadrats de 1 m² pour deux profondeurs

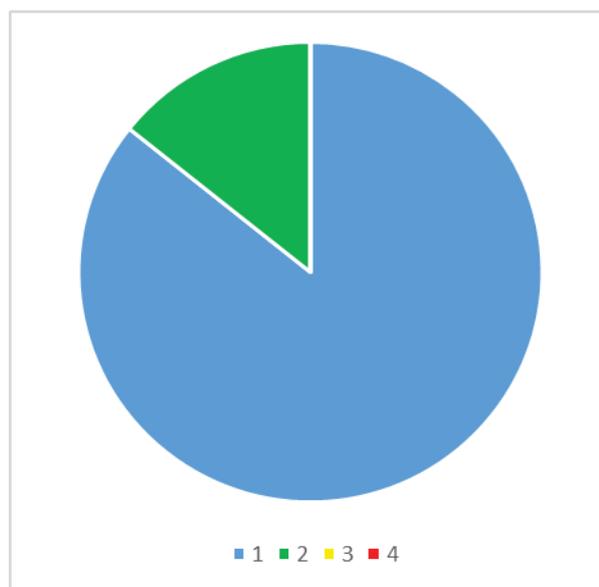


Figure 18 : Stades de nécroses sur *Laminaria hyperborea*

3.2.4 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'espèces structurantes, une diversité plus importante est observée (Figure 19). Ce sont principalement des *Halidrys siliquosa* qui sont recensées avec quelques pieds de *Saccorhiza polyschides* et *Laminaria hyperborea*. On peut également noter la présence de *Laminaria digitata*.

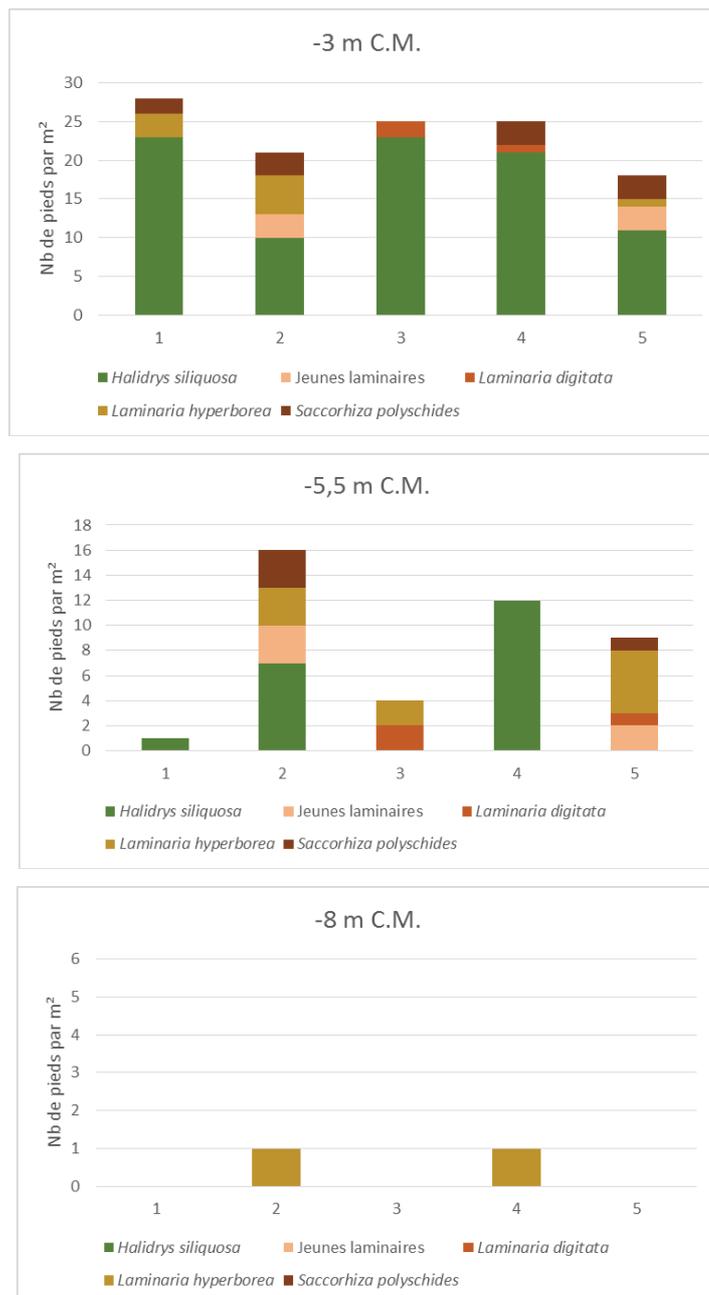


Figure 19 : Nombre de pieds des espèces structurantes dans 5 quadrats de 1 m² pour trois profondeurs

La Figure 20 indique les différents stades de nécroses observés sur *Laminaria hyperborea*. Sur cette station, l'ensemble des individus est en bonne santé.

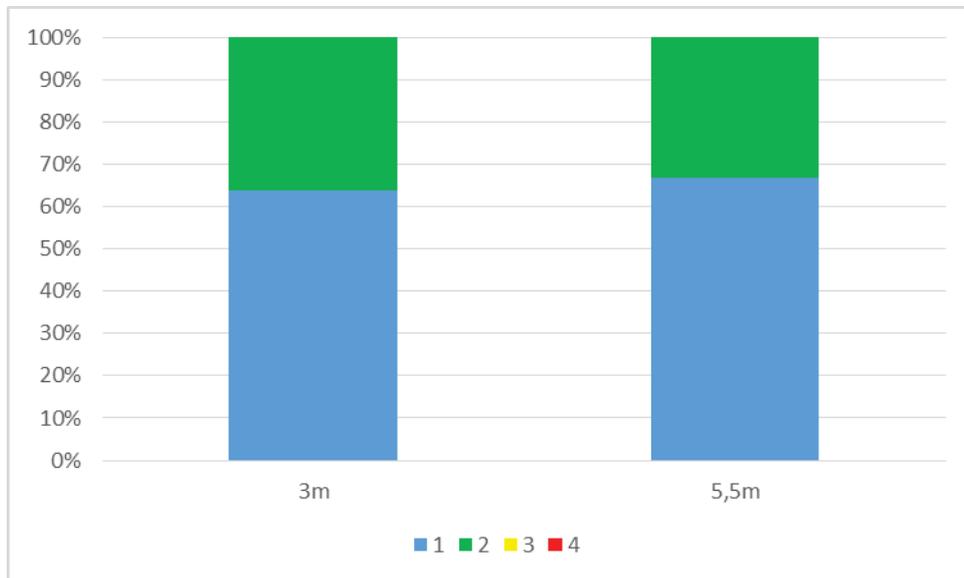


Figure 20 : Stades de nécroses sur *Laminaria hyperborea*

En bas du transect, le niveau 4 (aucune laminaire) est présent et est également inventorié.

3.3 Evaluation des espèces caractéristiques et richesse spécifique algale totale

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. Les résultats sont présentés dans le Tableau 15. Un total de 17 espèces sont recensées dont 10 sont des espèces caractéristiques mais seulement 9 seront prises pour le calcul de la note car une espèce n'est présente que dans un seul quadrat (*Kallymenia reniformis*). Les espèces les plus représentées sont *ErythroGLOSSUM laciniatum* et *Laminaria hyperborea*. Le nombre d'espèces varie entre 13 et 18 entre 2016 et 2018 (Figure 21). En 2018, 13 pieds de l'espèce opportuniste *Hypoglossum hypoglossoides* ont été comptés.

Tableau 15 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m² sur la station 5Bis

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Autres	<i>Apoglossum ruscifolium</i>						2					2
	<i>Halarachnion ligulatum</i>				1							1
	<i>Palmaria palmata</i>							1				1
	<i>Pterosiphonia complanata</i>							1				1
	<i>Pterothamnium plumula</i>			1								1
	<i>Sacchoriza polyschides</i>				1	1		2			2	6
Espèces caractéristiques	<i>Callophyllis laciniata</i>	4	4	7	4	3	5		1	2	1	31
	<i>Cryptopleura ramosa</i>			7	1		4					12
	<i>Delesseria sanguinea</i>		1		1				2		1	5
	<i>Dictyopteris polypodioides</i>	2	4	5	14	3	14				2	44
	<i>Erythroglossum laciniatum</i>	32	34	21	10	21	20	12	1	2	3	156
	<i>Heterosiphonia plumosa</i>	1	1	2		1	4		3		3	15
	<i>Kallymenia reniformis</i>			1								1
	<i>Laminaria hyperborea</i>	7	7	7	9	2	7	2	2	7		50
	<i>Plocamium cartilagineum</i>	2	1	14	9	2		1	1		4	34
	<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>			3	6							9
Espèces opportunistes	<hr/>											
	<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	3	1	1	2	1	3	2				13
Nombre de pieds		51	53	69	58	34	59	21	10	11	16	382
Nombre d'espèces		7	8	11	11	8	8	7	6	3	7	17

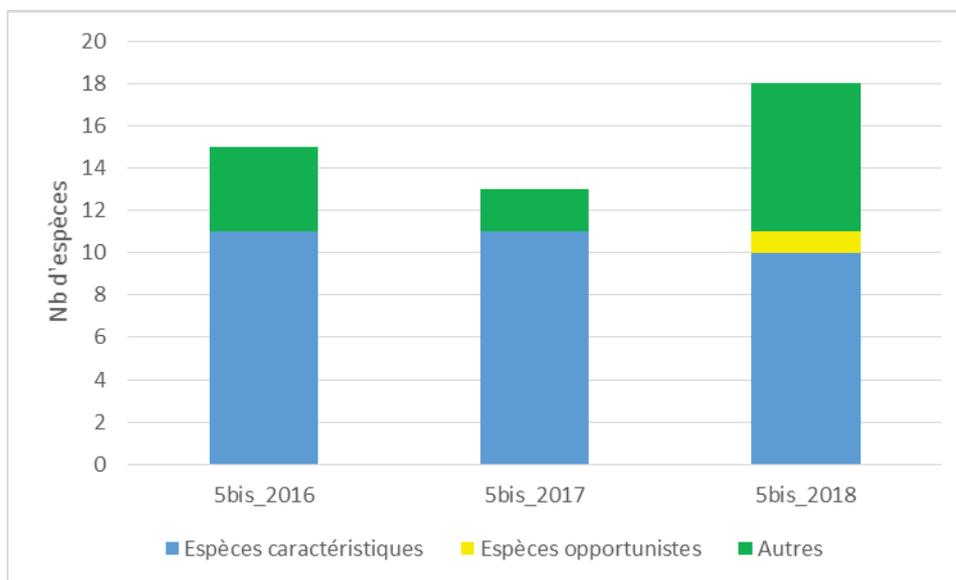


Figure 21 : Comparaison du nombre d'espèces entre 2016 et 2018 pour la station 5Bis

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 la station. Les résultats sont présentés dans le Tableau 16 pour la station B1 et le Tableau 17 pour la station B2. Sur la station B1, un total de 16 espèces sont recensées dont 7 sont des espèces caractéristiques mais seulement 4 seront prises pour le calcul de la note, ne considérant pas les espèces présentes uniquement sur un seul quadrat. Plusieurs espèces sont constantes et bien représentées comme *Rhodymenia pseudopalmata* ou *Saccorhiza polyschides*. Une diminution du nombre d'espèces est observée entre 2016 et 2018 (Figure 22).

Tableau 16 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m² sur la station B1

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Autres	<i>Apoglossum ruscifolium</i>								1			1
	<i>Chondrus crispus</i>	53	56	74	44	15	68	30	46	57	46	489
	<i>Gelidium corneum</i>	15	7	6	19	4	6	1	3		4	65
	<i>Gelidium spinosum</i>		17	5				18	10	7		57
	<i>Laminaria digitata</i>		1					1				2
	<i>Palmaria palmata</i>					1						1
	<i>Pterosiphonia complanata</i>	5	25	2	1	6	25	7	33		1	105
	<i>Sacchoriza polyschides</i>	6	9	9	20	15	5	13	28	5	4	114
Espèces caractéristiques	<i>Acrosorium venulosum</i>					2						2
	Corallines dressées								1			1
	<i>Cryptopleura ramosa</i>		1	8		13			8			30
	<i>Dictyota dichotoma</i>								2			2
	<i>Phyllophora crispa</i>			2		1				1		4
	<i>Plocamium cartilagineum</i>		1	3	1					1		6
	<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	3	17	15	16	11	26	10	25	12	10	145
Espèces opportunistes	<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>					1						1
	Nombre de pieds	82	134	124	101	69	131	79	157	83	65	1025
	Nombre d'espèces	5	9	9	6	10	6	6	10	6	5	16

Sur la station B2, un total de 15 espèces sont recensées. *Erythrogloussum laciniatum* et l'espèce opportuniste *Polysiphonia fucoïdes* sont les espèces qui ont les effectifs totaux les plus importants. Le nombre d'espèce observée est stable entre 2017 et 2018 (Figure 22).

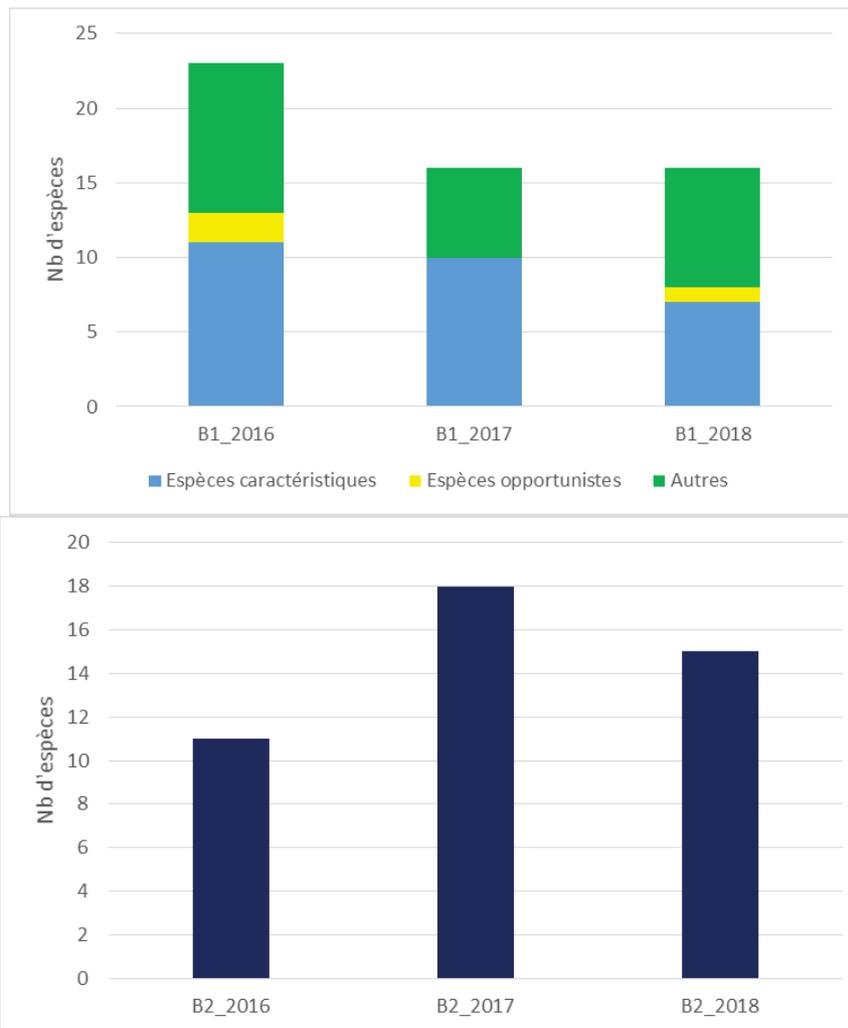


Figure 22 : Comparaison du nombre d'espèces entre 2016 et 2018 pour la station B (B1 et B2)

Tableau 17 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m² sur la station B2 Niveau 4

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Callophyllis laciniata</i>						3		5		2
<i>Cryptopleura ramosa</i>	12	5	8	2	7	8	16	15	5	4
<i>Delesseria sanguinea</i>	1			1			1		1	
<i>Dictyopteris polypodioides</i>	2	1			5	2	2			2
<i>Dictyota dichotoma</i>	10	10	7	5	3	8	8	4	5	4
<i>ErythroGLOSSUM laciniatum</i>	21	32	35	28	15	16	29	35	18	27
<i>Halopteris filicina</i>	1	5	2	2		1			1	
<i>Halurus equisetifolius</i>					1					
<i>Heterosiphonia plumosa</i>	17	9	3	10	15	8	13	5	9	11
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	20	22	8	17	14	11	15	12	5	9
<i>Phyllophora crispa</i>	4		3	2		5	2		1	
<i>Plocamium cartilagineum</i>	6	6	4	7	5	4	8	3	4	5
<i>Polysiphonia fucoides</i>	26	37	33	33	32	44	19	28	18	34
<i>Pterosiphonia parasitica</i>		1	1							
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	2		59	4		15		35		24
Nombre de pieds	122	128	163	111	97	125	113	142	67	122
Nombre d'espèces	12	10	11	11	9	12	10	9	10	15

3.3.3 Secteur au Nord de Groix : Station A

Tableau 18 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m² sur la station A1

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Autres	<i>Apoglossum ruscifolium</i>	2	1		1			1			1	6	
	<i>Calliblepharis jubata</i>	1										1	
	<i>Cystoseira baccata</i>									1		1	
	<i>Gelidium corneum</i>					3	1			2		6	
	<i>Gelidium spinosum</i>		4						1	3		8	
	<i>Gymnochondrus crenulatus</i>	6	1					5				12	
	<i>Jeunes laminaires</i>			1								1	
	<i>Osmundea osmunda</i>	1				5						6	
	<i>Sacchoriza polyschides</i>	20	25	13	19	23	12	19	42	20	26	219	
	<i>Spongylothamnium multifidum</i>			1	1				7	3	6	1	19
	Espèces caractéristiques	<i>Acrosorium venulosum</i>									2		2
<i>Calliblepharis ciliata</i>						14	14		5	7		40	
<i>Callophyllis laciniata</i>		9	3	1			7	1	4	8	1	34	
<i>Cryptopleura ramosa</i>		34	15	40	32	30	10	22	2	16	2	203	
<i>Delesseria sanguinea</i>			1	1		3		1				6	
<i>Dictyopteris polypodioides</i>		10	3	2	2	5	7	9	15	4	8	65	
<i>Dictyota dichotoma</i>		3			1	2	2	2	2	2		14	
<i>Erythoglossum laciniatum</i>			1							16		17	
<i>Halopteris filicina</i>		1					4				1	6	
<i>Heterosiphonia plumosa</i>		10	1	1	1	4	9	2	1	5	1	35	
<i>Kallymenia reniformis</i>		2	2	4	1	4	4			1		18	
<i>Nitophyllum punctatum</i>									1	2		3	
<i>Phyllophora crispa</i>		1			1	4	4	5	1		2	18	
<i>Plocamium cartilagineum</i>						1						1	
<i>Polyneura bonnemaisonii</i>		1			1		1	1				4	
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>		1				28	5	3			2	39	
<i>Sphaerococcus coronifolus</i>						1					1	2	
Espèces opportunistes	<i>Ceramium sp.</i>					1			1			2	
	<i>Codium tomentosum</i>										1	1	
	<i>Desmarestia ligulata</i>				1		1		1			3	
	<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	3	1	2	2	2	2	3	3	1	1	20	
	<i>Ulva sp.</i>	6	1	2	4	3	3	1	10	2		32	
	Nombre de pieds	111	59	68	67	133	91	78	91	99	47	844	
	Nombre d'espèces	17	13	11	13	17	17	15	14	18	12	32	

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 18 pour la station A1 et le Tableau 19 pour la station A2. Sur la station A1, un total de 32 espèces sont recensées dont 17

sont des espèces caractéristiques et 5 sont des espèces opportunistes. Pour le calcul du nombre d'espèces caractéristiques seulement 15 seront retenues, écartant 2 espèces présentes uniquement dans un seul quadrat. Plusieurs espèces sont constantes et bien représentées comme *Cryptopleura ramosa*. Les laminaires sont surtout représentées par *Saccorhiza polyschides* qui a les effectifs totaux les plus forts avec 219 pieds. Entre 2016 et 2018, le nombre d'espèces est en augmentation (Figure 23).

Sur la station A2_Niveau3, un total de 17 espèces sont recensées dans les 8 quadrats dont 8 sont des espèces caractéristiques. Les espèces caractéristiques dominantes sont *Calliblepharis ciliata* et *Dictyopteris polypodoides*. Deux espèces opportunistes sont recensées. Le nombre d'espèces fluctuent entre 11 et 22 entre 2016 et 2018 (Figure 23).

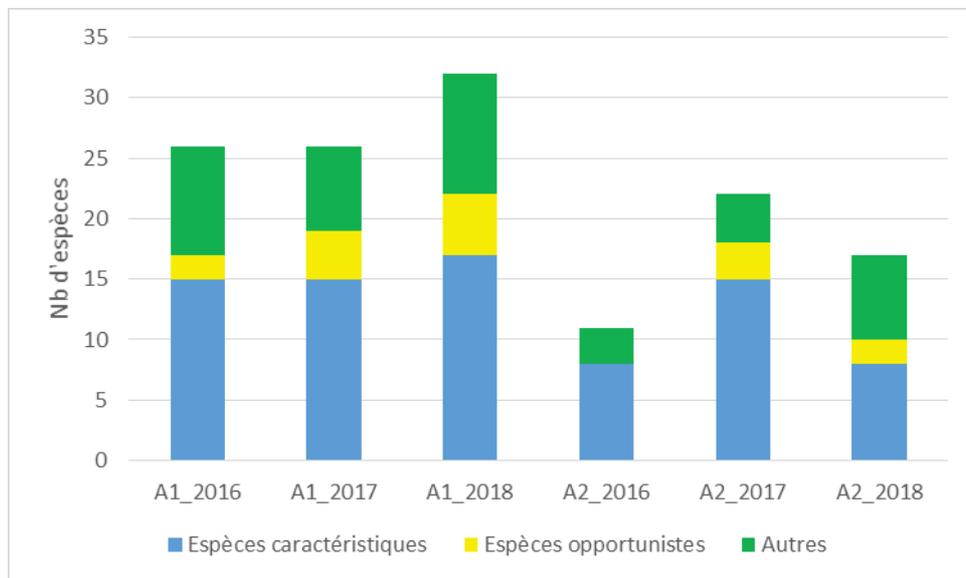


Figure 23 : Comparaison du nombre d'espèces entre 2016 et 2018 pour la station A (A1 et A2_N3)

Tableau 19 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m² sur la station A2_Niveau 3

		1	2	3	4	5	6	7	8	
Autres	<i>Cystoseira baccata</i>				1					1
	<i>Drachiella spectabilis</i>							1	2	3
	<i>Palmaria palmata</i>					1				1
	<i>Phyllophora crispa</i>	2	7	1	2		11		6	29
	<i>Pterosiphonia complanata</i>						1		1	2
	<i>Pterosiphonia parasitica</i>				1					1
	<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>			1						1
Espèces caractéristiques	<i>Acrosorium venulosum</i>				1					1
	<i>Calliblepharis ciliata</i>	15	16	36	41		9	18	2	137
	<i>Cryptopleura ramosa</i>	3	1		6	2	3	1	4	20
	<i>Dictyopteris polypodioides</i>	7	5	15	18	13	1	9	14	82
	<i>Halopteris filicina</i>	2	2		5		2		8	19
	<i>Heterosiphonia plumosa</i>	1	5	3	1	1		3	2	16
	<i>Kallymenia reniformis</i>		1							1
	<i>Laminaria hyperborea</i>	1		1	1					3
Espèces opportunistes	<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>				1					1
	<i>Ulva sp.</i>	1	1							2
Nombre de pieds		32	38	57	78	17	27	32	39	320
Nombre d'espèces		8	8	6	11	4	6	5	8	17

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 de la station. Les résultats sont présentés dans le Tableau 20 pour la station Kerroc'h « Niveau 2 » et le Tableau 21 pour la station Kerroc'h « Niveau 4 ». Sur la station Kerroc'h « Niveau 2 », un total de 30 espèces sont recensées dont 15 sont des espèces caractéristiques mais seulement 13 seront prises pour le calcul de la note car deux espèces sont présentes que dans un seul quadrat. Trois espèces sont des espèces opportunistes. Plusieurs espèces sont constantes et bien représentées comme les corallines dressées, *Cryptopleura ramosa* ou *Acrosorium venulosum*. Pour les corallines dressées, les prélèvements permettent d'affirmer la présence de deux espèces : *Haliptilon squamatum* et *Corallina officinalis*. Nous n'avons pas pu les différencier *in situ* car les critères de détermination concernent la présence de rhizoïdes pour la première et la présence de disque à la base pour la seconde. De plus, elles sont souvent présentes en même temps sur le même quadrat. *Saccorhiza polyschides* et *Laminaria hyperborea* sont présentes avec des effectifs assez proches. Une augmentation du nombre d'espèces est à noter entre 2016 et 2018 (Figure 24).

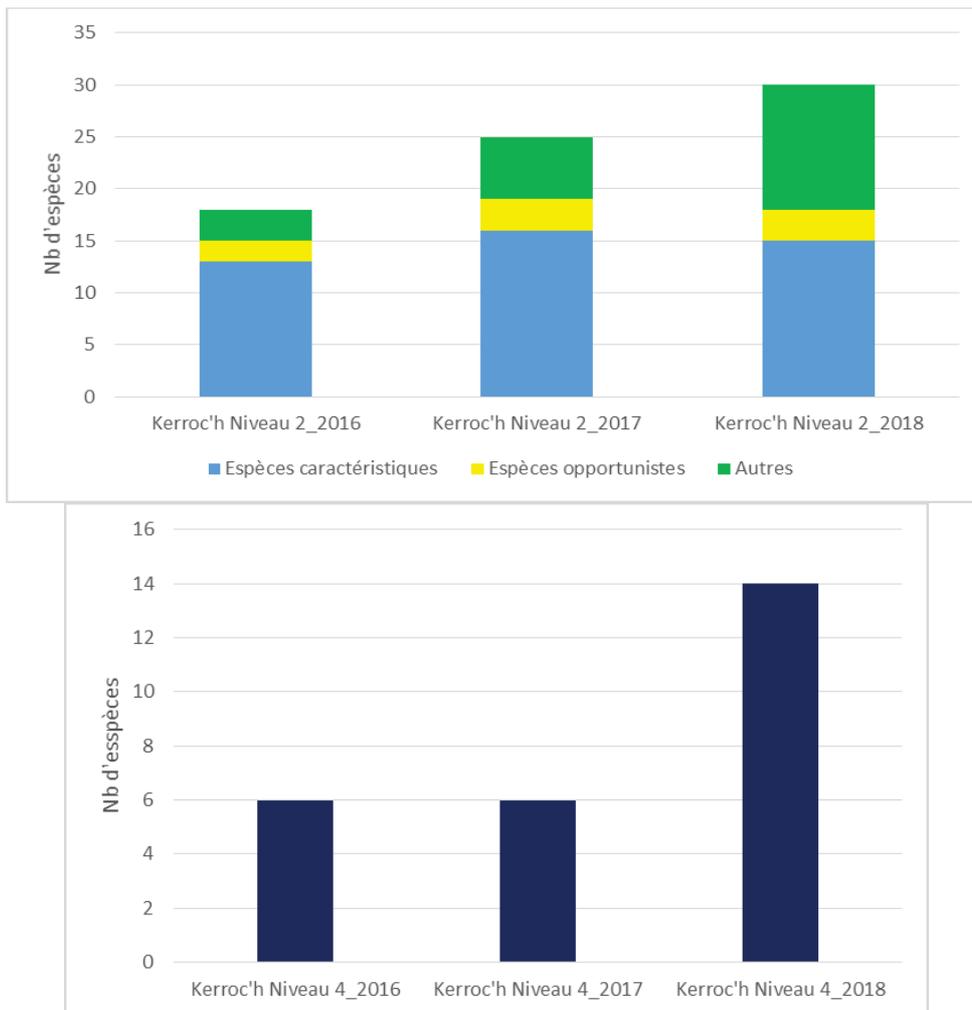


Figure 24 : Comparaison du nombre d'espèces entre 2016 et 2018 pour la station Kerroc'h (Niveau 2 et Niveau 4)

Sur la station Kerroc'h « Niveau 4 » 14 espèces de macroalgues sont observées. Les espèces *Erythrogloussum pseudopalmata* et *Rhodymenia pseudopalmata* sont les mieux représentées. En termes du nombre d'espèce, une augmentation entre 2016 et 2018 est à noter (Figure 24).

Tableau 20 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m² sur la station Kerroc'h Niveau 2

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Autres	<i>Chondrus crispus</i>	1			2		3	4		12	22	
	<i>Cystoseira baccata</i>	2		3					1	1	8	
	<i>Gymnochondrus crenulatus</i>		2		9	5			1	1	19	
	<i>Halidrys siliquosa</i>	3	2	5	1	2		4	2	2	16	
	<i>Laminaria digitata</i>	5		2	1			1			10	
	<i>Membranoptera alata</i>									1	1	
	<i>Nitophyllum punctatum</i>								1		1	
	<i>Palmaria palmata</i>									1	1	
	<i>Pterosiphonia complanata</i>	10	10	14	4	6	7	11	8	9	1	80
	<i>Pterosiphonia parasitica</i>				5	3						8
	<i>Sacchoriza polyschides</i>	1			3	5		2	2	2		15
	<i>Sphondylothamnion multifidum</i>				3	3						6
Espèces caractéristiques	<i>Acrosorium venulosum</i>	21	61	10	27	23	50	8	54	4	258	
	<i>Calliblepharis ciliata</i>		1				8		1		10	
	<i>Callophyllis laciniata</i>	2	2			1				3	3	
	Corallines dressées	54	251	39	42	41	141	20	96	36	32	
	<i>Cryptopleura ramosa</i>	80	68	59	65	108	79	33	75	40	12	
	<i>Delesseria sanguinea</i>	3	2	3	2	12	2	4	1	9	8	
	<i>Dictyopteris polypodioides</i>			1		5			6	1	1	
	<i>Dictyota dichotoma</i>	1	7	3	4	8	1	2	6	7		
	<i>Dilsea carnosa</i>	8	4		18	2	17	6	9	11	18	
	<i>Heterosiphonia plumosa</i>	9		1			1		2	1		
	<i>Kallymenia reniformis</i>	4		2		1		2				
	<i>Laminaria hyperborea</i>	1		3		1		2	2		2	
	<i>Phyllophora crispa</i>							1				
	<i>Plocamium cartilagineum</i>	1			2		2	1		2		
	<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>				4							
	Espèces opportunistes	<i>Ceramium</i> sp.	1	1		4	1					7
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>		6	13	6	17	28	5	3	10	3	92	
<i>Ulva clathrata</i>					1						1	
Nombre de pieds		213	424	151	214	255	316	104	277	146	83	
Nombre d'espèces		19	13	14	19	18	12	16	17	19	13	

Tableau 21 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m² sur la station Kerroc'h Niveau 4

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Apoglossum ruscifolium</i>	1									1
<i>Calliblepharis ciliata</i>	15									15
<i>Cryptopleura ramosa</i>	5					2				7
<i>Delesseria sanguinea</i>	2	1	2	1						6
<i>Dictyopteris polypodioides</i>	1	5	3	4			1	3	1	18
<i>Erythroglossum laciniatum</i>		10	14	2	13	10	19	3	12	10
<i>Heterosiphonia plumosa</i>	1			1						2
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>				1						1
<i>Kallymenia reniformis</i>			1							1
<i>Polysiphonia fucoïdes</i>		2				1	2		4	9
<i>Pterosiphonia complanata</i>	1									1
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>						2	3		28	1
<i>Stenogramma interruptum</i>	2									2
<i>Ulva</i> sp.		1								1
Nombre de pieds	28	19	20	9	13	15	25	6	40	16
Nombre d'espèces	8	5	4	5	1	4	4	2	2	4

3.3.5 Comparaisons

La Figure 25 et la Figure 26 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. Les sites les plus riches sont les stations A1 et Kerroc'h Niveau 2. Les espèces opportunistes sont observées sur tous les sites. Les richesses spécifiques sont similaires pour les stations de Niveau 4 (15 et 14 espèces respectivement pour les stations B2 et Kerroc'h).

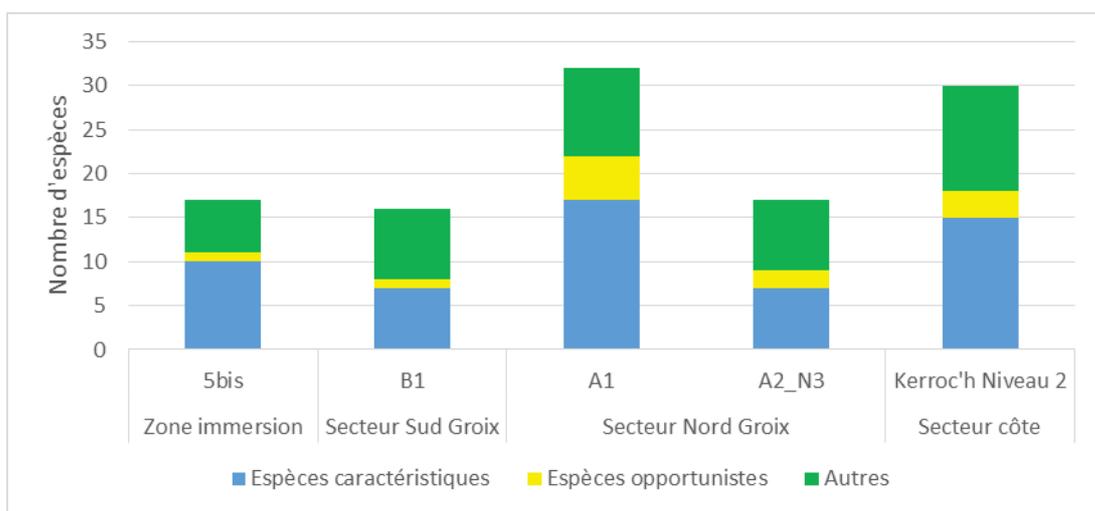


Figure 25 : Richesses spécifiques totales observées dans les quadrats de 0,25 m² pour les stations de Niveaux 2 et 3

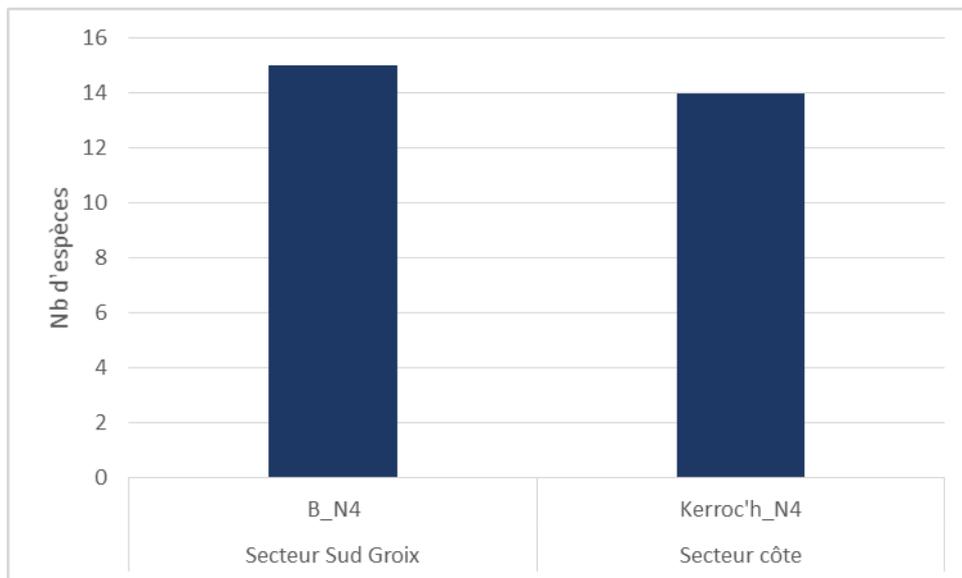


Figure 26 : Richesses spécifiques totales observées dans les quadrats de 0,25 m² pour les stations de niveaux 4

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 floristiques correspondant à des groupements de stations « biologiquement homogènes » à un certain degré de similarité.

Une méthode de groupement hiérarchique, la Classifications Ascendantes Hiérarchiques (C.A.H.) a été effectuée pour visualiser les regroupements de peuplements de macroalgues 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 nombres de pied par quadrats (0,25 m²). Une transformation log (x + 1) a été appliquée sur ces données d'abondances. Cette procédure permet d'amoindrir l'effet des espèces dominantes.

La Figure 27 permet de visualiser une hétérogénéité entre les stations (regroupements 1, 2.1, et 2.2). En revanche, une homogénéité est à noter à l'intérieur des stations. Le regroupement 1 isole les échantillons de la station B1. Le cortège des espèces caractéristiques de cette assemblage est composé quasi exclusivement de *Chondrus crispus*, *Rhodomenia pseudopalmata* et *Sacchoriza polyschides* (Procédure SIMPER, Tableau 22). Les espèces discriminantes pour l'assemblage 2.1 (échantillons de la station Kerroc'h Niveau 4 (sauf le répliat 1), 5Bis et de la station B2) sont *ErythroGLOSSUM laciniatum*, *Dictyopteris polypodioides* et *Heterosiphonia plumosa*. Enfin, le regroupement 2.2 isole les échantillons des stations Kerroc'h « niveau 2 », A1 et A2N3. Les espèces représentatives sont plus nombreuses comme *Cryptopleura ramosa*, *Dictyopteris polypodioides*, *Calliblepharis ciliata*, *Heterosiphonia plumosa* et *Sacchoriza polyschides*.

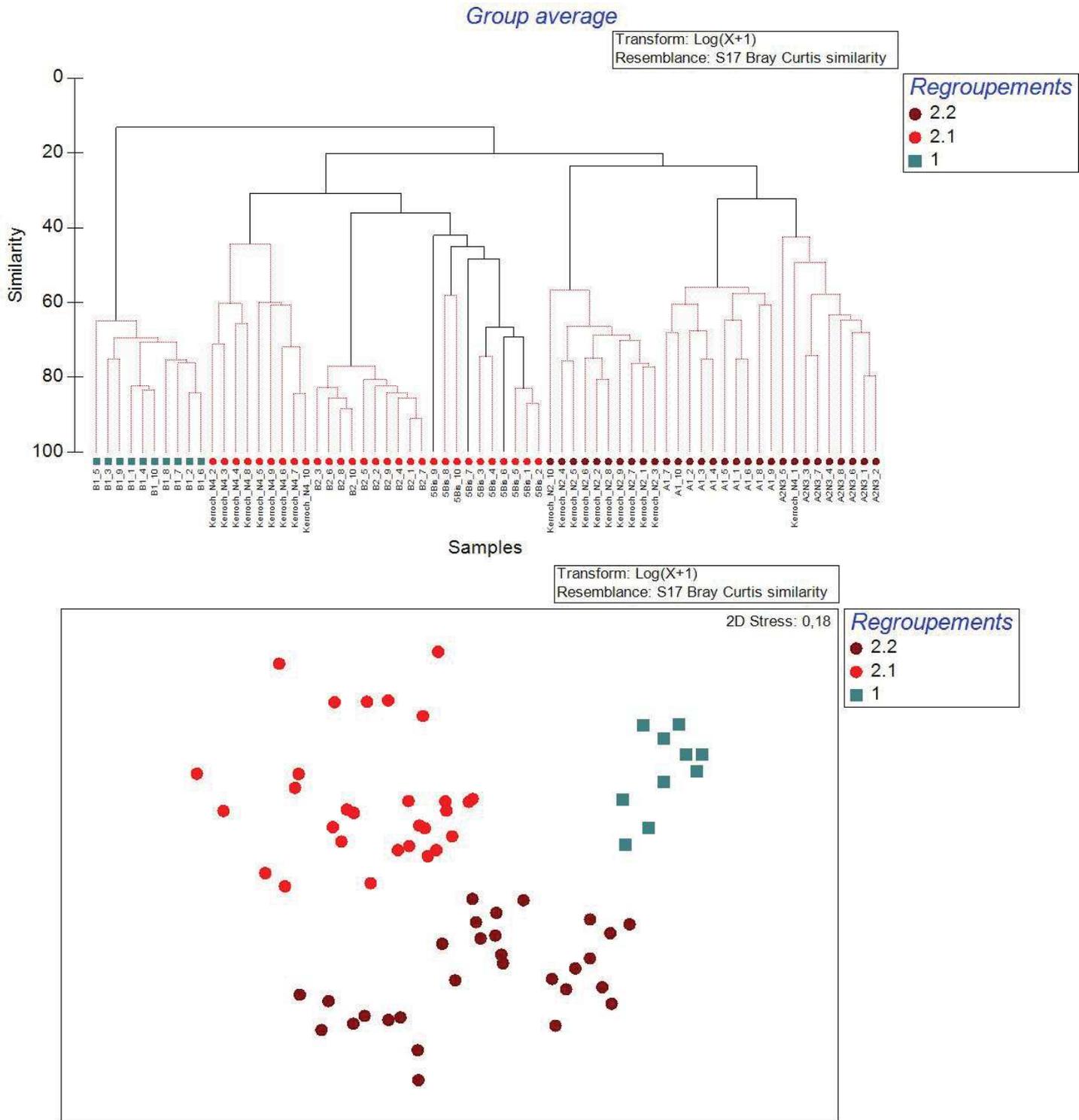


Figure 27: CAH et MDS réalisée sur le nombre de pied (0,25 m²)

Tableau 22 : 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	70,95	<i>Chondrus crispus</i>	33,49
		<i>Rhodomenia pseudopalmata</i>	54,76
		<i>Sacchoriza polyschides</i>	73,06
2.1	42,17	<i>Erythroglossum laciniatum</i>	45,33
		<i>Dictyopteris polypodioides</i>	54,74
		<i>Heterosiphonia plumosa</i>	61,46
2.2	37,09	<i>Cryptopleura ramosa</i>	23,9
		<i>Dictyopteris polypodioides</i>	39,05
		<i>Calliblepharis ciliata</i>	47,19
		<i>Heterosiphonia plumosa</i>	55,08
		<i>Sacchoriza polyschides</i>	61,34

3.5 Stipes de *Laminaria hyperborea*

3.5.1 Secteur de la zone d'immersion : Station 5Bis

Le Tableau 23 indique les différents paramètres mesurés sur 10 stipes de *Laminaria hyperborea* sur la station 5Bis. La longueur moyenne des stipes étudiés est de 33,65 (\pm 5,86) cm. La surface moyenne occupée par les espèces en épibiose par mètre linéaire de stipe est de 180 (\pm 35,28) cm²/mL. Les espèces observées sont *Phycodrys rubens* et *Rhodomenia pseudopalmata* avec respectivement des occurrences de 50 et 60%.

Tableau 23 : 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	36,50	30,00	30,00	100,00	Non
2	36,00	26,00	52,00	200,00	Non
3	34,50	26,00	52,00	200,00	Non
4	40,00	34,00	68,00	200,00	Non
5	34,50	25,00	35,00	140,00	Non
6	36,00	30,00	48,00	160,00	Non
7	22,50	21,00	42,00	200,00	Non
8	35,00	26,00	52,00	200,00	Non
9	38,00	29,00	58,00	200,00	Non
10	23,50	18,00	36,00	200,00	Non
Moyenne	33,65	26,50	47,30	180,00	
Ecart-type	5,86	4,62	11,62	35,28	

3.5.2 Secteur au Sud de Groix : Station B

Le Tableau 24 indique les différents paramètres mesurés sur 10 stipes de *Laminaria hyperborea* sur la station B1. La longueur moyenne des stipes étudiés est de 30,35 (\pm 6,62) cm. La surface moyenne occupée par les espèces en épibiose par mètre linéaire de stipe est de 916 (\pm 177,34) cm²/mL. Le Tableau 25 illustre les espèces dominantes observées ainsi que leur occurrence. Quatre espèces sont inventoriées et une espèce est présente sur tous les stipes *Phycodrys rubens*.

Tableau 24 : Paramètres relevés sur 10 stipes de *Laminaria hyperborea* sur la station B1

Stipe	Longueur du stipe (cm)	Longueur épiphytée (cm)	Surface d'épibiose (cm ²)	Surface d'épibiose par mL (cm ² /ml)	Présence de <i>Patella pellucida</i>
1	45	38	380,00	1000,00	Non
2	30	26	312,00	1200,00	Non
3	28	20	160,00	800,00	Non
4	23	21	210,00	1000,00	Non
5	31	28	224,00	800,00	Non
6	26,5	20	200,00	1000,00	Non
7	30	26	260,00	1000,00	Non
8	22	18	84,00	560,00	Non
9	32	30	300,00	1000,00	Non
10	36	32	256,00	800,00	Non
Moyenne	30,35	25,90	238,60	916,00	
Ecart-type	6,62	6,33	83,34	177,34	

Tableau 25 : Espèces majoritaires sur les stipes de *Laminaria hyperborea* sur la station B1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Occurrence (%)
<i>Callophyllis laciniata</i>							1				10%
<i>Cryptopleura ramosa</i>	1	1	1								30%
<i>Phycodrys rubens</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	1	1	1			1	1	1	1		70%
Nb d'espèce/stipe	3	3	3	1	1	2	3	2	2	1	

3.5.3 Secteur au Nord de Groix : Station A

Le Tableau 26 indique les différents paramètres mesurés sur 10 stipes de *Laminaria hyperborea* sur la station A. La longueur moyenne des stipes étudiés est de 44,25 (\pm 15,59) cm. La surface moyenne occupée par les espèces en épibiose par mètre linéaire de stipe est de 580 (\pm 239,44) cm²/mL. Le Tableau 27 illustre les espèces dominantes observées ainsi que leur occurrence. 9 espèces sont inventoriées. *Rhodymenia pseudopalmata* et *Lomentaria articulata* sont les espèces qui sont le plus couramment observées.

Tableau 26 : Paramètres relevés sur 10 stipes de *Laminaria hyperborea* sur la station A1

Stipe	Longueur du stipe (cm)	Longueur épiphytée (cm)	Surface d'épibiose (cm ²)	Surface d'épibiose par mL (cm ² /mL)	Présence de <i>Patella pellucida</i>
1	47,00	47,00	376,00	800,00	Non
2	59,50	51,50	412,00	800,00	Non
3	57,00	48,00	480,00	1000,00	Non
4	32,00	18,50	74,00	400,00	Non
5	31,00	11,00	44,00	400,00	Non
6	75,00	72,00	576,00	800,00	Non
7	41,00	41,00	164,00	400,00	Non
8	43,00	41,00	164,00	400,00	Non
9	27,00	18,00	72,00	400,00	Non
10	30,00	12,00	48,00	400,00	Non
Moyenne	44,25	36,00	241,00	580,00	
Ecart-type	15,59	20,23	200,33	239,44	

Tableau 27 : Espèces majoritaires sur les stipes de *Laminaria hyperborea* sur la station A1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Occurrence (%)
<i>Callophyllis laciniata</i>		1	1	1	1				1	1	60%
<i>Cryptopleura ramosa</i>			1	1		1	1	1			50%
<i>Lomentaria articulata</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
<i>Membranoptera alata</i>	1		1	1						1	40%
<i>Palmaria palmata</i>	1	1	1	1		1	1		1	1	80%
<i>Phycodrys rubens</i>		1								1	20%
<i>Plocamium cartilagineum</i>							1				10%
<i>Polyneura bonnemaisonii</i>				1							10%
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
Total général	4	5	7	6	3	4	5	3	4	6	

3.5.4 Secteur situé proche de la côte : Station Kerroc'h

Le Tableau 28 indique les différents paramètres mesurés sur 10 stipes de *Laminaria hyperborea* sur la station Kerroc'h. La longueur moyenne des stipes étudiés est de 18,40 (\pm 6,16) cm. La surface moyenne occupée par les espèces en épibiose par mètre linéaire de stipe est de 310 (\pm 268,54) cm²/mL. Le Tableau 29 illustre les espèces dominantes observées ainsi que leur occurrence. Trois espèces sont inventoriées et aucune espèce n'est présente sur tous les stipes. *Palmaria palmata* est l'espèce qui est le plus couramment observée.

Tableau 28 : Paramètres relevés sur 10 stipes de *Laminaria hyperborea* sur la station Kerroc'h

Stipe	Longueur du stipe (cm)	Longueur épiphytée (cm)	Surface d'épibiose (cm ²)	Surface d'épibiose par mL (cm ² /mL)	Présence de <i>Patella pellucida</i>
1	22,50	11,50	23,00	200,00	Non
2	12,00	6,50	6,50	100,00	Non
3	19,50	12,50	37,50	300,00	Non
4	17,00	8,00	16,00	200,00	Non
5	17,50	8,50	8,50	100,00	Non
6	8,50	4,00	4,00	100,00	Non
7	17,00	9,00	72,00	800,00	Non
8	30,00	19,00	57,00	300,00	Non
9	24,50	15,50	31,00	200,00	Non
10	15,50	12,50	100,00	800,00	Non
Moyenne	18,40	10,70	35,55	310,00	
Ecart-type	6,16	4,43	31,76	268,54	

Tableau 29 : Espèces majoritaires sur les stipes de *Laminaria hyperborea* sur la station Kerroc'h

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Occurrence (%)
<i>Palmaria palmata</i>	1	1	1	1	1		1	1	1	1	90%
<i>Phycodryis rubens</i>									1		10%
<i>Rhodomenia pseudopalmata</i>								1		1	20%
Nb d'espèce/stipe	1	1	1	1	1		1	2	2	2	

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, 2017 et en 2018. 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. La station 5bis a des valeurs proches de celle de B1 alors que pour la station A1 les valeurs sont proches de Kerroc'h. Aucune différence n'est à noter entre les deux années de suivi.

Concernant les surfaces épiphytées par mètre linéaire, les valeurs sont plus élevées en 2018 sur trois stations sauf 5Bis. Les valeurs sont minimales sur A1 et sont maximales sur Kerroc'h. De fortes différences sont donc observées sauf pour la station 5Bis.

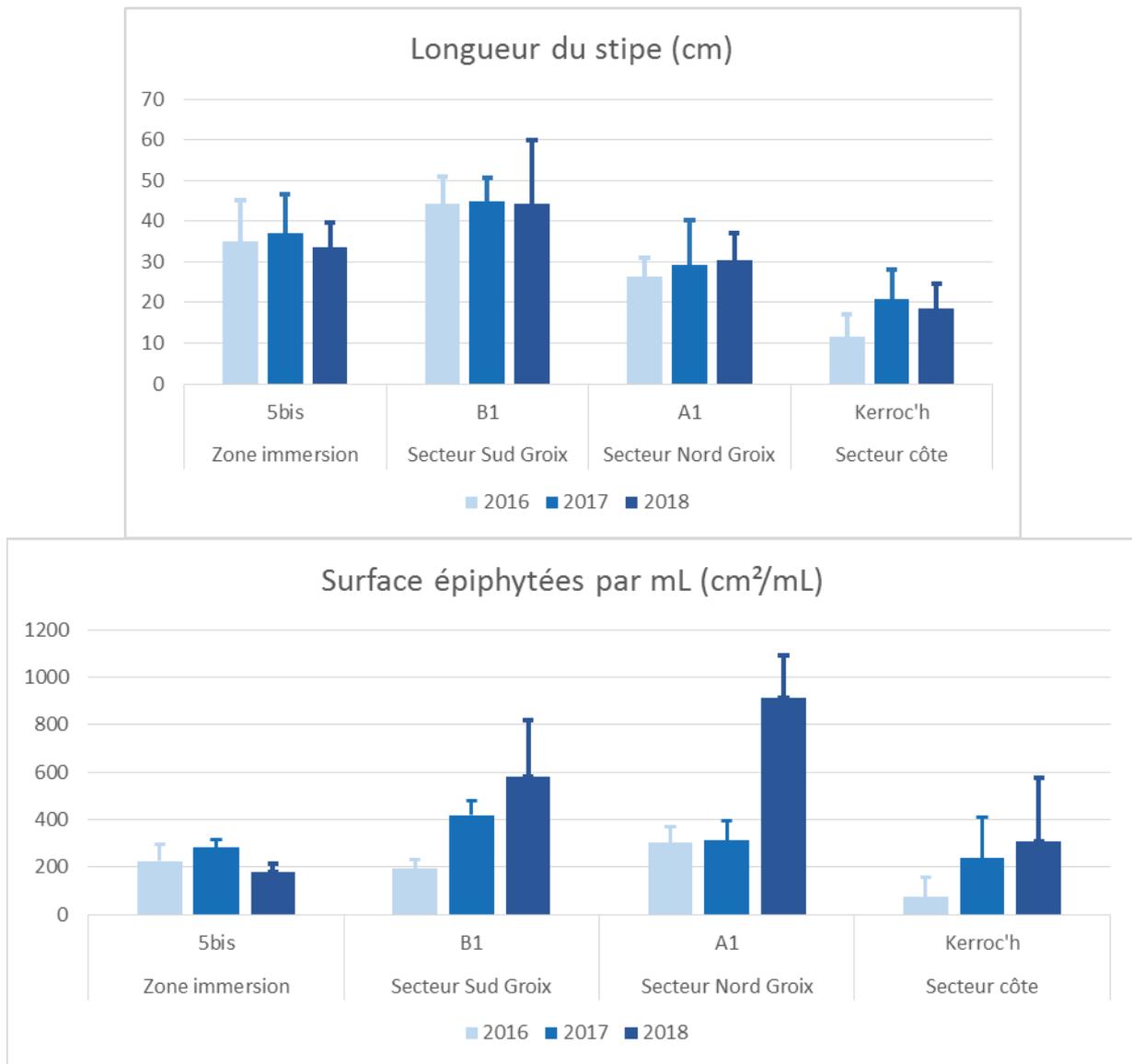


Figure 28 : Longueur des stipes (cm) et surface épiphytée par mL (cm²/mL)

3.6 Calcul de l'indice

Le Tableau 30 illustre les différentes notes obtenues pour les différents paramètres étudiés ainsi que les calculs des indices. Une espèce indicatrice du bon état écologique a été observée (*Laminaria digitata*) sur trois stations 5Bis, B et Kerroc'h. Les résultats indiquent des indices de qualités bonnes à très bonnes en 2018. Le site A la meilleure qualité avec une valeur de 1,22. Les sites B et 5Bis ont des valeurs bonnes assez proches avec réciproquement 0,68 et 0,66. Il est nécessaire de rappeler que pour le site 5bis la ceinture de l'infralittoral supérieur (Niveau 2) n'est pas présente sur ce site 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. Enfin, le site d Kerroc'h a des valeurs intermédiaires avec un indice bon de 0,78.

Ainsi, en termes d'évolution entre 2016 et 2018, pour les stations 5 bis et B, après une baisse en 2017, les indices réaugmentent sans pour autant atteindre des valeurs similaires à celles observées en 2016. L'amélioration observée sur la station Kerroc'h en 2017 se poursuit en 2018 alors que la station A reste stable avec des indices de très bonne qualité.

Tableau 30 : Notes pour les différents paramètres et calculs des indices de qualité

Niveau 1-2	Station 5Bis	Station A1	Station B1	Station Kerroc'h
Note ceinture (/30pts)	19,0	16,8	12,4	20,6
Note densité espèces structurantes (/20pts)	10	20	15	10
Note composition spécifique (/21pts)	12,5	10	11	6
Note diversité (/10pts)	2,5	5	2,5	5
Note stipe (/20pts)	5	7,5	10	2,5
Total	49,0	59,3	50,9	44,1
Barème	100	100	100	100
Note global ceinture (/20pts)	9,8	11,9	10,2	8,8

Niveau 3	Station 5Bis	Station A2	Station B1	Station Kerroc'h
Note ceinture (/30pts)	n.a.	30,0	n.a.	n.a.
Note composition spécifique (/20pts)	n.a.	15,0	n.a.	n.a.
Note diversité (/10pts)	n.a.	2,5	n.a.	n.a.
Note stipe (/20pts)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Total	0,0	47,5	0,0	0,0
Barème	60	60	60	60
Note global ceinture (/20pts)	n.a.	15,8	n.a.	n.a.

Note moyenne (/20pts)	9,8	13,8	10,2	8,8
-----------------------	------------	-------------	-------------	------------

Note moyenne retenue (/20pts)	9,8	13,1	10,2	8,8
Indice de qualité du site (/100pts)	49,0	69,2	50,9	44,1
RQE 2018	0,66	1,22	0,68	0,78
RQE 2017	0,62	1,05	0,59	0,71
RQE 2016	0,73	1,13	0,80	0,52

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-Courtel 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 bonne à très bonne en 2018 comme les années précédentes. La station A a une « très bonne qualité », B, Kerroc'h et 5Bis « bonnes ». Des disparités entre les différentes stations sont mises en évidence que ce soit en termes de composition spécifique ou de densité. L'espèce structurante est *Laminaria hyrperborea* sur la station 5bis alors que c'est majoritairement *Saccorhiza polyschides* qui est comptée sur les autres stations. Sur la station Kerroc'h, *Halidrys siliquosa* est également bien présente. La Figure 29 illustre les regroupements pour les communautés floristiques en fonction des stations et des années. Des stations sont stables comme B1, A2 et Kerroc'h Niveau 2. En revanche, des hétérogénéités entre 2016 et 2018 sont à noter pour les autres sites. En termes de qualité du milieu, une amélioration est encore observée sur le site de Kerroc'h.

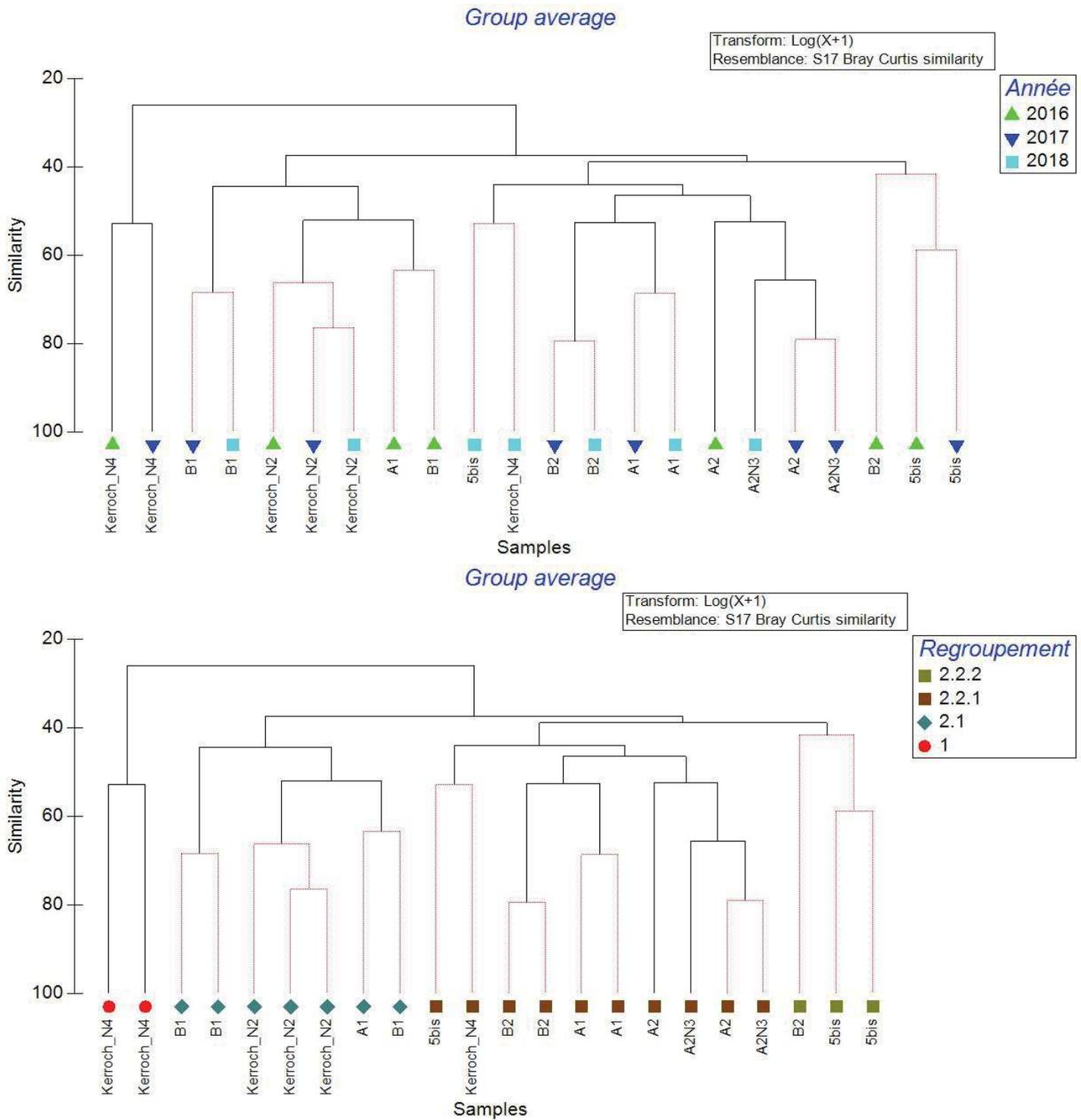


Figure 29: CAH et MDS réalisée sur le nombre de pied (0,25 m²)

Liste des figures

Figure 1 : Station 5Bis	5
Figure 2 : Station B1	6
Figure 3 : Station B2	6
Figure 4 : Station A1	7

Figure 5 : Station A2.....	7
Figure 6 : Station Kerroc'h Niveau 2.....	8
Figure 7 : Station Kerroc'h Niveau 4.....	8
Figure 8 : Photo d'épiphytes sur des stipes de <i>Laminaria hyperborea</i>	13
Figure 9 : Calcul de l'indice de qualité.....	16
Figure 10 : Embarcation le Bar'ouf.....	18
Figure 11 : Limite d'extension en profondeurs des ceintures algales sur l'ensemble des sites en 2018.....	19
Figure 12 : Nombre de pieds des espèces structurantes dans 5 quadrats de 1 m ² à -16 m C.M.	20
Figure 13 : Stades de Nécroses sur <i>Laminaria hyperborea</i>	20
Figure 14 : Effectifs des espèces structurantes dans 5 m ² en fonction des profondeurs.....	21
Figure 15 : Nombre de pieds des espèces structurantes dans 5 quadrats de 1 m ² pour quatre profondeurs.....	21
Figure 16 : Stades de nécroses sur <i>Laminaria hyperborea</i>	22
Figure 17 : Nombre de pieds des espèces structurantes dans 5 quadrats de 1 m ² pour deux profondeurs.....	23
Figure 18 : Stades de nécroses sur <i>Laminaria hyperborea</i>	23
Figure 19 : Nombre de pieds des espèces structurantes dans 5 quadrats de 1 m ² pour trois profondeurs.....	24
Figure 20 : Stades de nécroses sur <i>Laminaria hyperborea</i>	25
Figure 21 : Comparaison du nombre d'espèces entre 2016 et 2018 pour la station 5Bis.....	26
Figure 22 : Comparaison du nombre d'espèces entre 2016 et 2018 pour la station B (B1 et B2)....	28
Figure 23 : Comparaison du nombre d'espèces entre 2016 et 2018 pour la station A (A1 et A2_N3).....	30
Figure 24 : Comparaison du nombre d'espèces entre 2016 et 2018 pour la station Kerroc'h (Niveau 2 et Niveau 4).....	32
Figure 25 : Richesses spécifiques totales observées dans les quadrats de 0,25 m ² pour les stations de Niveaux 2 et 3.....	34
Figure 26 : Richesses spécifiques totales observées dans les quadrats de 0,25 m ² pour les stations de niveaux 4.....	35
Figure 27: CAH et MDS réalisée sur le nombre de pied (0,25 m ²).....	37
Figure 28 : Longueur des stipes (cm) et surface épiphytée par mL (cm ² /mL).....	42
Figure 29: CAH et MDS réalisée sur le nombre de pied (0,25 m ²).....	45

Liste des tableaux

Tableau 1 : Liste des espèces définissant l'étagement.....	9
Tableau 2 : Caractéristiques des différents « niveaux ».....	10
Tableau 3 : Espèces caractéristiques du niveau 1-2 de l'écorégion Manche occidentale –Bretagne-Pays de la Loire.....	11
Tableau 4 : Espèces caractéristiques du niveau 3 de l'écorégion Manche occidentale –Bretagne-Pays de la Loire.....	11
Tableau 5 : Espèces invasives et/ou opportunistes caractéristiques.....	12
Tableau 6 : Valeurs de référence pour les limites d'extension.....	14
Tableau 7 : Notation en fonction des densités des espèces définissant l'étagement.....	14
Tableau 8 : Notation en fonction de la richesse spécifique des espèces caractéristiques.....	14
Tableau 9 : Notation en fonction de la densité des espèces opportunistes.....	15
Tableau 10 : Notation en fonction de la richesse totale obtenue sur les quadrats.....	15
Tableau 11 Notation pour les paramètres mesurés sur les stipes de <i>Laminaria hyperborea</i>	16
Tableau 12 : Site de références en fonction des supertypes.....	17
Tableau 13 : Classes pour l'indice EQR.....	17

Tableau 14 : Dates d'intervention.....	18
Tableau 15 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m ² sur la station 5Bis	26
Tableau 16 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m ² sur la station B1	27
Tableau 17 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m ² sur la station B2 Niveau 4	28
Tableau 18 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m ² sur la station A1.....	29
Tableau 19 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m ² sur la station A2_Niveau 3	31
Tableau 20 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m ² sur la station Kerroc'h Niveau 2.....	33
Tableau 21 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m ² sur la station Kerroc'h Niveau 4.....	34
Tableau 22 : 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).	38
Tableau 23 : Paramètres relevés sur 10 stipes de <i>Laminaria hyperborea</i> sur la station 5Bis.....	38
Tableau 24 : Paramètres relevés sur 10 stipes de <i>Laminaria hyperborea</i> sur la station B1	39
Tableau 25 : Espèces majoritaires sur les stipes de <i>Laminaria hyperborea</i> sur la station B1	39
Tableau 26 : Paramètres relevés sur 10 stipes de <i>Laminaria hyperborea</i> sur la station A1	40
Tableau 27 : Espèces majoritaires sur les stipes de <i>Laminaria hyperborea</i> sur la station A1.....	40
Tableau 28 : Paramètres relevés sur 10 stipes de <i>Laminaria hyperborea</i> sur la station Kerroc'h ...	41
Tableau 29 : Espèces majoritaires sur les stipes de <i>Laminaria hyperborea</i> sur la station Kerroc'h	41
Tableau 30 : Notes pour les différents paramètres et calculs des indices de qualité	43

Liste des cartes

Carte 1 : Plan d'échantillonnage	4
---	----------

LE SUIVI DU SITE D'IMMERSION

Partie n°9

Expertise MNHN

Derrien-Courtel S.
Le Gal A.



Suivi du site d'immersion des rejets de dragage de la rade de Lorient au large de Groix :

**Expertise des prestations effectuées en 2018 sur la
mise en œuvre du protocole « DCE-2 -
Macroalgues subtidales »**

Expertise n°2

Table des matières

<u>1. INTRODUCTION</u>	3
<u>2. PRESENTATION DES ACTEURS</u>	3
<u>3. EXPERTISE DE LA PRESTATION « APPLICATION DU PROTOCOLE DCE-2 MACROALGUES SUBTIDALES »</u>	4
3.1 METHODOLOGIE	4
3.2 DONNEES ET RESULTATS	4
3.3 NOTATION	5
<u>4. CONCLUSION</u>	7
BIBLIOGRAPHIE	8

Liste des tableaux

Tableau 1 : Echantillonnage à réaliser pour l'étude de la structure des populations d'algues arbustives en fonction de la profondeur de l'infralittoral supérieur	4
Tableau 2 : Calcul du RQE des sites à partir des notes corrigées	6

1. Introduction

Le suivi du site d'immersion des rejets de dragage de la rade de Lorient au large de Groix s'intéresse à différents compartiments dont le suivi de vidéos sous-marines des fonds et le suivi des macroalgues subtidales (et leur faune associée) en plongée sous-marine.

L'équipe de Sandrine Derrien-Courtel de la Station de Biologie Marine de Concarneau du MNHN est sollicitée pour expertiser les prestations du bureau d'études TBM concernant la mise en œuvre du protocole « DCE 2 – Macroalgues subtidales » (Derrien-Courtel et Le Gal, 2014) en 2018.

Notre expertise porte sur la méthodologie, les données et les analyses exposées dans les rapports du prestataire. En 2016, le MNHN Concarneau avait réalisé des prospections afin de définir des points de suivi adaptés au protocole DCE-2 (Derrien-Courtel *et al.*, 2016). Ce travail a fait l'objet d'un rapport synthétisant les métadonnées utiles pour le suivi des stations désignées ainsi que l'échantillonnage à réaliser sur chaque station pour répondre aux besoins de l'étude. Afin d'affiner notre analyse, les tableaux de notation ainsi qu'un fichier de données brutes de l'opérateur nous ont également été transmis.

2. Présentation des acteurs

Sandrine DERRIEN-COURTEL (MNHN Concarneau)	Responsabilité scientifique Relecture du rapport
Aodren LE GAL (MNHN Concarneau)	Expertise, Rédaction du rapport

3. Expertise de la prestation « Application du protocole DCE-2 Macroalgues subtidales »

3.1 Méthodologie

Certaines ceintures algales n'ont pas été échantillonnées, c'est le cas de l'infralittoral inférieur (N3) de Kerroc'h et de la station B2. Si l'absence d'échantillonnage de ses niveaux se justifie, il est nécessaire d'en faire mention dans le rapport en expliquant la raison.

Les quadrats échantillonnés pour l'étude de la structure de la strate arbustive ont parfois été réalisés à des profondeurs qui ne correspondent pas au protocole (ex de la station B1, p21). Le respect des profondeurs préconisées doit permettre d'acquérir une donnée homogène et de permettre une comparaison spatiale et temporelle de la strate arbustive qui est susceptible d'être impactée par une augmentation de la turbidité de l'eau ou une augmentation de l'influence sédimentaire.

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 1 : Echantillonnage à réaliser pour l'étude de la structure des populations d'algues arbustives en fonction de la profondeur de l'infralittoral supérieur

3.2 Données et résultats

La présence de *L. digitata* sur la station 5bis à une profondeur d'environ 16m C.M. est peu probable. Il s'agit certainement de *L. hyperborea* assez jeunes et non épiphytées. L'espèce devrait être retirée du tableau 15.

Cette année, la faune a également été échantillonnée au sein des quadrats. Il aurait été intéressant d'identifier quelques-unes des éponges qui représentent parfois 45% du quadrat. Si l'opérateur ne l'a pas fait cette année, il pourrait prélever des échantillons pour permettre une détermination.

Nous avons également remarqué la présence de l'ascidie *Dendrodoa grossularia* dans les relevés. Cette espèce n'est pas très commune en Bretagne sud et un prélèvement lors de la prochaine campagne permettrait de valider cette observation étonnante.

3.3 Notation

Généralités

Cette année, l'opérateur a utilisé les tableaux de notation proposés. Ceci permet de détecter l'origine des erreurs de notations.

Métrique « Limite d'extension des ceintures algales » :

Cette métrique est correctement évaluée sur l'ensemble des stations.

Métrique « densité des algues structurantes » :

Le Tableau 18 présentant les espèces recensées sur le site A1 a été remplacé. Ceci implique de revoir les valeurs utilisées dans le calcul de certaines notes.

Nous n'obtenons pas la même note que l'opérateur pour le site A1. La densité des algues structurantes est modifiée passant de 36.8 à 88.4 ind/m², ce qui modifie la note de densité des algues structurantes (se reporter aux fichiers de notations joints).

Métrique « Composition spécifique » :

Le Tableau 18 présentant les espèces recensées sur le site A1 a été remplacé. Ceci implique de revoir les valeurs utilisées dans le calcul de certaines notes.

On dénombre désormais 15 espèces caractéristiques, ce qui modifie la note « espèces caractéristiques ». Il faut modifier le commentaire du rapport qui indique que 13 espèces caractéristiques sont recensées dans plus de 1 quadrat.

La densité des espèces opportunistes doit être modifiée puisque ce tableau établit une densité de $58/2.5 = 23.2$ ind/m². Cependant, ce changement n'influence pas la note espèces opportunistes.

Paramètre "présence d'une espèce indicatrice du bon état écologique" :

La présence de *Laminaria digitata* est signalée sur 3 sites alors que celle-ci était absente en 2016 et 2017. Cependant, l'identification de cette espèce sur la station 5bis (à une profondeur comprise entre -16 et -18m C.M.) nous semble erronée. Nous préconisons de ne pas attribuer de point bonus à ce site.

Métrique « diversité spécifique »

Le Tableau 18 présentant les espèces recensées sur le site A1 a été remplacé. Ceci implique de revoir les valeurs utilisées dans le calcul de certaines notes.

Nous n'obtenons pas la même note que l'opérateur pour le site A1. La diversité spécifique totale passe de 26 à 32 espèces, ce qui modifie la note « diversité spécifique totale » (se reporter aux fichiers de notations joints).

Métrique « épibioses des stipes de *Laminaria hyperborea* »

Cette métrique est correctement évaluée sur l'ensemble des stations.

Calcul de l'indice de qualité et de l'EQR :

Cette année, l'opérateur a bien pris en compte l'existence de différents supertypes en intégrant les indices de référence correspondant, pour le calcul de l'EQR des stations.

Bien évidemment, au vu des erreurs signalées au niveau des différentes métriques, il est nécessaire de revoir la notation globale de la station A. (Tableau 2).

Niveau 1-2	5bis	Station A	Station B	Kerroch
Note ceinture (/30pts)	19.0	16.8	12.4	20.6
Note densité espèces structurantes (/20pts)	10	20	15	10
Note composition spécifique (/21pts)	12.5	10	11	6
Note diversité (/10pts)	2.5	5	2.5	5
Note stipe (/20pts)	5	7.5	10.0	2.5
Total	49.0	59.3	50.9	44.1
Barème	100	100	100	100
Note global ceinture (/20pts)	9.8	11.9	10.2	8.8
Niveau 3	5bis	Station A	Station B	Kerroch
Note ceinture (/30pts)	n.a	30.0	12.3	21.1
Note composition spécifique (/20pts)	n.a	15	?	?
Note diversité (/10pts)	n.a	2.5	?	?
Note stipe (/20pts)	n.a			n.a
Total	n.a	47.5		n.a
Barème	n.a	60		n.a
Note global ceinture (/20pts)	n.a	15.8		n.a
Note moyenne (/20pts)	9.8	13.8	10.2	8.8
Indice de qualité du site (/100pts)	49.0	69.2	50.9	44.1
Indice de qualité de référence (/100pts)	74.8	56.8	74.8	56.8
RQE	0.66	1.22	0.68	0.78

Tableau 2 : Calcul du RQE des sites à partir des notes corrigées
(Les modifications sont signalées en rouge)

4. Conclusion

A l'avenir, l'opérateur devrait résumer l'échantillonnage réalisé dans un tableau dans lequel il renseignera pour chaque site, les limites des ceintures algales et le nombre de quadrats (en précisant si la flore et la faune y ont été échantillonnés) réalisés à chaque bathymétrie et/ou ceintures algales échantillonnés, etc.. Ce tableau permettra :

- D'avoir une vision synthétique de l'échantillonnage réalisé,
- De permettre à l'opérateur de détecter si une partie de l'échantillonnage est manquante et dans ce cas d'éventuellement en expliquer la raison.

Les données exposées semblent globalement cohérentes concernant notamment les listes d'espèces de la flore (sauf le recensement de *L. digitata* sur la station 5bis).

Quelques erreurs subsistent au niveau des notations de la station A, ce qui nécessite de revoir la notation.

Nous mesurons les difficultés à appréhender un nouveau protocole pour tout prestataire, et notamment ce protocole "DCE-2 Macroalgues subtidales". Le prestataire a la possibilité de solliciter l'équipe du MNHN pour des conseils sur le protocole et/ou pour une aide à la détermination des espèces en laboratoire. Ceci a déjà été mentionné à plusieurs reprises et notamment dans notre précédent rapport d'expertise.

Enfin, nous avons également sollicité un « rapport de mission » pour le courant de l'été 2018 afin de vérifier que l'ensemble du terrain avait été correctement réalisé (pour que le prestataire puisse compléter les relevés en septembre 2018 le cas échéant) ; malheureusement, nous n'avons rien reçu.

Bibliographie

Derrien-Courtel S et Le Gal A (2014) Protocole de surveillance DCE pour l'élément de qualité « Macroalgues subtidales » - Second cycle de suivi (DCE-2) - Version 2014-V1, Contrat Ifremer-MNHN, 28p