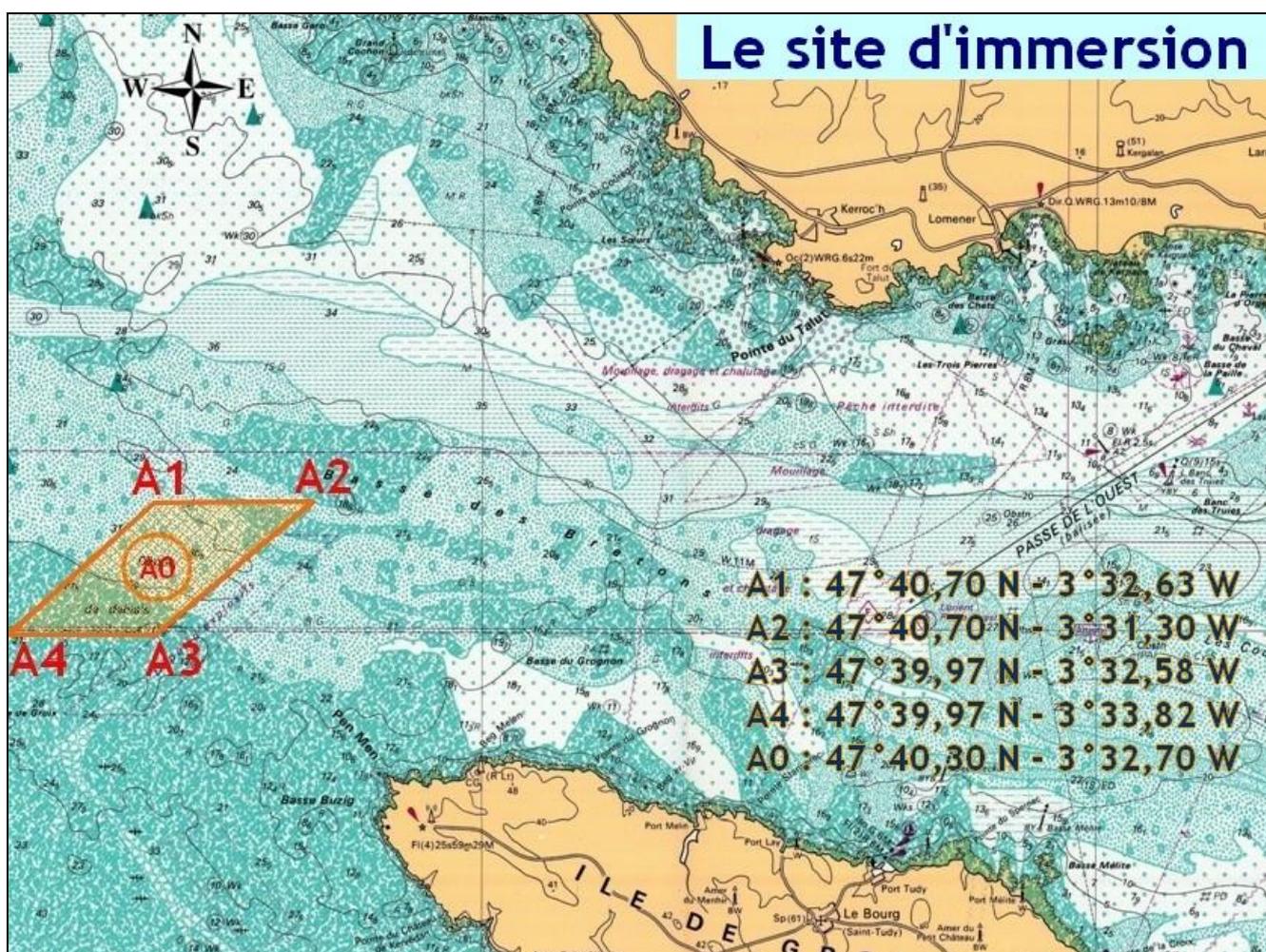


SUIVI DU SITE D'IMMERSION DES PRODUITS DE DRAGAGES AU LARGE DE L'ÎLE DE GROIX



SUIVI 2017

LE SUIVI DU SITE D'IMMERSION

Rapport 2017

- 1 : *Rapport d'étape*
- 2 : *Fiches de protocole*
- 3 : *Bathymétrie*
- 4 : *Analyse des vidéos*
- 5 : *Expertise des sédiments marins et coquillages*
- 6 : *Surveillance chimique et peuplements benthiques*
- 7 : *Etude de l'évolution des macroalgues subtidales*
- 8 : *Expertise des prestations « protocole macroalgues » et « vidéos »*

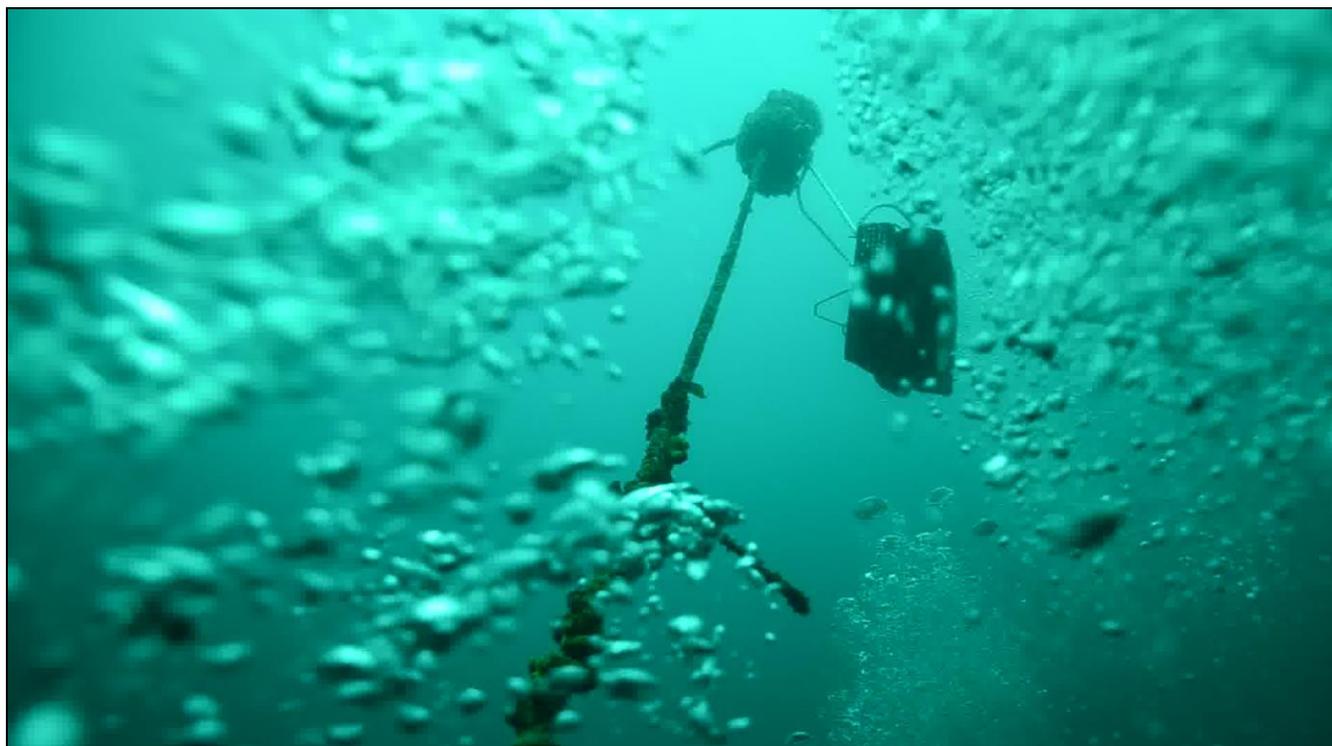
Annexes 2017

- **Vidéos des 3 sites de suivi**

LE SUIVI DU SITE D'IMMERSION

Partie n°1 *Rapport d'étape*

**SUIVI 2017 DU SITE D'IMMERSION
AU LARGE DE GROIX**



**Rapport d'étape
Pour la période 2016-2017**

juillet 2018

Sommaire

1	Historique	3
2	Le suivi du site d'immersion 2017	4
2.1	Le levé bathymétrique annuel	5
2.2	Rapport de plongée	5
2.2.1	Première phase	5
2.3	Expertise sur sédiments et coquillages	6
2.3.1	Analyse des sédiments	7
2.4	Le compartiment « chimie et peuplement benthique »	8
2.4.1	Méthodologie	9
2.4.2	Résultats de la surveillance 2017	10
2.5	Protocole de surveillance DCE pour l'élément de qualité « macroalgues subtidales » ...	10
3	Le suivi des immersions	12
3.1	Intégration du suivi dans les arrêtés d'autorisation	12
3.2	Suivi des travaux de dragage et d'immersion	12
3.3	Travaux de dragage et d'immersion pour la période 2016-2017	12
3.4	Récapitulatif des volumes de matériaux immergés	12
4	Conclusions	12

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.

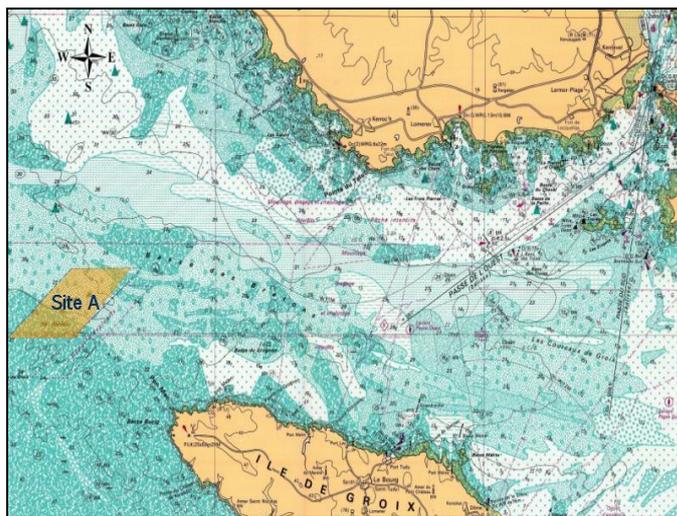


Figure 1 : site retenu après étude

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 2017 couvre la période d'immersion comprise de septembre 2016 à juin 2017. En 2017 aucun déblai n'a été immergé sur le site.

2 Le suivi du site d'immersion 2017

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 en 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 2016 et 2017

Le protocole « chimie et peuplements benthiques » est complété par un point de suivi supplémentaire, GRIMM 4.

2.1 Le levé bathymétrique annuel

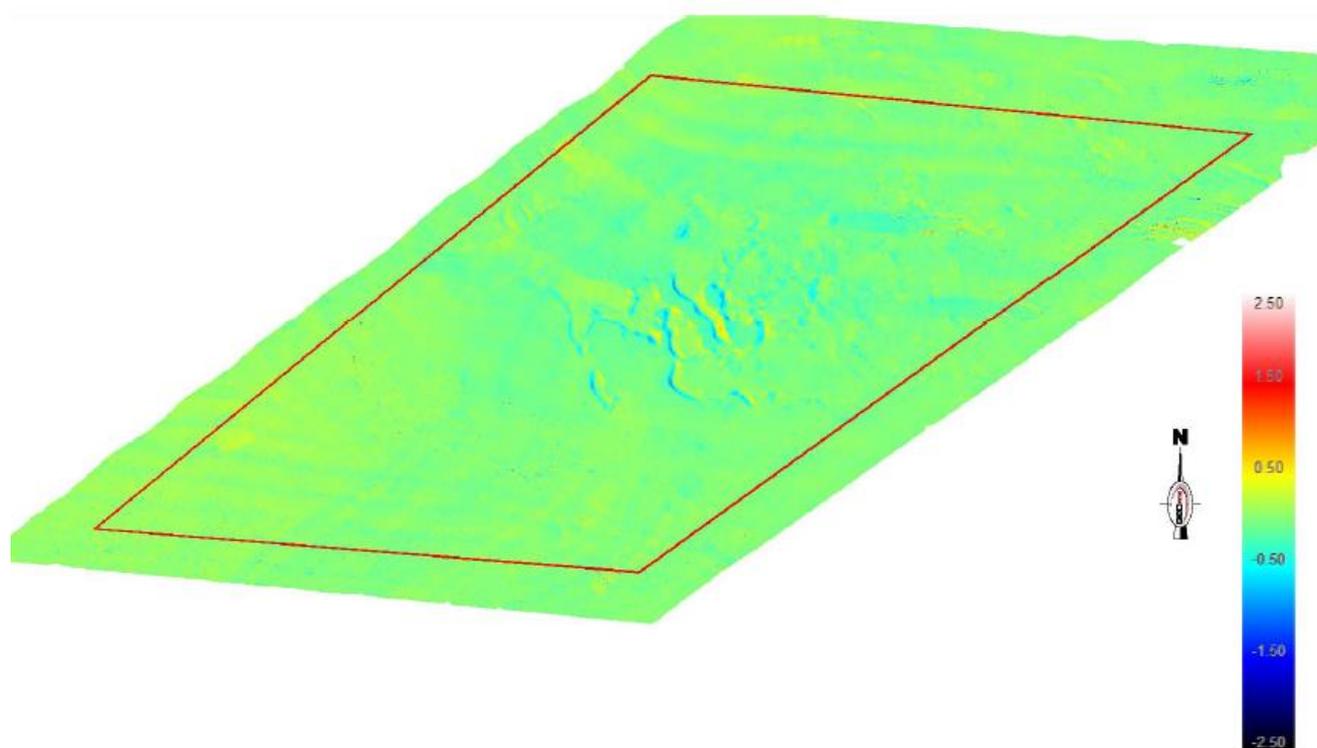
Le dernier levé bathymétrique du site d'immersion a été réalisé en août 2017 par la société GEOXYZ, prestataire bathymétrique de la Région BRETAGNE.

Après traitement, il a été comparé au levé de l'année précédente. L'image réduite du plan de comparaison réalisé sur la zone de clapage, à partir des bathymétries de 2016 et 2017 fait apparaître quelques points d'engraissement des fonds dans cette partie du site d'immersion.

Un calcul différentiel de cubatures évalue le volume « résiduel » de matériaux au centre de la zone de clapage d'une année à l'autre. Le solde constaté est positif avec une valeur de 8948 m³.

	apports (volume positif)	pertes (volume négatif)
volume calculé	88 269 m ³	79 321 m ³

Surface de calcul : 2 188 308 m²



Différentiel bathymétrique 2016 - 2017

2.2 Rapport de plongée

2.2.1 Première phase

Les plongées du suivi 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 4 : 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 2017, l'espèce de dictyotales, *Dictyopteris polypodioides* est peu présente par rapport aux autres années.

Station 23

En 2017, le transect réalisé indique l'existence de plusieurs habitats rocheux dont des forêts denses à *Saccorhiza polyschides*, 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. Aucun changement majeur n'est détecté pour cette station.

2.3 Expertise sur sédiments et coquillages

Le suivi annuel de la zone de dépôt des déblais de dragage de la rade de Lorient, débuté en 2002, a été poursuivi en 2017 sur deux volets :

- _ Le sédiment par carottage sur 2 points
- _ La matière vivante : coquillages bivalves (moules et huîtres) sur 5 stations initialement.

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.

2.3.1 Analyse des sédiments

Sur les sédiments – caractéristiques physiques, teneurs en métaux et contaminants organiques

- Contaminants métalliques

L'ensemble des concentrations obtenues pour les 2 points de suivi sont inférieures au niveau N1 défini par le GEODE.

Pour la station 24 – Anse du Pérello, le pourcentage de sédiments fins (< à 63µm) est faible et stable par rapport aux données 2006-2016. En revanche le pourcentage en carbone organique atteint un maximum qui se situe largement au-dessus des valeurs enregistrées habituellement.

Pour le Cadmium, les valeurs obtenues sont égales au seuil de détection, et inférieures au niveau RNO (0,1 mg/kg/MS pour le seuil de détection pour 0,2 mg/kg/MS pour le niveau RNO et 1,2 mg/kg/MS pour le niveau N1).

Pour le Cuivre, le Mercure et le Zinc, les concentrations obtenues sont inférieures à la valeur de référence fixée par le RNO. Ces concentrations sont cependant faibles au regard des caractéristiques minéralogiques du point de suivi.

Pour l'Arsenic, le Nickel et le Chrome, la concentration obtenue est également inférieure à la valeur de référence du RNO et au niveau N1 GEODE pour l'arsenic et cohérente au regard des caractéristiques minéralogiques de ce point de suivi.

Pour le Plomb, la concentration obtenue (25 mg/kg PS) est égale à la valeur retenue par le RNO et inférieure au seuil N1 GEODE. Cette concentration est similaire à la concentration 2016 et également inférieure à la moyenne 2006-2016 de ce point de suivi qui montre depuis 2006 des pollutions récurrentes pour ce paramètre.

Pour la station 21- Basse de la Paille, les résultats en granulométrie sont plus hétérogènes au regard des 10 années suivies. L'année 2017 montre des pourcentages en fractions fines et en carbone organique globalement à la hausse par rapport à 2016, mais qui restent légèrement inférieurs à la moyenne 2006-2016.

Pour le Cadmium et le Mercure, les valeurs obtenues sont inférieures au seuil de détection, ainsi qu'au niveau RNO. Pour l'Arsenic, le Cuivre, le Plomb et le Zinc, les concentrations obtenues sont inférieures à la valeur de référence fixée par le RNO et au niveau N1 GEODE pour l'arsenic. Ces concentrations sont cependant faibles au regard des caractéristiques minéralogiques du point de suivi. Pour le Nickel et le Chrome, la concentration obtenue est également inférieure à la valeur de référence du RNO et cohérente au regard des caractéristiques minéralogiques de ce point de suivi.

- Contaminants organiques

Les concentrations mesurées en HAPs sur les sédiments des 2 points suivis en 2017 sont toutes inférieures aux niveaux I et II « GEODE » définis par l'arrêté du 8 février 2013, modifié le 17 juillet 2014.

A la station 21-Base de la paille, 4 HAPs sur 16 montrent des concentrations inférieures au seuil de détection du laboratoire. Il n'y en a pas pour la station 24 – Anse du Pérello. Pour ces éléments, nous avons fixé la concentration à la valeur du seuil pour envisager le cas le plus pessimiste.

Pour les 2 stations suivies en 2017, les HAPs intermédiaires et lourds (cancérigènes) représentent respectivement 86 % et 84 % de la concentration totale pour les stations 21 et 24, respectivement.

Pour chacun des HAPs et pour les 16 HAPs mesurés, les concentrations à l'anse du Pérello sont supérieures à celles de la Basse de la paille. Ces résultats sont inférieurs à la norme pour la station 21- Basse de la paille. En revanche, ils sont supérieurs pour la station 24- anse du Pérello.

Cependant, ils sont tout à fait cohérents au regard de la teneur en carbone organique de ces stations, puisque la station Basse de la paille possède une teneur en carbone organique 2 fois moins importante que la station Anse du Pérello.

Le suivi 2017 montre des teneurs en PCB totaux inférieures aux seuils de détection pour les 2 stations suivies. Il montre, de plus, des concentrations en TBT inférieure (Basse de la paille) ou égale (anse du Pérello) au seuil de détection.

- Sur la matière vivante – teneurs en métaux lourds et contaminants organiques.

Sur les deux points de suivi n°11 et 12, les concentrations relevées en 2017 ne montrent pas d'accumulation de contaminants excepté pour **le cuivre pour lequel on observe une concentration supérieure au niveau RNO, et pour le plomb pour lequel on observe une concentration anormalement élevée.** Pour le plomb, ce constat avait également été fait en 2014 et en 2016 sur ces mêmes points de suivis et en 2015 sur les points de suivis n°11 et n°13. **Les contaminations en plomb des moules présentes sur le site d'immersion observées en 2014, puis en 2015 et en 2016 semblent donc se confirmer.**

On observe une concentration 2017 en zinc supérieure à la médiane nationale et à la moyenne locale sur le site du Pérello. Cependant, cette valeur a nettement baissé par rapport à 2016, année exceptionnelle sur ce paramètre depuis le début du suivi.

Pour les 3 métaux faisant l'objet d'une réglementation, (Plomb ; Mercure ; Cadmium), les valeurs restent inférieures aux seuils sanitaires.

Concernant les contaminants organiques sur les points de suivi n°11 et n°12, les concentrations en HAPs 2017 montrent une légère diminution après un an d'immersion et sont légèrement supérieures à la moyenne 2006-2016 pour le point n°12 et nettement supérieures pour le point n°11. Cette observation est particulièrement remarquable pour les HAP légers.

Les concentrations 2017 en PCB sur ces mêmes points, baissent franchement après une année d'immersion et sont inférieures à la moyenne 2006-2016. Cette tendance est encore plus appuyée pour les concentrations 2017 en PCB 153 (utilisé comme indicateur).

Concernant les contaminants organiques sur le site du Pérello, les concentrations 2017 en HAPs sont très nettement supérieures à la moyenne 2006-2016. Ce sont essentiellement les HAP légers qui causent cette hausse, les concentrations en HAP intermédiaires et lourds restent stables par rapport à 2016. Cependant, 2016 était une année présentant de fortes concentrations en HAP, notamment en HAP intermédiaires, avec le fluoranthène pour lequel la concentration 2017 est l'une des plus fortes mesurées (proche de celles de 2016 et de 2014). Pour les PCBs, les concentrations 2017 sont inférieures à la moyenne 2006-2016. Il en va de même pour le PCB 153, dont la concentration 2017 est nettement inférieure à la moyenne locale et dans la gamme de valeurs régulièrement observées sur ce site.

2.4 Le compartiment « chimie et peuplement benthique »

Suite au classement du site d'immersion en zone NATURA 2000 en mer et aux objectifs fixés par la DCE, il a été convenu, lors du comité de suivi du site en juin 2009, d'engager des actions supplémentaires au suivi, afin de mieux quantifier les impacts éventuels des immersions.

A ce titre et à partir du suivi 2010, un compartiment « chimie et peuplement benthique » a été instauré sur trois (3) points à proximité ou dans l'aire d'influence du site d'immersion :

- un point d'accumulation dans la vallée sous-marine descendante qui suit naturellement le site d'immersion au nord-ouest (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 6 : localisation des points « chimie et peuplement benthique »

2.4.1 Méthodologie

Les prélèvements, réalisés à la benne, ont pour objectif de corréler pollution organique, score de risque et peuplements benthiques.

Dans les échantillons de faune benthique, les organismes sont triés par grands groupes systématiques ; les individus sont identifiés jusqu'au niveau de l'espèce, puis dénombrés station par station pour chaque espèce ou taxon. La biomasse spécifique des principaux taxons et groupes trophiques de chaque station est calculée afin de déterminer la structure générale du peuplement ; pour compléter cette analyse, plusieurs indices structurels ou fonctionnels sont utilisés : indice de diversité de Shannon, indice trophique, indices biotiques IZEC, AMBI et M-AMBI, etc.

Les échantillons de sédiments sont analysés en laboratoire agréé sur les paramètres suivants : granulométrie, Matière Sèche, densité, Al et COT, taux de matière organique, 8 métaux lourds (Cd, Cu, Hg, Pb, Zn, As, Cr, Ni), 16 HAP (naphtalène, acénaphtylène, acénaphtène, fluorène, phénanthrène, anthracène, fluoranthène, pyrène, chrysène, benzo(a)anthracène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(a)pyrène, dibenzo(a,h)anthracène, benzo(g,h,i)pérylène, indéno(123-cd)pyrène), 9 PCB (28-52-101-118-138-153-180-105-156) et 3 composés organostanniques (MBT, DBT, TBT).

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 corréler avec les éléments issus des analyses.

2.4.2 Résultats de la surveillance 2017

L'analyse physico-chimique des sédiments montre que :

- Les concentrations en éléments traces métalliques sont inférieures aux seuils réglementaires exceptées à la station GRIMM3 où **l'arsenic dépasse légèrement le niveau N1**, comme en 2010, 2011, 2013 et 2016.
- Les concentrations en éléments organiques (PCB et TBT) sont inférieures aux niveaux réglementaires, comme les années précédentes,
- Les concentrations en HAP sont inférieures au niveau N1, à l'exception de la station GRIMM 1, présentant un faible dépassement,
- Les scores de risque sont faibles pour les stations GRIMM1 et GRIMM3 et négligeables pour les stations GRIMM2 et GRIMM4. Les scores de risques sont relativement constants depuis 2010.
- Les indices de pollutions organiques sont moyennes (valeurs comprises entre 4 à 8) pour les 4 stations. Les valeurs sont du même ordre de grandeur en fonction des années.

En ce qui concerne l'étude bio-sédimentaire, 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 2016 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 2017 alors qu'il était inférieur à 10% en 2010. La nouvelle station GRIMM4 a un pourcentage de vase inférieur à 1%.

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 et GRIMM4 et de 2 pour la station GRIMM1 et GRIMM3. 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.

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

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

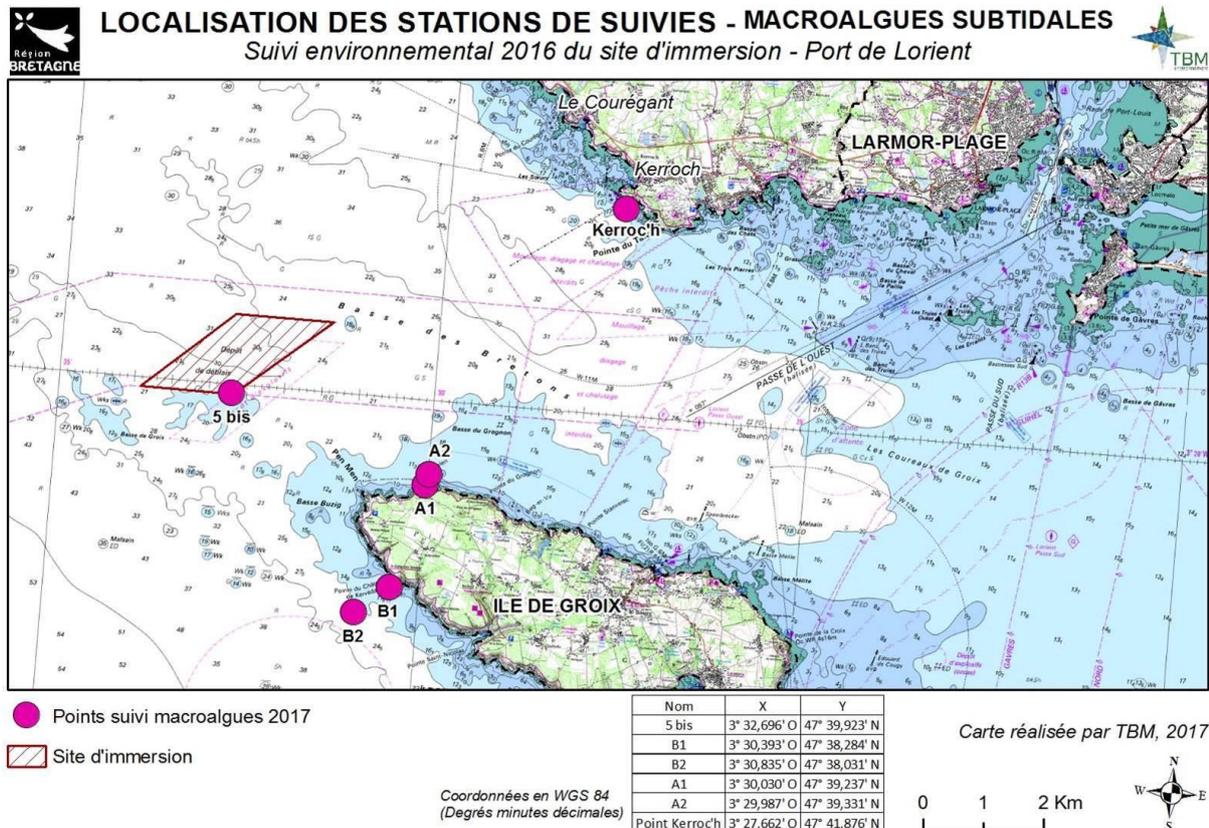
Le protocole vise à connaître l'état de conservation des roches subtidales, en s'appuyant sur :

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

Il a été réalisé en plongée sous-marine en août et septembre 2017.

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



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 2017, six points de suivis représentant 4 secteurs (zone d'immersion (5bis), zone à la côte (Kerroc'h), côte nord de Groix (A) et côte sud de Groix(B)) ont été étudiés.

La qualité générale des stations, en appliquant l'indice de qualité et l'indice de Qualité Ecologique (EQR), indique une qualité moyenne à très bonne en 2017. La station A a une « très bonne qualité », Kerroc'h « bonnes » et les stations B et 5Bis « moyennes ». 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 comptés sur les autres stations. Des différences entre 2016 et 2017 sont à noter avec une augmentation de la densité de *Saccorhiza polyschides*. Des diminutions de la

dictyotale *Dictyopteris polypodioides* sont en revanche remarquées sur certains sites. En termes de qualité du milieu, une amélioration est observée notamment sur le site de Kerroc'h. Seul le site 5bis subit une diminution de la qualité du milieu.

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 2016-2017

Aucune immersion de sédiments n'a eu lieu entre septembre 2016 et septembre 2017

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 1 765 000 m³ de sédiments ont été clapés, soit une moyenne actuelle 84 000 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.

En 2017, aucune opération de dragage n'a été réalisée. Le tableau synthétisant les volumes dragués et les lieux d'origine, depuis 1997 jusqu'en 2017 pour les opérations terminées, est joint en dernière page du présent rapport.

4 Conclusions

L'absence d'immersion de sédiments depuis le printemps 2016 et le solde positif entre les cubatures de 2017 et 2016, indiquent un apport exogène de sédiments dans le périmètre du site d'immersion.

La comparaison des **vidéos** entre 2016 et 2017 ne laisse pas apparaître de perturbations significatives d'origine anthropique. Le phénomène de nécrose des laminaires n'a pas été observé en 2017.

Pour les **sédiments**:

- Sur la granulométrie : des fluctuations sont à noter sur la station GRIMM1.
- Sur les contaminants métalliques :
 - L'arsenic dépasse légèrement le niveau N1 sur la station Grimm 3,
- Sur les contaminants organiques :
 - Les concentrations en PCB et TBT sont inférieures aux niveaux réglementaires,
 - Les concentrations en HAP sont légèrement supérieures au seuil N1 pour Grimm1.

Pour les **coquillages**:

- Installés :
 - Les poches situées sur le site n°13 n'ont pas été retrouvées,
 - La contamination au plomb des moules présentes sur le site d'immersion (11 et 12) est avérée. Les valeurs restent inférieures aux seuils sanitaires.
 - Les concentrations en HAP et PCB diminuent après immersion,
 - Pas de déformation de coquilles due au TBT,

Pour le **peuplement benthique** :

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 et GRIMM4 et de 2 pour la station GRIMM1 et GRIMM3. **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.**

Etude des **macroalgues subtidales** :

La qualité générale des stations, en appliquant l'indice de qualité et l'indice de Qualité Ecologique (EQR), indique une qualité moyenne à très bonne en 2017.

L'examen des différents résultats et mesures issus des opérations réalisées dans le cadre du suivi 2017 ne révèle pas d'impact préjudiciable sur l'environnement à proximité du site d'immersion. Le suivi 2017 montre en général un bon état écologique du site et de ses environs.

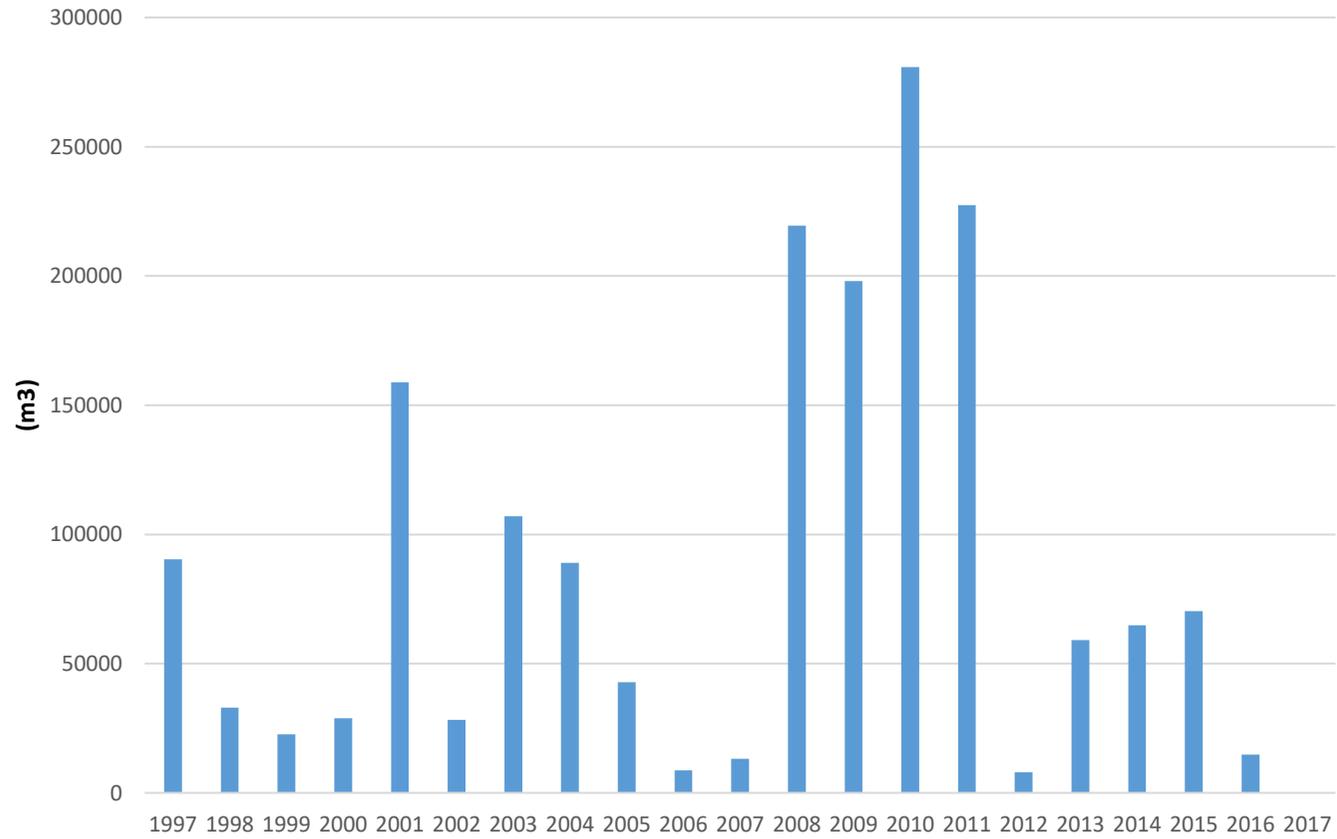
LE SUIVI DU SITE D'IMMERSION

Annexe partie n°1

Volumes immergés

Provenance	Années du suivi																				Totaux	
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016		2017
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
Sous totaux	49600	0	0	28900	3900	0	90230	65820	0	0	0	0	194000	0	0	0	0	48000	0	0	0	480450
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
Sous totaux	13700	9000	0	0	70900	13500	0	4500	8800	0	0	213300	4000	90900	140700	3600	37400	0	58311	0	0	668611
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	330314
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	1765475
<i>Moyenne annuelle</i>																						84070

Volumes immergés



LE SUIVI DU SITE D'IMMERSION

Partie n°2

Fiches de protocole

SUIVI 2017 DU SITE D'IMMERSION DES PRODUITS DE DRAGAGES AU LARGE DE L'ÎLE DE GROIX

GENERALITES

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

SUIVI 2017 DU SITE D'IMMERSION DES PRODUITS DE DRAGAGES AU LARGE DE L'ÎLE DE GROIX

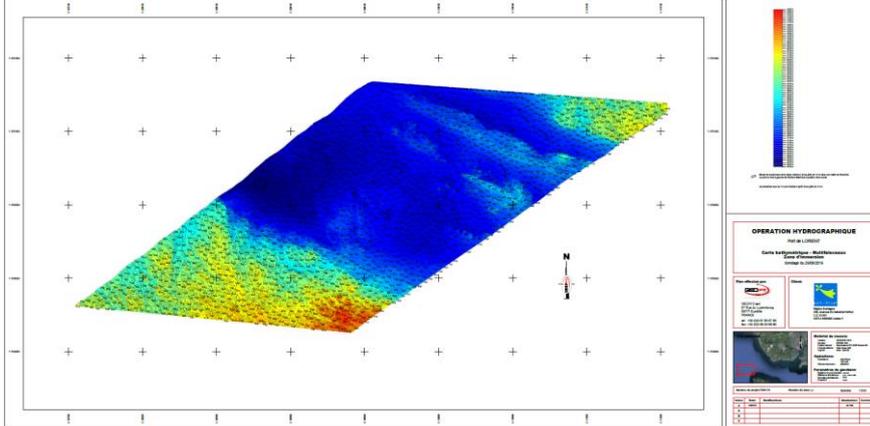
PRELEVEMENTS DE SEDIMENTS	
<u>Responsable</u>	Région BRETAGNE -DPAF /Antenne Portuaire de Lorient
<u>Intervenants</u>	<ul style="list-style-type: none"> - TBM Environnement (expertise technique) - Alpa chimies (analyses sédiments) - ISMER Lorient (moyens nautiques, plongeurs et vidéos sous-marines) - CRB/DPAF/Antennes Portuaires de Lorient et Saint-Malo
<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 ; - Antenne Portuaire de Saint-Malo : équipements individuels hyperbares, carottier, spatule.
<u>Moyens humains nécessaires</u>	<ul style="list-style-type: none"> - ISMER : marins, plongeurs ; - Antenne Portuaire de Saint-Malo : 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>Le prélèvement et le conditionnement des échantillons sont assurés par un contrôleur à bord ; pour chaque prélèvement, la moitié, destinée aux analyses chimiques et granulométriques est conditionnée dans un récipient en plastique et l'autre moitié, destinée aux analyses organiques, est conditionnée dans un récipient en verre. Les analyses chimiques sont confiées à un laboratoire agréé.</p>
<u>Rendu final</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Alpa Chimies : constitution des 2 échantillons moyens à partir des dix-huit (6) prélèvements - analyses physico-chimiques des échantillons (granulométrie, densité, Al, COT, Matières Sèches, métaux lourds, 16 HAP, 9 PCB congénères, M-D-TBT) ; - 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 2017 DU SITE D'IMMERSION DES PRODUITS DE DRAGAGES AU LARGE DE L'ÎLE DE GROIX

ECHANTILLONNAGE DES SEDIMENTS

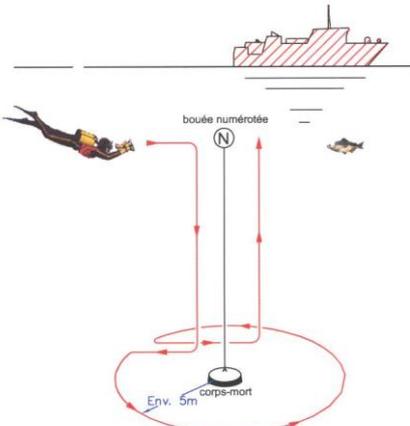
<u>Responsable</u>	Région BRETAGNE - DPAF/Antenne Portuaire de Lorient	
<u>Intervenants</u>	- TBM environnement	
<u>Période d'intervention</u>	Juin	
<u>Mise en place</u>	Chaque année, en tant que responsable de l'opération, l'Antenne Portuaire de Lorient organise la campagne de prélèvements et récupère 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 2017 DU SITE D'IMMERSION DES PRODUITS DE DRAGAGES AU LARGE DE L'ÎLE DE GROIX

SUIVI BATHYMETRIQUE DU SITE	
Responsable	Région BRETAGNE - DPAF/Antenne Portuaire de Lorient
Intervenants	- GEOxyz Euralille (levé bathymétrique) - CRB/DPAF/Antenne Portuaire de Lorient
Période d'intervention	Juin - septembre
Mise en place	Chaque année, en tant que responsable de l'opération, l'Antenne Portuaire de Lorient commande et coordonne l'intervention auprès du prestataire concerné.
Moyens nécessaires à mettre en oeuvre	- GEOxyz : moyens nautiques et bathymétriques, - GEOxyz : marins, hydrographes et dessinateurs.
Protocole à suivre	<p>Le prestataire extérieur effectue un levé des fonds sur toute la superficie du site d'immersion l'année N.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Les données collectées sont traitées et reportées sur plan avec indication des sondes et des isobathes à une échelle lisible.</p>
Rendu final	- GEOxyz : 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 2017 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) - ISMER Lorient (moyens nautiques, plongeurs et vidéos sous-marines) - CRB/DPAF/Antennes Portuaires de Lorient et Saint-Malo 	
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	- ISMER : moyens nautiques, matériel hyperbare non individuel, petit matériel (corps morts, bouées, manilles, cordages...), équipements individuels hyperbares, moyens vidéo (caméra, caisson étanche, torches...) et de montage vidéo.	
Moyens humains nécessaires	<ul style="list-style-type: none"> - CRB/DPAF/Antennes Portuaires de Lorient et Saint-Malo - ISMER : marins, plongeurs vidéastes. 	
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"> -CRB : 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 2017 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/Antennes Portuaires de Lorient et Saint-Malo
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 ; - 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 2017 DU SITE D'IMMERSION DES PRODUITS DE DRAGAGES AU LARGE DE L'ÎLE DE GROIX

SURVEILLANCE BIOLOGIQUE DU SITE	
Responsable	Région BRETAGNE - DPAF/Antenne Portuaire de Lorient
Intervenants	- TBM Environnement (expertise technique) - Laboceca (analyses chair de coquillages) - 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 organise les prélèvements de coquillages sur les 2 sites de surveillance à Ploemeur et à Groix, en relation avec TBM Environnement.
Moyens matériels nécessaires à mettre en oeuvre	- TBM Environnement : moyens de prélèvement et de conditionnement des échantillons ; - Alpa Chimies : moyens d'analyses.
Moyens humains nécessaires	- TBM Environnement : préleveur-contrôleur.
Protocole à suivre	<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>
Rendu final	- Laboceca : analyses des échantillons de chair de coquillages ; - TBM Environnement : traitement et commentaire des résultats d'analyses pour chaque type de paramètres - comparaison avec les concentrations des années précédentes pour déceler les éventuelles évolutions spatiales et/ou temporelles. - Antenne portuaire Région Bretagne Saint - Malo : Moyens matériels

SUIVI 2017 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) - Laboratoire agréé (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"> - Laboratoire agréé : analyses physico-chimiques des échantillons prélevés (granulométrie, densité, Al, COT, Matières Sèches, métaux lourds, 16 HAP, 9 PCB congénères, M-D-TBT) ; - Prestataire extérieur : 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 2017 DU SITE D'IMMERSION DES PRODUITS DE DRAGAGES AU LARGE DE L'ÎLE DE GROIX

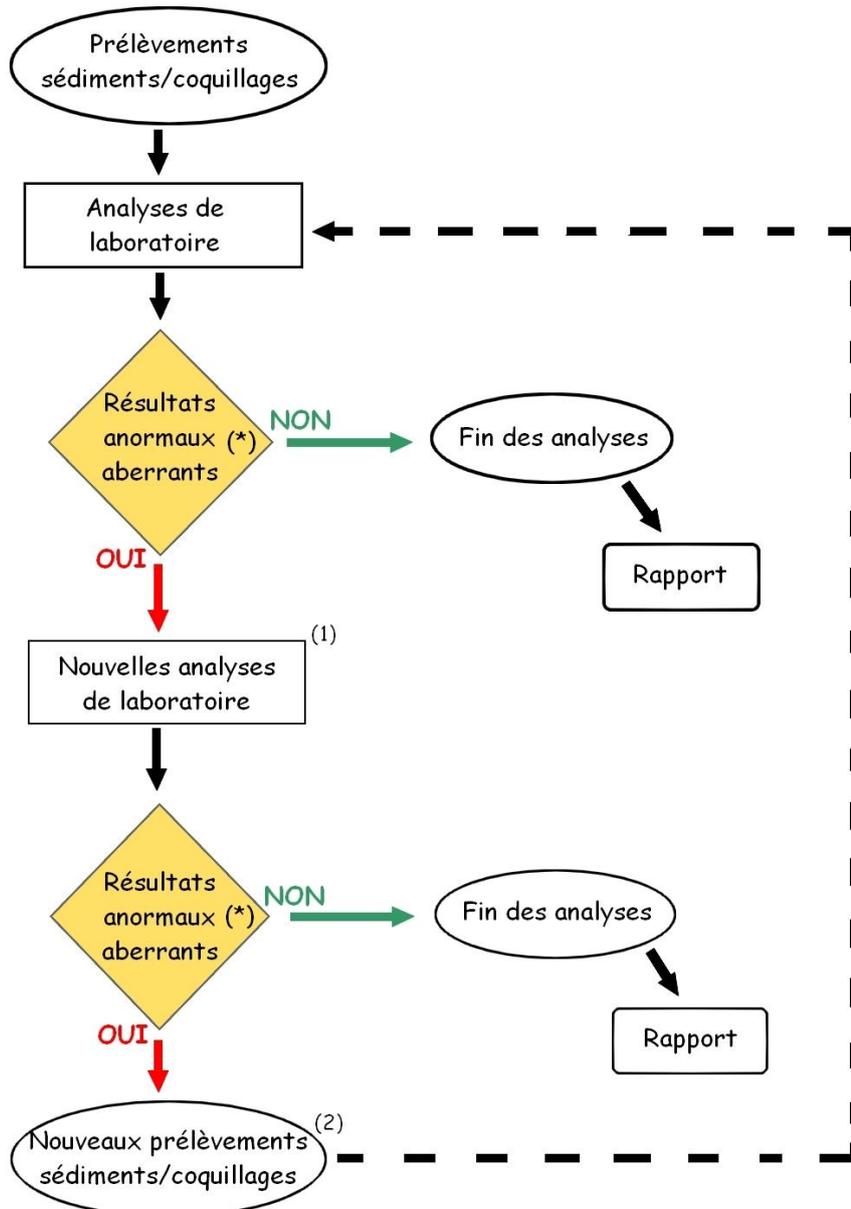
PROTOCOLE DE SURVEILLANCE DCE POUR L'ÉLÉMENT DE QUALITÉ « MACROALGUES SUBTIDALES »

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	- Prestataire extérieur TBM environnement : moyens nautiques, moyens vidéo, moyens de prélèvement et de conditionnement des échantillons ;
Moyens humains nécessaires	- Prestataire extérieur : 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> 

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

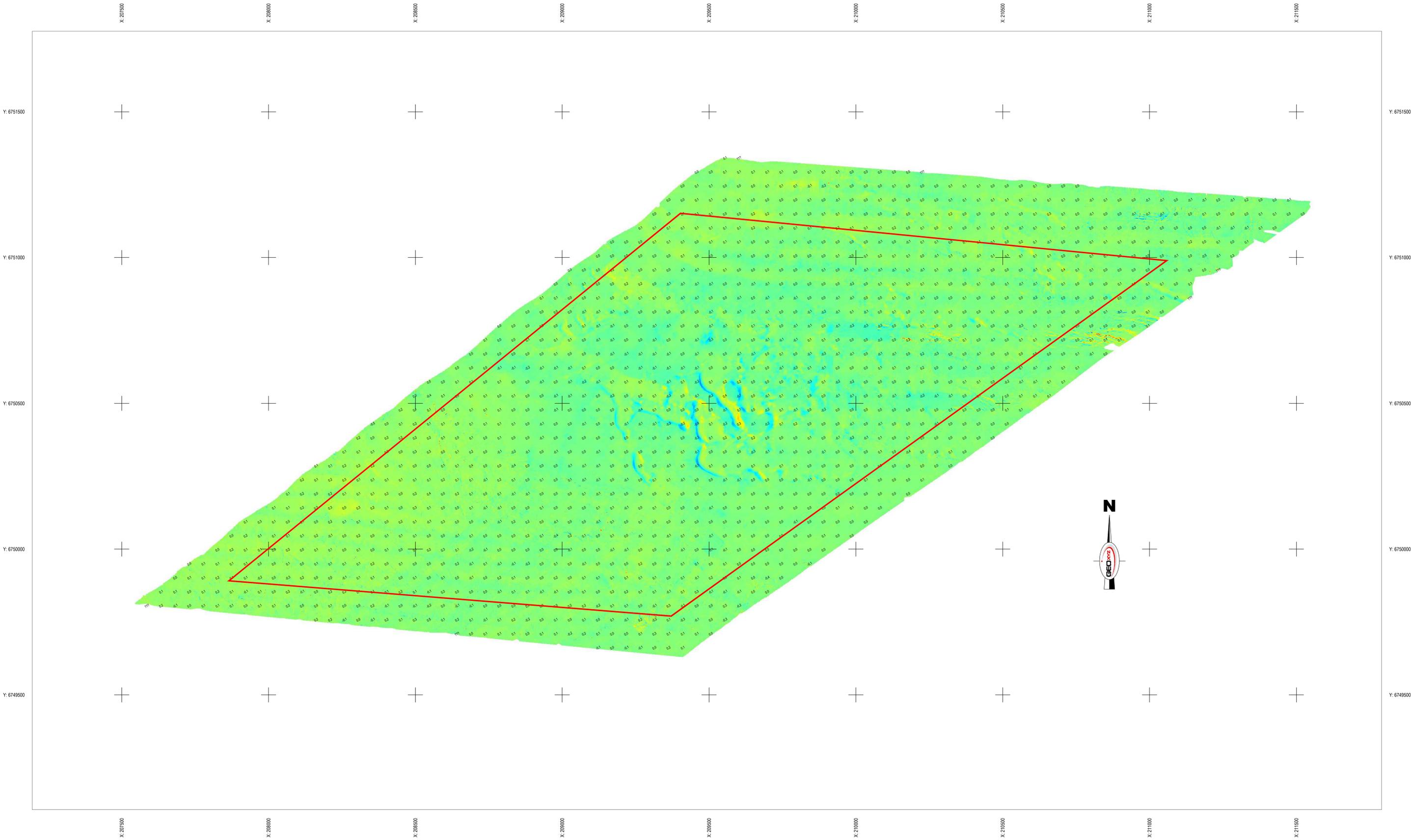
(1) sur la fraction aliquote conservée en laboratoire

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

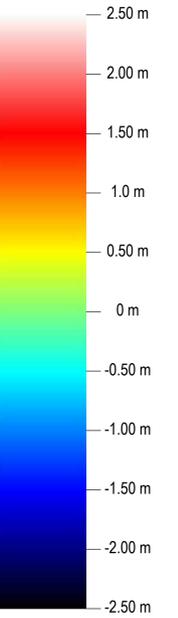
LE SUIVI DU SITE D'IMMERSION

Partie n°3

Suivi bathymétrique



LEGENDE



OPERATION HYDROGRAPHIQUE
 Port de LORIENT
Carte différentielle - 2016/2017
Zone d'immersion
 Sondages du 26/08/2016 et 24/08/2017

Plan effectué par:

 GEOXYZ sarl
 67 Rue du Luxembourg
 59777 Euralille
 FRANCE
 tel: +33 (0)3 61 50 07 83
 fax: +33 (0)3 69 20 98 90

Client:

 Région Bretagne
 283, avenue du Général Patton
 C.S. 21101
 35711 RENNES Cedex 7



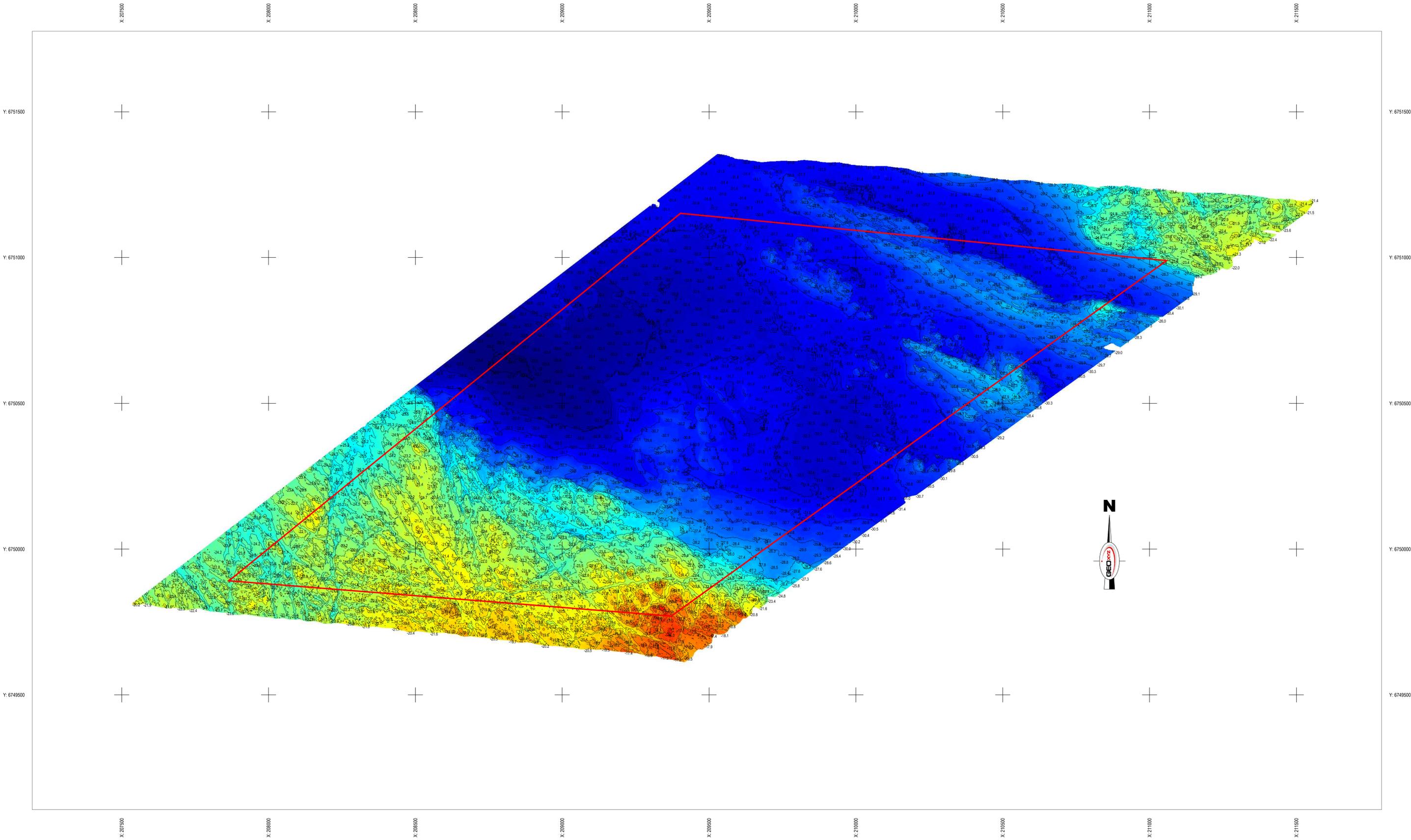
Matériel de mesure:
 Vessel : GEOSURVEYOR IX
 Sondeur : RESONIC 2022
 Positionnement : Stema Systems RTK GNSS Receiver 982
 Contrôle altitude : VBlue PRINS
 Logiciel : Qim - AutoCAD

Opérations:
 Opérateurs : François Rabineau
 Jean Claude Perennes
 Période des levés : 24/08/2017

Paramètres de géodésie:
 Système de coordonnées : RGF 93
 Référence altimétrique : O CN + 2,646m IGN69
 Données géodésiques : IAG-GRS80
 Projection : Lambert 93

Numéro de projet: F0080-318 **Numéro du plan:** 1/1 **Echelle:** 1:5000

Index:	Date:	Modifications:	Dessinateur:	Contrôle:
0	05/08/2017		ML Pollet	
A				
B				
C				



Minut de sonde issue de la valeur minimum d'une grille de 1x1m dans une maille de 40m x 40m.
Le point en haut à gauche de l'écriture détermine la position de la sonde.

Les isobathes tous les 1m sont tracées à partir d'une grille de 1x1m.

OPERATION HYDROGRAPHIQUE

Port de LORIENT

Carte bathymétrique - Multifaisceaux Zone d'immersion

Sondage du 24/08/2017

Plan effectué par:



GEOXYZ sarl
67 Rue du Luxembourg
59777 Euralille
FRANCE
tel: +33 (0)3 61 50 07 83
fax: +33 (0)3 69 20 98 90

Client:



Région Bretagne
283, avenue du Général Patton
C.S. 21101
35711 RENNES Cedex 7



Matériel de mesure:
Véhicule : GSCSIRVEICOR IX
Sondeur : RSONIC 2022
Positionnement : Stema Systems RTK GNSS Receiver 82
Contrôle altitude : VBlue PRINS
Logiciel : Qnxy - AutoCAD

Opérations:
Opérateurs : François Rabreau
Jean Claude Perennes
Période des levés : 24/08/2017

Paramètres de géodésie:
Système de coordonnées : RGF 93
Référence altimétrique : O.CM + 2,66m IGN69
Données géodésiques : IAG-GRS80
Projection : Lambert 93

Numéro de projet: F0080-318 Numéro du plan: 1/1 Echelle: 1:5000

Index:	Date:	Modifications:	Dessinateur:	Contrôle:
0	05/08/2017		ML Pollet	
A				
B				
C				

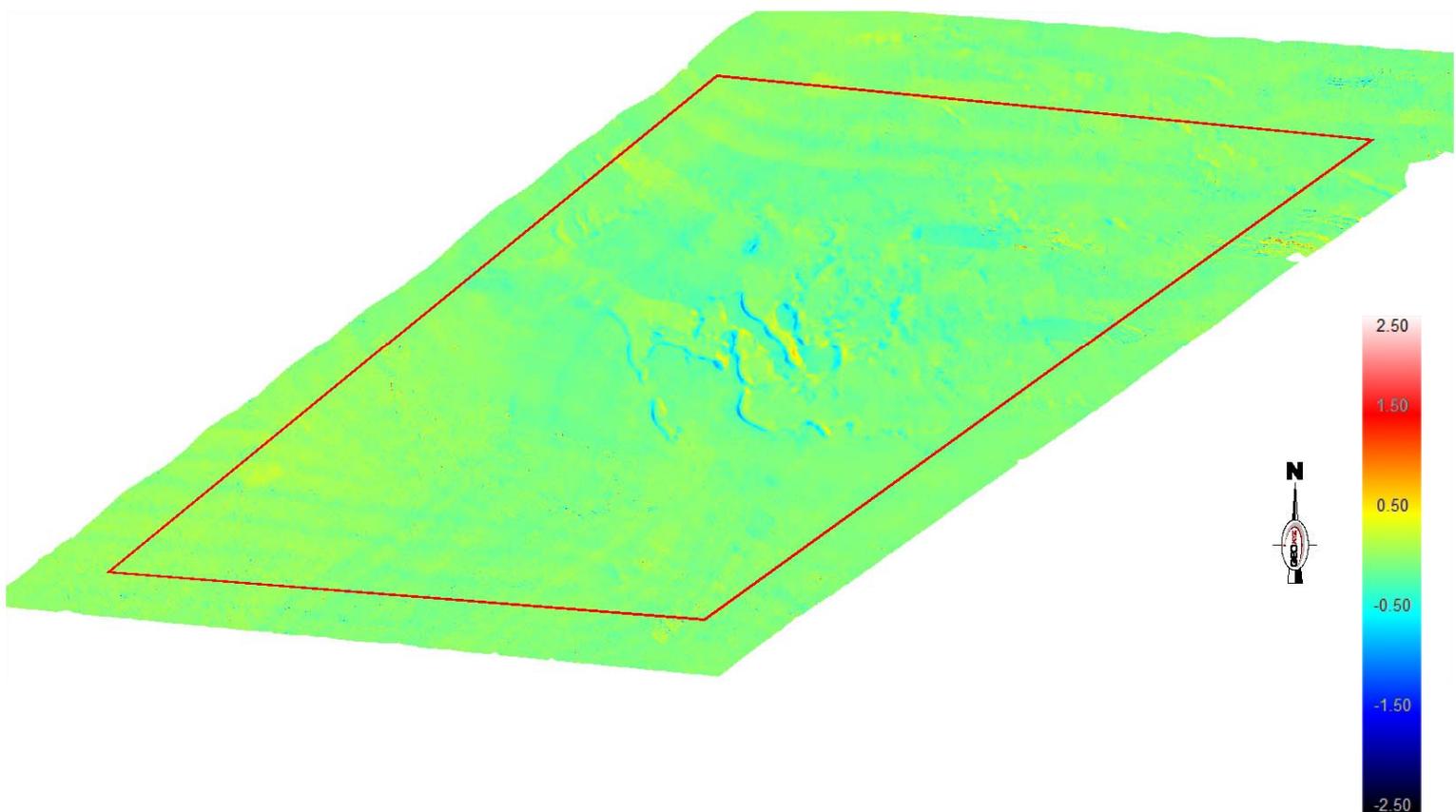
CALCUL DE CUBATURE ENTRE DEUX MODELES NUMERIQUES Août 2016 - Août 2017

Les calculs de cubatures ont été réalisés sur la base de deux MNT de 2x2m entre les données levées par GEOXYZ en août 2016 et août 2017 :

- Surface fixe d'application = 4 m²
- Calcul de volume (différentiel x surface) en chaque point.

	apports (volume positif)	pertes (volume négatif)
volume calculé	88 269 m ³	79 321 m ³

Surface de calcul : 2 188 308 m²



LE SUIVI DU SITE D'IMMERSION

Partie n°4

Analyse des images vidéo (TBM)



Suivi 2017 du site d'immersion des produits de dragage au large de Groix



« Analyse des images vidéo sous-marines »



Rapport



Date : Février 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.....	11
	3.3 Station 23.....	14
4.	Conclusion.....	17

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. En 2015, 2016 et 2017, le suivi 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 – station 23).
- 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 2017 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 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 en septembre.

LOCALISATION DES STATIONS VIDÉO

Suivi environnemental 2016 du site d'immersion - Port de Lorient

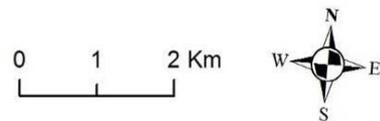


● Stations vidéo

Carte réalisée par TBM, 2016

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	3° 27,630' O	47° 41,900' N



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 subtidaux 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

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 - 26 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 *Dictyopterus polypodioides* et les algues rouges sont également présentes (Figure 1). Les algues rouges sont bien représentées alors que les dictyotales se font plus rares. Concernant les laminaires, des nécroses de stade 2 sont un peu observées.

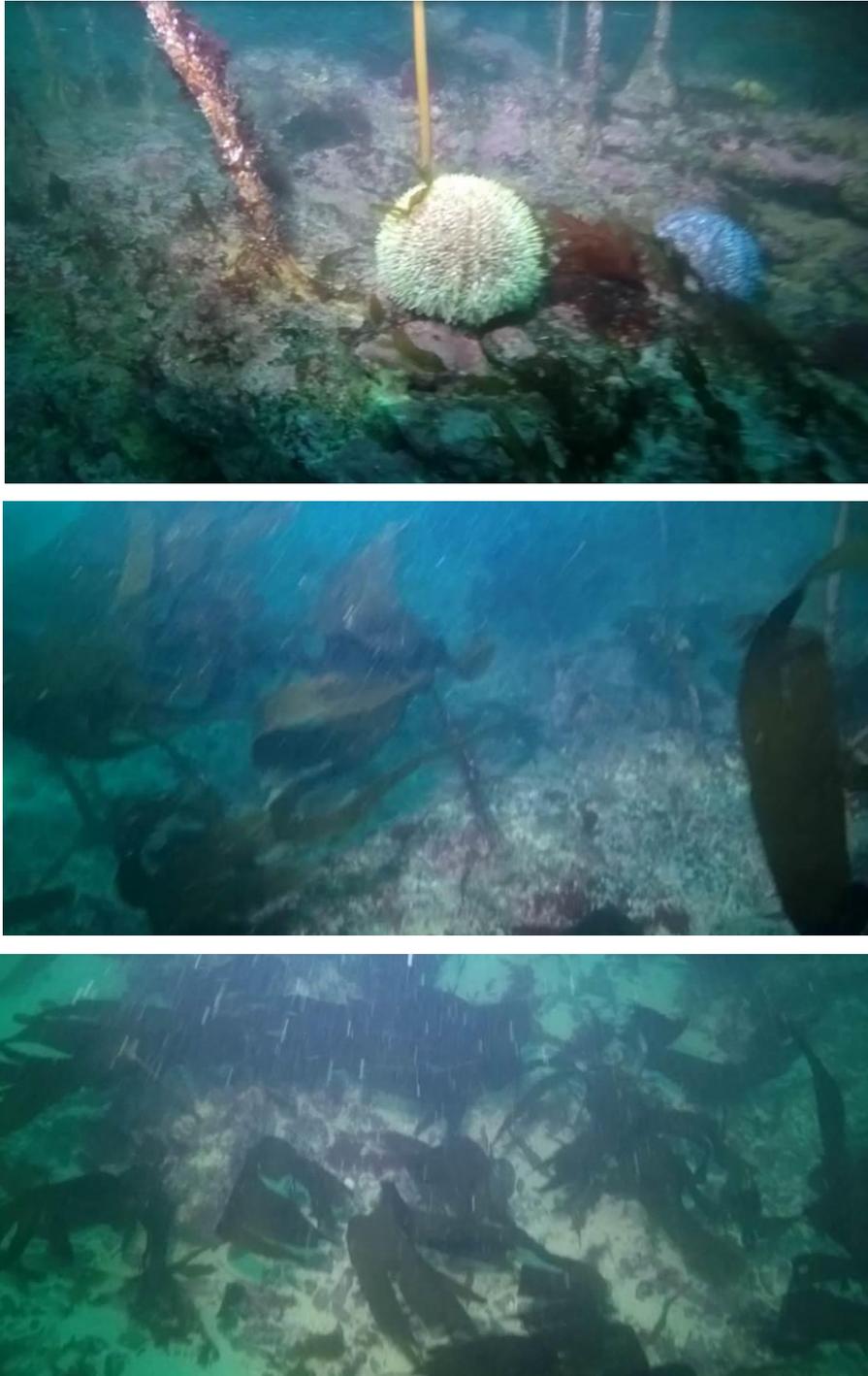


Figure 1 : Illustrations de la station 5 (Blocs, galets-cailloutis et roche mère avec *Laminaria hyperborea* et algues rouges épigées et encroutantes)

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 hydraires, des échinodermes avec des oursins communs *Echinus esculentus*, des bryozoaires encroûtants et enfin des poissons (*Labrus bimaculatus*).

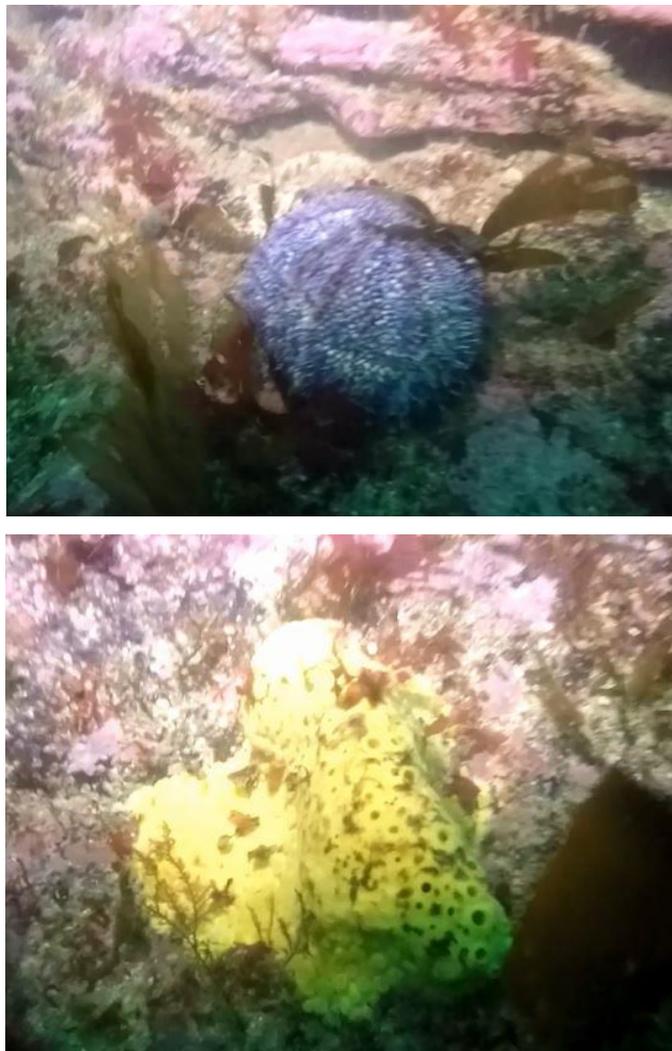


Figure 2 : Illustrations de quelques espèces faunistiques : l'oursin *Echinus esculentus* et le spongiaire *Cliona celata*

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

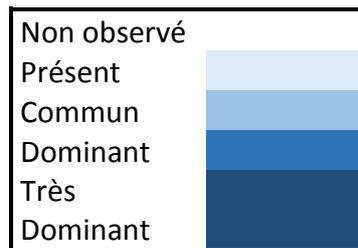
3.1.5 Evolution

L'évolution des différents taxons est synthétisée dans le Tableau 1. D'après les résultats antérieurs, les laminaires présentent un mauvais état de santé comme en 2014. En revanche depuis 2015, aucun problème particulier de nécrose n'avait été remarqué. La sous-strate algale semble avoir des recouvrements similaires à ceux de 2015. Ils sont moins importants qu'en 2016. En 2017, les dictyotales sont également moins présentes que lors des années

précédentes. La forte présence de sédiments grossiers sous forme de placages ou de cuvettes est similaire aux années 2013, 2014 et 2016. 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
Algues rouges encroûtantes	Dominant	Présent	Dominant	Dominant	Dominant
Algues rouges épigées	Dominant	Présent	Présent	Dominant	Présent
Laminaires	Dominant	Présent	Présent	Très Dominant	Très Dominant
Dictyotales	Dominant	Très Dominant	Dominant	Très Dominant	Présent
Spongiaires	Présent	Présent			Présent
Alcyonaires		Présent	Présent		
Hydrides	Présent		Dominant	Présent	Présent
Bryozoaires encroûtants		Dominant	Dominant	Dominant	Présent
Bryozoaires dressés		Présent		Présent	Présent
Bryozoaires gélatineux					
Oursins		Présent	Présent	Présent	Présent
Etoiles de mer		Présent			Présent
Holothuries	Présent	Présent			
Annélides sédentaires	Présent		Présent	Présent	
Crustacés					
Gastéropodes	Présent			Présent	
Ascidies					
Poissons	Présent	Dominant	Présent	Présent	Présent
Sédiment	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 - 26 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.



Figure 4 : Illustrations de la station 6 : Roche mère avec *Laminaria hyperborea*, algues rouges épigées et encroutantes, 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 absentes.

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

3.2.2 Sous-strate

Plusieurs espèces de rhodophytes (filamenteuses ou en lame) sont observées et sont communes sur la station. De plus, les algues rouges encroûtantes (Lithothamniés) sont également 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* qui sont communs; et des bryozoaires encroûtants et érigés.

3.2.4 Sédiment

Très peu de placages sédimentaires sont observés (Figure 5).

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 également la disparition des dictyotales.



Figure 5 : Très faible placage de sédiment sur la station 6 et le spongiaire *Pachymastima johnstonia*

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

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

Non observé	
Présent	
Commun	
Dominant	
Très Dominant	

3.3 Station 23

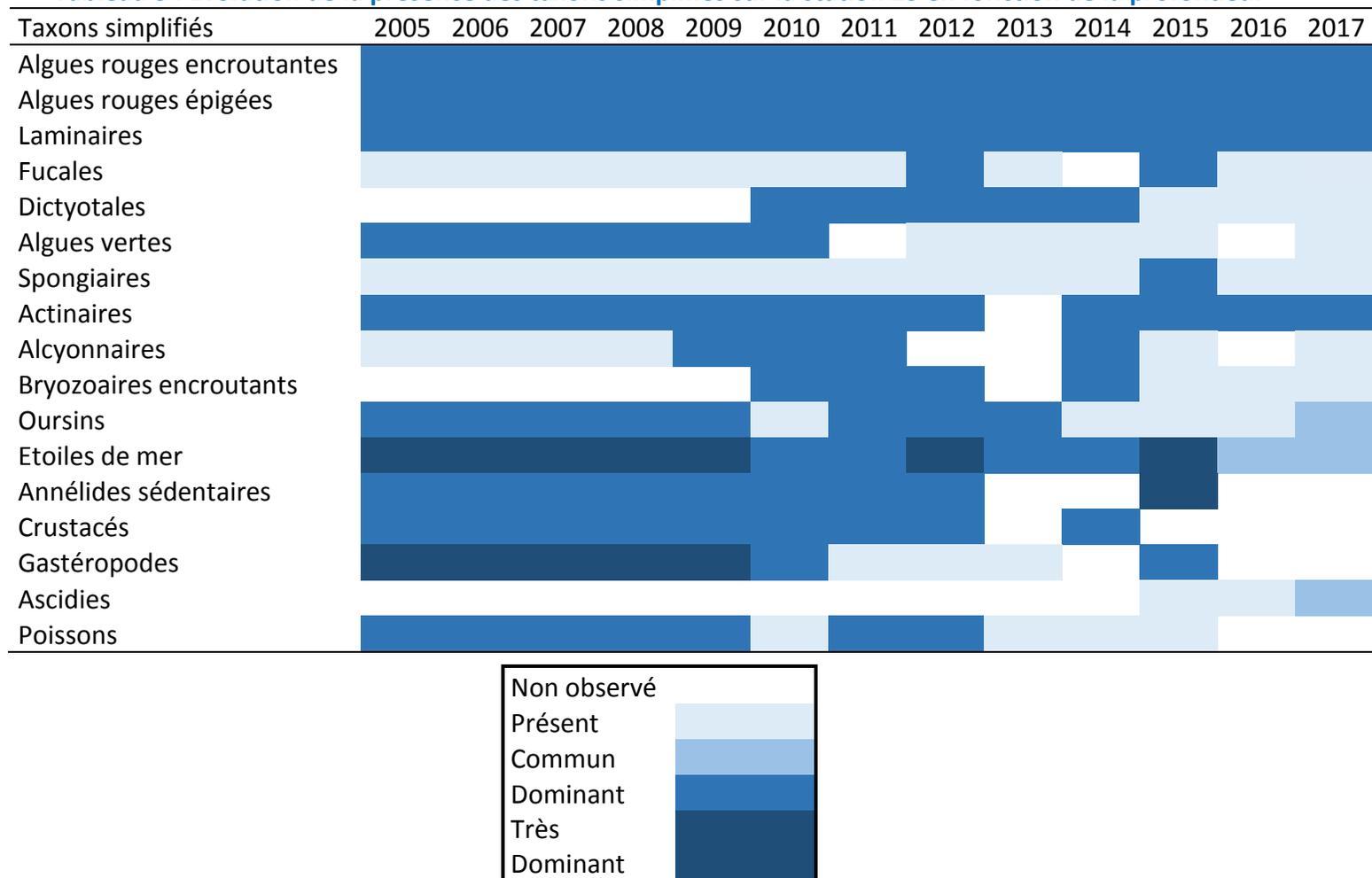
La vidéo réalisée sur la station 23 filme un transect à partir d'une profondeur de -8 m jusqu'à la surface. Ce transect traverse plusieurs habitats à savoir des laminaires clairsemées et des forêts de laminaires (Figure 6). La présence de sédiment est forte hormis près de la surface. Des surplombs à *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 *Halidrys 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, la laminaire *Laminaria hyperborea* est présente avec *Sacchoriza polyschides*. On peut noter également que les dictyotales sont quasi absentes de cette station.



Figure 6 : Illustrations de la station 23 : Roche mère avec algues rouges épigées et placage sédimentaire, gros blocs, *Halydris siliquosa* et *Sacchoriza polyschides*.

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 de nombreuses algues rouges en lame et des algues rouges filamenteuses. L'algue brune *Dictyopteris polypodioides* était bien visible à une certaine profondeur et constituait même l'espèce dominante les autres années. En 2017, cette espèce est très peu observée.

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. 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.



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 2017, l'espèce de dictyotales, *Dictyopteris polypodioides* est peu présente par rapport aux autres années.

Station 23

En 2017, le transect réalisé indique l'existence de plusieurs habitats rocheux dont des forêts denses à *Saccorhiza polyschides*, 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. Aucun changement majeur n'est détecté pour cette station.

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> et le spongiaire <i>Cliona celata</i>	8
Figure 3 : Présence de sédiment sur la station 5	9
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>	11
Figure 5 : Très faible placage de sédiment sur la station 6 et le spongiaire <i>Pachymastima johnstonia</i>	13
Figure 6 : Illustrations de la station 23 : Roche mère avec algues rouges épigées et placage sédimentaire, gros blocs, <i>Halydris siliquosa</i> et <i>Sacchoriza polyschides</i>	14
Figure 7 : Illustrations de la gorgone <i>Eunicella verrucosa</i> et de l'étoile de mer <i>Marthasterias glacialis</i>	16

Liste des tableaux

Tableau 1 : Evolution de la présence des taxons simplifiés sur la station 5	10
Tableau 2 : Evolution de la présence des taxons simplifiés sur la station 6	13
Tableau 3 : Evolution de la présence des taxons simplifiés sur la station 23 en fonction de la profondeur	15

Liste des cartes

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

LE SUIVI DU SITE D'IMMERSION

Partie n°5

Expertise des sédiments marins et coquillages (TBM)



Suivi 2017 du site d'immersion des produits de dragage au large de Groix



« Expertise des sédiments marins
et des coquillages »



Date : octobre 2017

Sommaire

1	INTRODUCTION	3
2	ANALYSES GRANULOMETRIQUES ET CHIMIQUES DE SEDIMENTS MARINS	4
2.1	Matériel et méthodes	4
2.2	Résultats	6
2.2.1	<i>Caractéristiques physiques et organiques des sédiments.....</i>	<i>6</i>
2.2.2	<i>Concentration des métaux lourds dans les sédiments.....</i>	<i>8</i>
2.2.3	<i>Concentration en HAPs (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)</i>	<i>19</i>
2.2.4	<i>Concentration en PCB (Polychlorobiphényles)</i>	<i>29</i>
2.2.5	<i>Concentration en TBT (Tributylétain).....</i>	<i>31</i>
2.3	Conclusion pour les contaminants métalliques et organiques.....	33
3	Suivi Biologique et chimique des coquillages.....	36
3.1	Matériel et méthodes	36
3.1.1	<i>Localisation des stations.....</i>	<i>36</i>
3.1.2	<i>Protocole des prélèvements.....</i>	<i>37</i>
3.2	Résultats	39
3.2.1	<i>Contamination chimique des moules.....</i>	<i>39</i>
3.2.2	<i>Biométrie des huîtres.....</i>	<i>53</i>
3.3	Conclusions sur les concentrations en contaminants métalliques et organiques sur les coquillages	55
4	Conclusions générales.....	57
4.1	Sur les sédiments – caractéristiques physiques, teneurs en métaux et contaminants organiques	57
4.2	Sur la matière vivante – teneurs en métaux lourds et contaminants organiques.	58
5	Annexe 1 : Propriétés physiques et chimiques des différents HAP analysés dans les sédiments et les coquillages.....	60
6	Annexe 2 : Relations entre l'indice de condition et les concentrations en HAPs et PCBs.....	61
7	Annexe 3 : Résultats des analyses chimiques sur les sédiments	62
8	Annexe 4 : Résultats des analyses chimiques sur la chaire de coquillage.....	66

1 INTRODUCTION

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 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 ANALYSES GRANULOMETRIQUES ET CHIMIQUES DE SEDIMENTS MARINS

2.1 Matériel et méthodes

Le suivi 2017 a été réalisé le 27 septembre 2017 sur deux stations suivies depuis 2015 : les stations 21 (Basse de la Paille) et 24 (Anse du Pérello) (Figure 1).

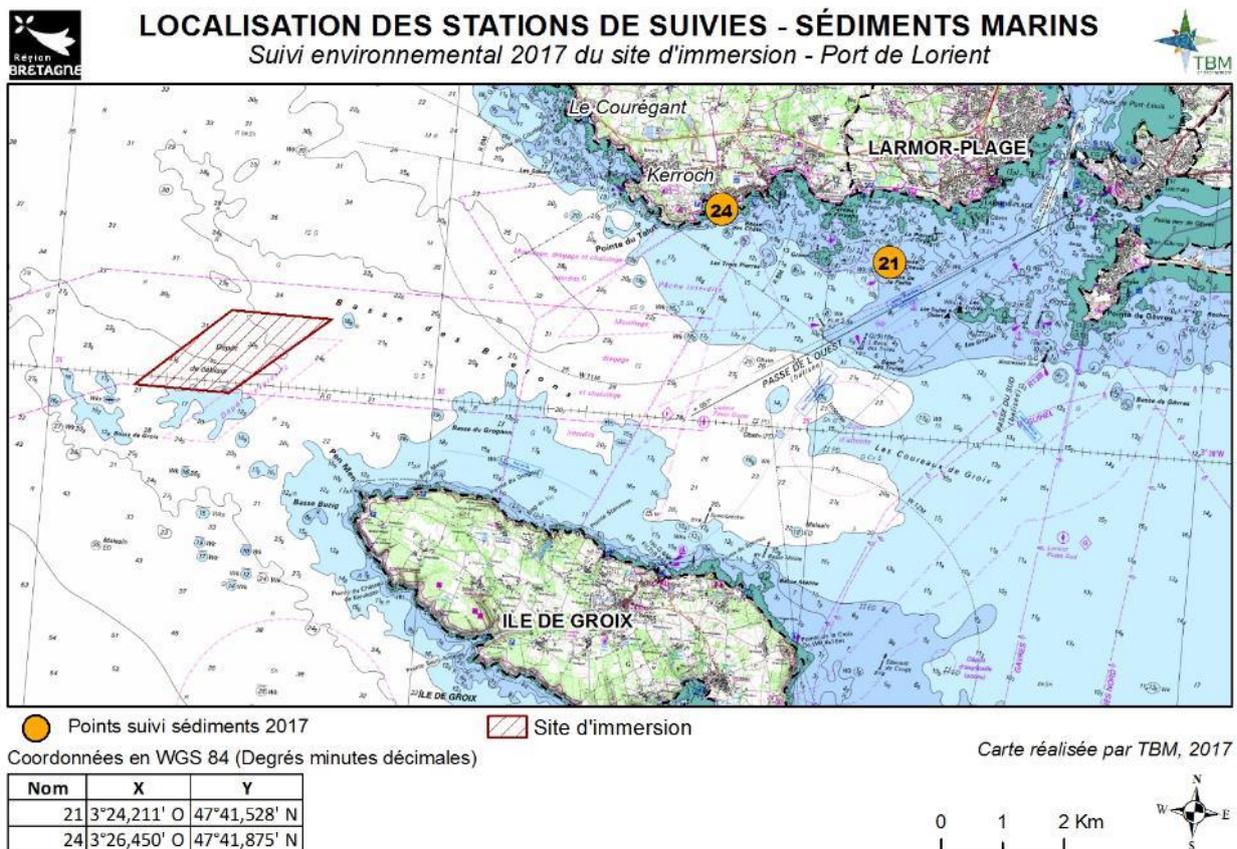


Figure 1: Localisation des stations de suivi des sédiments

Il est à noter que 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 2).

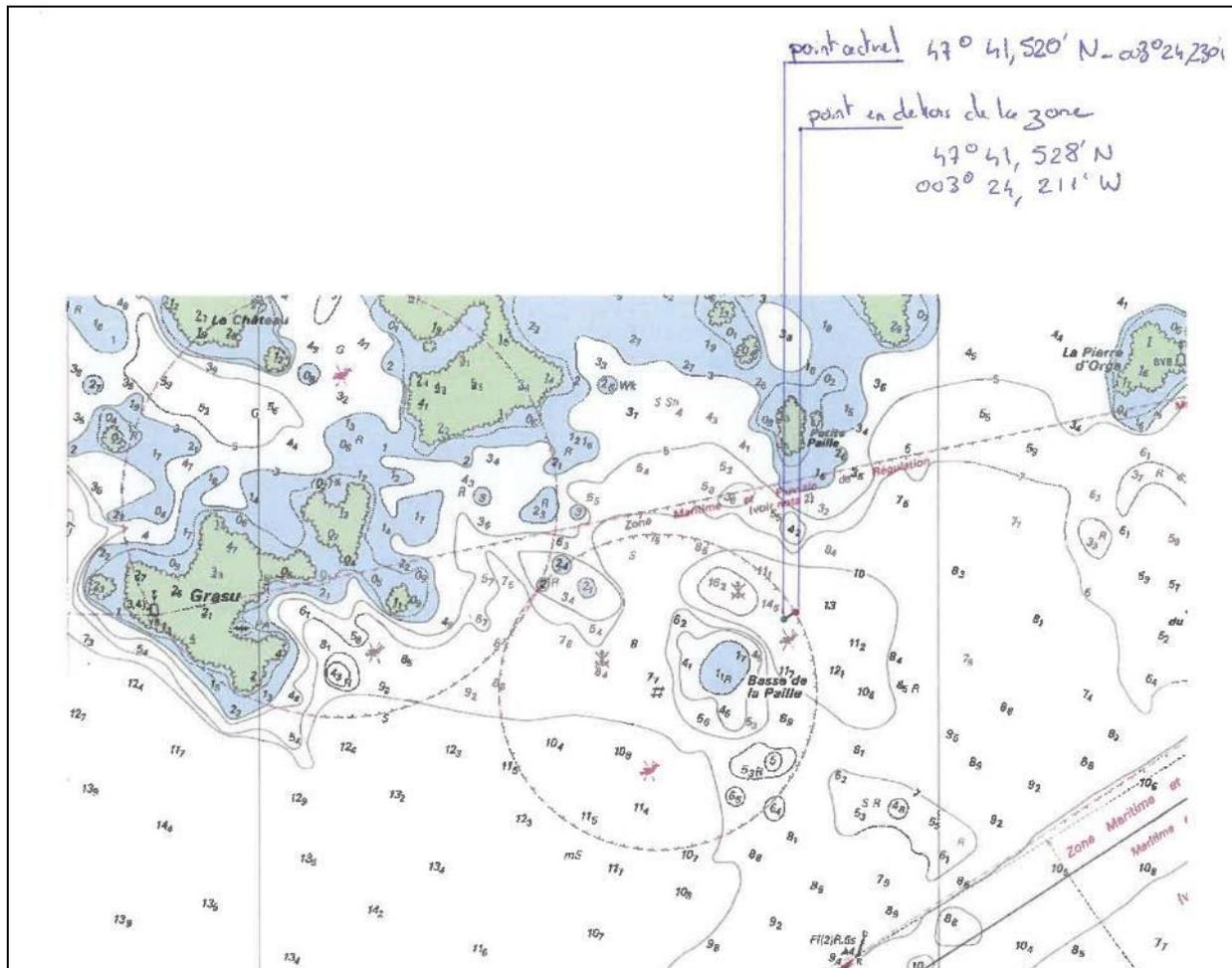


Figure 2 : Modification de la position de la station 21 – Basse de la paille

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.

La **caractérisation physique et organique** des sédiments a porté sur les paramètres suivants : granulométrie laser, teneur en matière sèche, densité, Aluminium et carbone organique sur fraction < 2 mm.

Les **métaux lourds** suivants ont été recherchés : arsenic, cadmium, cuivre, chrome, mercure, nickel, plomb et zinc.

Les **contaminants organiques** suivants ont été recherchés : Polychlorobiphényles (**PCB**) et congénères : 28, 52, 101, 105, 118, 138, 153, 180 et 156. - 16 hydrocarbures aromatiques polycycliques (**HAP**) : Naphtalène, Acénaphtylène, Acénaphtène, Fluorène, Phénanthrène, Anthracène, Fluoranthène, Pyrène, Benzo(a)anthracène, Chrysène, Benzo(b)fluoranthène, Benzo(k)fluoranthène, Benzo(a)Pyrène, Dibenz(a,h)anthracène, Benzo(g,h,i)pérylène, Indeno(123-cd)Pyrène.

Les **contaminants organiques métalliques** suivants ont été recherchés : MTB, DTB et TBT (Tributylétain).

2.2 Résultats

2.2.1 Caractéristiques physiques et organiques des sédiments

✓ Résultats 2017 :

Les résultats sont analysés au regard du pourcentage en sédiments fins (inférieurs à 63 μm) et du pourcentage en carbone organique. En effet, les sédiments fins sont propices au piégeage des contaminants métalliques et/ou organiques.

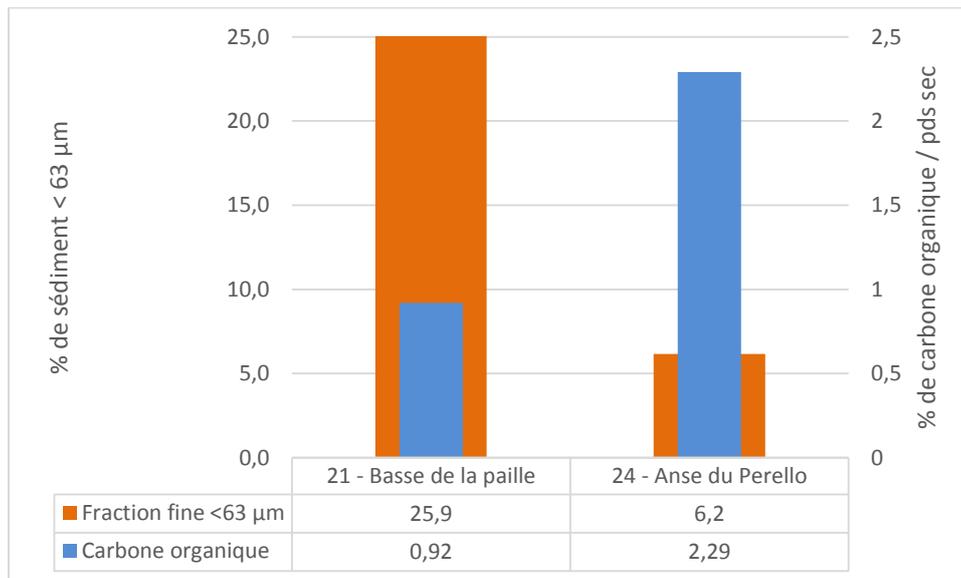


Figure 3 : Fraction fine (<63 μm) et Pourcentages de carbone organique sur les 2 stations suivies en 2017

Les résultats montrent une hétérogénéité des sédiments prélevés entre les deux stations.

La part de fraction fine est plus importante à la station 21 (25,9%) par rapport à celle de la station 24 (6,2 %). Les pourcentages de carbone organique suivent la tendance inverse.

✓ Résultats 2006-2017 :

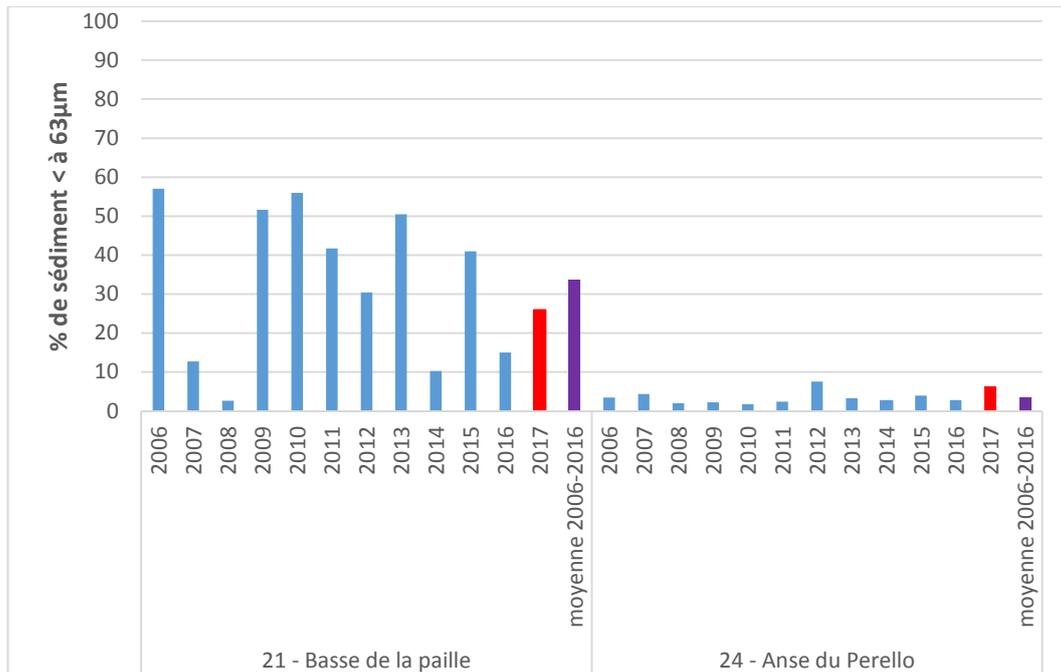


Figure 4 : Fraction fine (<63μm) sur les 2 stations suivies en 2017

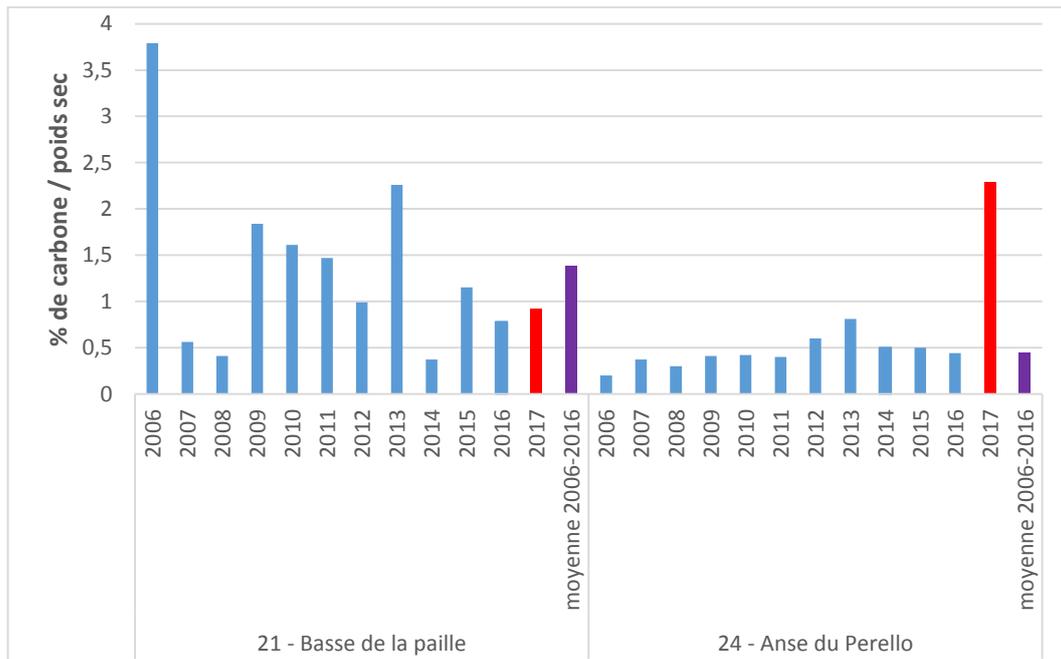


Figure 5 : Pourcentages de carbone organique sur les 2 stations suivies en 2017

Les résultats de la station 21 – Basse de la Paille sont assez hétérogènes sur les 11 années de suivis. En 2017, les pourcentages en fraction fine (< à 63 μm) et en carbone organique sont plus élevés qu'en 2016. Ils restent cependant légèrement inférieurs à la moyenne des données 2006-2016.

A la station 24 – Anse du Pérello, les résultats sur 2006-2016 étaient homogènes. Les pourcentages de sédiments fins sont faibles sur cette période et suivent la même tendance en 2017. En revanche, le pourcentage en carbone organique, qui était constant entre 2006 et 2016, a subi une hausse en 2017 (0,45 % pour la moyenne 2006 à 2016 / 2,26 % pour 2007).

2.2.2 Concentration des métaux lourds dans les sédiments

✓ Approche interannuelle et valeurs de références

Pour les 2 stations et pour chacun des contaminants, un premier graphique présente la concentration obtenue en 2017 au regard des données acquises depuis 2006.

Il est également indiqué par contaminant :

✓ Son **seuil de détection** en laboratoire

Tableau 1 : 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	2	0,1	2	3	0,02	2	1	5
	LABOCEA 2016	2	0,5	2	2	0,04	2	2	4

✓ **Les niveaux N1 et N2 Géode** fixant les seuils de qualité pour la gestion des sédiments portuaires.

- Au-dessous du NIVEAU N1, l'impact potentiel est jugé neutre ou négligeable, les valeurs observées se révélant comparables aux bruits de fond 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 ;
- Au-delà du NIVEAU N2, une investigation complémentaire est généralement nécessaire car des indices peuvent laisser présager un impact potentiel de l'opération. En fonction des résultats obtenus, l'immersion est susceptible d'être interdite et la mise en place de solutions alternatives encouragées. Une étude d'impact approfondie est alors jugée indispensable ;

Tableau 2 : valeurs de référence en mg/kg des Niveaux Géode

	Arsenic	Cadmium	Chrome	Cuivre	Mercure	Nickel	Plomb	Zinc
N1 Géode	25	1,2	90	45	0,4	37	100	276
N2 Géode	50	2,4	180	90	0,8	74	200	552

✓ **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

✓ Approche par normalisation

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

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

Pour les contaminants métalliques, le paramètre normalisateur pris en compte est la teneur en aluminium, indicateur de l'importance de la fraction organique du sédiment.

La figure 6 montre la corrélation entre ces deux paramètres.

Les résultats 2017 obtenus sur les 2 stations suivies seront donc analysés au regard de cette approche par normalisation grâce à l'ensemble des résultats obtenus depuis 2006.

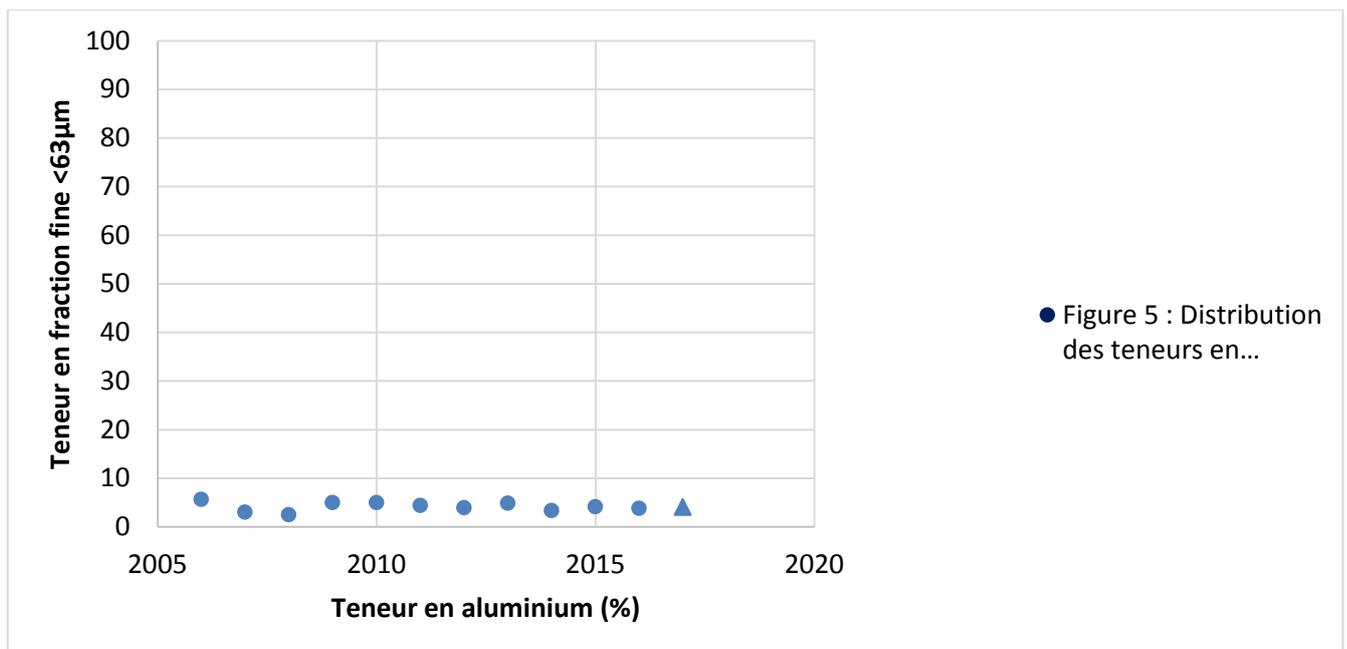


Figure 6 : Distribution des teneurs en Aluminium des échantillons de sédiments prélevés de 2006 à 2017 sur les 2 stations en fonction de la fraction fine ($63\ \mu\text{m}$). Les points 2017 sont marqués par des triangles.

✓ Arsenic

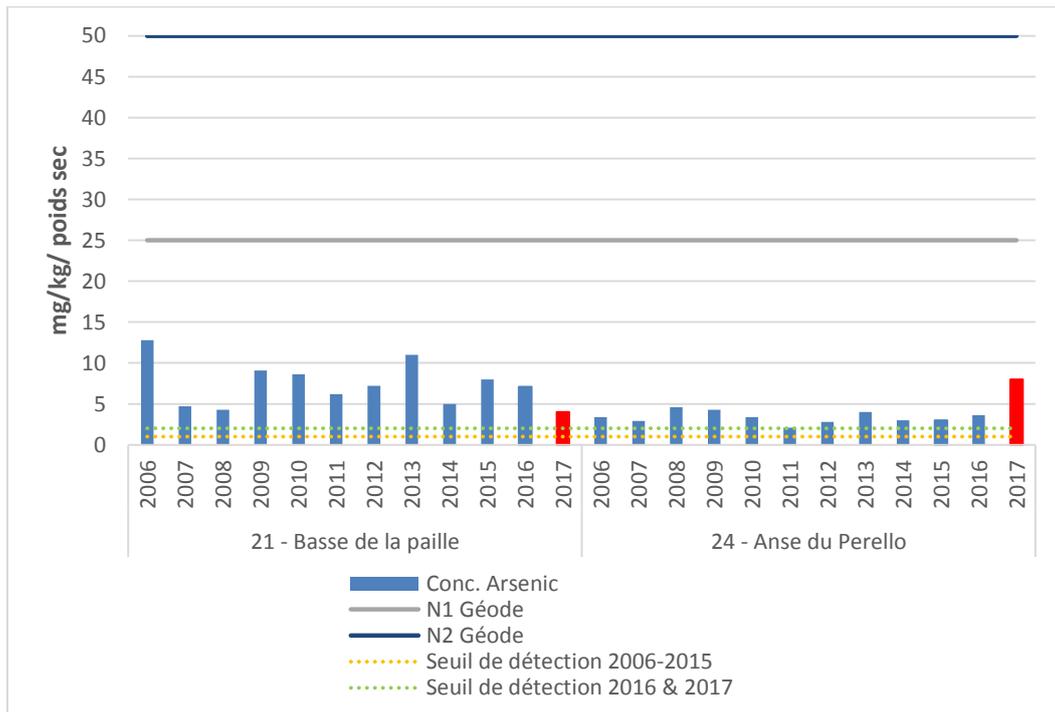


Figure 7 : Concentrations en Arsenic en mg/kg/poids secs sur les deux stations de 2006 à 2017

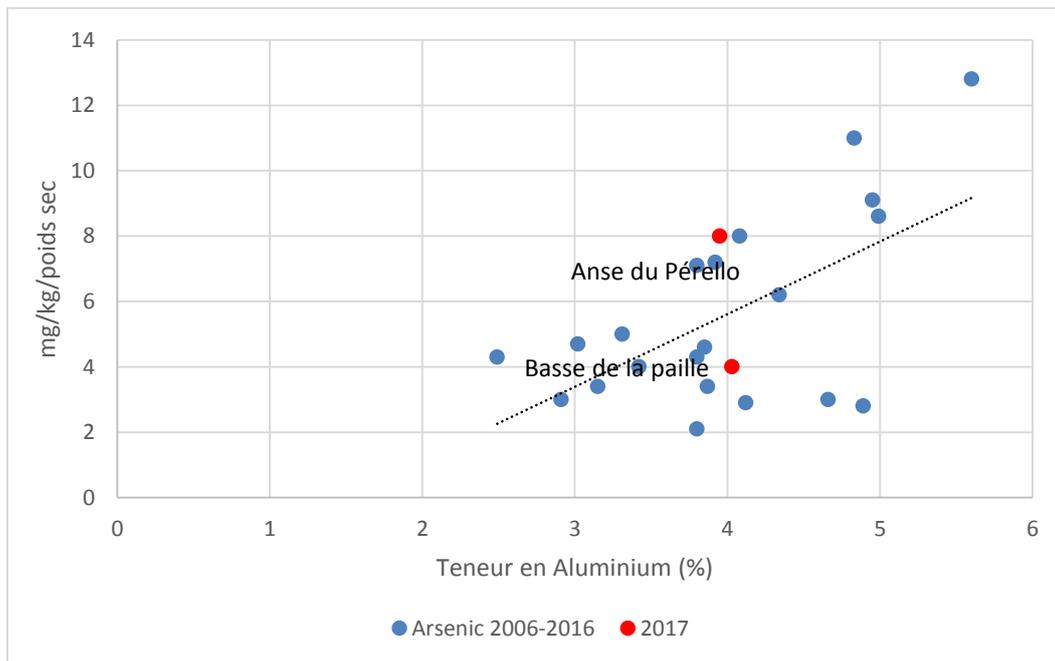


Figure 8 : Concentrations en Arsenic en mg/kg/poids secs rapportées à la teneur en aluminium sur les 2 stations de 2006 à 2017

Pour la station 21-Basse de la paille, la valeur de 2017 (4 mg/kg/poids sec) est légèrement inférieure à la moyenne 2006-2016 (7,64 mg/kg/poids sec). Ce résultat se situe sous la courbe de normalisation, contrairement à 2016.

Le résultat obtenu pour la station 24 – Anse du Pérolo est élevé par rapport aux autres années. En effet, la moyenne 2006-2016 est de 3,37 mg/kg/poids sec, pour 8 mg/kg/poids sec en 2017. De plus, cette valeur se montre significativement au-dessus de la droite de normalisation donc anormalement élevée sans pour autant atteindre des valeurs extrêmes. Ces valeurs restent inférieures au niveau N1 défini par le GEODE.

✓ Cadmium

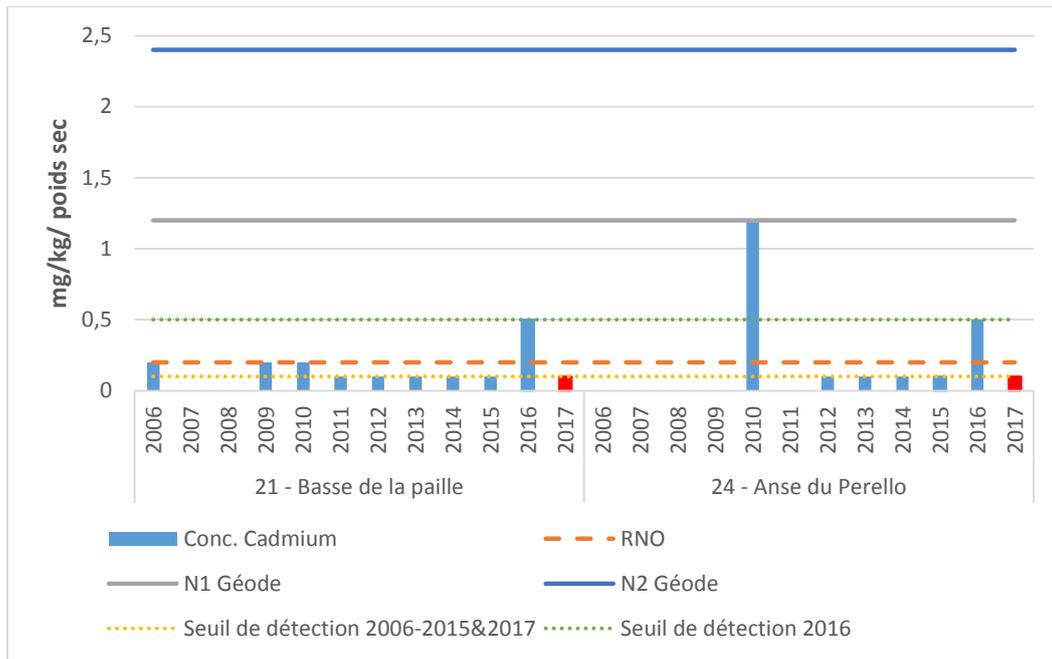


Figure 9 : Concentrations en Cadmium en mg/kg/poids secs sur les deux stations de 2006 à 2017

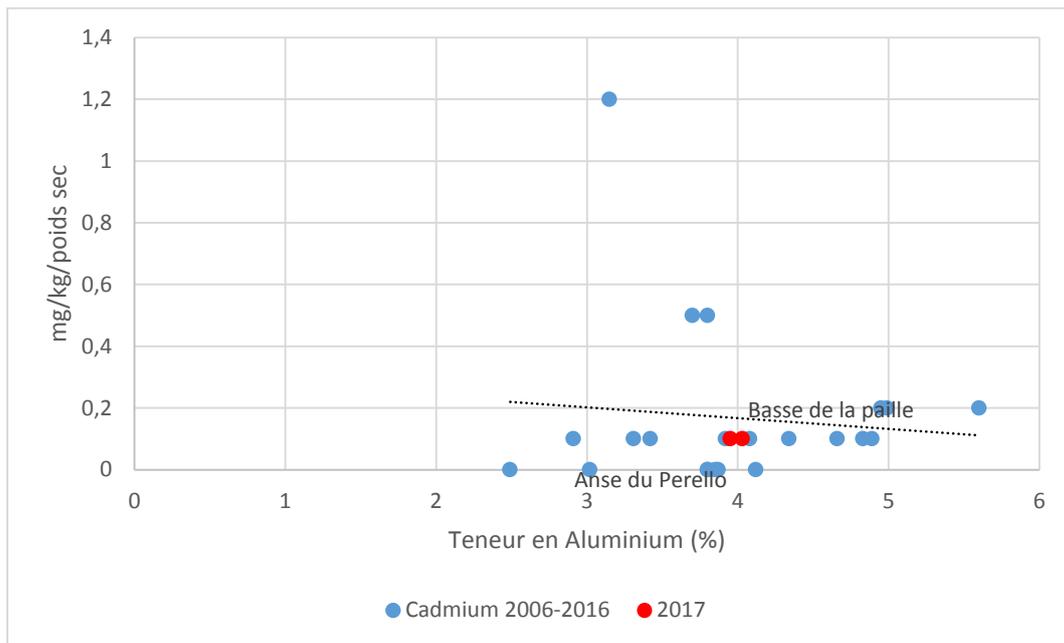


Figure 10 : Concentrations en Cadmium en mg/kg/poids secs rapportées à la teneur en aluminium sur les 2 stations de 2006 à 2017

Pour la station 21- Basse de la paille, la concentration en cadmium obtenue pour 2017 est en-dessous du seuil de détection qui est de 0.1 mg/kg/poids sec. Pour la station 24- Anse du Perello, elle atteint le seuil de détection.

Les valeurs des deux stations se situent en-dessous de la droite de normalisation.

✓ Chrome

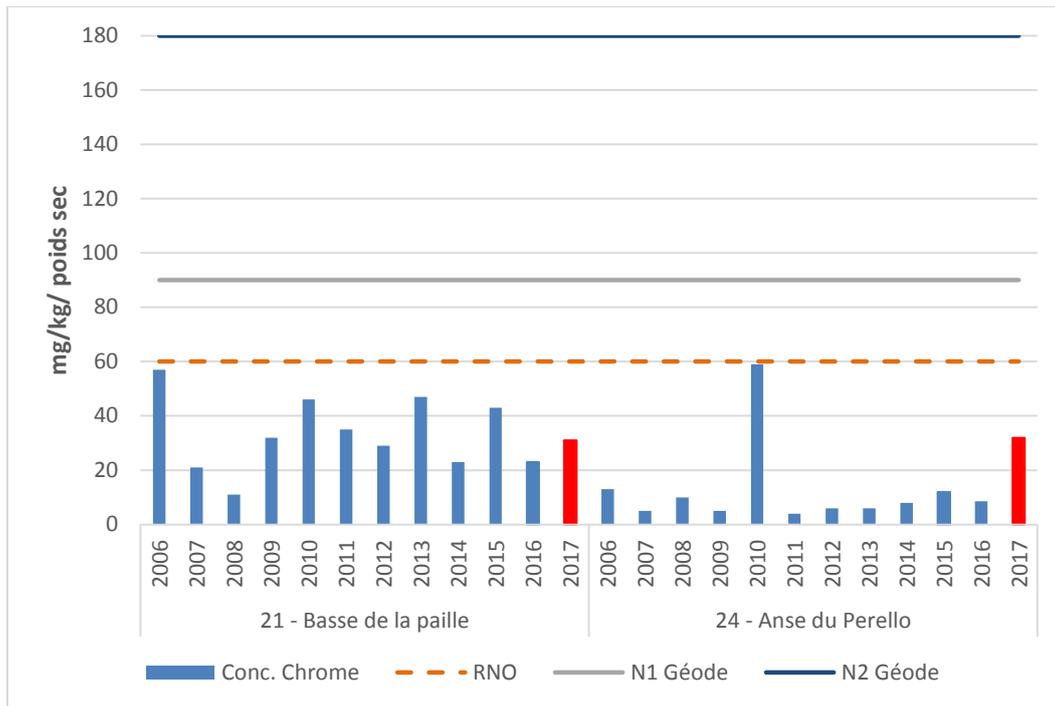


Figure 11 : Concentrations en Chrome en mg/kg/poids secs sur les deux stations de 2006 à 2017

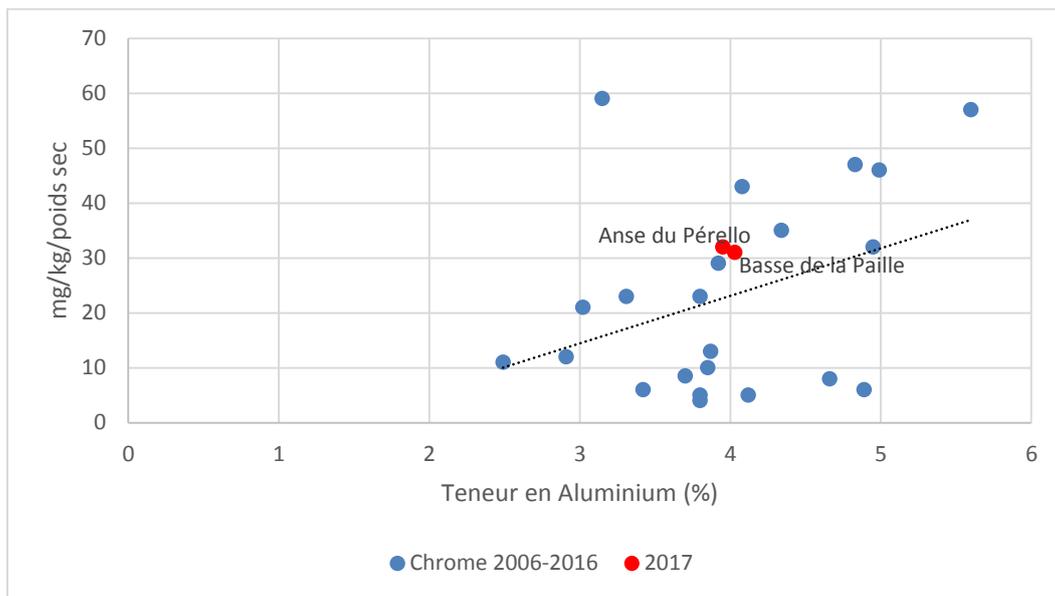


Figure 12 : Concentrations en Chrome en mg/kg/poids secs rapportées à la teneur en aluminium sur les 2 stations de 2006 à 2017

Les valeurs obtenues en 2017 pour le chrome sont en dessous de la valeur de référence retenue par le RNO et du niveau N1 défini par le GEODE.

Les concentrations obtenues en 2017 aux deux stations (21-Basse de la paille et 24-Anse du Pérello) sont passées au-dessus de la droite de normalisation.

✓ Cuivre

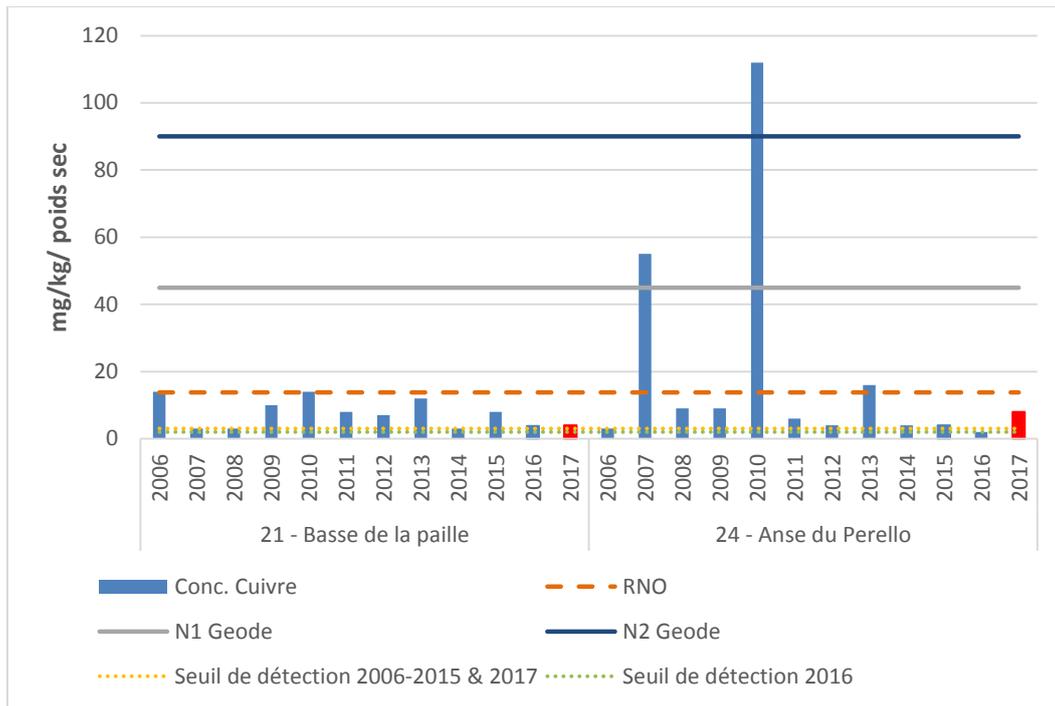


Figure 13 : Concentrations en Cuivre en mg/kg/poids secs sur les deux stations de 2006 à 2017

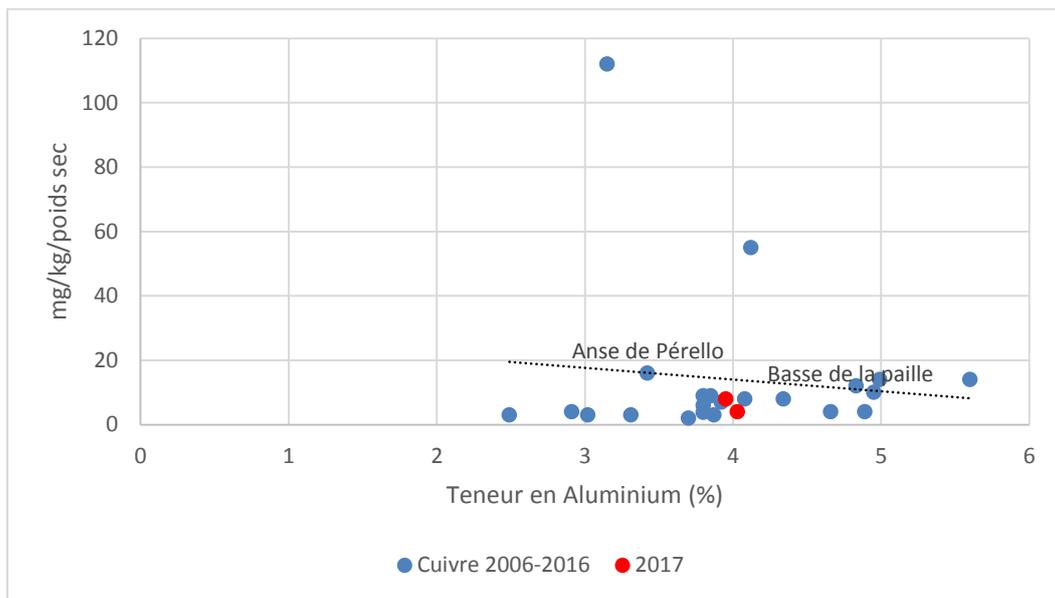


Figure 14 : Concentrations en Cuivre en mg/kg/poids secs rapportées à la teneur en aluminium sur les 2 stations de 2006 à 2017

Pour la station 24-Anse du Pérello, ainsi que pour la station 21 – Basse de la paille, la concentration en cuivre est faible et inférieure à la valeur de référence retenue par le RNO et par le GEODE. Cependant, il est à noter une légère hausse de la concentration en cuivre pour la station 24- Anse du Pérello par rapport à 2016.

Ces valeurs sont inférieures à ce qui aurait pu être mesuré au regard de la teneur en aluminium de ces deux secteurs.

✓ Mercur

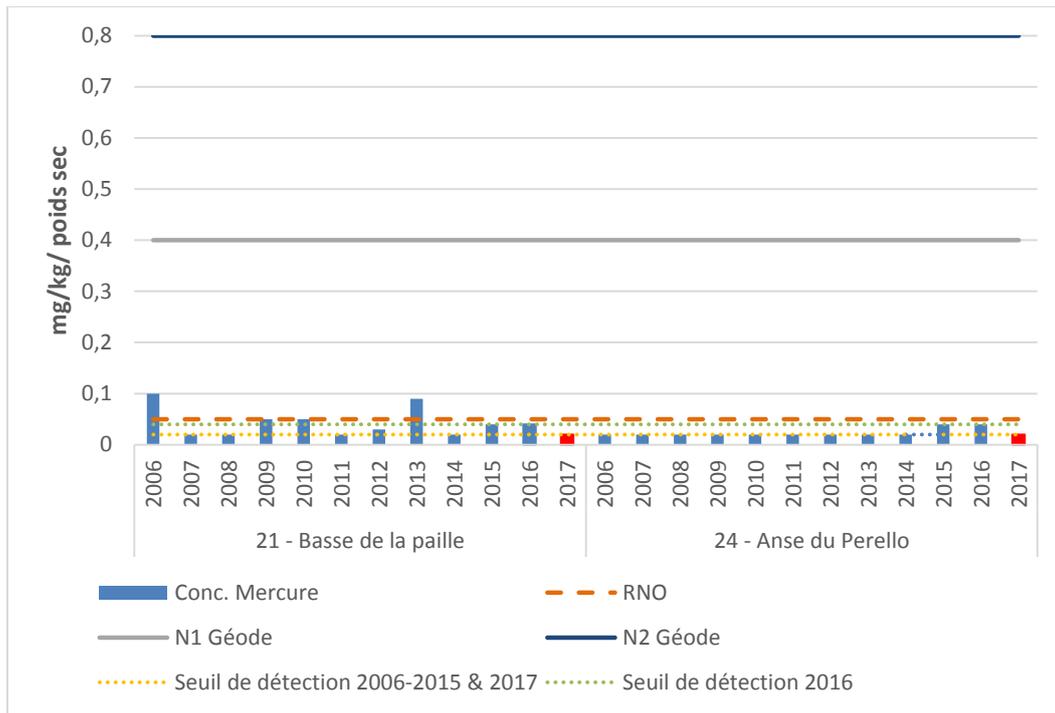


Figure 15 : Concentrations en Mercure en mg/kg/poids secs sur les deux stations de 2006 à 2017

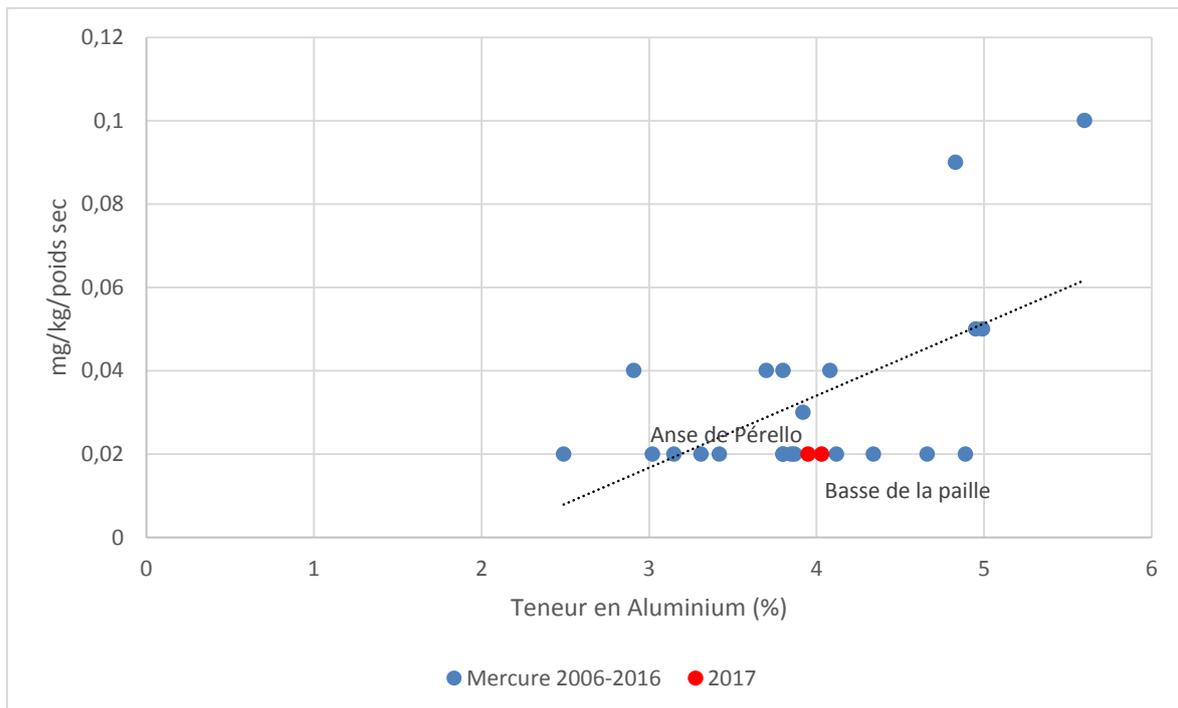


Figure 16 : Concentrations en Mercure en mg/kg/poids secs rapportées à la teneur en aluminium sur les 2 stations de 2006 à 2017

La concentration en mercure du site 21- Basse de la paille est inférieure au seuil de détection du laboratoire, comme en 2016. Pour la station 24- Anse du Pérello, en revanche, le résultat atteint la limite de détection du laboratoire (0,02mg/kg/poids sec), contrairement à 2016.

Les valeurs des deux stations se situent au-dessous de la droite de normalisation.

✓ Nickel

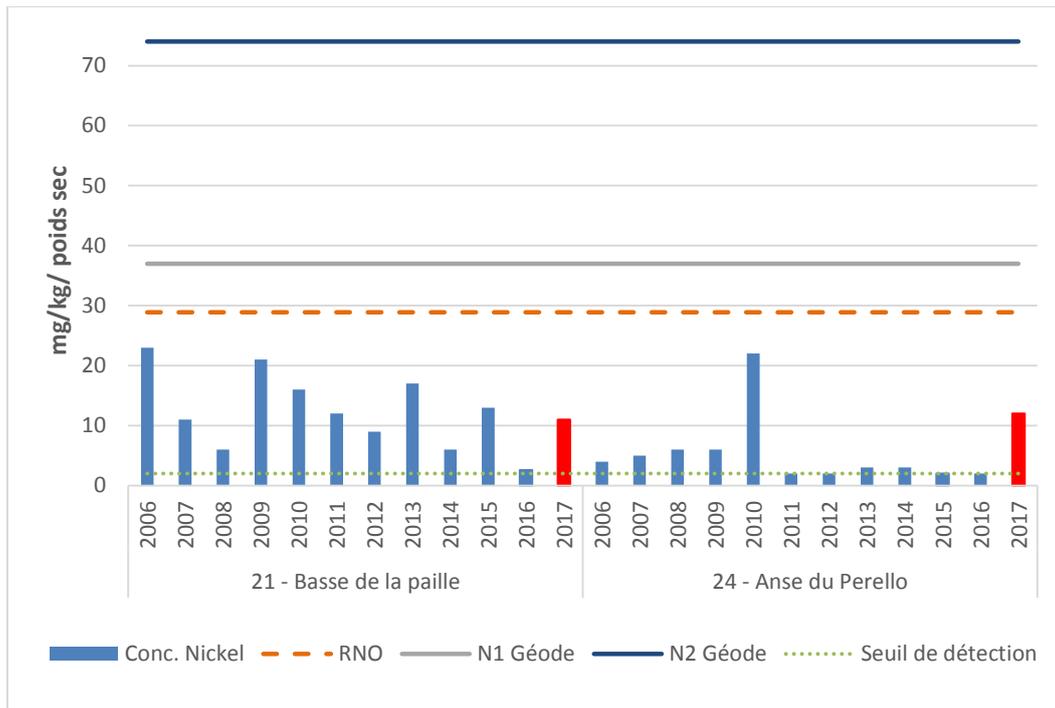


Figure 17 : Concentrations en Nickel en mg/kg/poids secs sur les deux stations de 2006 à 2017

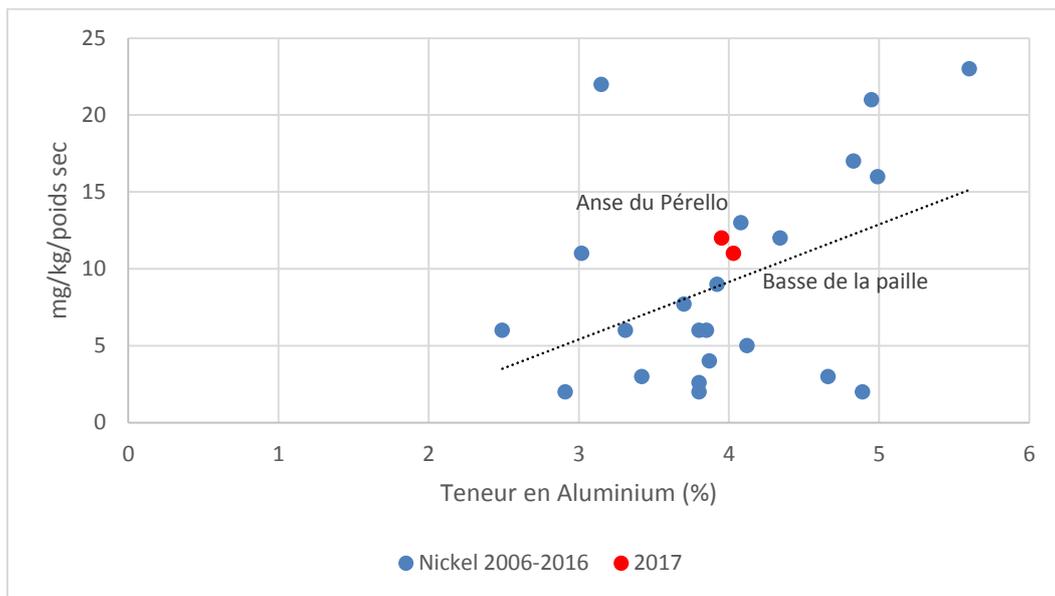


Figure 18 : Concentrations en Nickel en mg/kg/poids secs rapportées à la teneur en aluminium sur les 2 stations de 2006 à 2017

Les stations 2017 présentent des concentrations en nickel inférieures à la valeur de référence retenue par le RNO et par le GEODE. Ces valeurs sont en hausse par rapport à 2016.

Les concentrations des deux stations sont légèrement au-dessus de la courbe de normalisation.

✓ Plomb

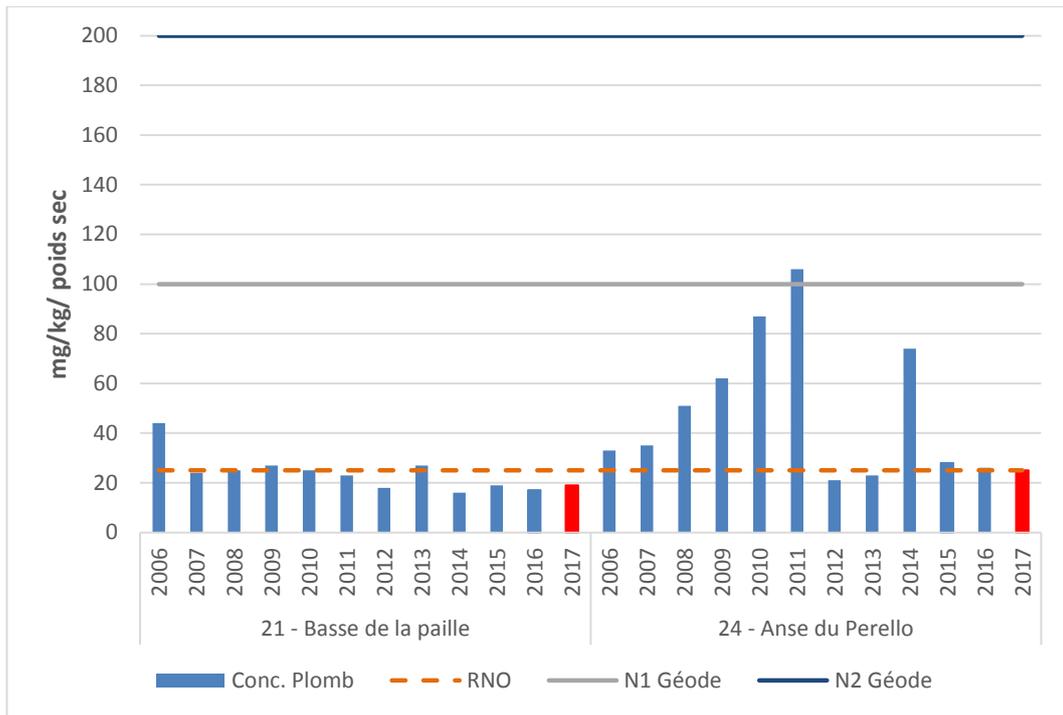


Figure 19 : Concentrations en Plomb en mg/kg/poids secs sur les deux stations de 2006 à 2017

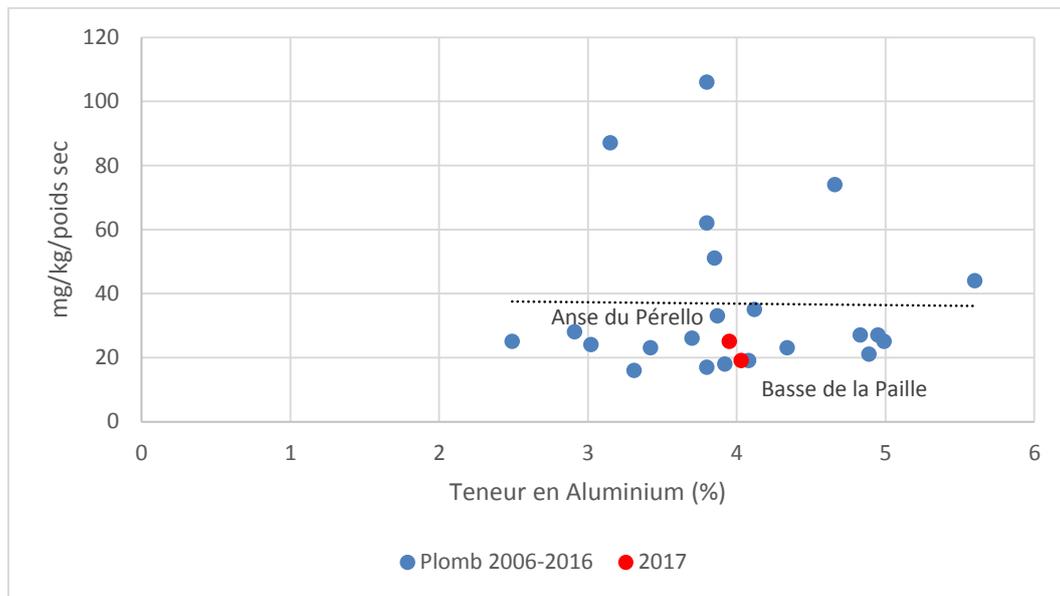


Figure 20 : Concentrations en Plomb en mg/kg/poids secs rapportées à la teneur en aluminium sur les 2 stations de 2006 à 2017

La station 21-Basse de la paille a une concentration en plomb inférieure à la valeur retenue par le RNO et aux niveaux GEODE.

La station 24-Anse du Pérello présente une concentration en plomb égale à celle retenue par le RNO (25mg/kg PS) mais inférieure au niveau N1 défini par le GEODE.

Les résultats 2017 sont par ailleurs en dessous de la droite de normalisation obtenue pour cet élément.

✓ Zinc

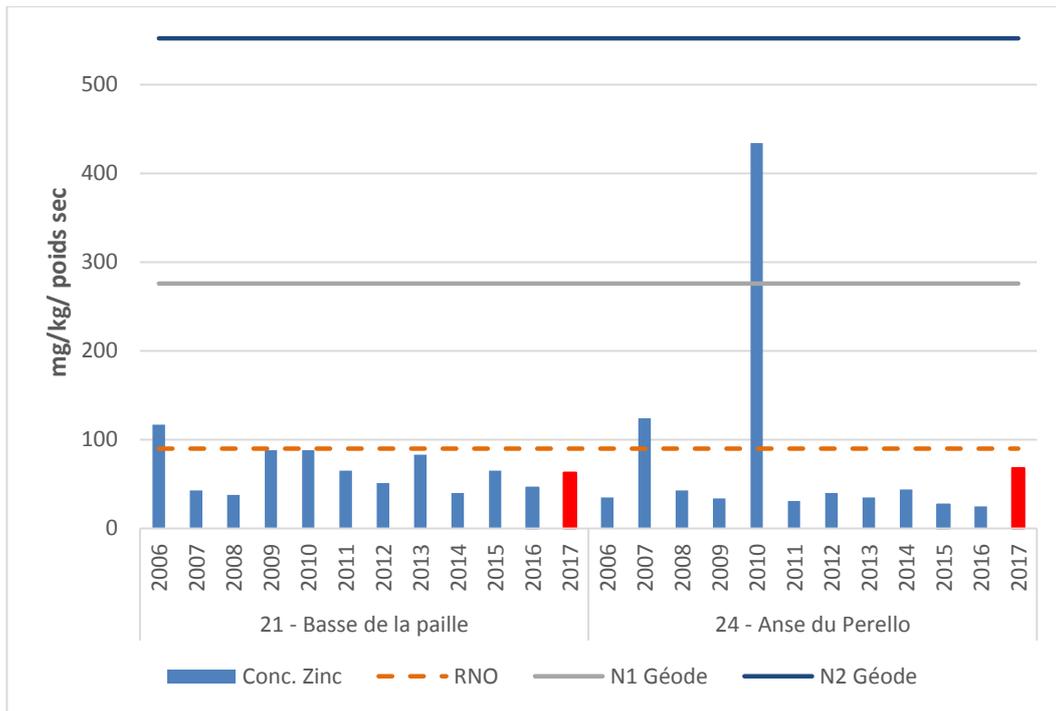


Figure 21 : Concentrations en Zinc en mg/kg/poids secs sur les deux stations de 2006 à 2017

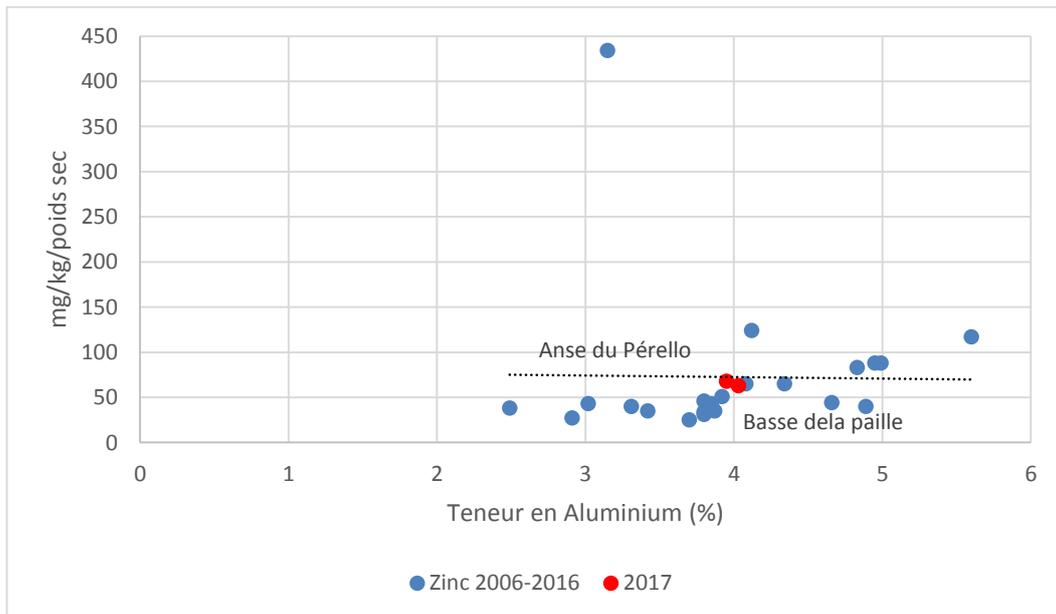


Figure 22 : Concentrations en Plomb en mg/kg/poids secs rapportées à la teneur en aluminium sur les 2 stations de 2006 à 2017

Les stations suivies en 2017 présentent des concentrations en zinc inférieures à la valeur retenue par le RNO et légèrement inférieures aux moyennes 2006-2015 de chacune des stations (65,8 mg/kg PS pour la station 21 et 79,3 mg/kg PS pour la station 24).

Les résultats 2017 sont par ailleurs très proches de la droite de normalisation obtenue pour ce paramètre.

✓ Cartographie des résultats

En tenant compte des niveaux réglementaires N1 et N2, trois catégories de contamination ont été définies :

- 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.

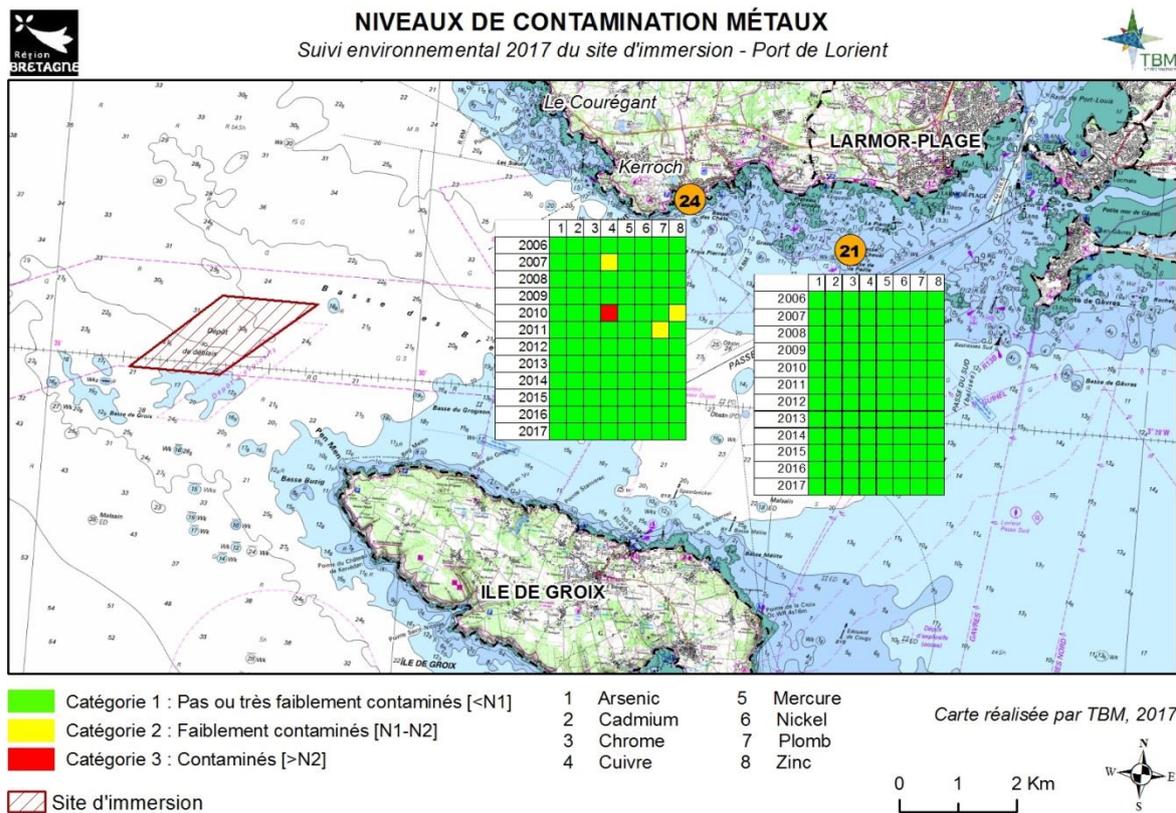


Figure 23 : Niveaux de contamination des métaux sur les deux stations de 2006 à 2017

2.2.3 Concentration en HAPs (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)

✓ Résultats 2017 : HAPs individuels par rapport aux seuils GEODE

L'arrêté du 8 février 2013, modifié le 17 juillet 2014, a fixé des niveaux N1 et N2 Géode pour les 16 HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques) mesurés dans cette étude. Le graphique ci-dessous affiche les concentrations dans les sédiments pour les 2 stations suivies en 2017 en comparaison avec ces seuils N1 et N2. Les concentrations mesurées sont toutes inférieures aux valeurs seuils N1 et N2.

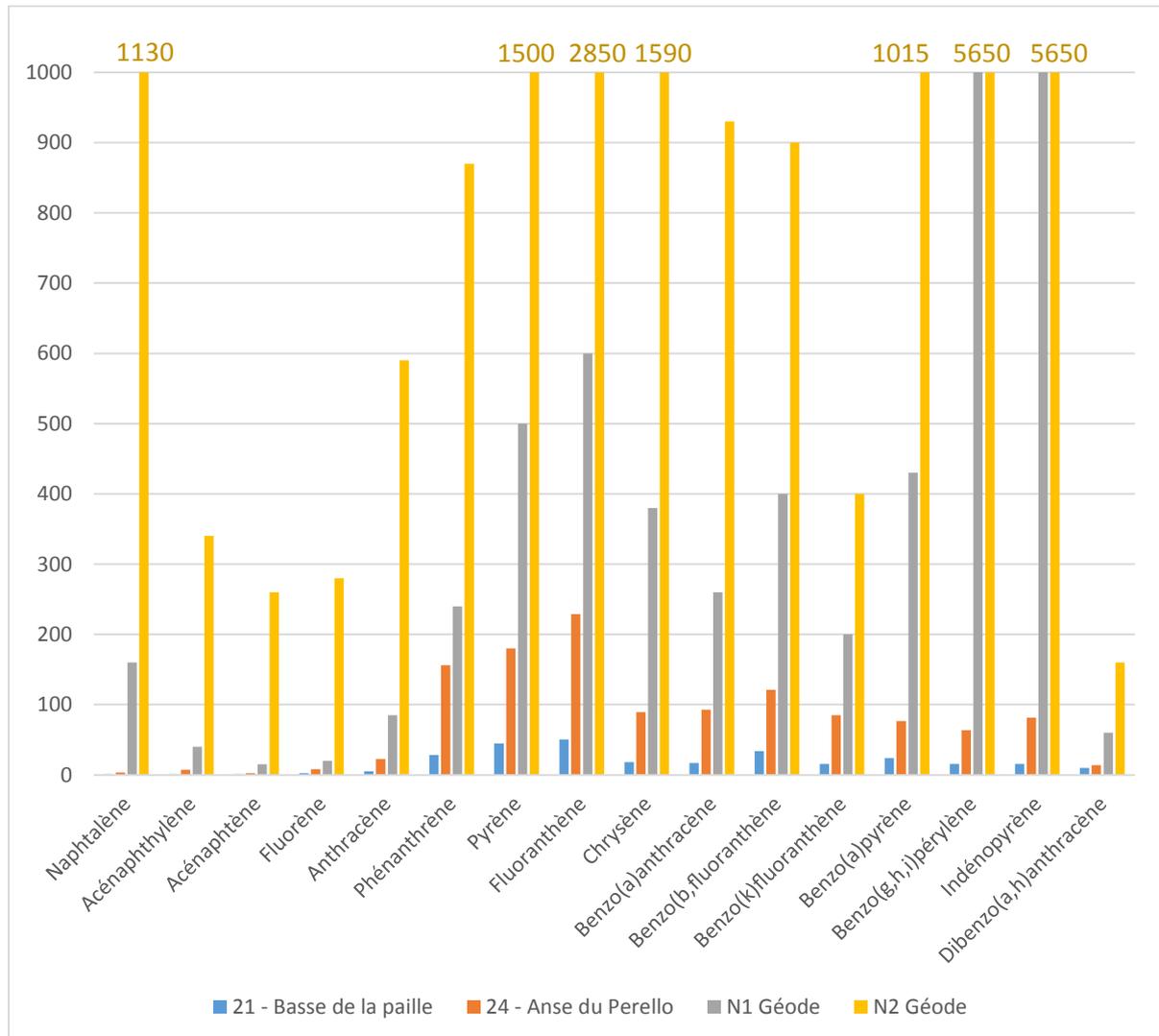


Figure 24 : Concentrations 2017 des 16 HAPs mesurés dans les sédiments de la Basse de la paille et de l'Anse du Pérello en comparaison avec les seuils N1 et N2 GEODE.

✓ Répartition des HAPs en fonction de leur masse moléculaire

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.

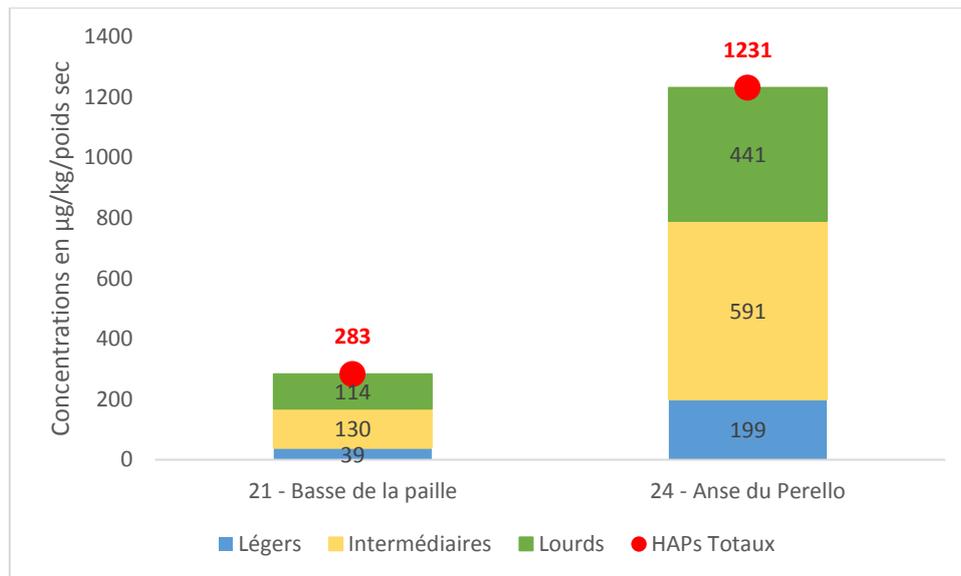


Figure 25 : Répartition 2017 des 16 HAPs en fonction de leur masse moléculaire et donc de leur dangerosité.

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 de considérer le cas le plus défavorable.

Pour les 2 stations suivies en 2017, la somme des HAPs intermédiaires et lourds représentent 86% et 84% de la concentration totale pour les stations 21 et 24, respectivement (en 2016, il s'agissait de 53% et 43% respectivement). Pour la station 21- Basse de la paille ceci peut s'expliquer par une forte diminution de la part des HAP légers entre 2016 et 2017. En revanche, pour la station 24- Anse du Pérello, la proportion des HAP légers est relativement stable, mais il y a une nette augmentation des HAP intermédiaires et lourds entre ces deux années.

✓ Comparaison interannuelle et par normalisation

Une approche interannuelle et par normalisation permet de comparer les résultats entre eux. Pour les contaminants organiques, tels que les HAP, le paramètre normalisateur pris en compte est la teneur en carbone organique, indicateur de l'importance de la fraction organique du sédiment.

Pour chacun des 6 HAP individuels représentatifs (Fluoranthène ; Benzo(b)fluoranthène ; Benzo(k)fluoranthène ; Benzo(a)pyrène ; Indénopyrène ; Benzo(g,h,i)pérylène), puis pour la somme des 16 HAPs, sont représentées, dans un premier graphique, les teneurs brutes 2006 – 2017. Ensuite, dans un deuxième graphique, l'ensemble de ces valeurs 2006-2017 sont rapportées à la teneur en carbone organique du sédiment. Ce deuxième graphique permet alors d'identifier les résultats qui montrent des niveaux de contamination proportionnellement plus élevés que les niveaux attendus (droite).

✓ Fluoranthène

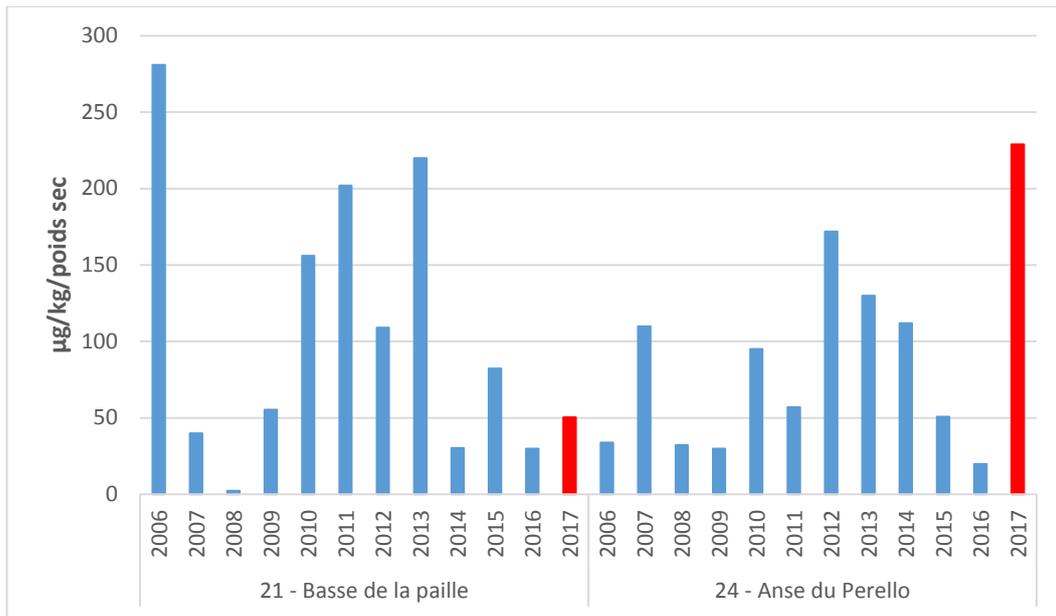


Figure 26 : Concentrations en Fluoranthène en µg/kg/poids secs sur les 2 stations de 2006 à 2017

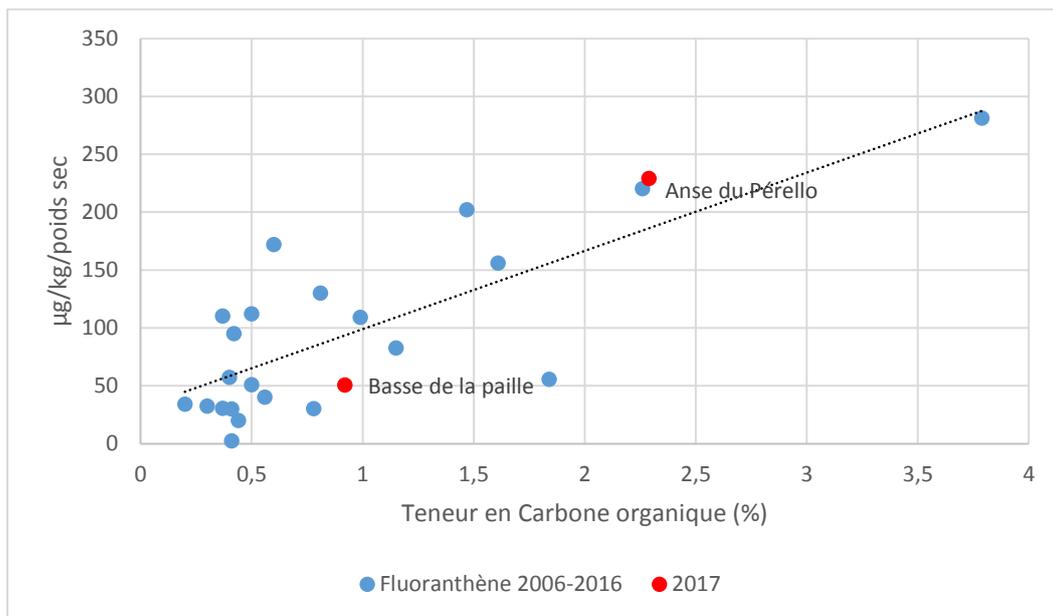


Figure 27 : Concentrations en Fluoranthène en µg/kg/poids secs rapportées à la teneur en carbone organique sur les 2 stations de 2006 à 2017

La station 21-Basse de la paille a une concentration en fluoranthène dans la norme, bien qu'en dessous de la droite de normalisation avec le carbone organique.

En 2017, pour la station 24-Anse du Pérello, la concentration en fluoranthène est la plus forte enregistrée depuis le début du suivi (2006). Elle est au-dessus de la droite de normalisation.

✓ Benzo(b)fluoranthène

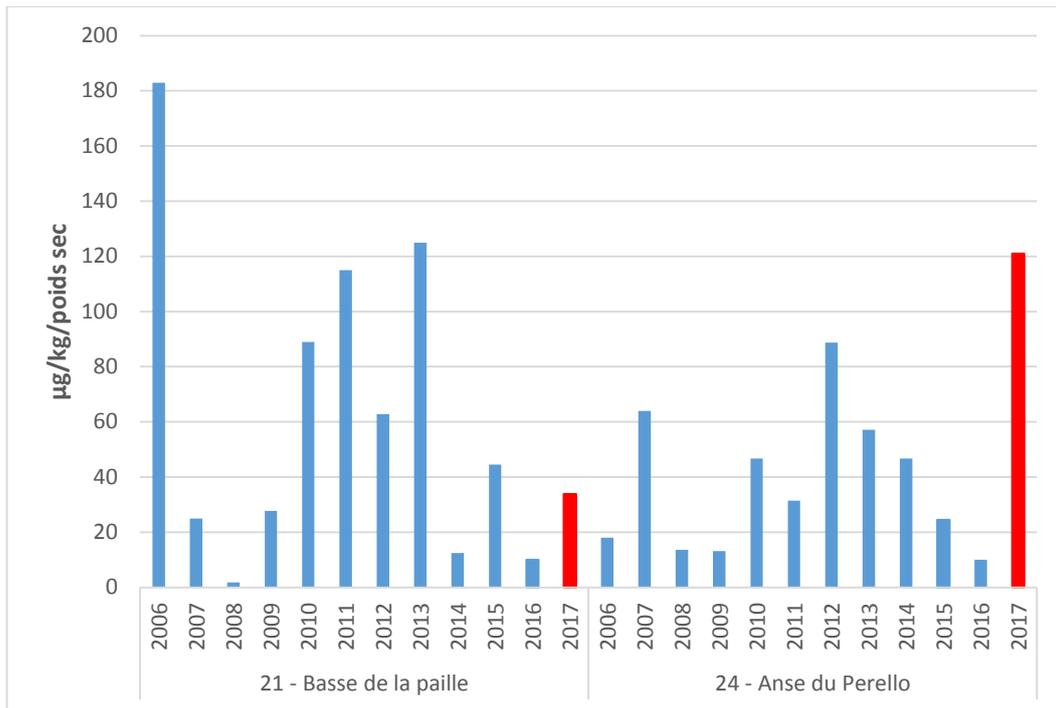


Figure 28 : Concentrations en Benzo(b)fluoranthène en µg/kg/poids secs sur les 2 stations de 2006 à 2017

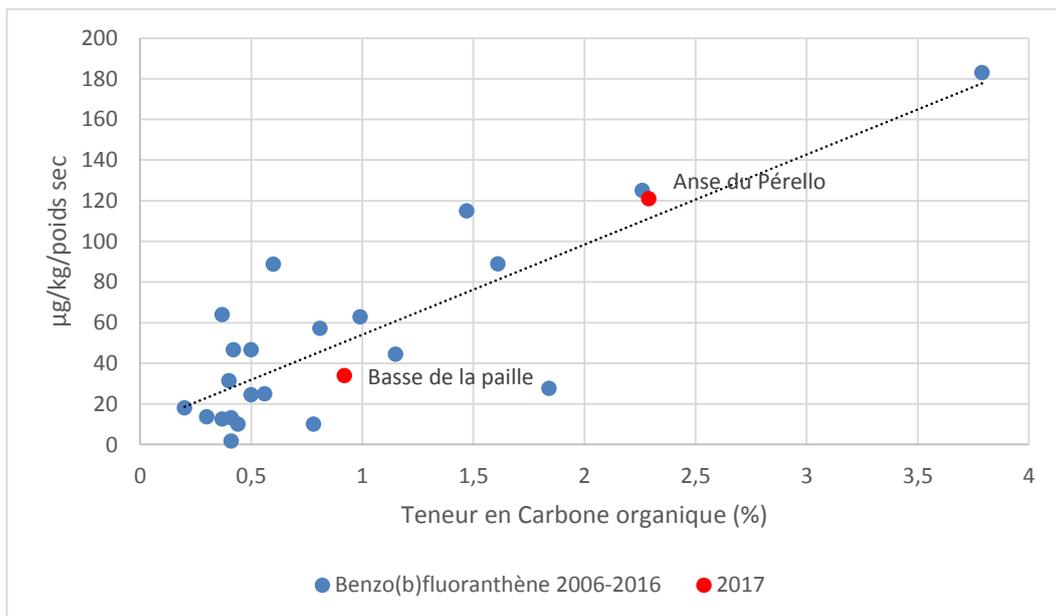


Figure 29 : Concentrations en Benzo(b)fluoranthène en µg/kg/poids secs rapportées à la teneur en carbone organique sur les 2 stations de 2006 à 2017

La station 21-Basse de la paille a une concentration en benzo(b)fluoranthène dans la norme, bien que légèrement en dessous de la droite de normalisation avec le carbone organique.

En 2017, pour la station 24-Anse du Pérello, la concentration en benzo(b)fluoranthène est la plus forte enregistrée depuis le début du suivi (2006). Cependant, elle est juste légèrement au-dessus de la droite de normalisation.

✓ Benzo(k)fluoranthène

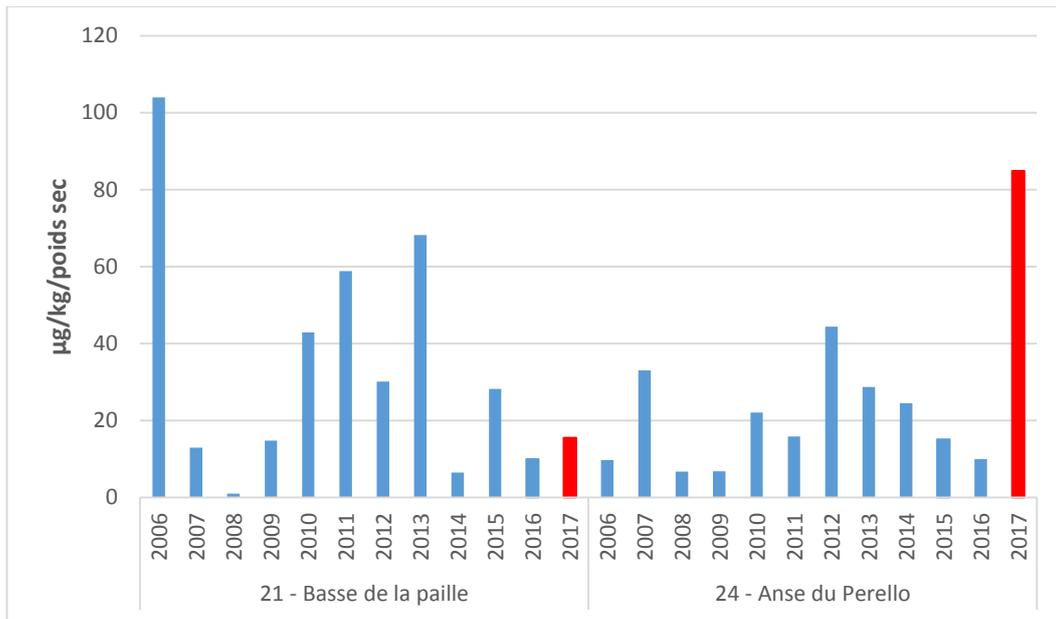


Figure 30 : Concentrations en Benzo(k)fluoranthène en µg/kg/poids secs sur les 2 stations de 2006 à 2017

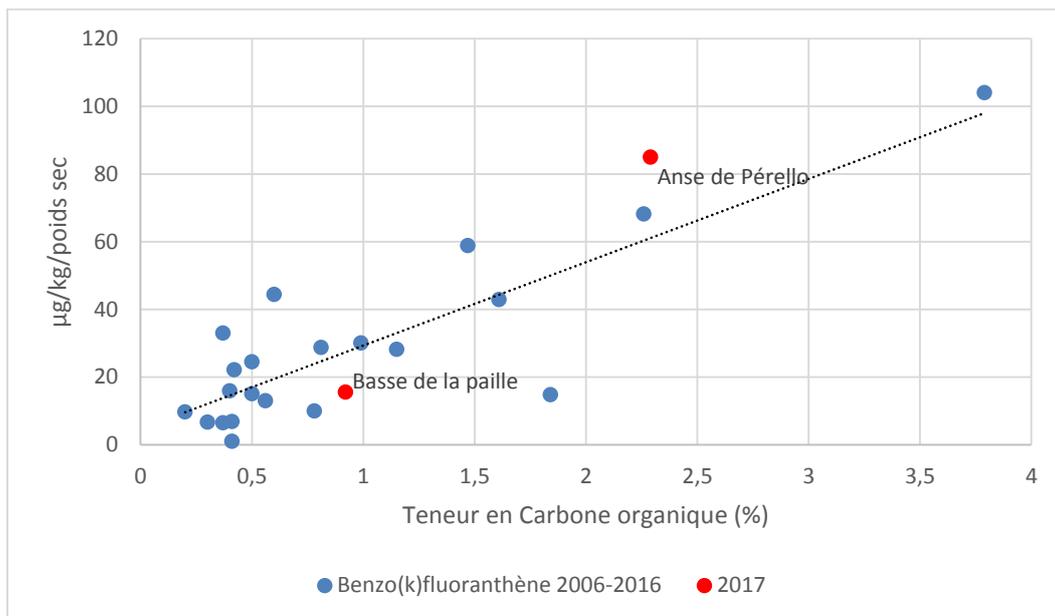


Figure 31 : Concentrations en Benzo(k)fluoranthène en µg/kg/poids secs rapportées à la teneur en carbone organique sur les 2 stations de 2006 à 2017

La station 21-Basse de la paille a une concentration en benzo(k)fluoranthène dans la norme, bien que en dessous de la droite de normalisation avec le carbone organique.

En 2017, pour la station 24-Anse du Pérello, la concentration en benzo(k)fluoranthène est la plus forte enregistrée depuis le début du suivi (2006). Elle se situe au-dessus de la droite de normalisation.

✓ Benzo(a)pyrène

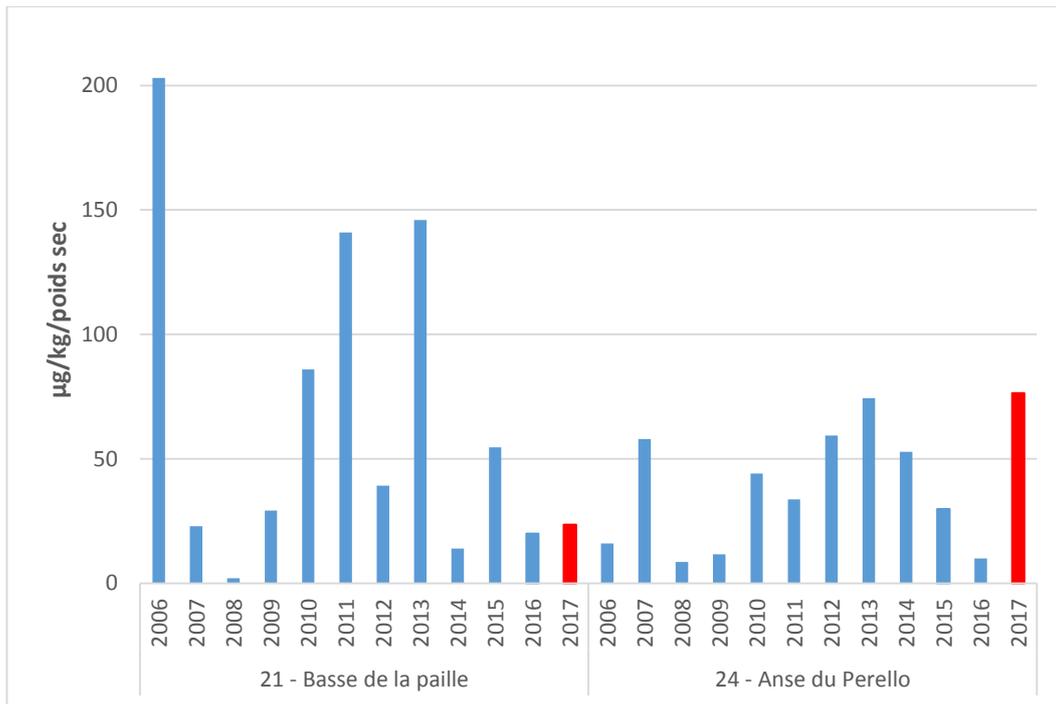


Figure 32 : Concentrations en Benzo(a)pyrène en µg/kg/poids secs sur les 2 stations de 2006 à 2017

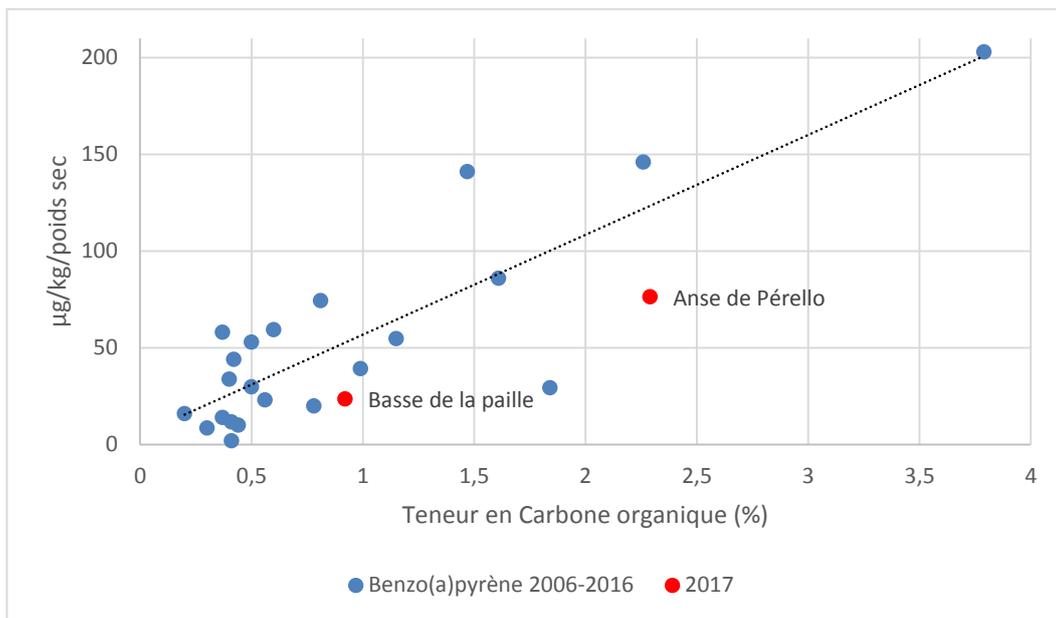


Figure 33 : Concentrations en Benzo(a)pyrène en µg/kg/poids secs rapportées à la teneur en carbone organique sur les 2 stations de 2006 à 2017

La concentration en benzo(a)pyrène à la station 21-Basse de la paille est inférieure à celle de la station 24-Anse du Pérello, mais ces résultats sont dans la norme bien qu'en dessous de la courbe de normalisation avec le carbone organique.

✓ Indénopyrène

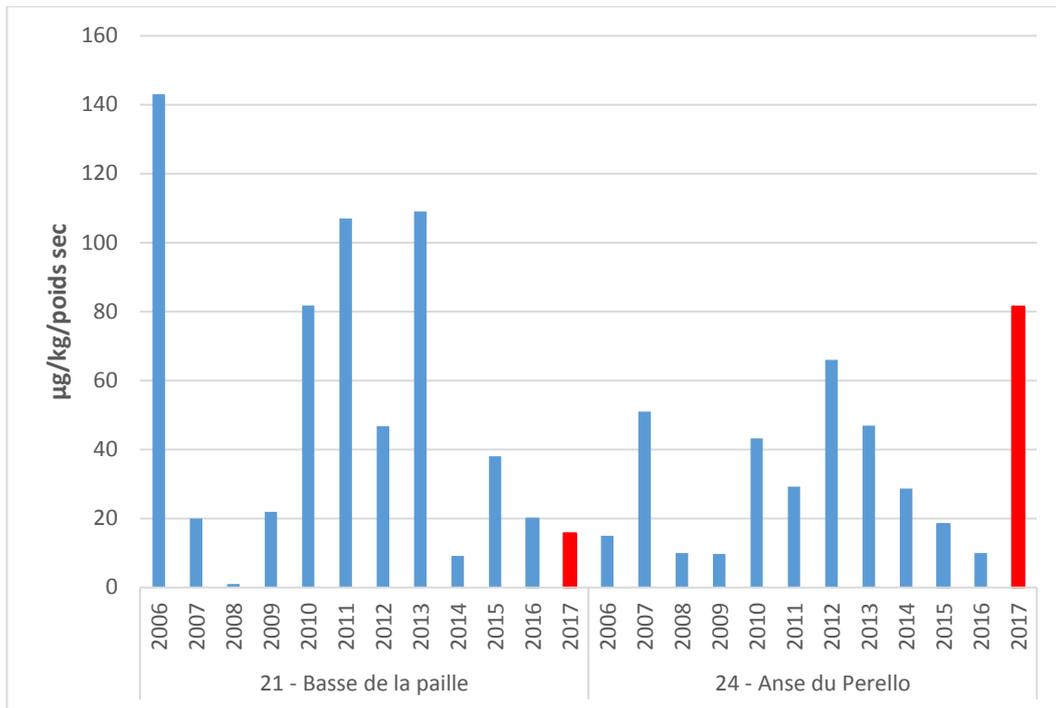


Figure 34 : Concentrations en Indénopyrène en µg/kg/poids secs sur les 2 stations de 2006 à 2017

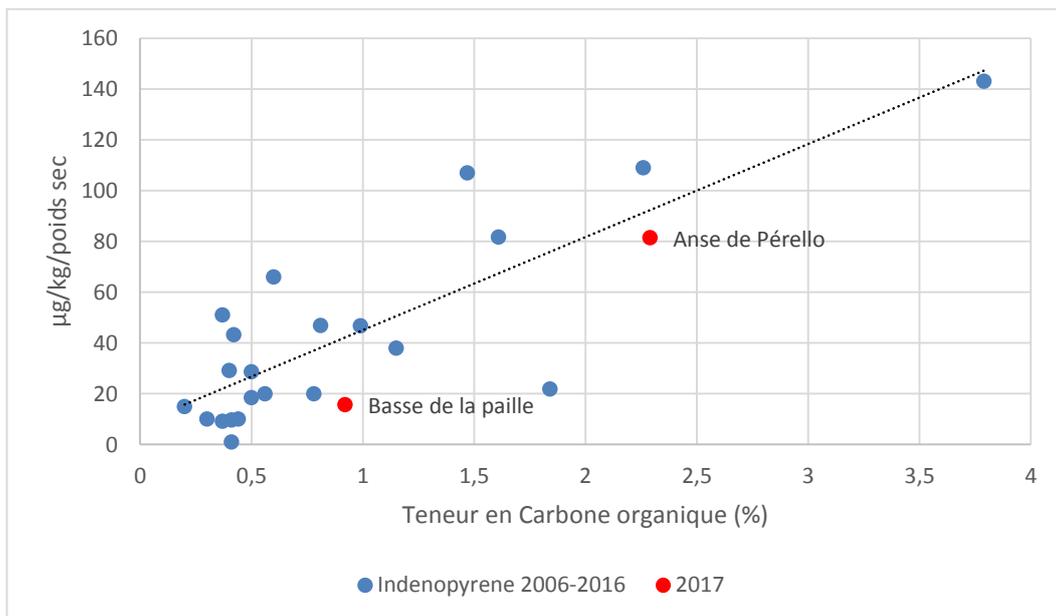


Figure 35 : Concentrations en Indénopyrène en µg/kg/poids rapportées à la teneur en carbone organique en bas) sur les 2 stations de 2006 à 2017

La concentration en indénopyrène à la station 21-Basse de la paille est inférieure à celle de la station 24-Anse du Pérello. La concentration pour la station 24- Anse du Pérello est la plus forte atteinte depuis 2006. Mais ces résultats restent dans la norme bien que légèrement en dessous de la courbe de normalisation avec le carbone organique.

✓ Benzo(g,h,i)pérylène

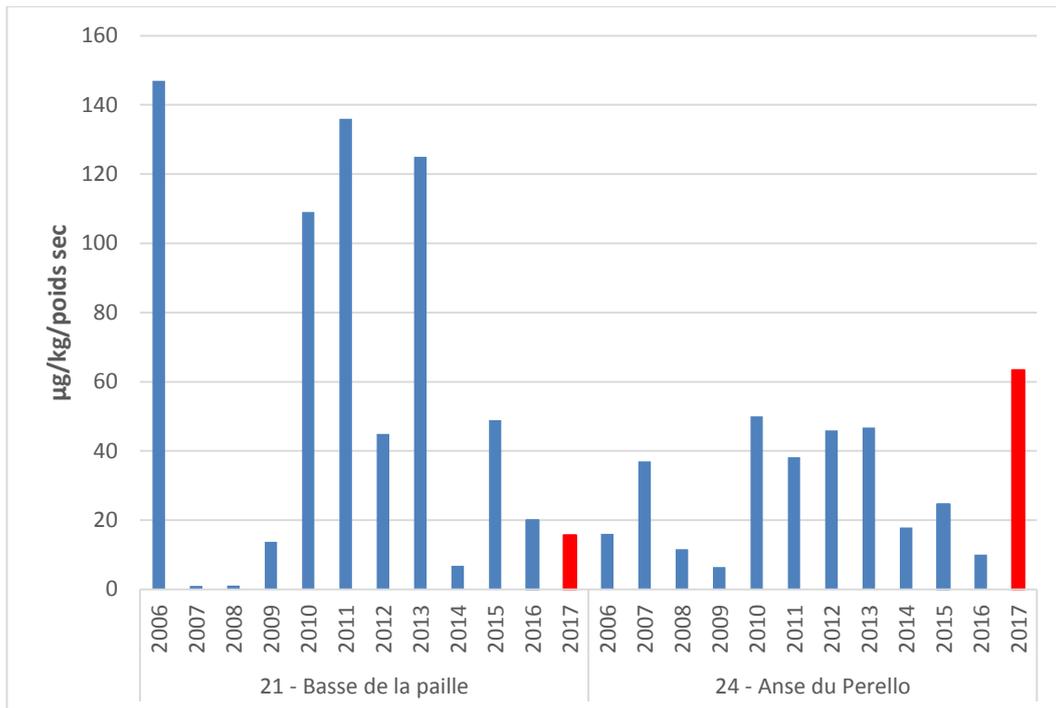


Figure 36 : Concentrations en Benzo(g,h,i)pérylène en µg/kg/poids secs sur les 2 stations de 2006 à 2017

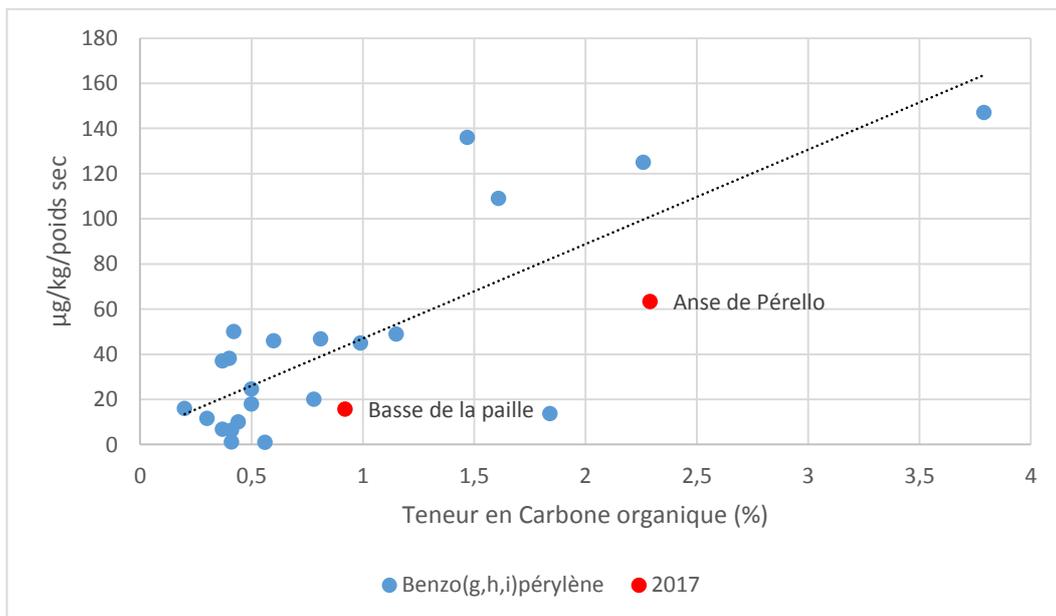


Figure 37 : Concentrations en Benzo(g,h,i)pérylène en µg/kg/poids secs rapportées à la teneur en carbone organique sur les 2 stations de 2006 à 2017

La concentration en benzo(g,h,i)pérylène à la station 21-Basse de la paille est inférieure à celle de la station 24-Anse du Pérello. La concentration pour la station 24- Anse du Pérello est la plus forte atteinte depuis 2006. Mais ces résultats restent dans la norme bien qu'en dessous de la courbe de normalisation avec le carbone organique.

✓ HAPs totaux

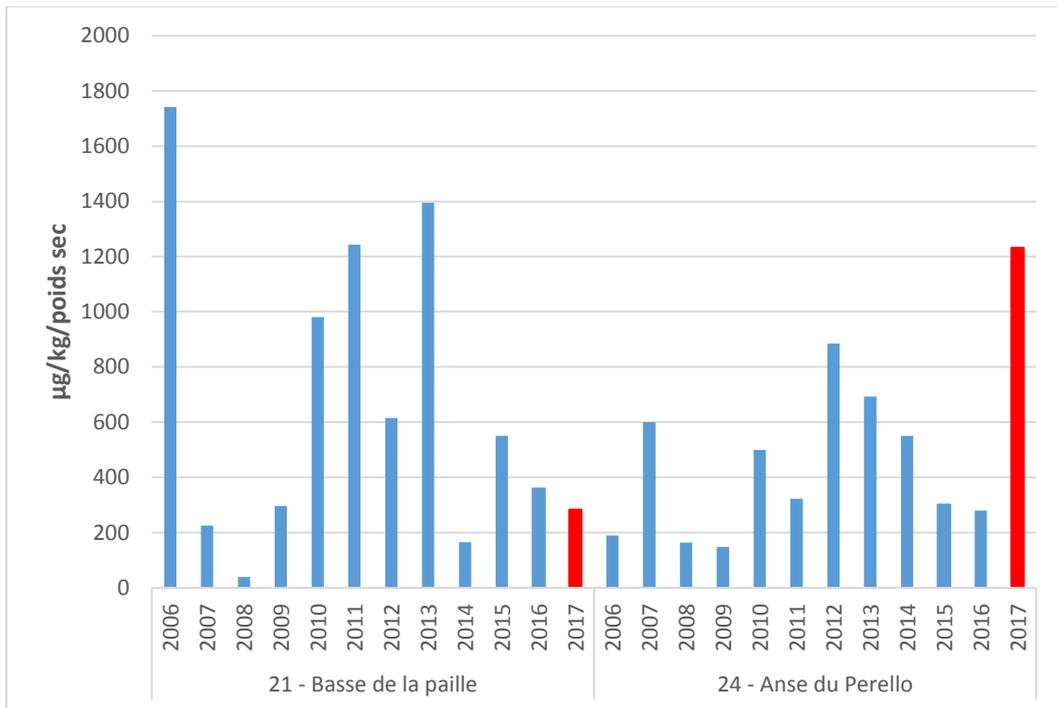


Figure 38 : Concentrations en 16 composés HAP en µg/kg/poids secs sur les 2 stations de 2006 à 2017

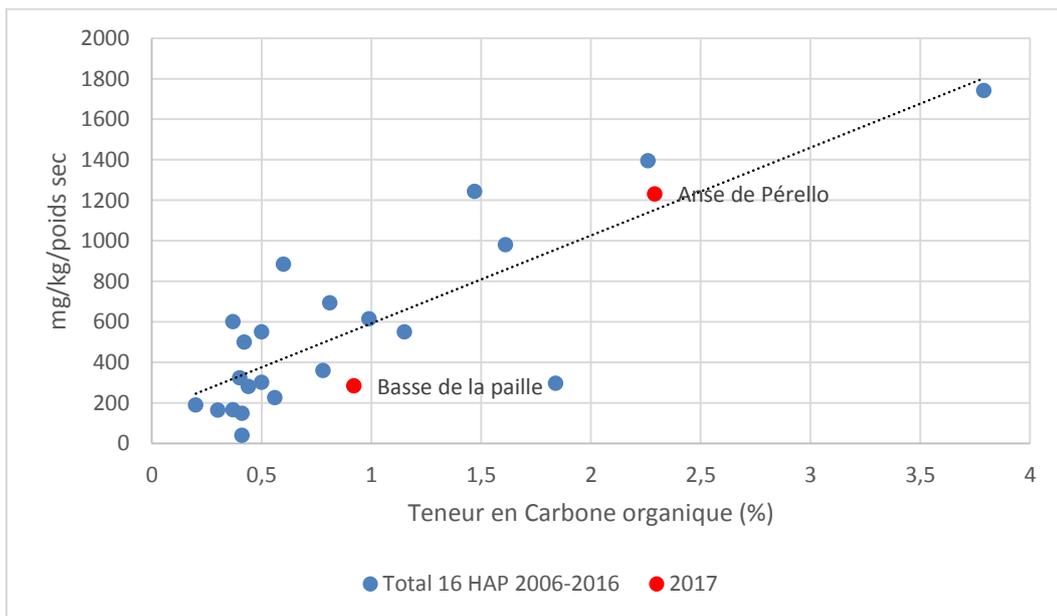


Figure 39 : Concentrations en 16 composés HAP en µg/kg/poids secs rapportées à la teneur en carbone organique sur les 2 stations de 2006 à 2017

La concentration 2017 en HAPs totaux se situe dans la norme pour la station 21- Basse de la paille, alors qu'elle atteint un pic pour la station 24- Anse du Pérello. Malgré tout, elles sont cohérentes au regard de la teneur en carbone organique relevée sur ces 2 stations et des valeurs des années précédentes.

✓ Cartographie des résultats

Trois niveaux de contamination ont été définis par catégories :

- 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.

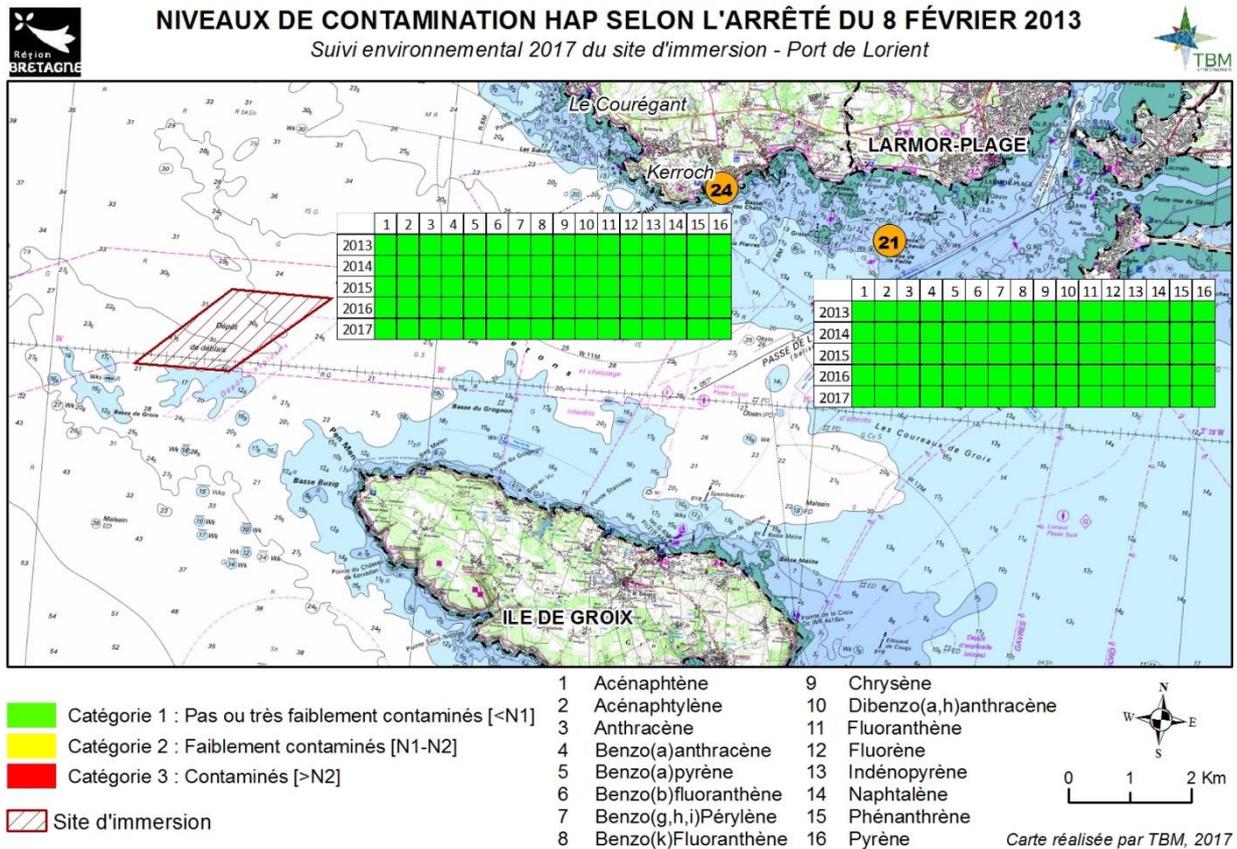


Figure 40 : Niveaux de contamination des HAP sur les deux stations de 2013 à 2017

2.2.4 Concentration en PCB (Polychlorobiphényles)

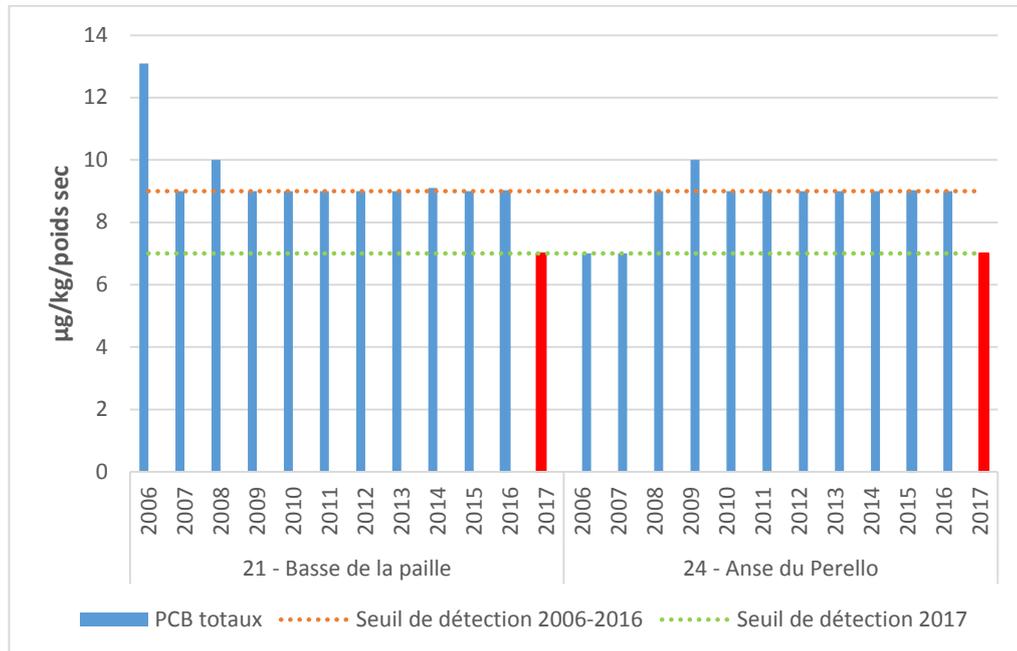


Figure 41 : Teneurs mesurées en PCB totaux, en µg/kg/poids secs, sur les 2 stations de 2006 à 2017

Pour chacun des éléments de cette famille, les dosages réalisés en 2017 sur les 2 stations sont inférieurs au seuil de détection.

✓ Cartographie des résultats

En tenant compte des niveaux réglementaires N1 et N2, trois catégories de contamination ont été définies :

- 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.

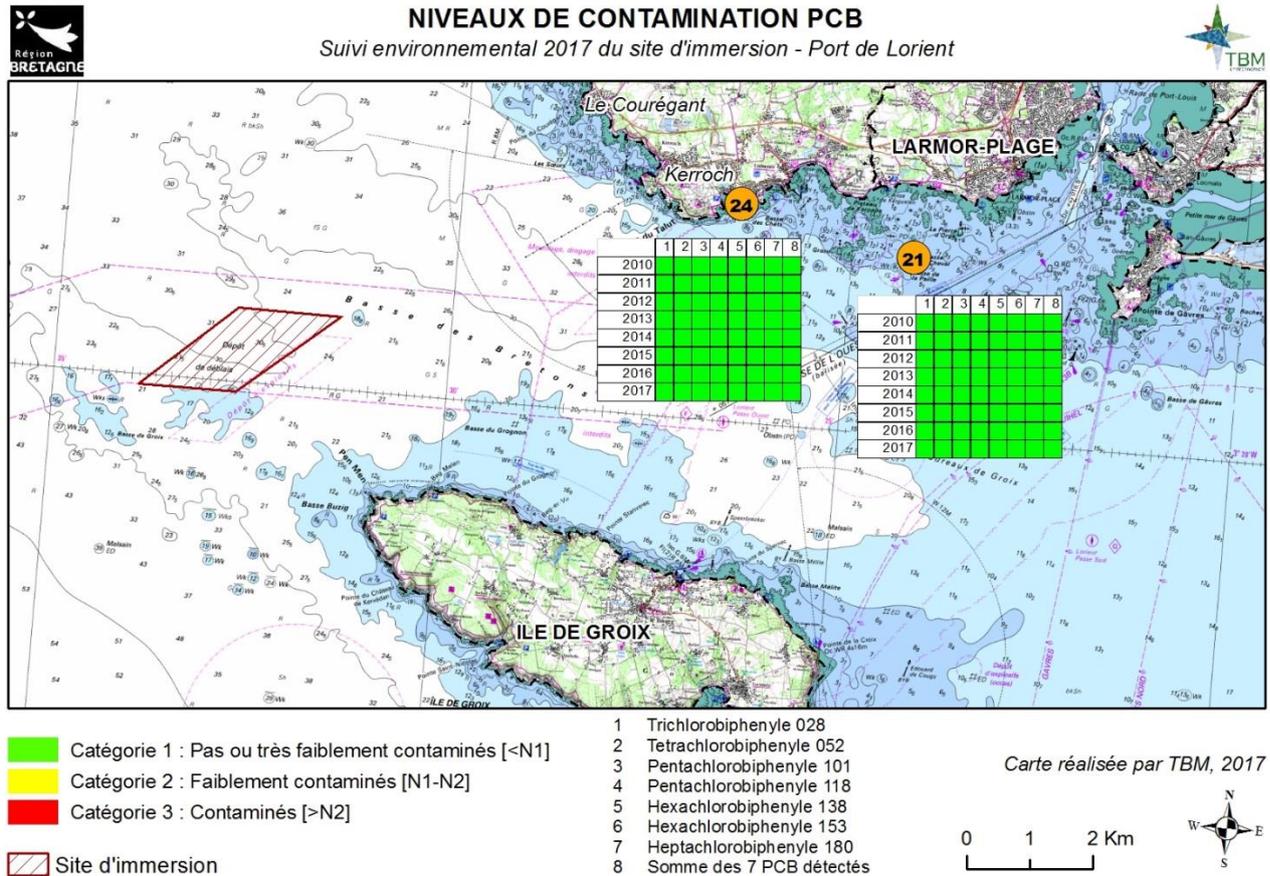


Figure 42 : Niveaux de contamination des PCB sur les deux stations de 2010 à 2017

2.2.5 Concentration en TBT (Tributylétain)

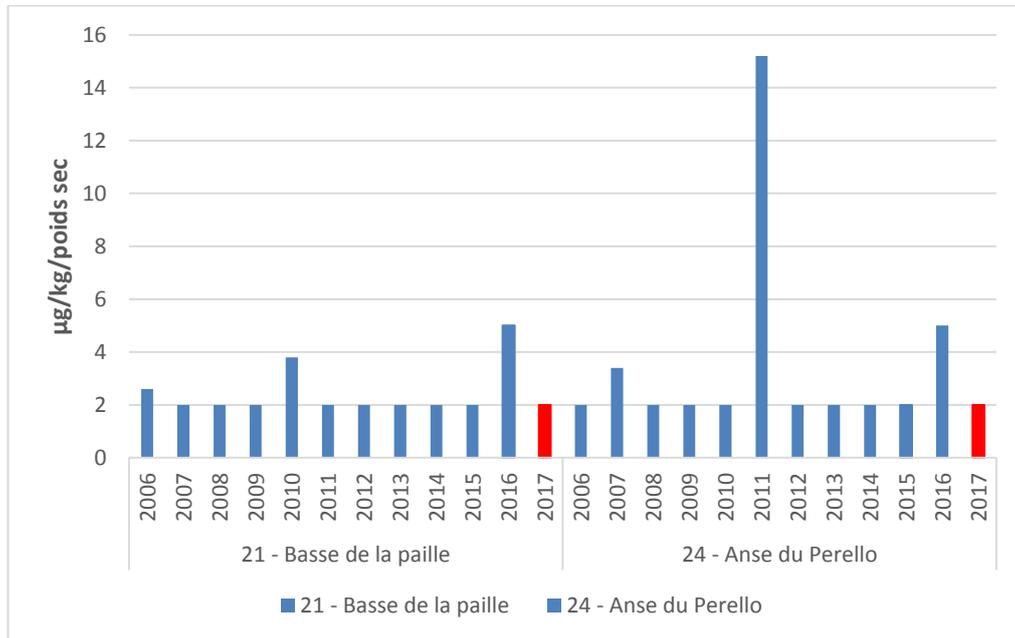


Figure 43 : Teneurs mesurées en TBT, en $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{poids sec}$, sur les 2 stations de 2006 à 2017

Pour la station 21- Basse de la paille, la concentration 2017 est inférieure au seuil de détection (le seuil de détection de 2017 est à $2 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{poids sec}$ comme les années précédentes sauf pour 2016 où le seuil étant à $5 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{poids sec}$).

Pour la station 24- Anse du Pérello, la concentration 2017 atteint le seuil de détection ($2 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{poids sec}$).

✓ Cartographie des résultats

De même que pour les autres contaminants, les niveaux de contamination sont présentés par catégories :

- Catégorie 1 : Immersion autorisée, sans condition particulière (<0,1 mg/kg),
- Catégorie 2 : Immersion autorisée sous réserve : Bio-essais et étude locale d'impact (entre 0,1 et 0,4 mg/kg),
- Catégorie 3 : Immersion autorisée sous réserve : Etude d'impact approfondie (>0.4 mg/kg sec).

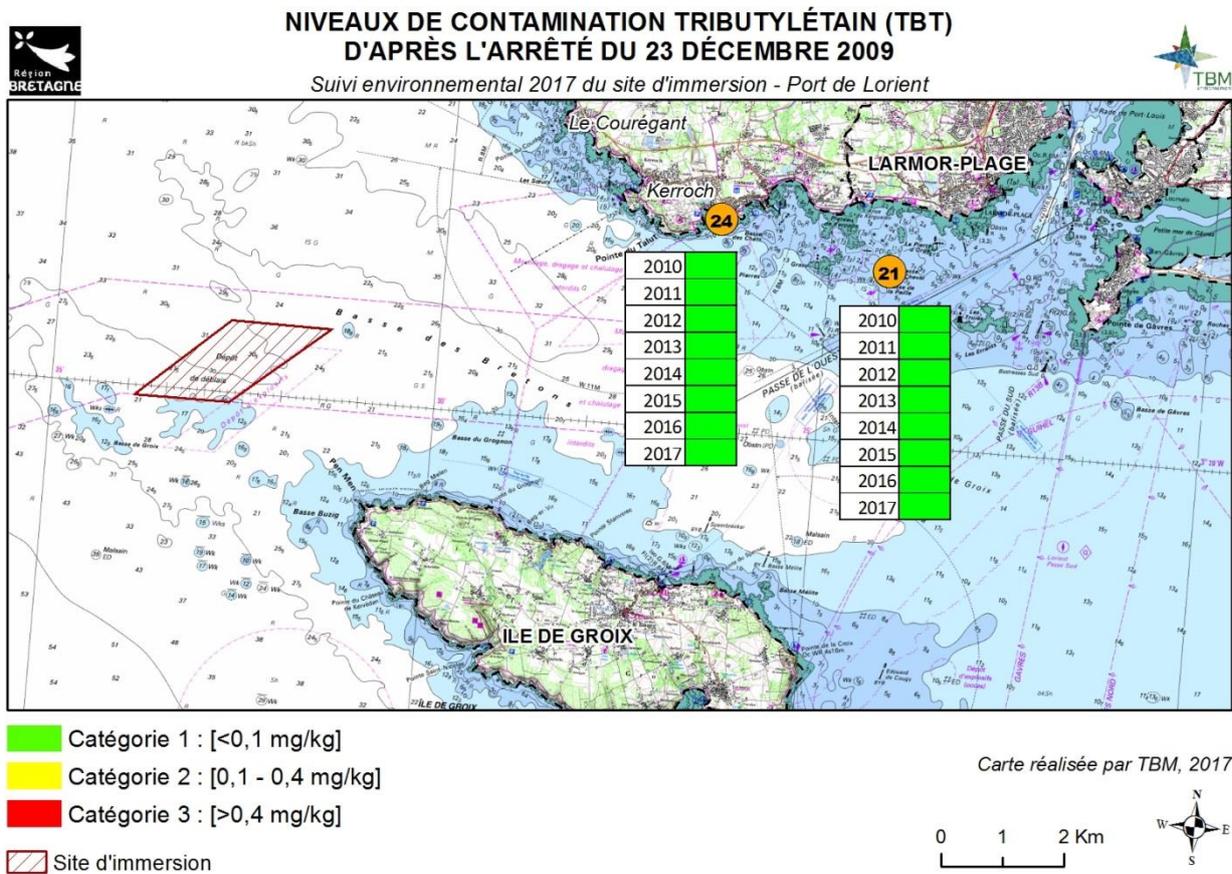


Figure 44 : Niveaux de contamination du TBT sur les deux stations de 2010 à 2017

2.3 Conclusion pour les contaminants métalliques et organiques

✓ Contaminants métalliques

L'ensemble des concentrations obtenues pour les 2 points de suivi sont inférieures au niveau N1 défini par le GEODE.

Pour la station 24 – Anse du Pérello, le pourcentage de sédiments fins (< à 63µm) est faible et stable par rapport aux données 2006-2016. En revanche le pourcentage en carbone organique atteint un maximum qui se situe largement au-dessus des valeurs enregistrées habituellement.

Pour le **Cadmium**, les valeurs obtenues sont égales au seuil de détection, et inférieures au niveau RNO (0,1 mg/kg/MS pour le seuil de détection pour 0,2 mg/kg/MS pour le niveau RNO).

Pour le **Cuivre**, le **Mercur**e et le **Zinc**, les concentrations obtenues sont inférieures à la valeur de référence fixée par le RNO. Ces concentrations sont cependant faibles au regard des caractéristiques minéralogiques du point de suivi.

Pour l'**Arsenic**, le **Nickel** et le **Chrome**, la concentration obtenue est également inférieure à la valeur de référence du RNO et au niveau N1 GEODE pour l'arsenic et cohérente au regard des caractéristiques minéralogiques de ce point de suivi.

Pour le **Plomb**, la concentration obtenue (25 mg/kg PS) est égale à la valeur retenue par le RNO et inférieure au seuil N1 GEODE. Cette concentration est similaire à la concentration 2016 et également inférieure à la moyenne 2006-2016 de ce point de suivi qui montre depuis 2006 des pollutions récurrentes pour ce paramètre.

Pour la station 21- Basse de la Paille, les résultats en granulométrie sont plus hétérogènes au regard des 10 années suivies. L'année 2017 montre des pourcentages en fractions fines et en carbone organique globalement à la hausse par rapport à 2016, mais qui restent légèrement inférieurs à la moyenne 2006-2016.

Pour le **Cadmium** et le **Mercur**e, les valeurs obtenues sont inférieures au seuil de détection, ainsi qu'au niveau RNO.

Pour l'**Arsenic**, le **Cuivre**, le **Plomb** et le **Zinc**, les concentrations obtenues sont inférieures à la valeur de référence fixée par le RNO et au niveau N1 GEODE pour l'arsenic. Ces concentrations sont cependant faibles au regard des caractéristiques minéralogiques du point de suivi.

Pour le **Nickel** et le **Chrome**, la concentration obtenue est également inférieure à la valeur de référence du RNO et cohérente au regard des caractéristiques minéralogiques de ce point de suivi.

✓ Contaminants organiques

Les concentrations mesurées en HAPs sur les sédiments des 2 points suivis en 2017 sont toutes inférieures aux niveaux I et II « GEODE » définis par l'arrêté du 8 février 2013, modifié le 17 juillet 2014.

A la station 21-Base de la paille, 4 HAPs sur 16 montrent des concentrations inférieures au seuil de détection du laboratoire. Il n'y en a pas pour la station 24 – Anse du Pérello. Pour ces éléments, nous avons fixé la concentration à la valeur du seuil pour envisager le cas le plus pessimiste.

Pour les 2 stations suivies en 2017, les HAPs intermédiaires et lourds (cancérogènes) représentent respectivement 86 % et 84 % de la concentration totale pour les stations 21 et 24, respectivement.

Pour chacun des HAPs et pour les 16 HAPs mesurés, les concentrations à l'anse du Pérello sont supérieures à celles de la Basse de la paille. Ces résultats sont inférieurs à la norme pour la station 21- Basse de la paille. En revanche, ils sont supérieurs pour la station 24- anse du Pérello. Cependant, ils sont tout à fait cohérents au regard de la teneur en carbone organique de ces stations, puisque la station Basse de la paille possède une teneur en carbone organique 2 fois moins importante que la station Anse du Pérello.

Le suivi 2017 montre des teneurs en PCB totaux inférieures aux seuils de détection pour les 2 stations suivies. Il montre, de plus, des concentrations en TBT inférieure (Basse de la paille) ou égale (anse du Pérello) au seuil de détection.

✓ Contaminants organiques

Les concentrations mesurées en HAPs sur les sédiments des 2 points suivis en 2017 sont toutes inférieures aux niveaux I et II « GEODE » définis par l'arrêté du 8 février 2013, modifié le 17 juillet 2014.

A la station 21-Base de la paille, 4 HAPs sur 16 montrent des concentrations inférieures au seuil de détection du laboratoire. Il n'y en a aucun pour la station 24 – Anse du Pérello. Pour ces éléments, nous avons fixé la concentration à la valeur du seuil pour envisager le cas le plus pessimiste.

Pour les 2 stations suivies en 2017, les HAPs intermédiaires et lourds (cancérogènes) représentent respectivement 86 % et 84 % de la concentration totale pour les stations 21 et 24. Ceci représente une forte hausse par rapport à 2016 (respectivement 53% et 43%).

Pour chacun des HAPs et pour les 16 HAPs mesurés, les concentrations à l'anse du Pérello sont supérieures à celles de la Basse de la paille. Ces résultats sont inférieurs à la norme pour la station 21- Basse de la paille. En revanche, ils sont supérieurs pour la station 24- anse du Pérello. Cependant, ils sont tout à fait cohérents au regard de la teneur en carbone organique de ces stations, puisque la station Basse de la paille possède une teneur en carbone organique 2 fois moins importante que la station Anse du Pérello.

Le suivi 2017 montre des teneurs en PCB totaux inférieures aux seuils de détection pour les 2 stations suivies. Il montre, de plus, des concentrations en TBT inférieure (Basse de la paille) ou égale (anse du Pérello) au seuil de détection.

3 Suivi Biologique et chimique des coquillages

3.1 Matériel et méthodes

3.1.1 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 45) et au Sud-Ouest de Groix (lot témoin, station N° 13, Figure 45). 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).

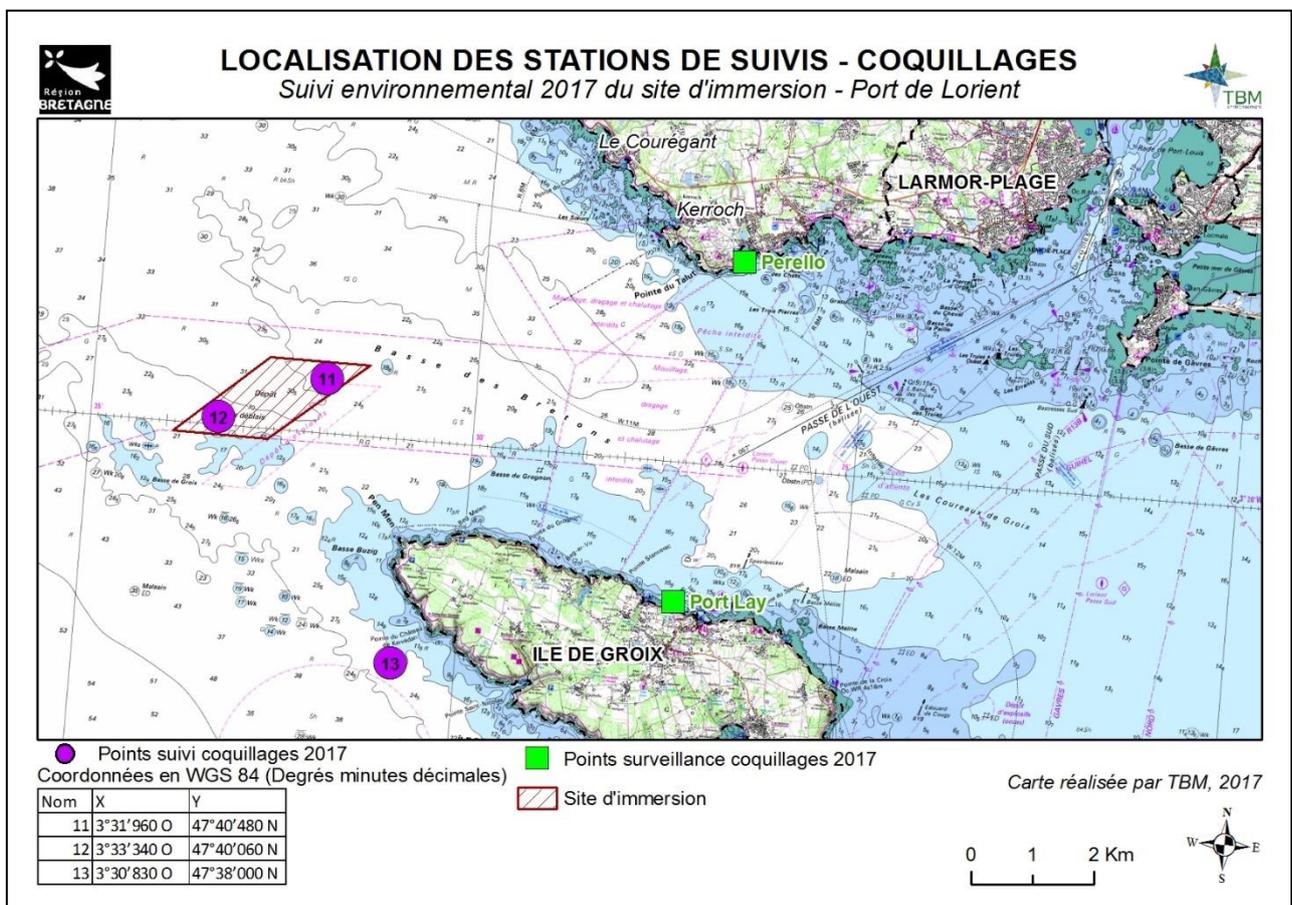


Figure 45 : Carte des points de suivi et de surveillance des coquillages et délimitation de la zone d'immersion des sédiments du port de Lorient

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 45) :

- ✓ 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 2016 à septembre 2017 et d'autre part la comparaison avec les résultats des années précédentes afin de déceler d'éventuelles tendances.

3.1.2 Protocole des prélèvements

Le protocole a suivi le planning ci-dessous :

Points	Mise à l'eau	Relevage	Analyses
Points de suivi			
Point 11			
Moules	06/09/2016	27/09/2017	Contaminants chimiques
Huitres	06/09/2016	27/09/2017	Biométrie
Point 12			
Moules	06/09/2016	27/09/2017	Contaminants chimiques
Huitres	06/09/2016	27/09/2017	Biométrie
Point 13			
Moules	06/09/2016	Poches non trouvées	
Huitres	06/09/2016		
Points de surveillance			
Pérello : moules sauvages		20/09/2017	Contaminants chimiques
Port Lay : moules d'élevage		03/10/2017	Contaminants chimiques

Les moules mises à l'eau en septembre 2016 ont pour origine la baie de Vilaine. Les huîtres mises à l'eau en septembre 2016 ont pour origine la ria d'Étel.

Pour le suivi de 2018 (moules mises à l'eau en 2017), les moules et les huîtres ont la même provenance que celles de 2016. Les moules mises à l'eau en septembre 2017 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).

Comme en 2016, la station 13 ne peut être analysée car les poches non pas été retrouvées. Une modification de localisation de cette station pourrait être envisagée afin d'éviter qu'elle ne soit à nouveau perdue dans les années à venir.

Les chairs de moules conditionnées en piluliers ont été envoyées pour analyses au laboratoire de Quimper LABOCEA (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.

A noter que lors de sa récupération, la poche de la station 11, mise à l'eau en 2016, ne comportait que 7 moules vivantes. En effet, deux tourteaux se sont retrouvés piégés et se sont développés à l'intérieur de la poche (Figure 46).



Figure 46 : Poche de la station 11 à sa récupération. La majorité des moules sont mortes à cause de la présence de deux tourteaux piégés à l'intérieur de la poche.

3.1.3 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 HAP et PCB 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 en pièce jointe
- Cahier des procédures du ROCCH disponible sur :
http://envlit.ifremer.fr/surveillance/contaminants_chimiques/mise_en_oeuvre

3.2 Résultats

3.2.1 Contamination chimique des moules

3.2.1.1 Contaminants métalliques

✓ Concentrations observées en 2017

Tableau 4 : Concentrations 2017 en métaux lourds (en mg/kg de matière sèche) sur les points de suivi et de surveillance

	Cu	Zn	Pb	Hg	Cd
Avant immersion (2016) référence	4,32	53,10	0,45	< LQ	0,31
Point de suivi 11 (immersion)	7,20	100,0	2,00	0,05	0,96
Point de suivi 12 (immersion)	6,30	72,80	1,10	0,04	0,67
Point de suivi 13 (témoin – Groix)	Absence de données				
Point de surveillance Pérello	5,20	175,0	0,80	0,04	0,54
Point de surveillance Port Lay	4,70	147,0	1,40	0,02	0,54
Avant immersion (2017) référence	4,10	52,00	1,10	0,04	0,34

✓ 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 2016 est de 0,23 (A noter que l'indice de référence pour 2018 est de 0,14).

Etant donné qu'il ne restait que 7 moules dans la poche de la station 11 et que nous avons privilégié les analyses chimiques, nous n'avons pas pu réaliser d'indice de condition pour cette station. Pour la suite, nous considérerons l'indice de condition moyen 0,08 mesuré entre 2006 et 2016 pour cette station.

L'indice de condition mesuré à la station 12 est du même ordre de grandeur que les années précédentes et plus faible que l'indice avant immersion (Figure 47).

Les indices de condition des deux stations de surveillance sont homogènes (Figure 47).

Suivi 2017 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix
« Expertises des sédiments marins et des coquillages » - TBM

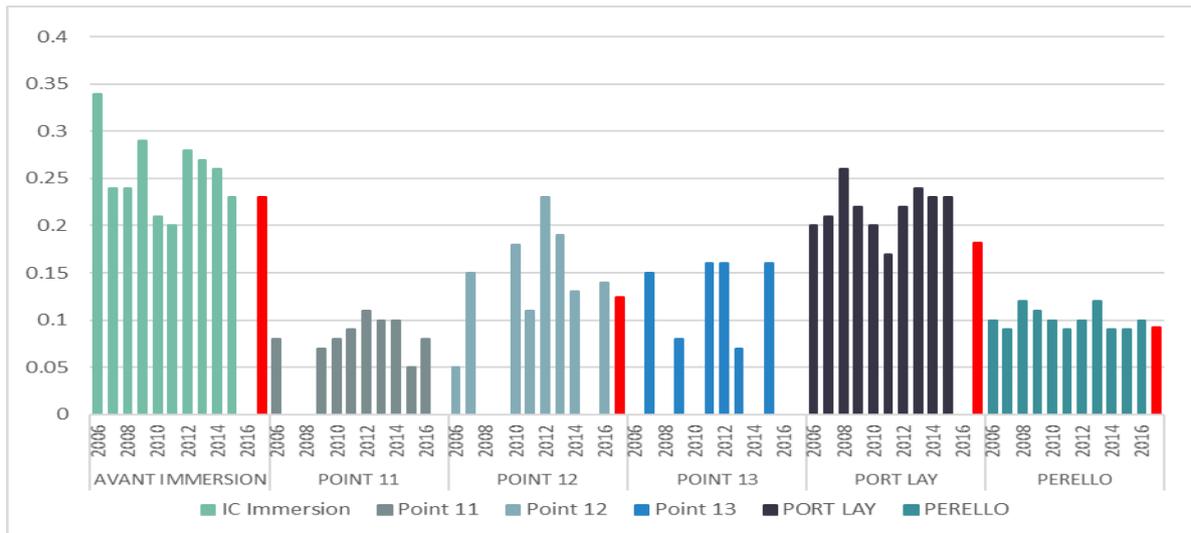


Figure 47 : Indices de conditions des moules avant (référence) et après immersion (points de suivi 11 ; 12 et 13) et des points de surveillance. Les valeurs 2017 sont indiquées en rouge.

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 2006-2016 obtenue à la station de référence ROCCH La Jument située en sortie de la rade de Lorient (Base de données nationale Quadrige - IFREMER)
- A la médiane nationale, obtenue dans le Bulletin de la surveillance 2016¹ qui correspond aux années 2012-2016 à l'exception du cuivre avec 2005-2007.

¹ Bulletin de la Surveillance de la Qualité du Milieu Marin Littoral 2016. Ifremer/ODE/LITTORAL/LER-MPL-17-09 Laboratoire Environnement Ressources Morbihan Pays de Loire. 141 p

✓ Analyse au regard des années 2006-2016 et de l'indice de condition

Cuivre

Pour le cuivre, on note sur l'ensemble des points suivis des valeurs comparables à la moyenne locale et la médiane nationale. Les résultats pour les points de surveillance et avant immersion sont inférieurs à la valeur BAC (Figure 48), pour les points de suivi (stations 11 et 12) ils sont supérieurs.

Pour le cuivre, on ne note pas de relation apparente entre la teneur mesurée et l'indice de condition (Figure 49). 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.

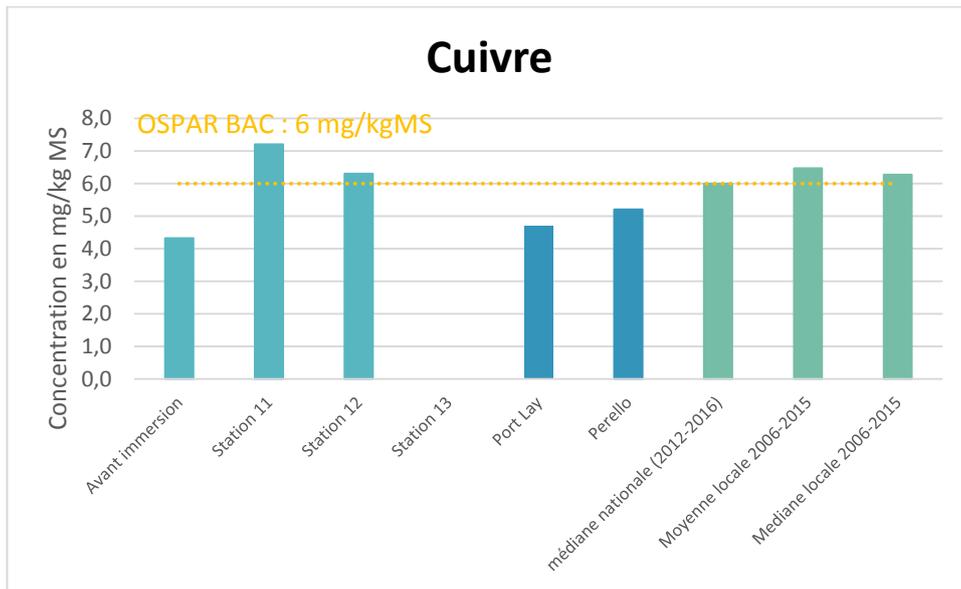


Figure 48 : Concentrations 2017 en cuivre sur les points de suivi avant et après immersion et sur les points de surveillance.

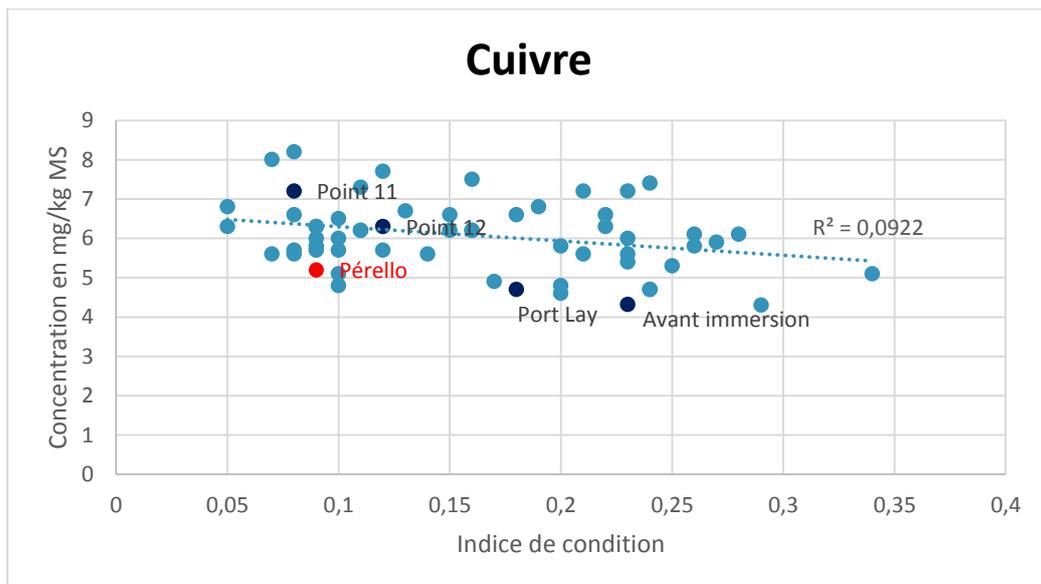


Figure 49 : Relation entre l'indice de condition et la concentration en cuivre – données 2006 à 2016 en bleu clair et les données 2017 en bleu foncé pour les points de suivi et en rouge pour les points de surveillance. Une valeur moyenne de l'indice de condition a été utilisée pour le point avant immersion.

Zinc

Les concentrations en zinc sur les points de suivi sont plus élevées que celle mesurée avant immersion mais restent comparables aux moyennes locale et nationale (Figure 50).

La relation indice de condition/concentration en Zn 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.

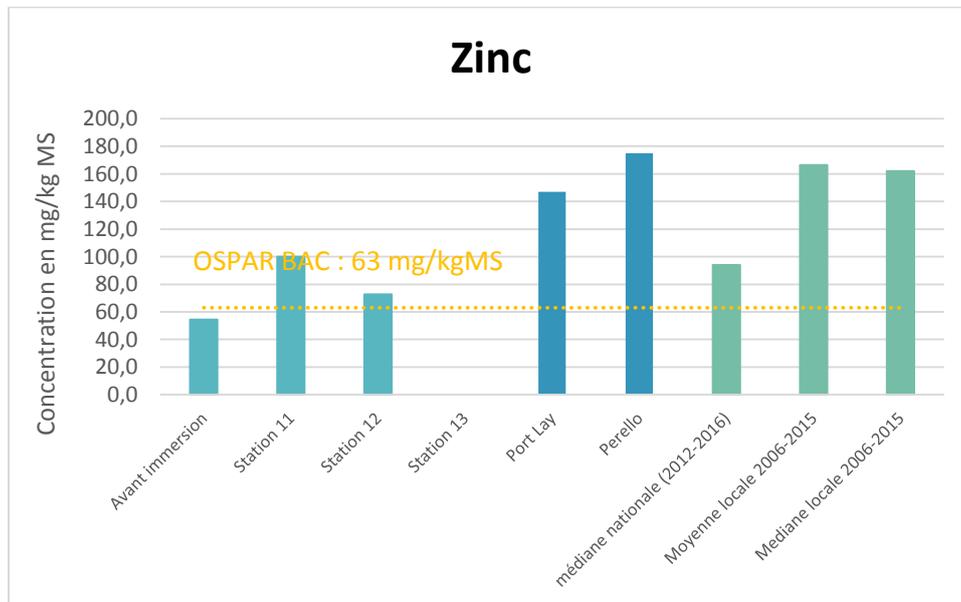


Figure 50 : Concentrations 2017 en zinc sur les points de suivi avant et après immersion et sur les points de surveillance.

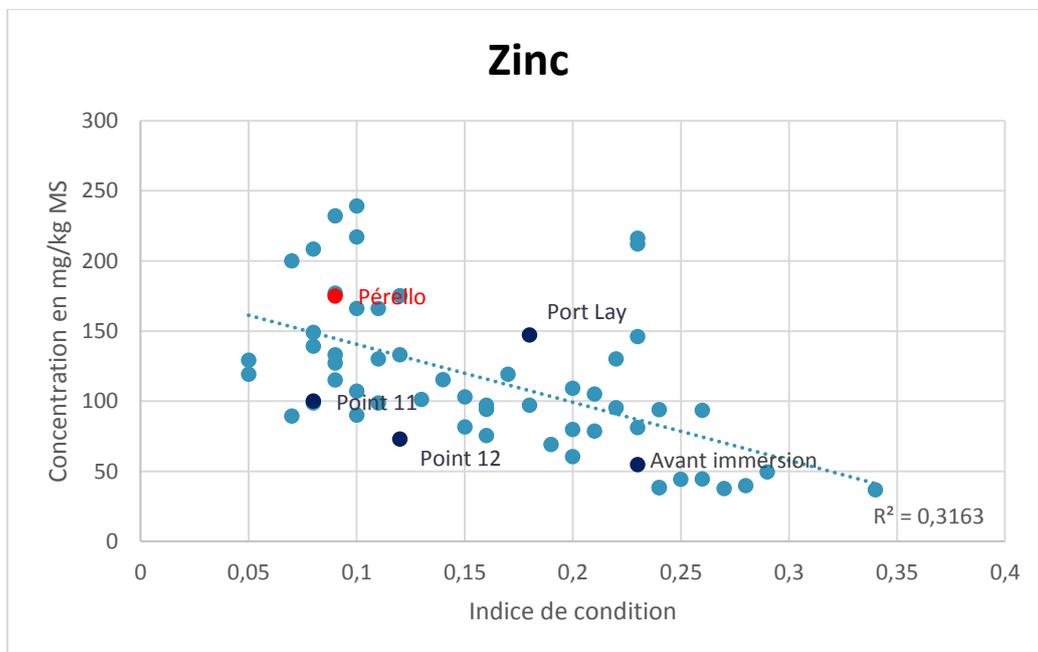


Figure 51 : Relation entre l'indice de condition et la concentration en zinc – données 2006 à 2016 en bleu clair et les données 2017 en bleu foncé pour les points de suivi et en rouge pour les points de surveillance. Une valeur moyenne de l'indice de condition a été utilisée pour le point avant immersion.

Plomb

Les concentrations relevées en 2017 restent inférieures au seuil sanitaire fixé à 7,5 mg/kg/MS. Cependant, on note que les concentrations en plomb augmentent entre la référence avant l'immersion et les points de suivi n°11 et 12. Les points de surveillance Port Lay et Pérello présentent des concentrations en plomb supérieures à celle du site de référence. Le point de suivi n°11 présente une hausse de la concentration en plomb par rapport à 2016, elle est supérieure aux moyennes locale et régionale (Figure 52).

Alors que le point de référence, le point de surveillance Pérello et le point de suivi n°12 ont des concentrations proches de la droite de régression, le point de surveillance Port Lay et celui de suivi n°11 sont au-dessus (Figure 53). **Elles peuvent être considérées comme anormalement élevées sans pour autant atteindre des valeurs extrêmes.**

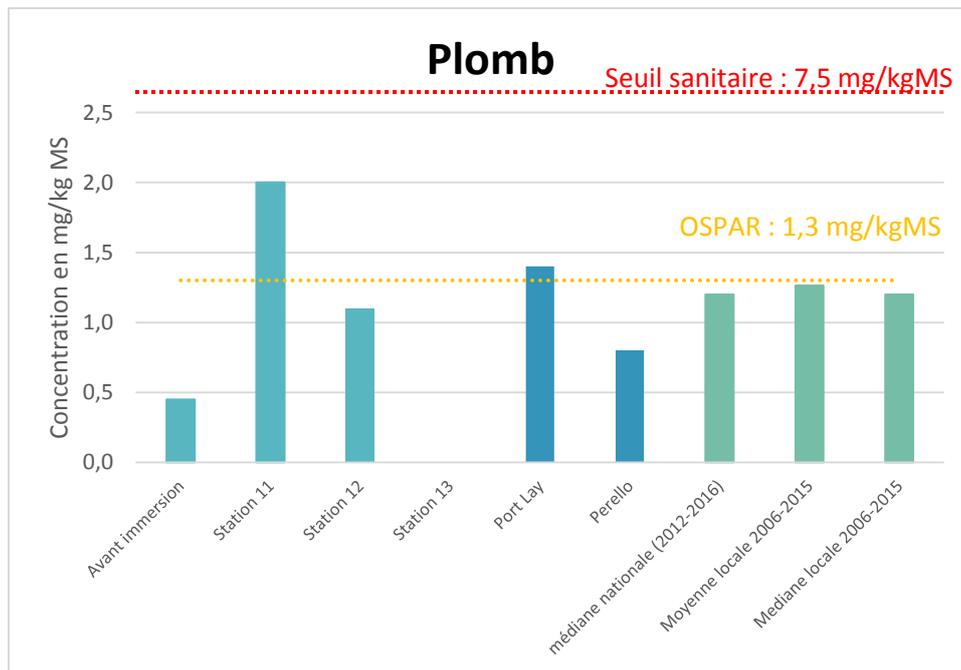


Figure 52 : Concentrations 2017 en plomb sur les points de suivi avant et après immersion et sur les points de surveillance.

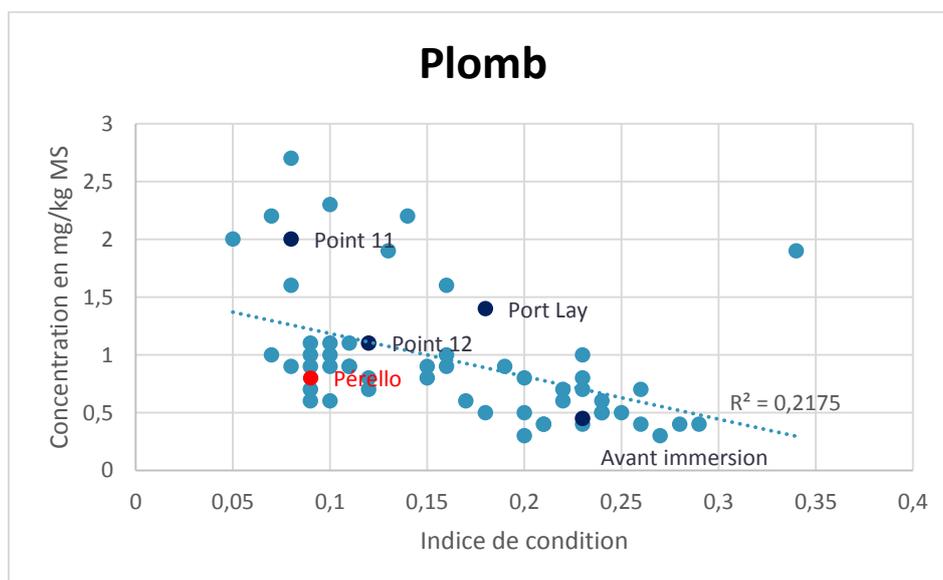


Figure 53 : Relation entre l'indice de condition et la concentration en plomb – données 2006 à 2016 en bleu clair et les données 2017 en bleu foncé pour les points de suivi et en rouge pour les points de surveillance. Une valeur moyenne de l'indice de condition a été utilisée pour le point avant immersion.

Mercur

Les concentrations en mercure mesurées dans tous les échantillons sont inférieures au niveau OSPAR et en-dessous de la médiane nationale et de la moyenne locale

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

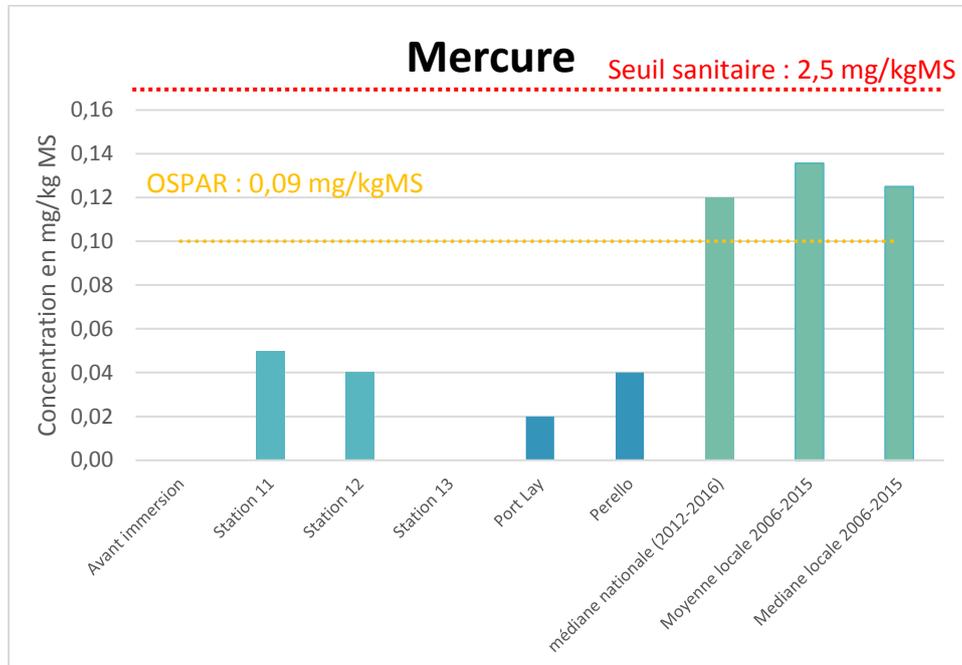


Figure 54 : Concentrations 2017 en mercure sur les points de suivi avant et après immersion et sur les points de surveillance.

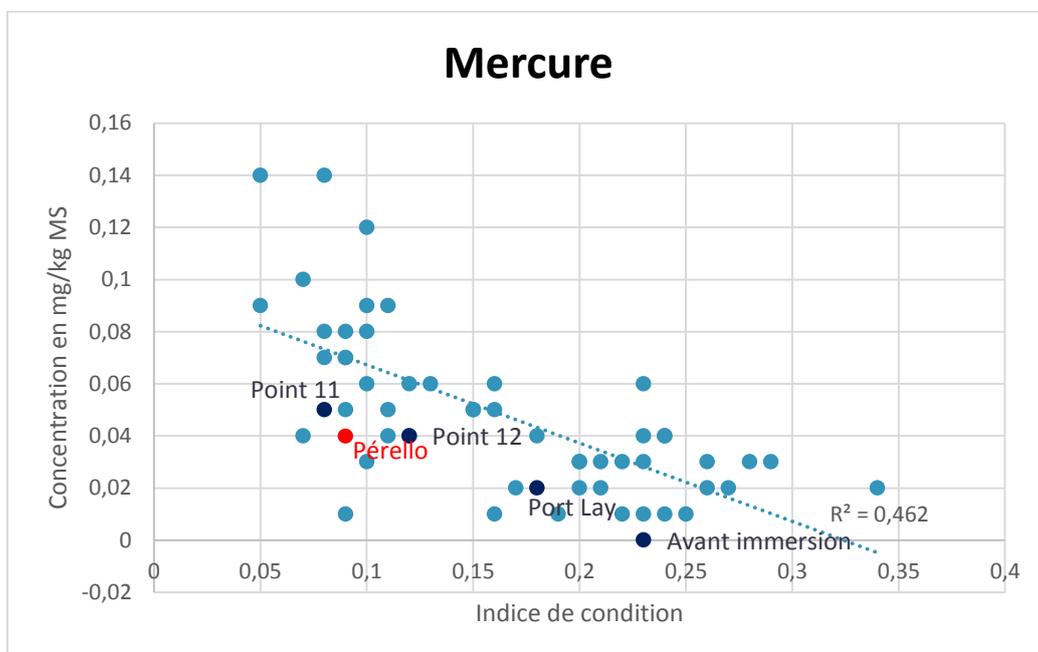


Figure 55 : Relation entre l'indice de condition et la concentration en mercure – données 2006 à 2016 en bleu clair et les données 2017 en bleu foncé pour les points de suivi et en rouge pour les points de surveillance. Une valeur moyenne de l'indice de condition a été utilisée pour le point avant immersion.

Cadmium

Toutes les concentrations 2017 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 (Figure 56).

La relation indice de condition/concentration en cadmium affiche des points très proches de la droite de régression si bien que l'on n'observe pas de concentrations anormalement élevées en 2017 (Figure 57).

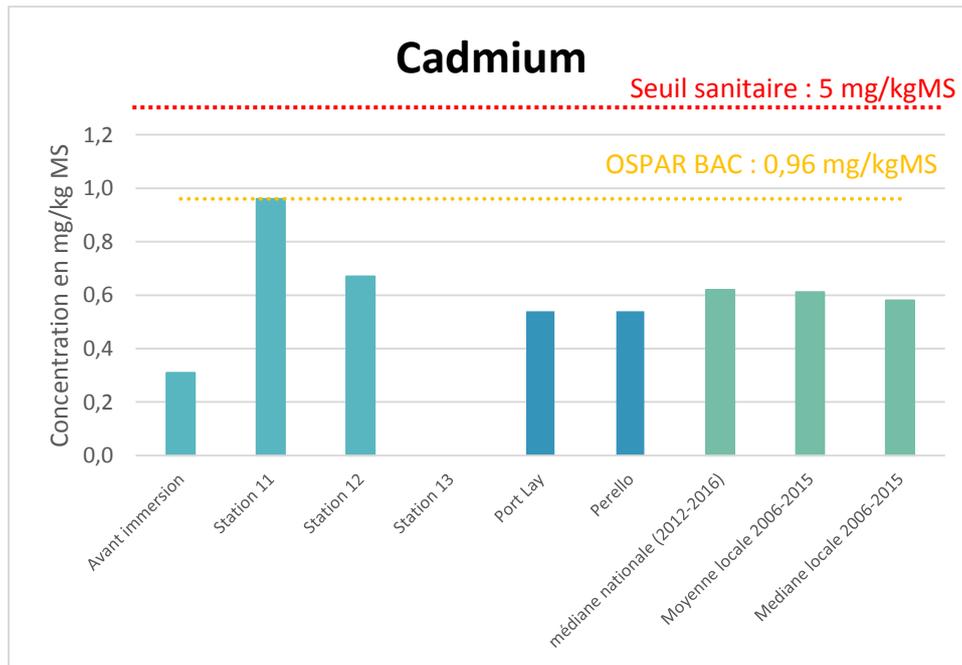


Figure 56 : Concentrations 2017 en cadmium sur les points de suivi avant et après immersion et sur les points de surveillance.

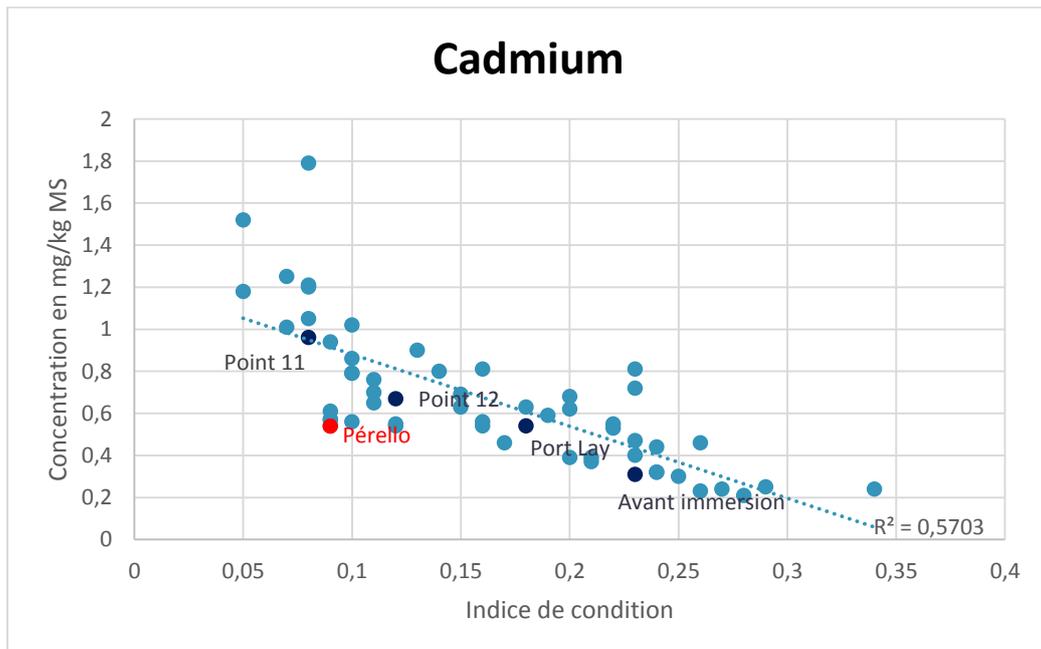
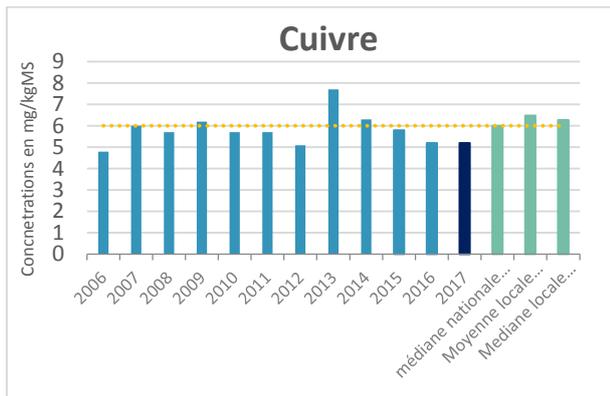
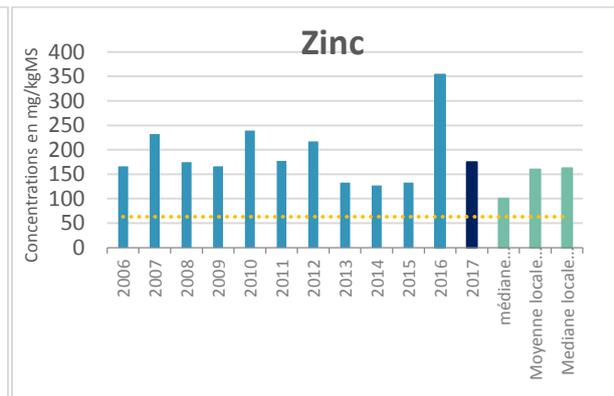


Figure 57 : Relation entre l'indice de condition et la concentration en cadmium – données 2006 à 2016 en bleu clair et les données 2017 en bleu foncé pour les points de suivi et en rouge pour les points de surveillance. Une valeur moyenne de l'indice de condition a été utilisée pour le point avant immersion.

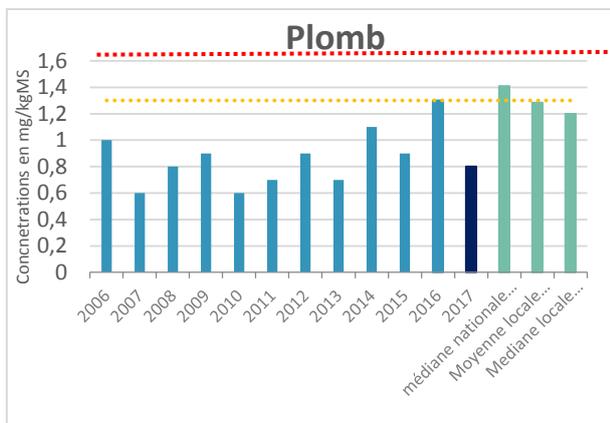
✓ Contaminants métalliques au Pérello. Années 2006-2017



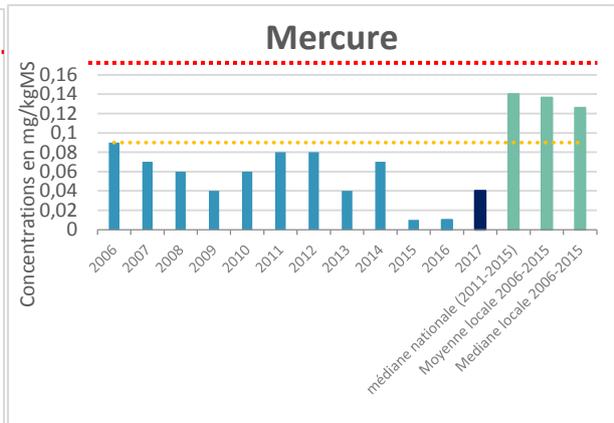
OSPAR : 6 mg/kg MS



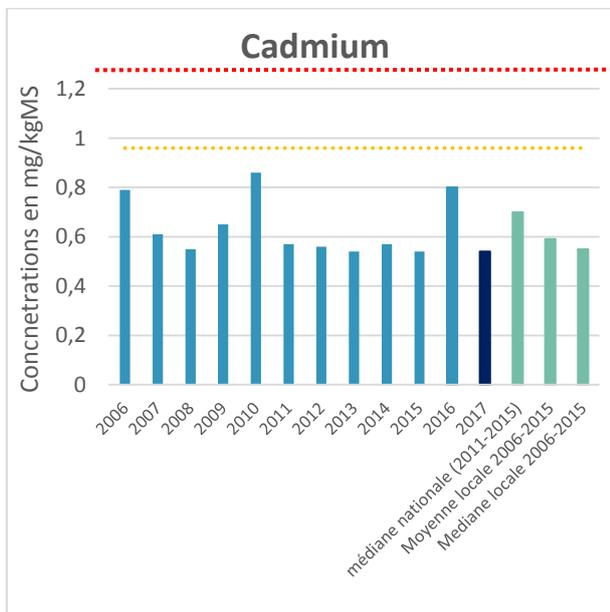
OSPAR : 63 mg/kg MS



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 58 : Evolution de la concentration en métaux lourds sur le site de Pérello depuis 2006.

Sur le site du Pérello, à l'exception du zinc, les concentrations de tous les éléments métalliques relevées en 2017 sont inférieures aux moyennes 2006-2015 pour ce même site, aux moyennes locales et aux médianes nationales. (Figure 58).

On observe une concentration en **zinc** légèrement supérieure aux moyennes 2006-2015, à la moyenne locale et aux médianes locale et nationale. Cependant elle est nettement inférieure à celle enregistrée en 2016.

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

3.2.1.2 Contaminants organiques

✓ Concentrations 2017

Certains HAP et PCB 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 5, le nombre d'HAP (parmi les 16 mesurés) et de PCB (parmi les 9 mesurés) dont les concentrations sont inférieures aux limites de détection.

Tableau 5 : Concentrations 2017 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 (2016)	136,90 (10/16)	12,00	26,00 (2/9)	8,10
Point de suivi 11 (immersion)	131,20 (6/16)	2,70	9,30 (8/9)	1,30
Point de suivi 12 (immersion)	89,10 (9/16)	2,40	9,10 (8/9)	1,00
Point de suivi 13 (témoin – Groix)	Absence de données			
Point de surveillance Pérello	2385,20 (7/16)	10,50	19,10 (6/9)	5,80
Point de surveillance Port Lay	4181,80 (7/16)	9,70	9,20 (8/9)	1,00
Référence avant immersion (2017)	95,80 (4/16)	7,70	15,50 (7/9)	4,40

✓ 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 2017 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 HAP intermédiaires et lourds sont cancérigènes.

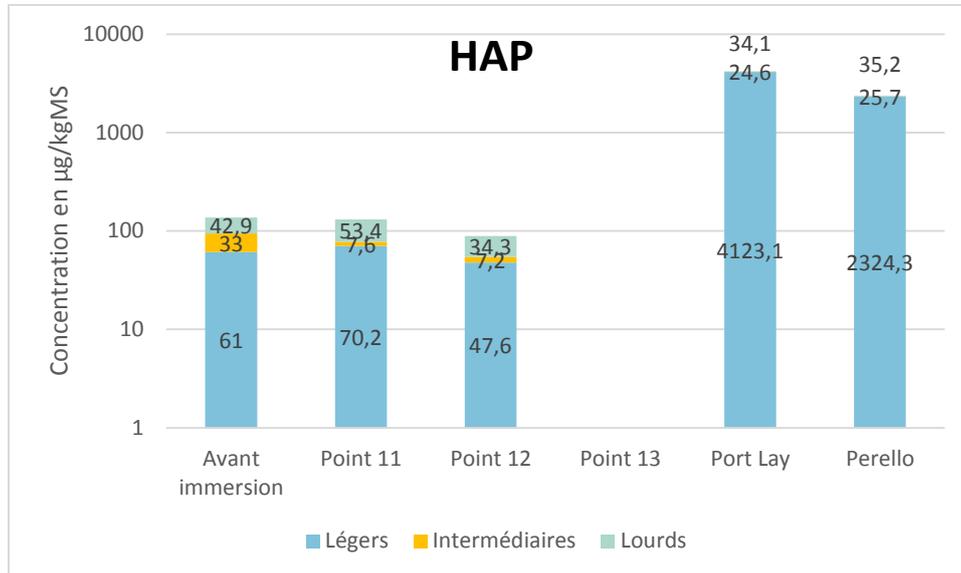


Figure 59 : Répartition 2017 des 16 HAPs en fonction de leur masse moléculaire et donc de leur dangerosité

Pour la station de référence, on note une hausse de tous les HAP, mais plus significative pour les HAP légers par rapport à 2016 (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Toujours en comparaison avec l'année 2016, pour le point de suivi n°11 on note une augmentation de la concentration en HAP légers et lourds, et une diminution des HAP intermédiaires ; alors que pour le point de suivi n°12, on note une augmentation de la concentration en HAP légers et une diminution des HAP intermédiaires et lourds.

Les stations de surveillance du Pérello et de Port Lay présentent toutes deux une très forte augmentation des HAP légers, alors que les HAP intermédiaires et lourds restent stables par rapport à l'année précédente.

Concentrations en HAPs totaux 2006-2017

Les données 2017 sont analysées au regard des concentrations relevées depuis 2006 et notamment à la moyenne 2006-2016 (Figure 60).

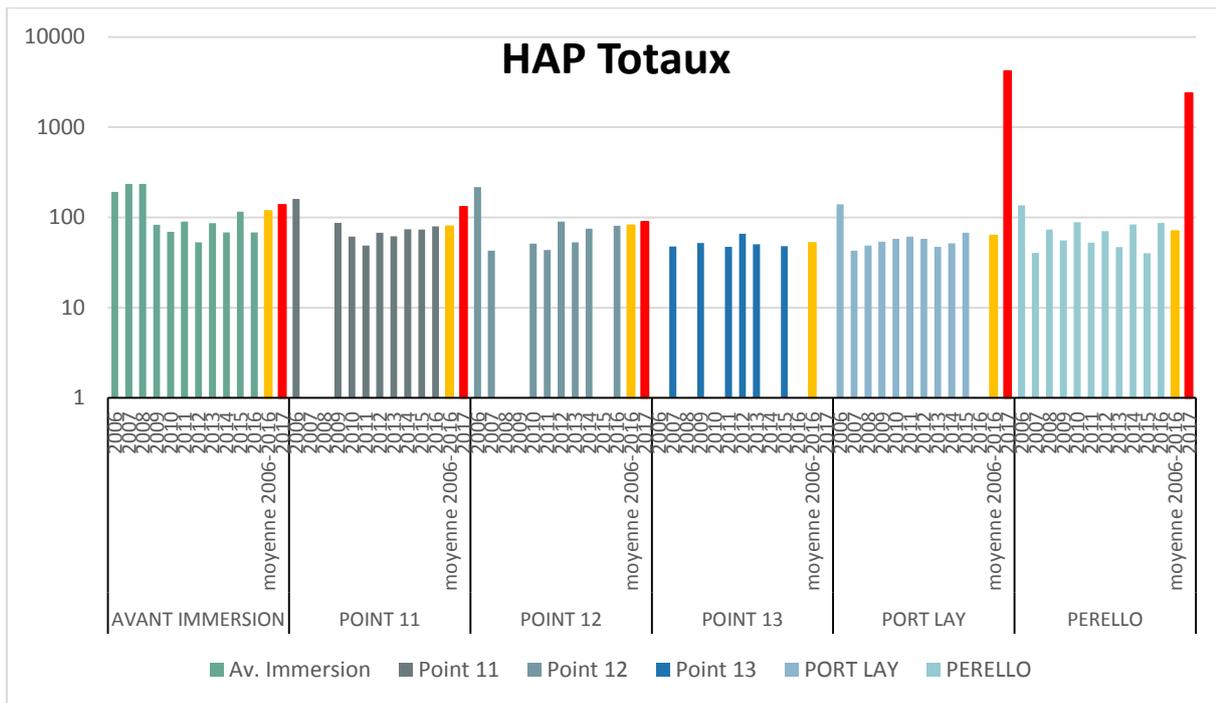


Figure 60 : Evolution de la concentration totale en HAPs par site depuis 2006. La concentration 2017 est indiquée en rouge et la moyenne 2006-2016 en orange.

Sur les sites de suivi et celui de référence, les concentrations 2017 en HAPs totaux sont légèrement supérieures ou égales à la moyenne 2006-2016 (Figure 60). En revanche, les points de surveillance de Port Lay et du Pérélo présentent des concentrations anormalement élevées, il s'agit principalement des HAP légers.

Les résultats par HAP sont détaillés en Annexe 4.

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 (Figure 61). A noter que les données sont relativement hétérogènes et parfois non qualifiées par l'Ifremer.

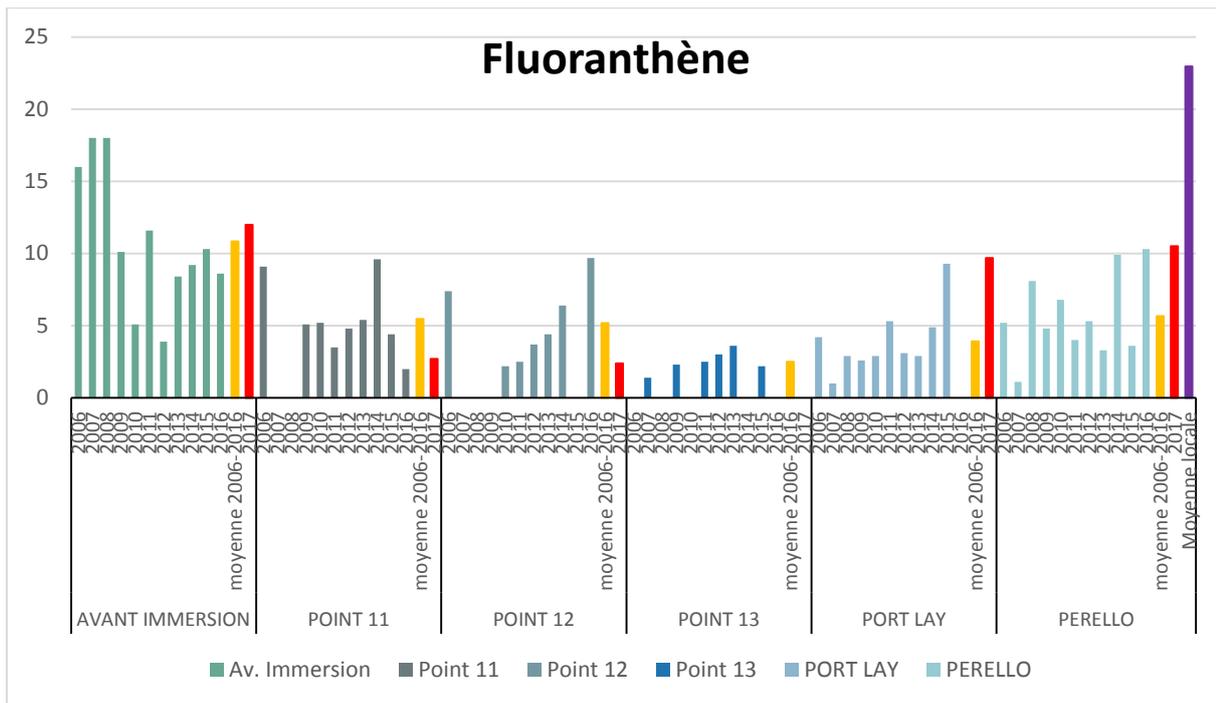


Figure 61 : évolution de la concentration en fluoranthène par site depuis 2006. La concentration 2017 est indiquée en rouge, la moyenne 2006-2016 en orange et la moyenne locale en violet

Sur les points de suivi n°11 et n°12, la concentration en fluoranthène a fortement diminué suite à l'immersion. Les concentrations 2017 sont nettement inférieures à la moyenne 2006-2016.

Sur les points de surveillance de Port Lay et du Péréello, la concentration 2017 en fluoranthène est supérieure à la moyenne 2006-2016 mais reste inférieure à celle de référence.

Toutes les concentrations relevées sur les points de suivi, de référence et de surveillance sont largement inférieures à la moyenne locale.

✓ 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 62) 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.

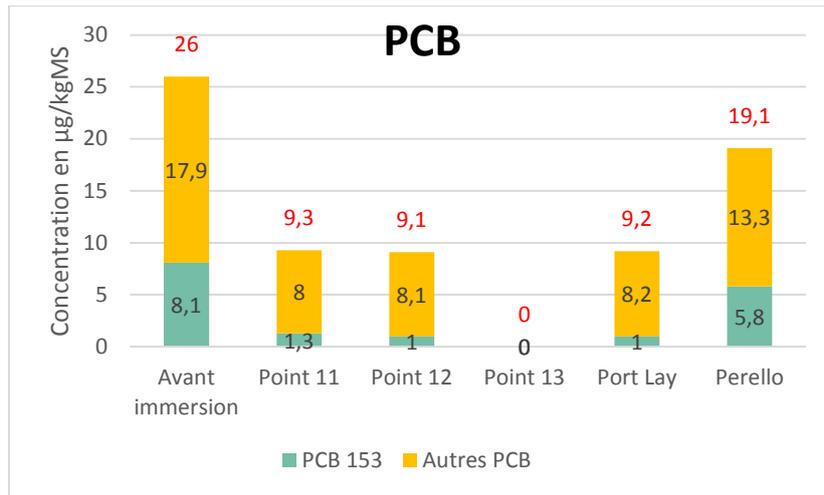


Figure 62 : Concentrations 2017 en PCBs totaux (en rouge), en PCB 153 (en vert) et autres PCBs (en orange).

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

Les concentrations en PCB les plus élevées sont celles du site de référence. C'est ensuite le point de surveillance du Pérélo qui affiche les concentrations maximales. Le site de surveillance de Port Lay et les deux sites de suivi présentent des valeurs similaires.

Concentrations en PCB totaux 2006-2017

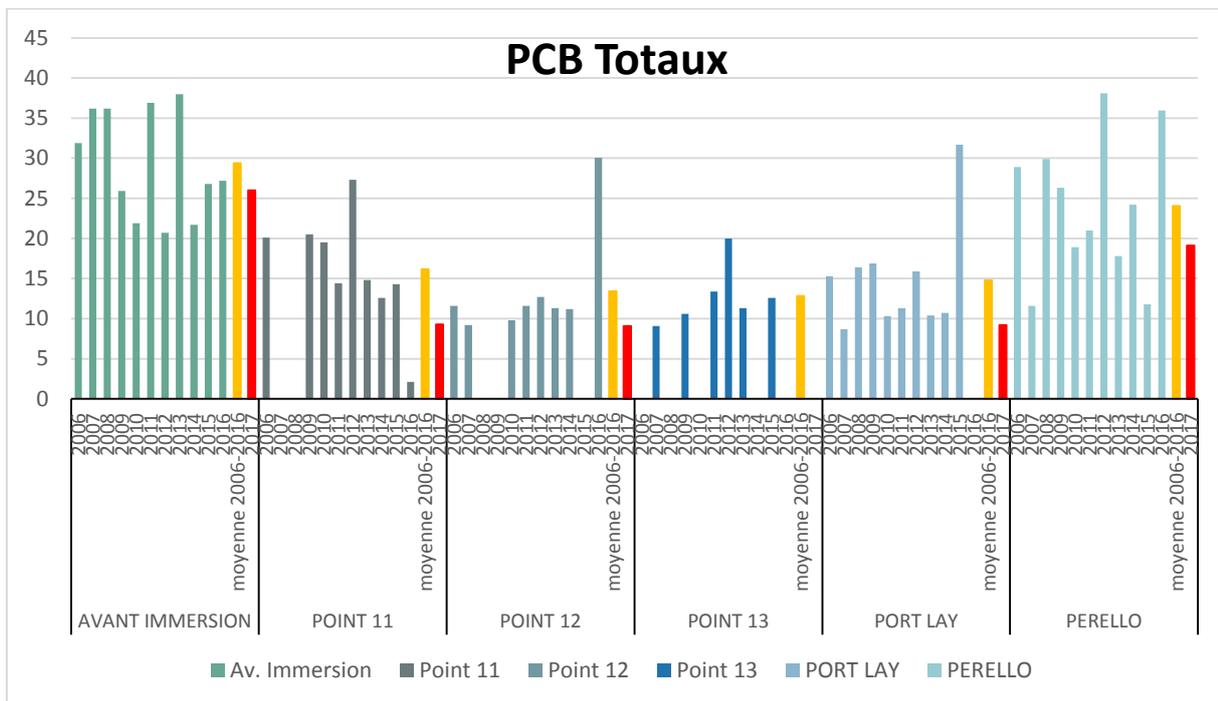


Figure 63 : Evolution de la concentration totale en PCB par site depuis 2006. Les concentrations moyennes 2006-2016 sont indiquées en orange et les concentrations 2017 en rouge.

La concentration 2017 mesurée avant immersion est légèrement inférieure à la moyenne 2006-2016.

Sur tous les points de suivi et de surveillance, la concentration en PCB totaux 2017 est inférieure à la moyenne 2006-2016. C'est sur le site du Pérélo qu'elle est la plus élevée.

Concentrations en PCB 153 2006-2017

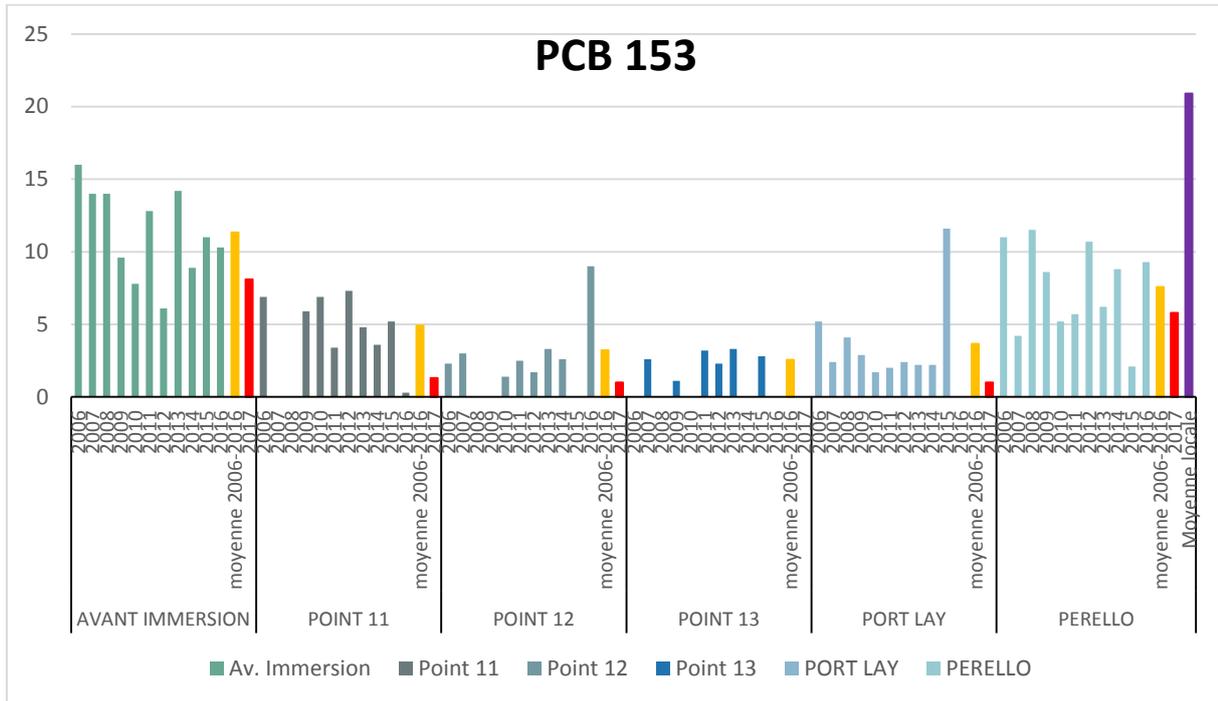


Figure 64 : Evolution de la concentration en PCB 153 par site depuis 2006. Les concentrations moyennes 2006-2016 sont indiquées en orange, les concentrations 2017 en rouge et la moyenne locale en violet.

Sur le point de suivi n°12, ainsi que sur le point de surveillance de Port Lay, la concentration 2017 en PCB 153 est inférieure au seuil de détection (Figure 64).

Pour tous les autres points, la concentration en PCB totaux 2017 est inférieure aux moyennes 2006-2016 respectives. Le point présentant la plus forte concentration est le Pérello.

Toutes les concentrations 2017 sont largement inférieures à la moyenne locale (site de la Jument).

3.2.2 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 2017, le suivi de la biométrie a été réalisé sur 50 individus pour les sites de suivi n°11 et 12 car les poches du point de suivi n°13 n'ont pas été retrouvées.

Le chambrage peut aussi résulter de l'infestation des valves d'huîtres par le petit ver polychète *Polydora sp.* Dans ce cas, le chambrage a un contenu noirâtre, nous ferons clairement la différence entre des chambres gélatineuses et des chambres à ver (Figure 66).

Tableau 6 : Relevés biométriques avant et après immersion sur les deux points de suivi n° 11 et 12.

	Longueur moyenne en mm (± écart type)	Largeur moyenne en mm (± écart type)	Epaisseur moyenne en mm (± écart type)	Indice d'Imaï et Sakai (± écart type)	Chambrage à vers (%)	Chambrage gélatineux (%)
Huitres de référence	75,0 ± 11,7	41,7 ± 7,5	23,1 ± 4,7	39,7 ± 6,9	8	0
Point n°11 (après immersion)	98,0 ± 24,3	47,3 ± 8,3	24,7 ± 4,7	34,6 ± 6,7	26	6
Point n°12 (après immersion)	93,2 ± 20,8	47,0 ± 9,1	24,3 ± 5,3	35,1 ± 6,6	26	6

Les indices calculés après immersion sur les points n°11 et 12 sont inférieurs à la valeur de référence (huîtres de la ria d'Étel, Figure 65) 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 12 (6 %). A noter que le pourcentage d'huîtres présentant un chambrage dû au ver polychète *Polydora sp.* est également homogène pour les deux stations avec 26 %.

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

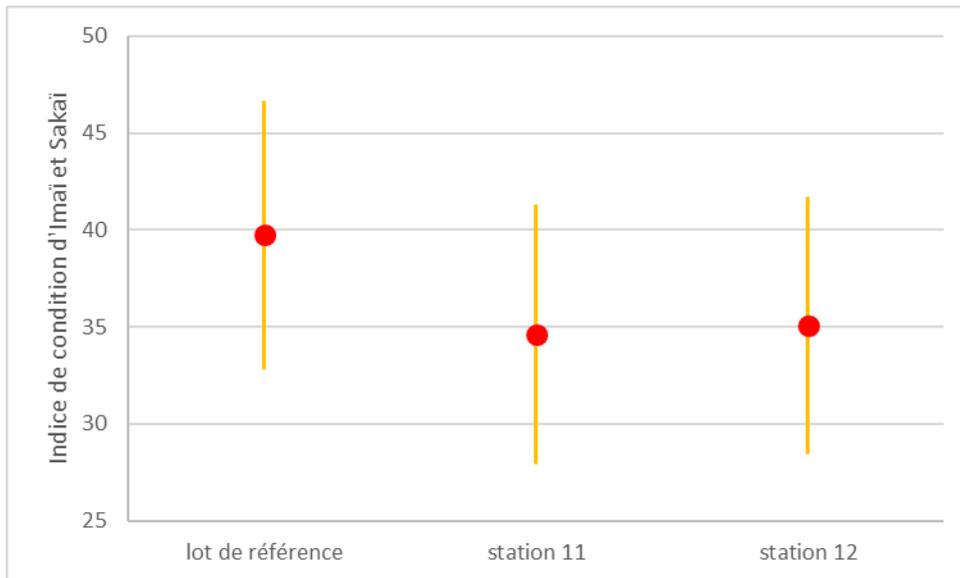


Figure 65 : Indice de déformation sur les 2 points de suivi par rapport à l'indice de référence.

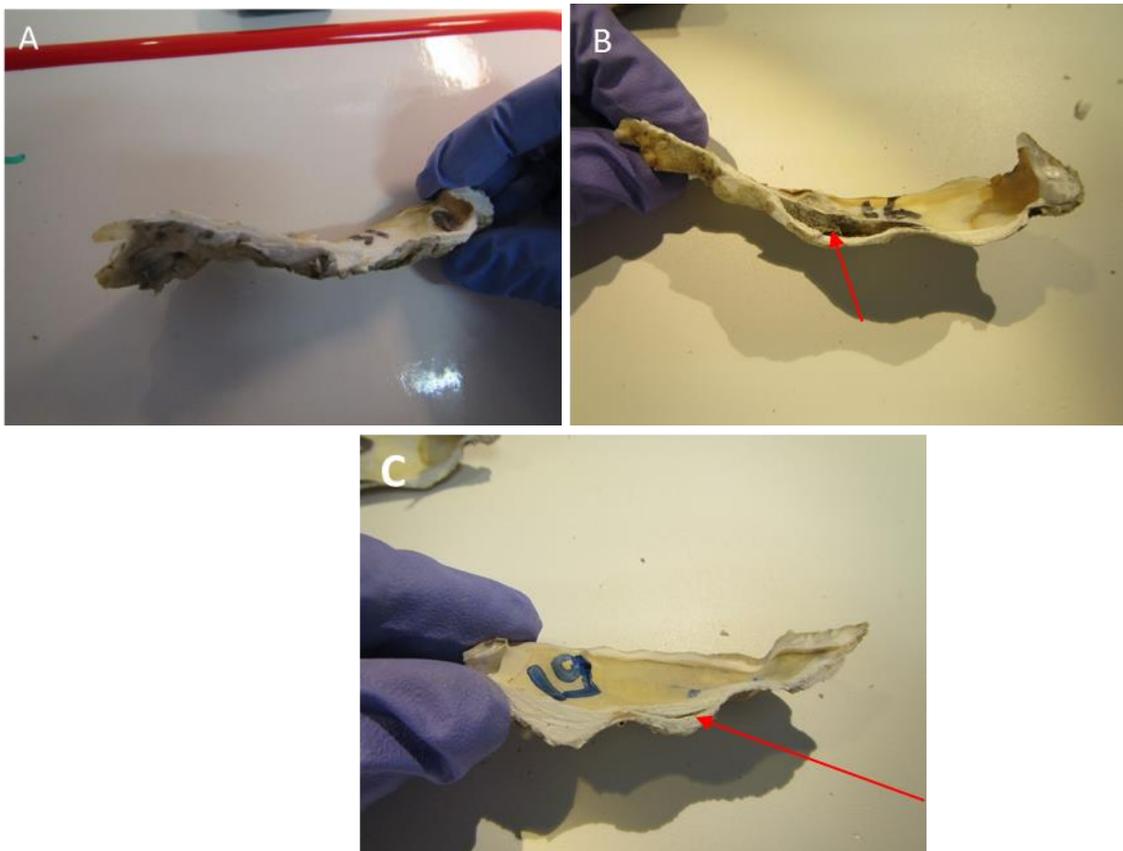


Figure 66 : Illustrations de coquilles d'huîtres sans chambre (A), avec une chambre à vers (B), avec le début d'une chambre gélatineuse (C)

3.3 Conclusions sur les concentrations en contaminants métalliques et organiques sur les coquillages

Stations de suivi n°11 et 12 (Site immersion)

Les différences de concentration observées pour les métaux lourds entre les différents points de suivi sont cohérentes au regard des indices de condition. Néanmoins, les concentrations 2017 en cuivre, des points de suivi n°11 et n°12, sont plus élevées qu'avant immersion. Elles sont supérieures à la médiane nationale et supérieures pour le point n°11 et égale pour le point n°12 à la moyenne locale. Elles dépassent le niveau OSPAR. Enfin, on observe une concentration anormalement élevée en plomb sur le point de suivi n°11 sans pour autant atteindre des valeurs extrêmes. Tout en restant inférieure au seuil sanitaire, cette valeur est supérieure à la moyenne locale et la médiane nationale. Des concentrations anormalement élevées avaient été relevées en 2014 et en 2016 sur ce même point de suivi ainsi que sur le point n°12 et en 2015 sur les points de suivis n°11 et n°13.

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°12, les concentrations en HAPs 2017 montrent une légère diminution après un an d'immersion et sont légèrement supérieures à la moyenne 2006-2016 pour le point n°12 et nettement supérieures pour le point n°11. Cette observation est particulièrement remarquable pour les HAP légers. Les concentrations 2017 en PCB sur ces mêmes points, baissent franchement après une année d'immersion et sont inférieures à la moyenne 2006-2016. Cette tendance est encore plus appuyée pour les concentrations 2017 en PCB 153 (utilisé comme indicateur).

Les mesures réalisées sur les huîtres immergées mettent en évidence un indice de déformation inférieur 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°12 (6%). 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

On observe une concentration 2017 en zinc supérieure à la médiane nationale et à la moyenne locale sur le site du Pérello. Cependant, cette valeur a nettement baissé par rapport à 2016, année exceptionnelle sur ce paramètre depuis le début du suivi.

Concernant les autres métaux recherchés, les données obtenues depuis 2002 ne mettent pas en évidence une tendance significative et anormale dans l'évolution des concentrations.

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 2017 en HAPs sont très nettement supérieures à la moyenne 2006-2016. Ce sont essentiellement les HAP légers qui causent cette hausse, les concentrations en HAP intermédiaires et lourds restent stables par rapport à 2016. Cependant, 2016 était une année présentant de fortes concentrations en HAP, notamment en HAP intermédiaires, avec le fluoranthène pour lequel la concentration 2017 est l'une des plus fortes mesurées (proche de celles de 2016 et de 2014).

Pour les PCBs, les concentrations 2017 sont inférieures à la moyenne 2006-2016. Il en va de même pour le PCB 153, dont la concentration 2017 est nettement inférieure à la moyenne locale et dans la gamme de valeurs régulièrement observées sur ce site.

Stations de surveillance : Port Lay

La concentration en plomb 2017 du site de surveillance de Port Lay est plus élevée que le niveau OSPAR et elle dépasse la médiane nationale ainsi que la moyenne locale. Elle peut être considérée comme anormalement élevée sans pour autant atteindre des valeurs extrêmes.

On observe une concentration 2017 en zinc supérieure au niveau OSPAR, mais qui reste inférieure à la médiane nationale et à la moyenne locale sur le site de Port Lay. Cette valeur reste dans la gamme des valeurs habituellement observées.

Concernant les autres métaux recherchés, les données obtenues depuis 2002 ne mettent pas en évidence une tendance significative et anormale dans l'évolution des concentrations.

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 2017 en HAPs sont très nettement supérieures à la moyenne 2006-2016 (absence de donnée en 2016). Les HAP légers représentent la plus grande part des HAP. Il est à noter que la concentration en fluoranthène en 2017 sur le site de Port Lay est la plus forte mesurée depuis 2006 (proche de celle de 2015), elle est nettement supérieure à la moyenne 2006-2016, mais reste largement inférieure à la moyenne locale..

Pour les PCBs, les concentrations 2017 sont inférieures à la moyenne 2006-2016. Il en va de même pour le PCB 153, dont la concentration 2017 est nettement inférieure à la moyenne locale et est la plus basse valeur observées sur ce site depuis 2006.

4 Conclusions générales

Le suivi annuel de la zone de dépôt des déblais de dragage de la rade de Lorient, débuté en 2002, a été poursuivi en 2017 sur deux volets :

- ✓ Le sédiment par carottage sur 2 points
- ✓ La matière vivante : coquillages bivalves (moules et huîtres) sur 5 stations initialement (absence de résultats sur le point n°13).

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. Sur la base de l'ensemble des résultats d'analyses présentés de manière détaillée dans ce rapport, nous pouvons proposer les conclusions suivantes :

4.1 Sur les sédiments – caractéristiques physiques, teneurs en métaux et contaminants organiques

✓ Contaminants métalliques

L'ensemble des concentrations obtenues pour les 2 points de suivi sont inférieures au niveau N1 défini par le GEODE.

Pour la station 24 – Anse du Pérello, le pourcentage de sédiments fins (< à 63µm) est faible et stable par rapport aux données 2006-2016. En revanche le pourcentage en carbone organique atteint un maximum qui se situe largement au-dessus des valeurs enregistrées habituellement.

Pour le **Cadmium**, les valeurs obtenues sont égales au seuil de détection, et inférieures au niveau RNO (0,1 mg/kg/MS pour le seuil de détection pour 0,2 mg/kg/MS pour le niveau RNO). Pour le **Cuivre**, le **Mercure** et le **Zinc**, les concentrations obtenues sont inférieures à la valeur de référence fixée par le RNO. Ces concentrations sont cependant faibles au regard des caractéristiques minéralogiques du point de suivi. Pour l'**Arsenic**, le **Nickel** et le **Chrome**, la concentration obtenue est également inférieure à la valeur de référence du RNO et au niveau N1 GEODE pour l'arsenic et cohérente au regard des caractéristiques minéralogiques de ce point de suivi.

Pour le **Plomb**, la concentration obtenue (25 mg/kg PS) est égale à la valeur retenue par le RNO et inférieure au seuil N1 GEODE. Cette concentration est similaire à la concentration 2016 et également inférieure à la moyenne 2006-2016 de ce point de suivi qui montre depuis 2006 des pollutions récurrentes pour ce paramètre.

Pour la station 21- Basse de la Paille, les résultats en granulométrie sont plus hétérogènes au regard des 10 années suivies. L'année 2017 montre des pourcentages en fractions fines et en carbone organique globalement à la hausse par rapport à 2016, mais qui restent légèrement inférieurs à la moyenne 2006-2016.

Pour le **Cadmium** et le **Mercure**, les valeurs obtenues sont inférieures au seuil de détection, ainsi qu'au niveau RNO. Pour l'**Arsenic**, le **Cuivre**, le **Plomb** et le **Zinc**, les concentrations obtenues sont inférieures à la valeur de référence fixée par le RNO et au niveau N1 GEODE pour l'arsenic. Ces concentrations sont cependant faibles au regard des caractéristiques minéralogiques du point de suivi. Pour le **Nickel** et le **Chrome**, la concentration obtenue est

également inférieure à la valeur de référence du RNO et cohérente au regard des caractéristiques minéralogiques de ce point de suivi.

✓ Contaminants organiques

Les concentrations mesurées en HAPs sur les sédiments des 2 points suivis en 2017 sont toutes inférieures aux niveaux I et II « GEODE » définis par l'arrêté du 8 février 2013, modifié le 17 juillet 2014.

A la station 21-Basse de la paille, 4 HAPs sur 16 montrent des concentrations inférieures au seuil de détection du laboratoire. Il n'y en a pas pour la station 24 – Anse du Pérello. Pour ces éléments, nous avons fixé la concentration à la valeur du seuil pour envisager le cas le plus pessimiste.

Pour les 2 stations suivies en 2017, les HAPs intermédiaires et lourds (cancérogènes) représentent respectivement 86 % et 84 % de la concentration totale pour les stations 21 et 24, respectivement.

Pour chacun des HAPs et pour les 16 HAPs mesurés, les concentrations à l'anse du Pérello sont supérieures à celles de la Basse de la paille. Ces résultats sont inférieurs à la norme pour la station 21- Basse de la paille. En revanche, ils sont supérieurs pour la station 24- anse du Pérello. Cependant, ils sont tout à fait cohérents au regard de la teneur en carbone organique de ces stations, puisque la station Basse de la paille possède une teneur en carbone organique 2 fois moins importante que la station Anse du Pérello.

Le suivi 2017 montre des teneurs en PCB totaux inférieures aux seuils de détection pour les 2 stations suivies. Il montre, de plus, des concentrations en TBT inférieure (Basse de la paille) ou égale (anse du Pérello) au seuil de détection.

4.2 **Sur la matière vivante – teneurs en métaux lourds et contaminants organiques.**

Sur les deux points de suivi n°11 et 12, les concentrations relevées en 2017 ne montrent pas d'accumulation de contaminants excepté pour le cuivre pour lequel on observe une concentration supérieure au niveau RNO, et pour le plomb pour lequel on observe une concentration anormalement élevée. Pour le plomb, ce constat avait également été fait en 2014 et en 2016 sur ces mêmes points de suivis et en 2015 sur les points de suivis n°11 et n°13. Les contaminations en plomb des moules présentes sur le site d'immersion observées en 2014, puis en 2015 et en 2016 semblent donc se confirmer.

On observe une concentration 2017 en zinc supérieure à la médiane nationale et à la moyenne locale sur le site du Pérello. Cependant, cette valeur a nettement baissé par rapport à 2016, année exceptionnelle sur ce paramètre depuis le début du suivi.

Pour les 3 métaux faisant l'objet d'une réglementation, (Plomb ; Mercure ; Cadmium), les valeurs restent inférieures aux seuils sanitaires.

Concernant les contaminants organiques sur les points de suivi n°11 et n°12, les concentrations en HAPs 2017 montrent une légère diminution après un an d'immersion et sont légèrement supérieures à la moyenne 2006-2016 pour le point n°12 et nettement supérieures pour le point n°11. Cette observation est particulièrement remarquable pour les HAP légers. Les concentrations 2017 en PCB sur ces mêmes points, baissent franchement

après une année d'immersion et sont inférieures à la moyenne 2006-2016. Cette tendance est encore plus appuyée pour les concentrations 2017 en PCB 153 (utilisé comme indicateur).

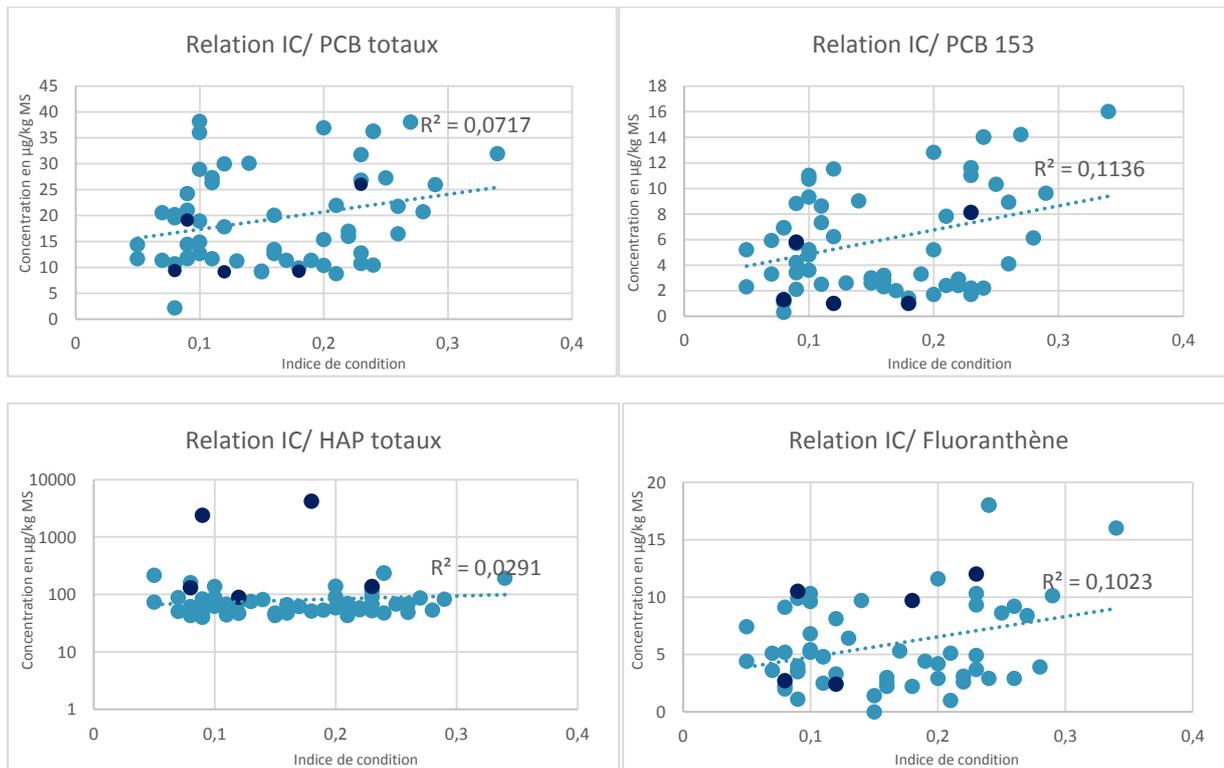
Concernant les contaminants organiques sur le site du Pérello, les concentrations 2017 en HAPs sont très nettement supérieures à la moyenne 2006-2016. Ce sont essentiellement les HAP légers qui causent cette hausse, les concentrations en HAP intermédiaires et lourds restent stables par rapport à 2016. Cependant, 2016 était une année présentant de fortes concentrations en HAP, notamment en HAP intermédiaires, avec le fluoranthène pour lequel la concentration 2017 est l'une des plus fortes mesurées (proche de celles de 2016 et de 2014). Pour les PCBs, les concentrations 2017 sont inférieures à la moyenne 2006-2016. Il en va de même pour le PCB 153, dont la concentration 2017 est nettement inférieure à la moyenne locale et dans la gamme de valeurs régulièrement observées sur ce site.

5 Annexe 1 : Propriétés physiques et chimiques des différents HAP analysés dans les sédiments et 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)	Cancérogène
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

6 Annexe 2 : Relations entre l'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 2016 ; celles en bleu foncé aux concentrations mesurées en 2017).



7 Annexe 3 : Résultats des analyses chimiques sur les sédiments




Rapport d'analyse N°751869 - correctif N° 1

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 07/03/2018
Page : 1 / 12

Nos références : 2017C060032

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

Ce rapport remplace et annule le précédent. Les éditions antérieures et les éventuelles copies sont à détruire par vos soins. Leurs utilisations ne relèvent pas de la responsabilité d'ALPA Chimies.

Cause : Analyse de cadmium à une LQ plus basse

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

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 0 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° : 751869-001

Date de prélèvement : 24/09/2017
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 07/10/2017
Date de mise en analyse de l'échantillon : 07/10/2017
Référence échantillon : Sédiments station 21

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
* Carbone organique	NF ISO 14235		0.92% m/m/sec
* Azote Kjeldahl	NF ISO 11261		0.16% m/m/sec
* Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465		64.0% m/m
Fraction inférieure à 2 mm	Tamissage		93.8%
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
* Fraction inférieure à 2 µm	ISO 13320		1.92%
* Fraction inférieure à 10 µm	ISO 13320		11.3%
* Fraction inférieure à 63 µm	ISO 13320		27.6%
* Fraction inférieure à 125 µm	ISO 13320		50.3%
* Fraction inférieure à 250 µm	ISO 13320		79.5%
* Fraction inférieure à 500 µm	ISO 13320		91.0%
* Fraction inférieure à 1000 µm	ISO 13320		98.4%
* Fraction inférieure à 2000 µm	ISO 13320		100%
Densité	Mesure apparente		1.64/
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF EN 13346)			
* Mercure	NF EN ISO 17852		<0.02mg/kg/sec
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X 31-147)			
* Aluminium	NF EN ISO 11885		4.03%
* Arsenic	NF EN ISO 11885		4 mg/kg/sec
* Cadmium	NF EN ISO 5961		<0.1 mg/kg/sec
* Chrome	NF EN ISO 11885		31 mg/kg/sec
* Cuivre	NF EN ISO 11885		4 mg/kg/sec

ALPA CHIMIES 49, rue Mustel • F - 76 000 ROUEN • Tél. : 02 32 10 22 44
Administratif : 3, place des Capucins • F - 73 800 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°751869 - correctif N° 1

N° Client : I0374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 07/03/2018
Page : 2 / 12

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

Echantillon N° : 751869-001

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X 31-147)			
* Nickel	NF EN ISO 11885	11	mg/kg/sec
* Phosphore	NF EN ISO 11885	541	mg/kg/sec
* Plomb	NF EN ISO 11885	19	mg/kg/sec
* Zinc	NF EN ISO 11885	63	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			
PCB 101	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 105	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 118	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 138	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 153	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 156	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 180	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 28	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 52	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
Naphtalène	GC/MS	<1.0	µg/kg/sec
* Benzo (g,h,i) pèrillène	XP X 33-012		µg/kg/sec
Acénaphthylène	GC/MS	<1.0	µg/kg/sec
* Indéno (1,2,3-od) pyrène	XP X 33-012		µg/kg/sec
Acénaphthène	GC/MS	<1.0	µg/kg/sec
Fluorène	GC/MS	2.4	µg/kg/sec
Phénanthrène	GC/MS	28.3	µg/kg/sec
Anthracène	GC/MS	5.5	µg/kg/sec
Fluoranthène	GC/MS	50.4	µg/kg/sec
Pyrène	GC/MS	44.8	µg/kg/sec
Benzo (a) anthracène	GC/MS	16.6	µg/kg/sec
Chrysène	GC/MS	18.2	µg/kg/sec
Benzo (b) fluoranthène	GC/MS	33.9	µg/kg/sec
Benzo (k) fluoranthène	GC/MS	15.5	µg/kg/sec
Benzo (a) pyrène	GC/MS	23.6	µg/kg/sec
Indéno (1,2,3-od) pyrène	GC/MS	15.7	µg/kg/sec
Dibenzo (a,h) anthracène	GC/MS	<10.0	µg/kg/sec
Benzo (g,h,i) pèrillène	GC/MS	15.7	µg/kg/sec



Rapport d'analyse N°751869 - correctif N° 1

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 07/03/2018
Page : 3 / 12

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

Echantillon N° : 751869-001

Echantillon N° : 751869-002

Date de prélèvement : 27/09/2017
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 07/10/2017
Date de mise en analyse de l'échantillon : 07/10/2017
Référence échantillon : Sédiments station 24

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
* Carbone organique	NF ISO 14235	2.29%	m/m/sec
* Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	0.36%	m/m/sec
* Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	66.4%	m/m
Fraction inférieure à 2 mm	Tamisage	39.8%	
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
* Fraction inférieure à 2 µm	ISO 13320	1.06%	
* Fraction inférieure à 10 µm	ISO 13320	6.13%	
* Fraction inférieure à 63 µm	ISO 13320	15.5%	
* Fraction inférieure à 125 µm	ISO 13320	22.5%	
* Fraction inférieure à 250 µm	ISO 13320	34.7%	
* Fraction inférieure à 500 µm	ISO 13320	57.4%	
* Fraction inférieure à 1000 µm	ISO 13320	86.7%	
* Fraction inférieure à 2000 µm	ISO 13320	100%	
Densité	Mesure apparente	1.75/	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF EN 13346)			
* Mercure	NF EN ISO 17852	0.02mg/kg/sec	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X 31-147)			
* Aluminium	NF EN ISO 11885	3.95%	
* Arsenic	NF EN ISO 11885	8mg/kg/sec	
* Cadmium	NF EN ISO 5961	0.1mg/kg/sec	
* Chrome	NF EN ISO 11885	32mg/kg/sec	
* Cuivre	NF EN ISO 11885	8mg/kg/sec	
* Nickel	NF EN ISO 11885	12mg/kg/sec	
* Phosphore	NF EN ISO 11885	755mg/kg/sec	
* Plomb	NF EN ISO 11885	25mg/kg/sec	
* Zinc	NF EN ISO 11885	68mg/kg/sec	
ORGANOETAINS (exprimés en étain sur sec)			
* Monobutylétain (MBT)	XP T 90-250 mod.	<2.0µg Sn/kg/sec	



Rapport d'analyse N°751869 - correctif N° 1

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 07/03/2018
Page : 4 / 12

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

Echantillon N° : 751869-002

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
ORGANOETAÏNS (exprimés en étain sur 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			
PCB 101	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 105	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 118	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 138	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 153	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 156	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 180	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 28	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 52	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
Naphtalène	GC/MS	3.5	µg/kg/sec
Acénaphthylène	GC/MS	7.0	µg/kg/sec
Acénaphthène	GC/MS	2.2	µg/kg/sec
Fluorène	GC/MS	8.2	µg/kg/sec
Phénanthrène	GC/MS	156	µg/kg/sec
Anthracène	GC/MS	22.5	µg/kg/sec
Fluoranthène	GC/MS	229	µg/kg/sec
Pyrène	GC/MS	180	µg/kg/sec
Benzo (a) anthracène	GC/MS	92.8	µg/kg/sec
Chrysène	GC/MS	89.3	µg/kg/sec
Benzo (b) fluoranthène	GC/MS	121	µg/kg/sec
Benzo (k) fluoranthène	GC/MS	84.9	µg/kg/sec
Benzo (a) pyrène	GC/MS	76.4	µg/kg/sec
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	GC/MS	81.4	µg/kg/sec
Dibenzo (a,h) anthracène	GC/MS	13.8	µg/kg/sec
Benzo (g,h,i) pénéthène	GC/MS	63.4	µg/kg/sec

8 Annexe 4 : Résultats des analyses chimiques sur la chaire de coquillage

Nous présentons ici les résultats des analyses chimiques réalisées sur les moules. Voici la correspondance pour les noms d'échantillons :

Nom dans le rapport d'analyse	Nom dans l'étude
Chair de coquillage station Port Lay	Moules de Port Lay
Chair de coquillage station Pérello	Moules de Pérello
Chair de coquillage station 11	Point de suivi 11
Chair de coquillage station 12	Point de suivi 12
Chair de coquillage station Asserac	Référence 2017 avant immersion



Rapport d'analyse N°751869 - correctif N° 1

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 07/03/2018
Page : 5 / 12

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

Echantillon N° : 751869-003

Date de prélèvement : 26/09/2017
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 07/10/2017
Date de mise en analyse de l'échantillon : 19/10/2017
Référence échantillon : Chair de coquillage station Asserac

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
METAUX			
Cadmium	ICP-MS	0.34 mg/kg/sec	
Cuivre	ICP-MS	4.1 mg/kg/sec	
Mercuré	Vapeurs froides - fluorescence atomique	0.04 mg/kg/sec	
Piomb	ICP-MS	1.1 mg/kg/sec	
Zinc	ICP-MS	52.0 mg/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
PCB 101	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
PCB 105	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
PCB 118	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
PCB 138	GC/MS/MS	4.10 µg/kg/sec	
PCB 153	GC/MS/MS	4.40 µg/kg/sec	
PCB 156	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
PCB 180	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
PCB 28	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
PCB 52	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
Naphtalène	GC/MS	10.0 µg/kg/sec	
Acénaphthylène	GC/MS	2.4 µg/kg/sec	
Acénaphthène	GC/MS	2.1 µg/kg/sec	
Fluorène	GC/MS	2.6 µg/kg/sec	
Phénanthrène	GC/MS	13.9 µg/kg/sec	
Anthracène	GC/MS	1.7 µg/kg/sec	
Fluoranthène	GC/MS	7.7 µg/kg/sec	
Pyrène	GC/MS	10.3 µg/kg/sec	
Benzo (a) anthracène	GC/MS	2.4 µg/kg/sec	
Chrysène	GC/MS	2.0 µg/kg/sec	
Benzo (b) fluoranthène	GC/MS	7.6 µg/kg/sec	
Benzo (k) fluoranthène	GC/MS	2.1 µg/kg/sec	
Benzo (a) pyrène	GC/MS	<1.0 µg/kg/sec	
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	GC/MS	<10.0 µg/kg/sec	
Dibenzo (a,h) anthracène	GC/MS	<10.0 µg/kg/sec	
Benzo (g,h,i) pèrithène	GC/MS	<10.0 µg/kg/sec	



Rapport d'analyse N°751869 - correctif N° 1

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 07/03/2018
Page : 6 / 12

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

Echantillon N° : 751869-004

Date de prélèvement : 04/10/2017
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 07/10/2017
Date de mise en analyse de l'échantillon : 07/11/2017
Référence échantillon : Chair de coquillage station Port Lay

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
METAUX			
Cadmium	ICP-MS	0.54	mg/kg/sec
Cuivre	ICP-MS	4.7	mg/kg/sec
Mercuré	Vapeurs froides - fluorescence atomique	0.02	mg/kg/sec
Plomb	ICP-MS	1.4	mg/kg/sec
Zinc	ICP-MS	147	mg/kg/sec
POLYCHLOROBIPHENYLS			
PCB 101	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 105	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 118	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 138	GC/MS/MS	1.20	µg/kg/sec
PCB 153	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 156	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 180	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 28	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 52	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
Naphtalène	GC/MS	14.3	µg/kg/sec
Acénaphthylène	GC/MS	19.8	µg/kg/sec
Acénaphthène	GC/MS	972	µg/kg/sec
Fluorène	GC/MS	1440	µg/kg/sec
Phénanthrène	GC/MS	1660	µg/kg/sec
Anthracène	GC/MS	17.0	µg/kg/sec
Fluoranthène	GC/MS	9.7	µg/kg/sec
Pyrène	GC/MS	12.9	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	2.1	µg/kg/sec
Benzo (k) fluoranthène	GC/MS	<1.0	µg/kg/sec
Benzo (a) pyrène	GC/MS	<1.0	µg/kg/sec
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	GC/MS	<10.0	µg/kg/sec
Dibenzo (a,h) anthracène	GC/MS	<10.0	µg/kg/sec
Benzo (g,h,i) pèrène	GC/MS	<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 - 73 800 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°751869 - correctif N° 1

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 07/03/2018
Page : 7 / 12

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

Echantillon N° : 751869-004

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
Rendement Pérylène D12	GC/MS	81.5%	





Rapport d'analyse N°751869 - correctif N° 1

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 07/03/2018
Page : 8 / 12

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

Echantillon N° : 751869-005

Date de prélèvement : 28/09/2017
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 07/10/2017
Date de mise en analyse de l'échantillon : 19/10/2017
Référence échantillon : Chair de coquillage station 11

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
METAUX			
Cadmium	ICP-MS	0.96 mg/kg/sec	
Cuivre	ICP-MS	7.2 mg/kg/sec	
Mercuré	Vapeurs froides - fluorescence atomique	0.05 mg/kg/sec	
Plomb	ICP-MS	2.0 mg/kg/sec	
Zinc	ICP-MS	100 mg/kg/sec	
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	1.30 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	10.4 µg/kg/sec	
Acénaphylène	GC/MS	1.3 µg/kg/sec	
Acénaphthène	GC/MS	11.2 µg/kg/sec	
Fluorène	GC/MS	17.4 µg/kg/sec	
Phénanthrène	GC/MS	28.5 µg/kg/sec	
Anthracène	GC/MS	1.4 µg/kg/sec	
Fluoranthène	GC/MS	2.7 µg/kg/sec	
Pyrène	GC/MS	2.9 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	3.4 µg/kg/sec	
Benzo (k) fluoranthène	GC/MS	<1.0 µg/kg/sec	
Benzo (a) pyrène	GC/MS	<1.0 µg/kg/sec	
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	GC/MS	28.0 µg/kg/sec	
Dibenzo (a,h) anthracène	GC/MS	<10.0 µg/kg/sec	
Benzo (g,h,i) péricène	GC/MS	<10.0 µg/kg/sec	



Rapport d'analyse N°751869 - correctif N° 1

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 07/03/2018
Page : 9 / 12

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

Echantillon N° : 751869-005

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
Rendement Pérylène D12	GC/MS		117%



Rapport d'analyse N°751869 - correctif N° 1

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 07/03/2018
Page : 10 / 12

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

Echantillon N° : 751869-006

Date de prélèvement : 28/09/2017
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 07/10/2017
Date de mise en analyse de l'échantillon : 19/10/2017
Référence échantillon : Chair de coquillage station 12

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
METAUX			
Cadmium	ICP-MS	0.67	mg/kg/sec
Cuivre	ICP-MS	6.3	mg/kg/sec
Mercuré	Vapeurs froides - fluorescence atomique	0.04	mg/kg/sec
Plomb	ICP-MS	1.1	mg/kg/sec
Zinc	ICP-MS	72.8	mg/kg/sec
POLYCHLOROBIPHENYLS			
PCB 101	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 105	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 118	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 138	GC/MS/MS	1.10	µg/kg/sec
PCB 153	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 156	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 180	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 28	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 52	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
Naphtalène	GC/MS	5.7	µg/kg/sec
Acénaphthylène	GC/MS	<1.0	µg/kg/sec
Acénaphthène	GC/MS	8.0	µg/kg/sec
Fluorène	GC/MS	12.1	µg/kg/sec
Phénanthrène	GC/MS	19.8	µg/kg/sec
Anthracène	GC/MS	<1.0	µg/kg/sec
Fluoranthène	GC/MS	2.4	µg/kg/sec
Pyrène	GC/MS	2.8	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	2.3	µg/kg/sec
Benzo (k) fluoranthène	GC/MS	<1.0	µg/kg/sec
Benzo (a) pyrène	GC/MS	<1.0	µg/kg/sec
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	GC/MS	<10.0	µg/kg/sec
Dibenzo (a,h) anthracène	GC/MS	<10.0	µg/kg/sec
Benzo (g,h,i) pénéline	GC/MS	<10.0	µg/kg/sec



Rapport d'analyse N°751869 - correctif N° 1

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 07/03/2018
Page : 11 / 12

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

Echantillon N° : 751869-007

Date de prélèvement : 27/09/2017
Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 07/10/2017
Date de mise en analyse de l'échantillon : 07/11/2017
Référence échantillon : Chair de coquillage station Perello

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
METAUX			
Cadmium	ICP-MS	0.54	mg/kg/sec
Cuivre	ICP-MS	5.2	mg/kg/sec
Mercuré	Vapeurs froides - fluorescence atomique	0.04	mg/kg/sec
Plomb	ICP-MS	0.8	mg/kg/sec
Zinc	ICP-MS	175	mg/kg/sec
POLYCHLOROBIPHENYLS			
PCB 101	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 105	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 118	GC/MS/MS	2.10	µg/kg/sec
PCB 138	GC/MS/MS	5.20	µg/kg/sec
PCB 153	GC/MS/MS	5.80	µg/kg/sec
PCB 156	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 180	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 28	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
PCB 52	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
Naphtalène	GC/MS	7.4	µg/kg/sec
Acénaphthylène	GC/MS	18.0	µg/kg/sec
Acénaphthène	GC/MS	524	µg/kg/sec
Fluorène	GC/MS	779	µg/kg/sec
Phénanthrène	GC/MS	971	µg/kg/sec
Anthracène	GC/MS	24.9	µg/kg/sec
Fluoranthène	GC/MS	10.5	µg/kg/sec
Pyrène	GC/MS	13.2	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	3.2	µg/kg/sec
Benzo (k) fluoranthène	GC/MS	<1.0	µg/kg/sec
Benzo (a) pyrène	GC/MS	<1.0	µg/kg/sec
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	GC/MS	<10.0	µg/kg/sec
Dibenzo (a,h) anthracène	GC/MS	<10.0	µg/kg/sec
Benzo (g,h,i) pètilène	GC/MS	<10.0	µg/kg/sec



Rapport d'analyse N°751869 - correctif N° 1

N° Client : 10374-LRO
Affaire suivie par : Elise ADAM
ROUEN, le 07/03/2018
Page : 12 / 12

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

Echantillon N° : 751869-007

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
Rendement Pérylène D12	GC/MS		104%



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°6

Surveillance chimique et peuplements benthiques



- ▲ Suivi 2017 du site d'immersion des produits de dragage au large de Groix.
- ▲ « Surveillance chimique et peuplements benthiques »

▲ Rapport

Date : Janvier 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.	Analyses physico-chimiques des sédiments.....	12
4.1	Contexte réglementaire et niveaux de référence.....	12
4.2	Eléments traces métalliques et PCB.....	13
4.2.1	Seuils réglementaires.....	13
4.2.2	Cartographie des résultats.....	14
4.2.3	Analyse des résultats éléments métalliques.....	14
4.2.4	Analyse des résultats PCB.....	14
4.3	Tributylétain TBT.....	17
4.3.1	Seuils réglementaires.....	17
4.3.2	Analyse des résultats.....	17
4.4	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP).....	19
4.4.1	Seuils de contamination.....	19
4.4.2	Analyses des résultats.....	19
4.5	Scores de risque.....	21
4.5.1	Rappel 2010 Modélisation du score de risque.....	21
4.5.2	Analyse des résultats.....	22
4.6	Pollution organique.....	24
4.6.1	Définition et indices de pollution organique.....	24
4.6.2	Analyse des résultats.....	24
5.	Faune benthique.....	26
5.1	Paramètres synthétiques : Richesse spécifique, Abondance, indice de diversité et groupes taxonomiques.....	26
5.1.1	Définitions.....	26
5.1.2	Résultats.....	27
5.2	Peuplements et habitats.....	36
5.2.1	Définitions.....	36
5.2.2	Habitats observés.....	36
5.3	Indices de qualité du milieu.....	40
5.3.1	Définitions.....	40
5.3.2	Résultats.....	43
6.	Comparaison des peuplements entre 2010 et 2016.....	48
7.	Conclusion.....	50

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 et 2016, le bureau d'étude IDRA en 2012 et le bureau d'études In Vivo en 2014 et 2015. Ainsi, un point « zéro » a été établi pour le suivi des communautés benthiques de substrat meuble de cette zone en 2010. Cela permet d'assurer une surveillance temporelle des stations. L'objet de la présente étude est la réalisation des prélèvements de sédiments et d'analyses type chimie 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 2017. 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 2017.

2. Matériel et méthodes

2.1 Stations de prélèvements

Pour la réalisation de cette étude (identification des habitats biosédimentaires et des peuplements benthiques associés, analyses physico-chimiques), 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 1 septembre 2017 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 2017 du site d'immersion - Port de Lorient



Carte réalisée par TBM, 2017

● Stations de prélèvements

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 répliqués ont été réalisés dont :

- cinq pour l'analyse de la macrofaune,
- un pour l'analyse physico-chimique du sédiment (granulométrie, Carbone Organique total, Azote Organique total (Azote NTK), Phosphore total, métaux lourds, etc.).

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 2).



Figure 2 : Conditionnement

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 3, Carte 2 et Carte 3) montrent que :

- à la station GRIMM 1, les fractions vaseuse et sable fin dominant largement (40% et 30%) 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 65%. La vase est assez bien représentée avec 27%. Nous sommes en présence de sables fins envasés.
- Aux GRIMM 3 et GRIMM4, ce sont les sables grossiers qui dominant largement avec 90%. Le pourcentage de vase est inférieur à 1 %. Nous sommes en présence de sables grossiers.

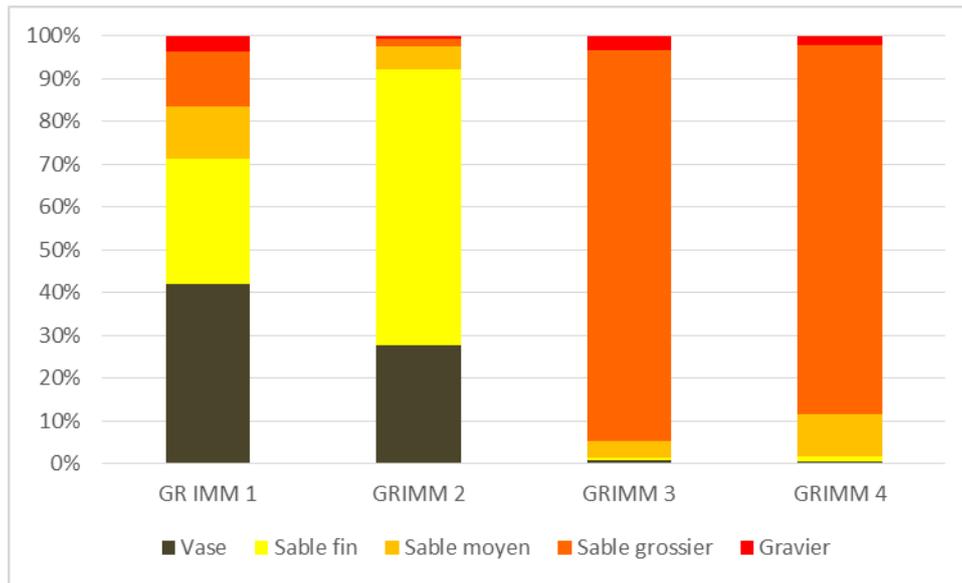
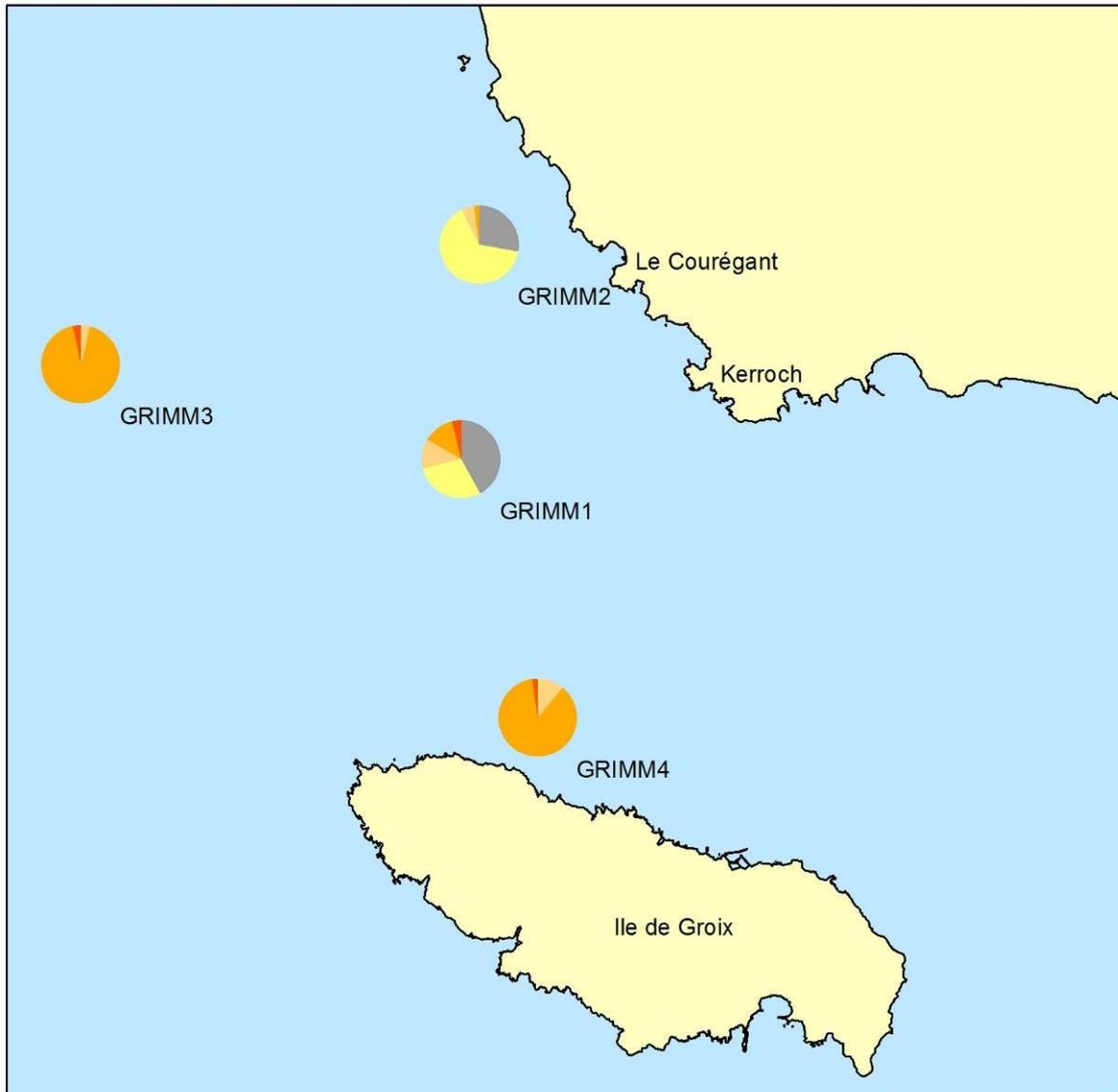


Figure 3 : Pourcentages des fractions granulométriques

En termes d'évolution, des fluctuations sont surtout à noter sur la station GRIMM 1. La Carte 3 illustre les variations des pourcentages de vase obtenus sur les trois stations. Une stabilité sédimentaire est à noter sur la station GRIMM3 alors qu'une légère fluctuation du pourcentage de vase est observée sur la station GRIMM2.

FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES

Suivi environnemental 2017 du site d'immersion - Port de Lorient



Carte réalisée par TBM, 2017



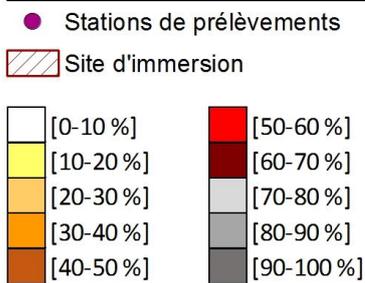
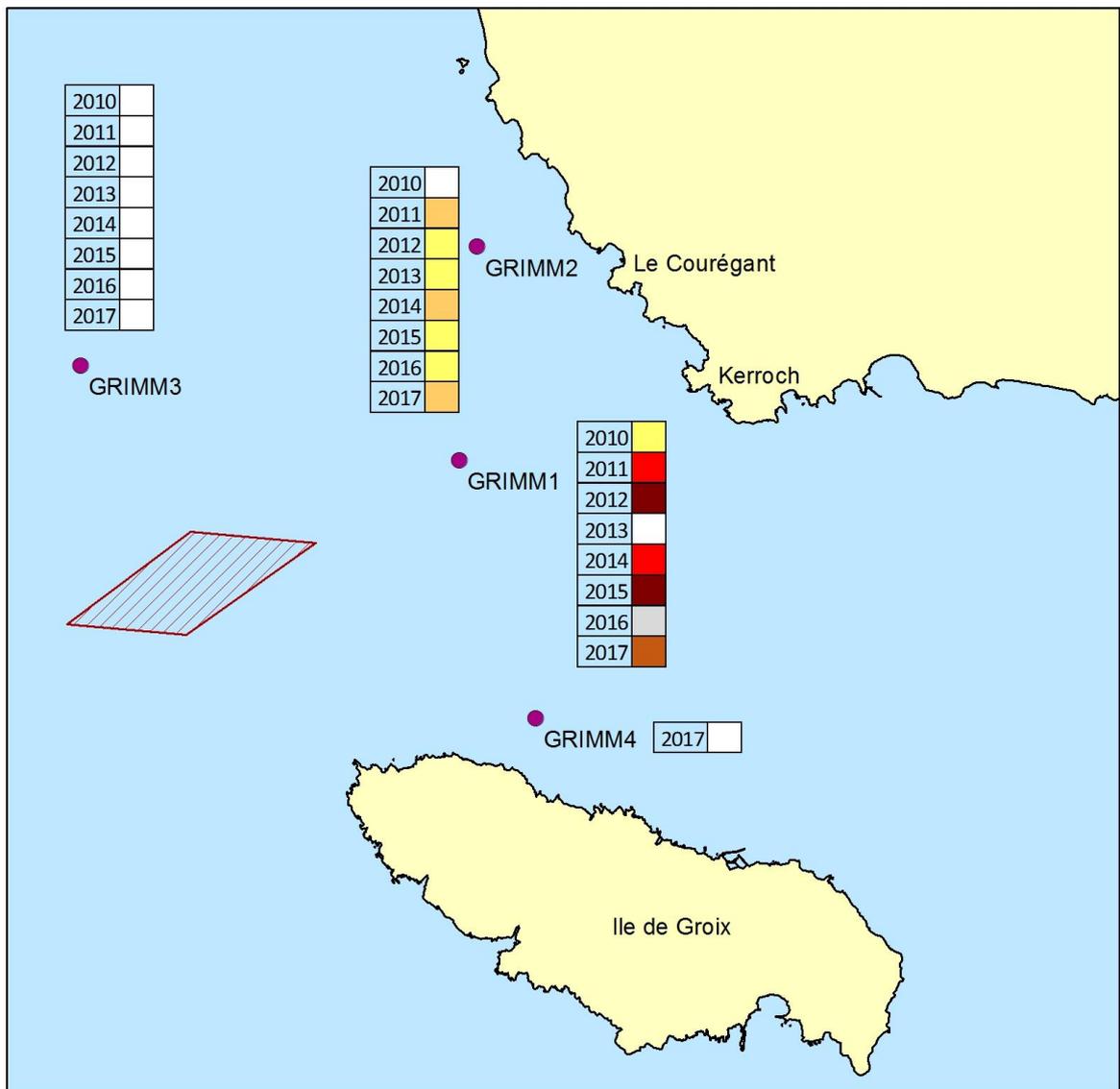
0 1 2 Km



Carte 2 : Fractions granulométriques

POURCENTAGE DE VASE (FRACTIONS < 63 µM)

Suivi environnemental 2017 du site d'immersion - Port de Lorient



Carte réalisée par TBM, 2017

0 1 2 Km



Carte 3 : Pourcentage de vase (< 63 µm)

4. Analyses physico-chimiques des sédiments

4.1 Contexte réglementaire et niveaux de référence

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,
- 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) régit la procédure d'autorisation ou de déclaration (dragages et/ou immersion) en fonction des niveaux réglementaires N1 et N2 concernant la qualité des sédiments marins ou estuariens. L'arrêté du 09 août 2006 fixe ces niveaux de référence N1 et N2 à prendre en compte lors d'une analyse de sédiments marins estuariens présents en milieu naturel ou portuaire. Ces niveaux concernent les éléments métalliques et les Polychlorobiphényles (PCB).

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.

4.2 Eléments traces métalliques et PCB

4.2.1 Seuils réglementaires

Les tableaux 1 et 2 rappellent ces niveaux N1 et N2 pour les métaux et les PCB.

Tableau 1 : Valeurs guides des niveaux 1 et 2 pour les métaux (mg/kg de sédiment sec) retenues par la France (Arrêté du 09/08/2006)

Contaminant (mg/kg sec)	Niveau 1	Niveau 2
Arsenic (As)	25	50
Cadmium (Cd)	1.2	2.4
Chrome (Cr)	90	180
Cuivre (Cu)	45	90
Mercure (Hg)	0.4	0.8
Nickel (Ni)	37	74
Plomb (Pb)	100	200
Zinc (Zn)	276	552

Tableau 2 : Valeurs guides des niveaux 1 et 2 pour les congénères de polychlorobiphényles (mg/kg de sédiment sec) retenues par la France (Arrêté du 09/08/2006).

Contaminant (mg/kg sec)	Niveau 1	Niveau 2
PCB totaux	0.5	1
PCB congénère 28	0.002	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

4.2.2 Cartographie des résultats

En tenant compte des niveaux réglementaires N1 et N2, trois catégories de contamination ont été définies :

- 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.

Les cartes 3 et 4 illustrent les résultats.

4.2.3 Analyse des résultats éléments métalliques

Ainsi, aux stations GRIMM1, 2 et 4, les concentrations en éléments traces métalliques sont inférieures aux niveaux N1 (Carte 4).

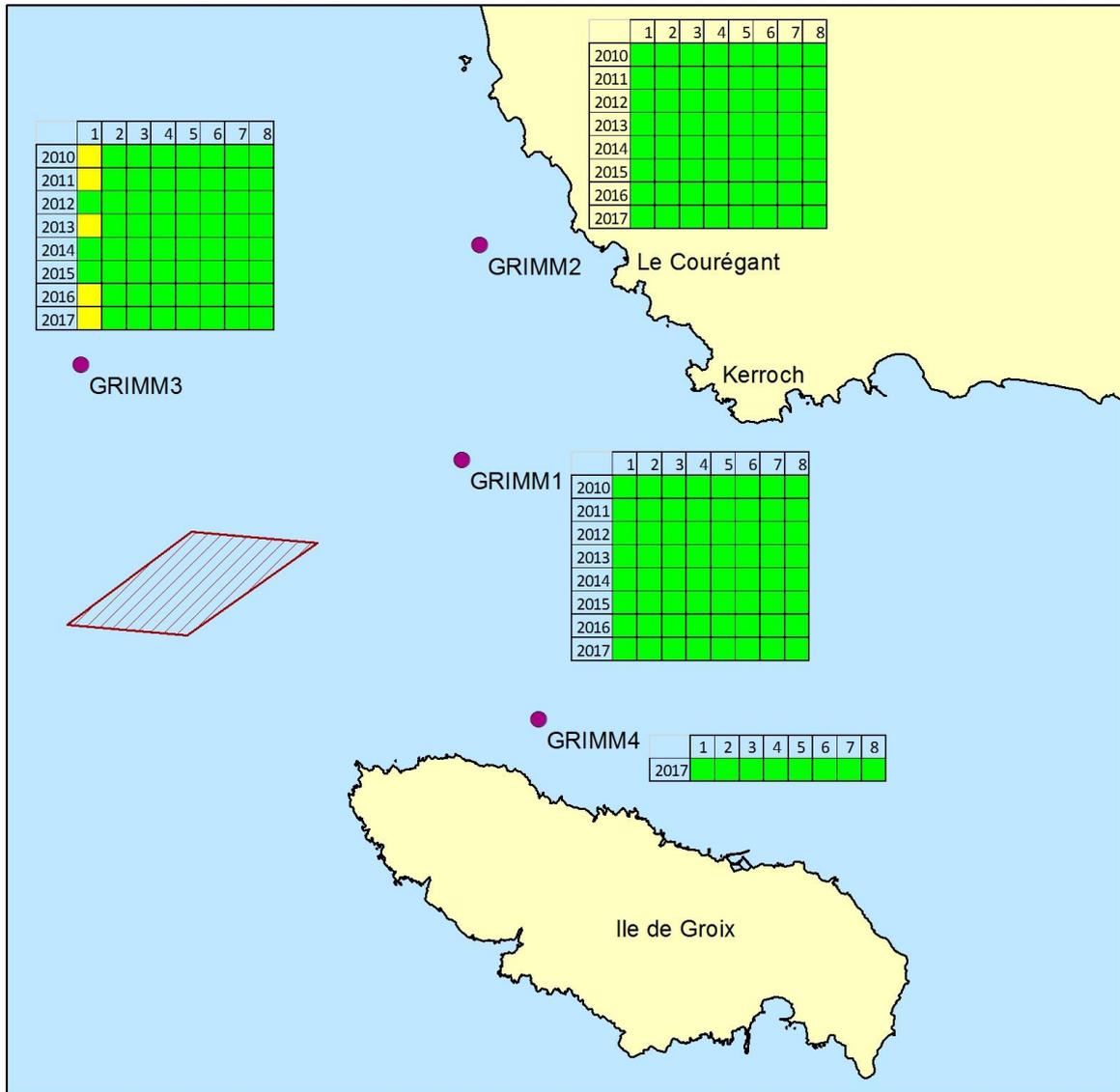
A la station GRIMM 3, les concentrations en éléments traces métalliques sont inférieures aux niveaux N1 excepté pour l'arsenic qui présente une concentration de 42 mg/kg sec, supérieure au seuil N1 qui est de 25mg/kg sec. Ce dépassement du niveau 1 est du même ordre que celui relevé lors des campagnes de 2010 (28 mg/kg sec), de 2011 (27 mg/kg sec), de 2013 (26 mg/kg sec) et de 2016 (30 mg/kg sec). Ce dépassement de seuil n'avait pas été constaté en 2012, 2014 et 2015.

4.2.4 Analyse des résultats PCB

Les résultats des analyses (Carte 5) montrent que les concentrations en PCB (y compris PCB-Dioxines) sont inférieures au Niveau N1.

NIVEAUX DE CONTAMINATION MÉTAUX

Suivi environnemental 2017 du site d'immersion - Port de Lorient



- 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 réalisée par TBM, 2017

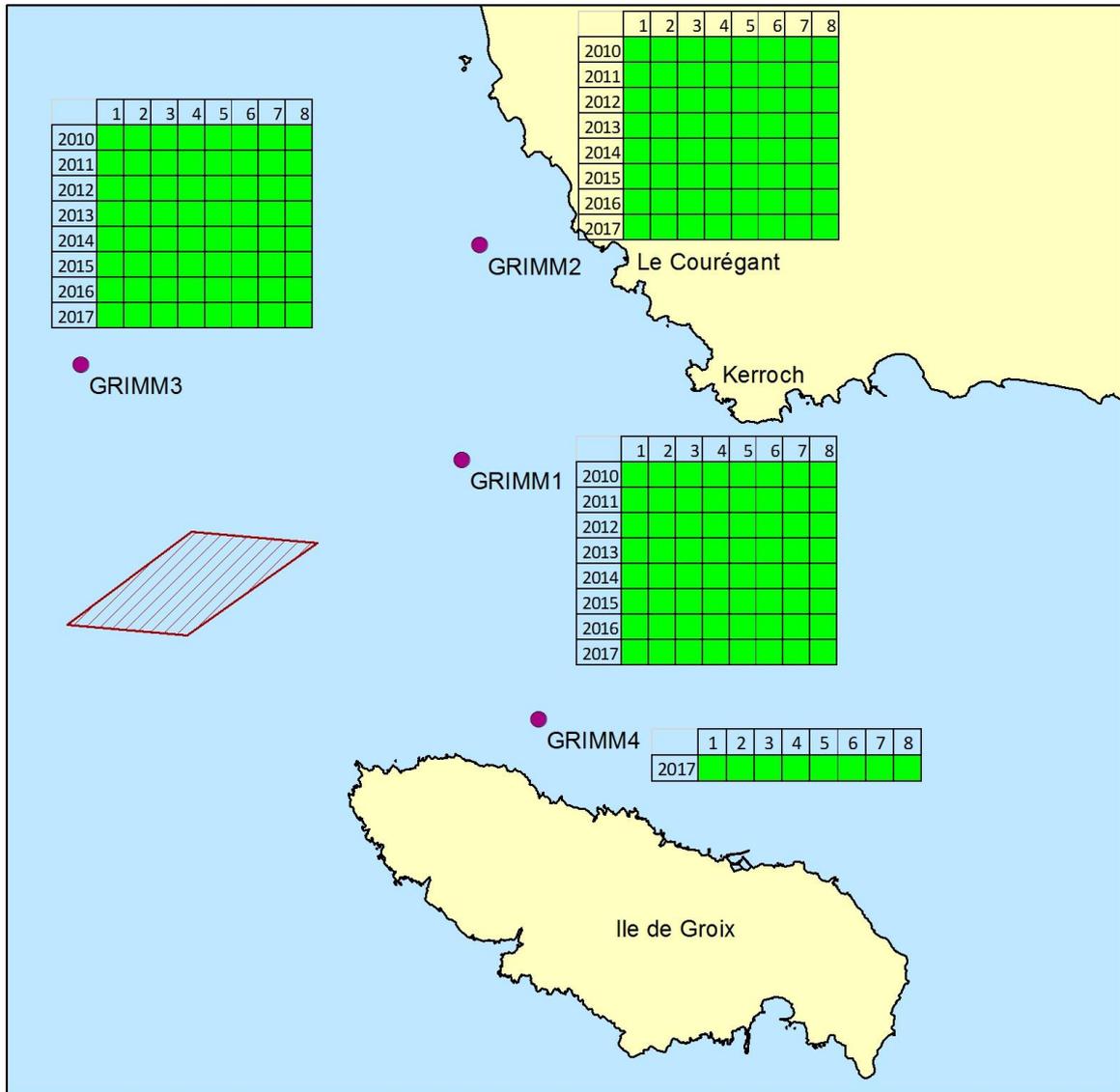
0 1 2 Km



Carte 4 : Niveaux de contamination des métaux

NIVEAUX DE CONTAMINATION PCB

Suivi environnemental 2017 du site d'immersion - Port de Lorient



- Catégorie 1 : Pas ou très faiblement contaminés [$<N1$]
- Catégorie 2 : Faiblement contaminés [$N1-N2$]
- Catégorie 3 : Contaminés [$>N2$]

Carte réalisée par TBM, 2017

- 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

0 1 2 Km



Carte 5 : Niveaux de contamination des PCB

4.3 Tributylétain TBT

4.3.1 Seuils réglementaires

Concernant le TBT, l'arrêté du 23/12/2009 vient modifier l'arrêté du 09 août 2006 en précisant des valeurs réglementaires à prendre en compte pour le TBT lors de l'analyse des sédiments marins. Ces seuils sont présentés dans le Tableau 3.

Tableau 3 : Valeurs guides des niveaux 1 et 2 du TBT (mg/g sec) (Arrêté du 23/12/2009)

Contaminant (mg/kg sec) Arrêté du 23/12/2009	Niveau 1	Niveau 2
TBT (Cation)	0.1	0.4

4.3.2 Analyse des résultats

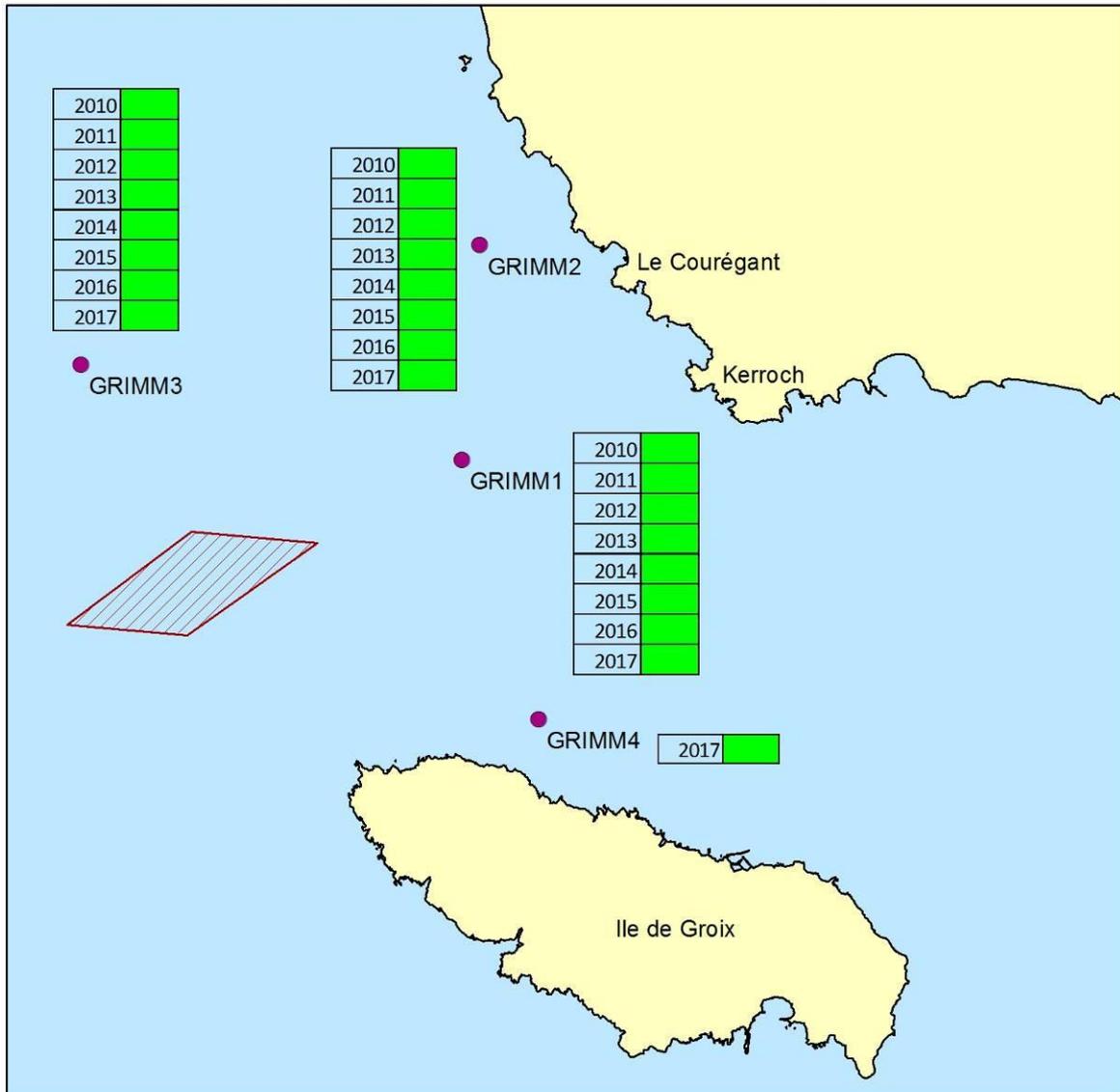
De même que pour les autres contaminants, les niveaux de contamination sont présentés par catégories :

- Catégorie 1 : Immersion autorisée, sans condition particulière (<0,1 mg/kg),
- Catégorie 2 : Immersion autorisée sous réserve : Bio-essais et étude locale d'impact (entre 0,1 et 0,4 mg/kg),
- Catégorie 3 : Immersion autorisée sous réserve : Etude d'impact approfondie (>0.4 mg/kg sec).

Les résultats des analyses (Carte 6) montrent que les concentrations en TBT sont inférieures aux Niveaux N1.

NIVEAUX DE CONTAMINATION TRIBUTYLÉTAIN (TBT) D'APRÈS L'ARRÊTÉ DU 23 DÉCEMBRE 2009

Suivi environnemental 2017 du site d'immersion - Port de Lorient



Carte réalisée par TBM, 2017

- Catégorie 1 : [$<0,1 \text{ mg/kg}$]
- Catégorie 2 : [$0,1 - 0,4 \text{ mg/kg}$]
- Catégorie 3 : [$>0,4 \text{ mg/kg}$]

0 1 2 Km



Carte 6 : Niveaux de contamination du TBT

4.4 Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

4.4.1 Seuils de contamination

Concernant les HAP, les seuils (niveau 1) utilisés sont ceux établis par le groupe GEODE (Groupes d'Etudes et d'Observation sur le Dragage et l'Environnement). Ces niveaux sont complétés par les seuils fixés par l'arrêté du 8 Février 2013 (Niveau 2), modifiant l'arrêté du 14 juin 2000 et du 23 décembre 2009.

Le Tableau 4 précise les niveaux de l'arrêté de 2013.

Tableau 4 : Valeurs guides des niveaux 1 et 2 des HAP (mg/g sec) (Niveaux GEODE et définis par l'arrêté du 8 février 2013)

Contaminant (mg/kg sec)	Niveau 1	Niveau 2
Acénaphthène	0,015	0,26
Anthracène	0,085	0,59
Benzo(a)anthracène	0,26	0,93
Benzo(a,h)anthracène	0,06	0,16
Chrysène	0,38	1,59
Fluorène	0,02	0,28
Naphtalène	0,16	1,13
Phénanthrène	0,24	0,87
Pyrène	0,5	1,5
Fluoranthène	0,6	2,85
Benzo(b)fluoranthène	0,4	0,9
Benzo(k)fluoranthène	0,2	0,2

4.4.2 Analyses des résultats

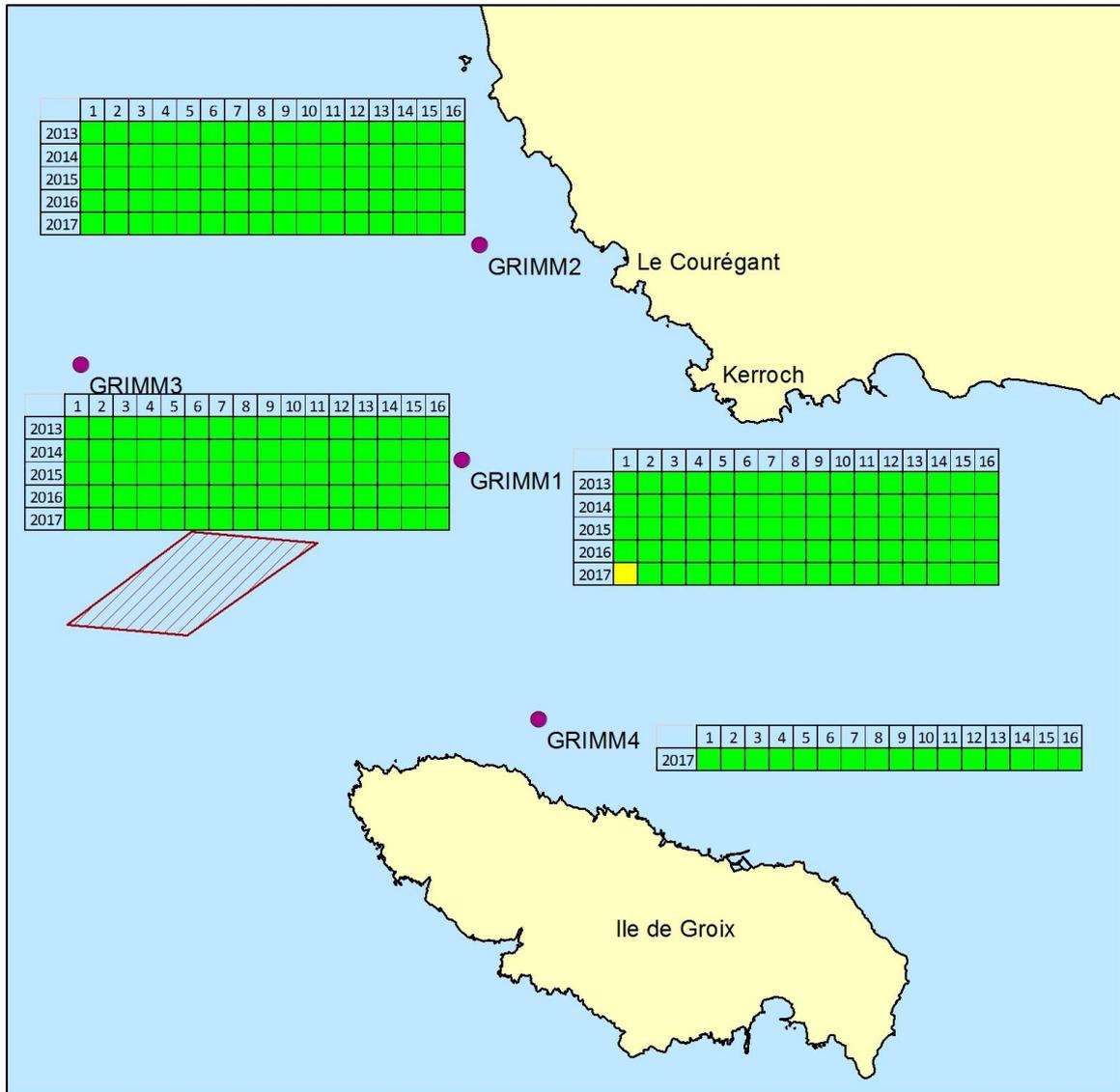
La Carte 7 présente les niveaux de contamination par catégories :

- 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.

Les résultats des analyses illustrent que les concentrations en HAP sont inférieures au niveau 1 sur les quatre stations sauf pour l'acénaphthène sur la station GRIMM1. Ce paramètre présente une concentration de 0,019 mg/kg sec, légèrement supérieure au seuil N1 qui est de 0,015 mg/kg sec.

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

Suivi environnemental 2017 du site d'immersion - Port de Lorient



Carte réalisée par TBM, 2017

■ Catégorie 1 : Pas ou très faiblement contaminés [$<N1$]

■ Catégorie 2 : Faiblement contaminés [$N1-N2$]

■ Catégorie 3 : Contaminés [$>N2$]

1 Acénaphène	9 Chrysène
2 Acénaphylène	10 Dibenzo(a,h)anthracène
3 Anthracène	11 Fluoranthène
4 Benzo(a)anthracène	12 Fluorène
5 Benzo(a)pyrène	13 Indénopyrène
6 Benzo(b)fluoranthène	14 Naphtalène
7 Benzo(g,h,i)Pérylène	15 Phénanthrène
8 Benzo(k)Fluoranthène	16 Pyrène

0 1 2 Km



Carte 7 : Niveaux de contaminations des HAP (Niveau Géode, arrêté du 8 février 2013)

4.5 Scores de risque

4.5.1 Rappel 2010 Modélisation du 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 5).

Tableau 5 : 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

4.5.2 Analyse des résultats

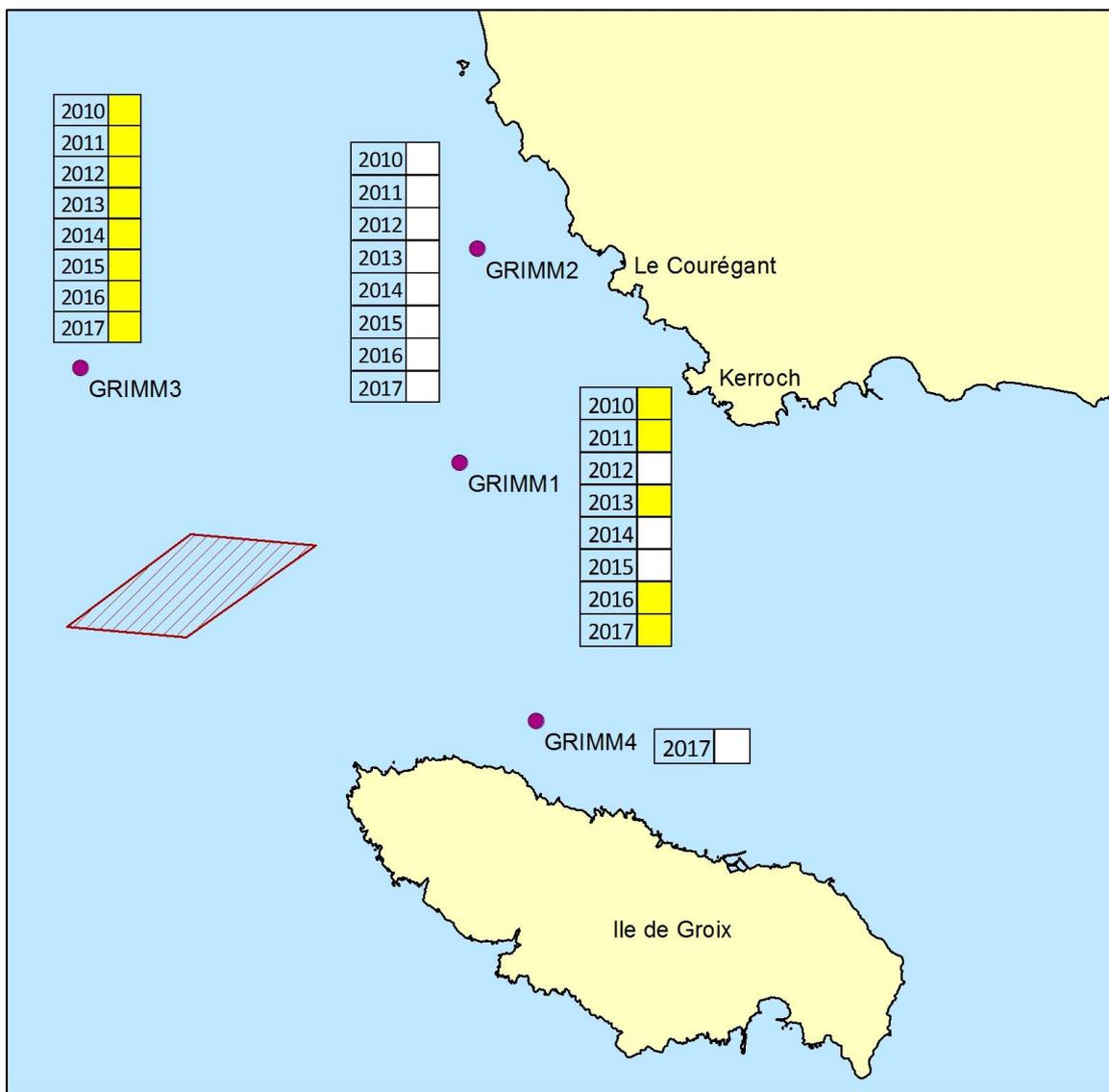
L'évaluation du risque (fonction du calcul du score de risque) montre que :

- le risque est faible pour les stations GRIMM1 et GRIMM3
- le risque est négligeable pour les stations GRIMM2 et GRIMM4

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

SCORES DE RISQUE

Suivi environnemental 2017 du site d'immersion - Port de Lorient



Carte réalisée par TBM, 2017

- Risque négligeable (score de risque = 0)
- Risque faible ($0 < \text{score de risque} \leq 1$)
- Risque moyen ($1 < \text{score de risque} \leq 2$)
- Risque fort ($2 < \text{score de risque} \leq 3$)

0 1 2 Km



Carte 8 : Scores de risque

4.6 Pollution organique

4.6.1 Définition et indices de pollution organique

La pollution organique est évaluée par trois paramètres (Alzieu, 2003) : 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 6).

Tableau 6 : 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	Indices	Valeurs	Indices	Valeurs	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.

4.6.2 Analyse des résultats

Les indices de pollution organique sont :

- Moyen aux stations GRIMM 1 et GRIMM 2 avec des valeurs de 8 et 6,
- Faibles aux stations GRIMM 3 et 4 (respectivement 5 et 4).

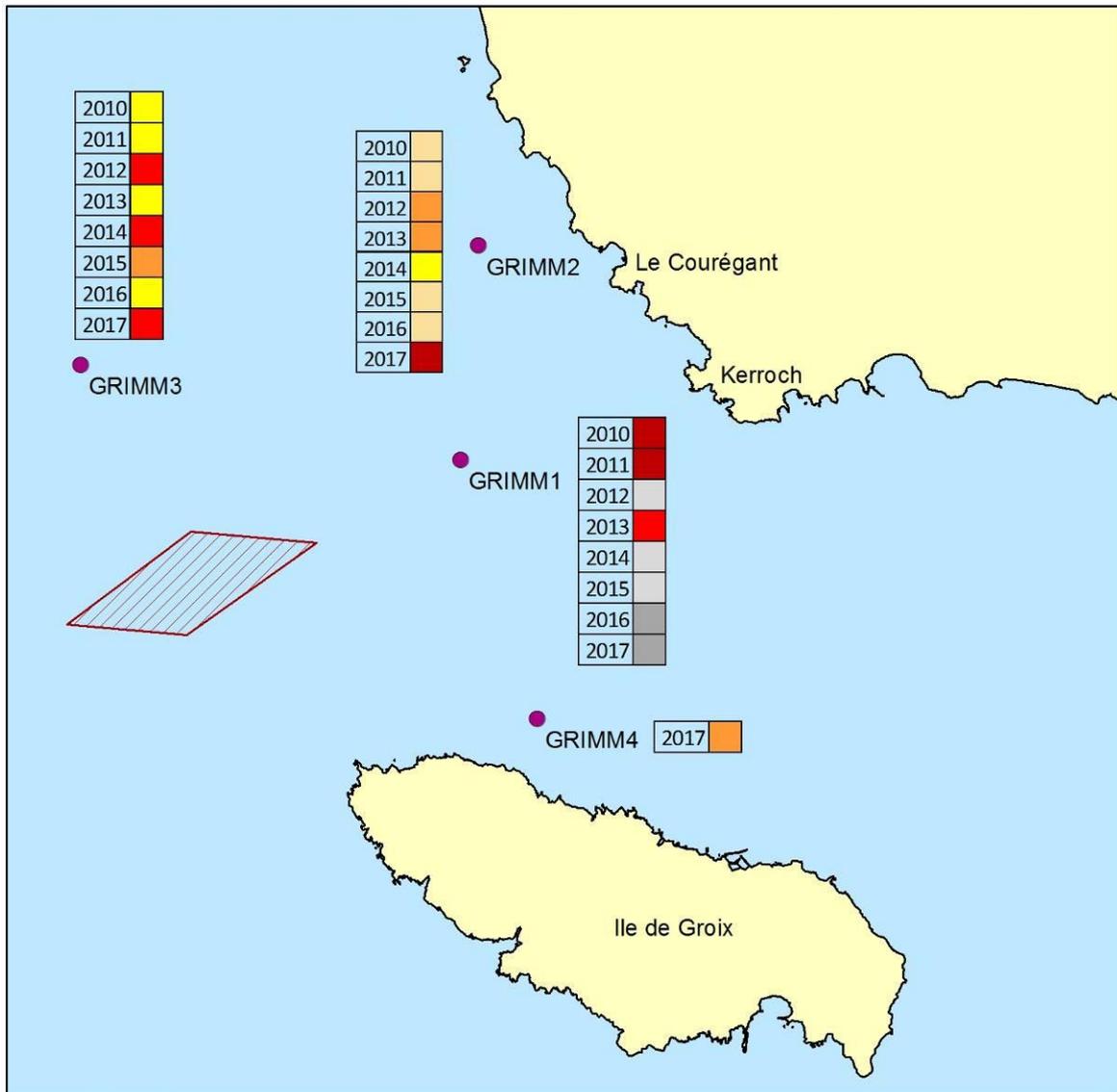
Le Tableau 7 et la Carte 9 présente les résultats.

Tableau 7 : Indices de pollution organique

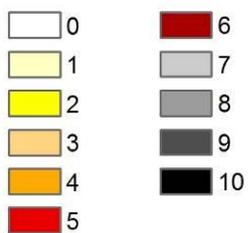
Echantillons	Carbone Organique Total (COT)		Azote NTK		Phosphore		Pollution Organique
	Valeur g/kg	Indice	Valeur mg/kg	Indice	Valeur mg/kg	Indice	
GRIMM1	15,7	4	2600	3	663	1	8
GRIMM2	5,5	3	1600	2	601	1	6
GRIMM3	3,1	2	1600	2	655	1	5
GRIMM4	3,5	2	1800	2	378	0	4

POLLUTION ORGANIQUE

Suivi environnemental 2017 du site d'immersion - Port de Lorient

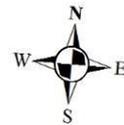


Indices de pollution organique



Carte réalisée par TBM, 2017

0 1 2 Km



Carte 9 : Pollution organique

5. Faune benthique

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

170 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 5.

5.1.1 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).
- **La biomasse (B)** : poids en g.m²).

La biomasse de la macrofaune benthique est déterminée par station en utilisant la méthode du poids sec libre de cendre (PSLC) selon la méthode préconisée par le Benthos Ecology Working Group de l'ICES et reprise dans la norme ISO/FDIS 16665. Pour cela, la faune est séchée à l'étuve à $60 \pm 1^\circ\text{C}$ pendant au moins 48 h jusqu'à obtention d'un poids constant. Elle est ensuite pesée le plus précisément possible (10-1 mg), puis calcinée au four à $520 \pm 20^\circ\text{C}$ pendant 6 h afin de permettre une calcination complète de la matière organique sans altérer la matière minérale présente ou susceptible de l'être (coquilles de Mollusques bivalves, par exemple) et enfin pesée à nouveau. La différence entre les deux pesées donne le poids sec libre de cendre. Ce paramètre permet de distinguer des variations spatiales et temporelles des peuplements.

- **Les groupes taxonomiques**
- **Les indices de diversité** (Shannon et Equitabilité),

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

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

Où :

p_i = abondance proportionnelle ou pourcentage d'importance de l'espèce : $p_i = ni/N$;
 S = nombre total d'espèces ;
 ni = nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon ;
 N = nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon.

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

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

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

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

5.1.2 Résultats

- **Richesse spécifique et Abondance** (Carte 10)

La richesse spécifique moyenne est comprise entre 25 et 33 espèces (Figure 4). Elle est maximale pour la station GRIMM2. La richesse spécifique totale varie de 55 à 72 espèces (Tableau 8).

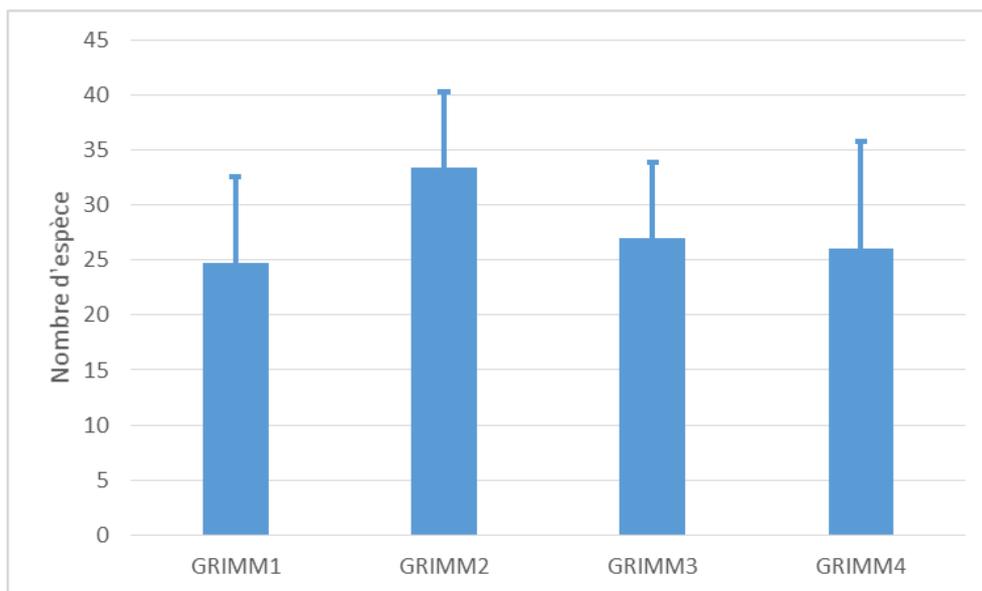


Figure 4 : Richesses spécifiques moyennes

Tableau 8 : Richesse et abondance totales

STATIONS	Richesse totale	Abondance totale (0,5 m ²)
GRIMM1	56	800
GRIMM2	72	559
GRIMM3	61	491
GRIMM4	55	714

Les abondances moyennes varient de 982 à 1600 ind/m² (Figure 5). Des variabilités intra et inter-zones sont observées. La valeur est minimale pour GRIMM 3. Les abondances totales (0,5 m²) sont comprises entre 491 et 800 individus (Tableau 8). L'abondance est maximale pour la station GRIMM1 et minimale pour la station GRIMM3.

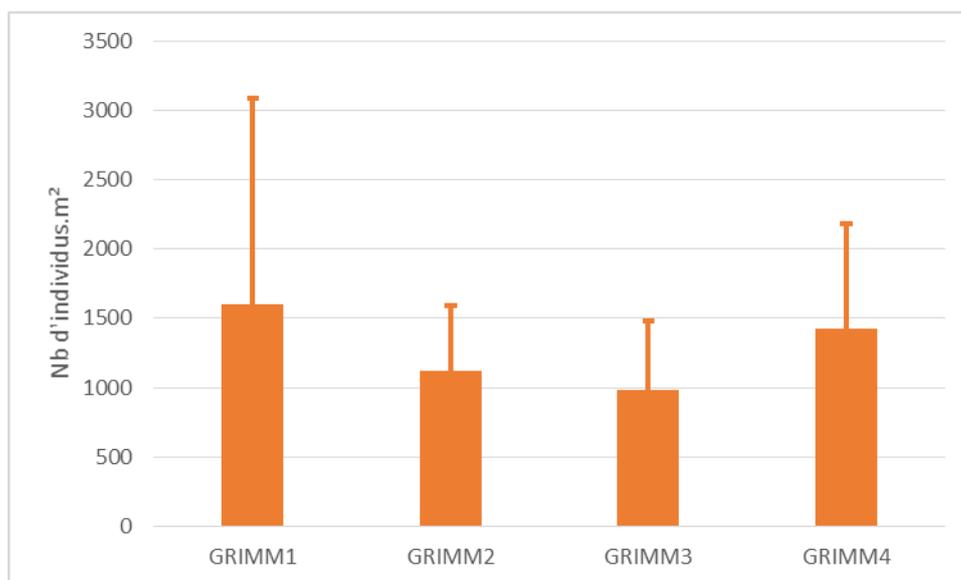
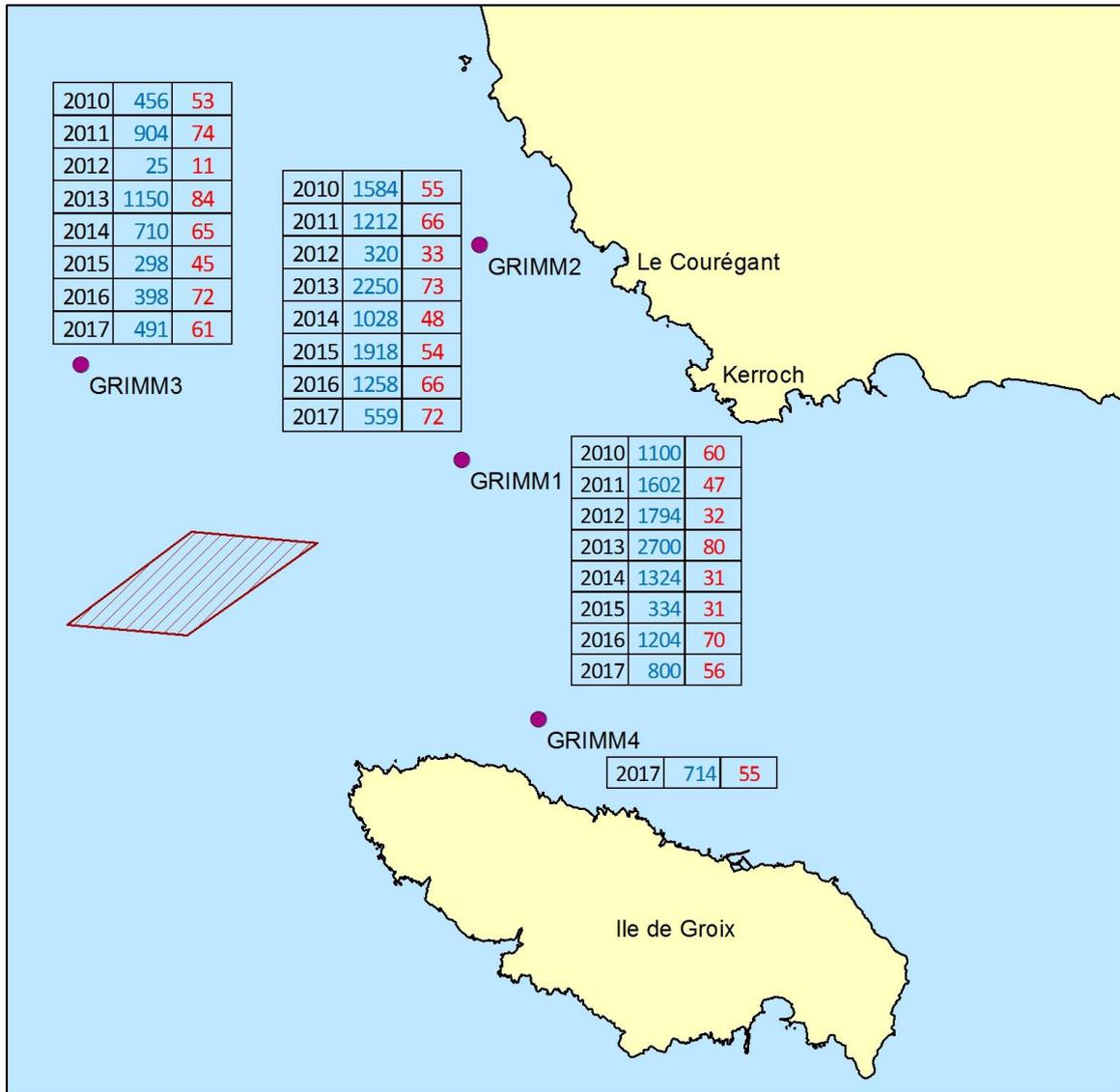


Figure 5: Abondances moyennes (nb d'ind/ m²)

ABONDANCE ET RICHESSE SPÉCIFIQUE

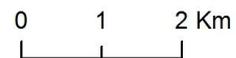
Suivi environnemental 2017 du site d'immersion - Port de Lorient



Abondance (ind / 0,5 m²)

Richesse spécifique (nombre d'espèce / station)

Carte réalisée par TBM, 2017



Carte 10 : 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 répliquat (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 6 permet de visualiser une hétérogénéité entre les 4 stations (regroupements 1.1, 1.2, 2.1 et 2.2). En revanche, une homogénéité est à noter à l'intérieur des stations (MDS). En effet, les échantillons ne sont pas statistiquement différents pour les stations 2 et 4 (test de Simprof). Pour les stations 1 et 3, une légère différence statistique est observée.

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 *Aponuphis bilineata* et le crustacé *Ameplisca brevicornis* caractérise la station 2.1. Ces espèces sont à affinités sabulicoles et sabulicoes-vasicoles. Ce sont des

espèces sabulicoles tolérants ou vasicoles (le polychète *Labioleanira yhleni*, un crustacé *Philine aperta*, et surtout un mollusque *Nucula nitidosa*) qui caractérisent le peuplement 2.2 (Tableau 9).

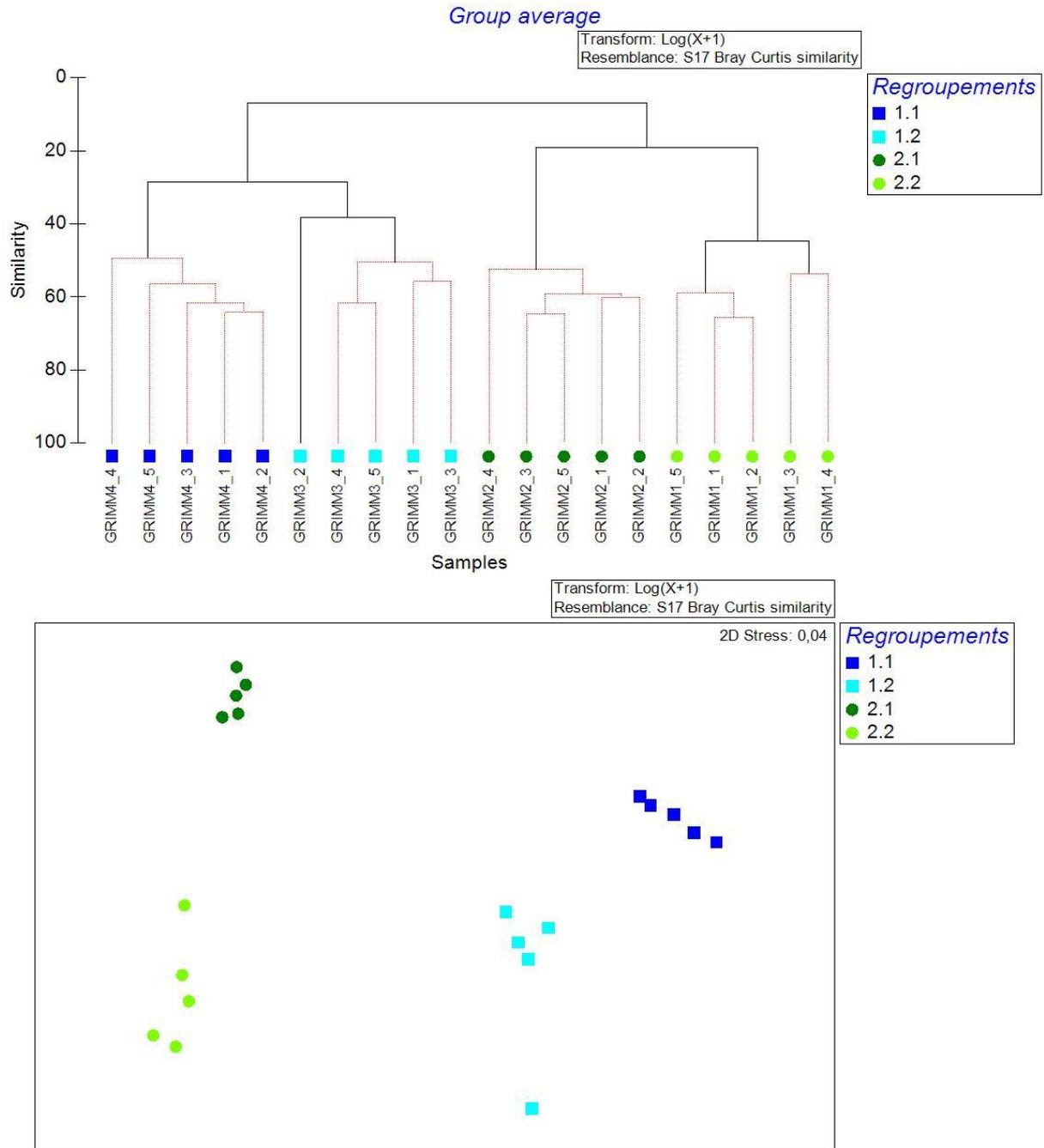


Figure 6: CAH et MDS réalisée sur les abondances (0,1m²)

Tableau 9 : 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>Pisione remota</i>	14,59
		<i>Polygordius</i> sp.	27,71
		<i>Syllis</i> spp	37,11
		<i>Glycera lapidum</i>	45,79
		<i>Branchiostoma lanceolatum</i>	54,13
1.2	47,26	<i>Mediomastus fragilis</i>	14,64
		<i>Lumbrineris latreilli</i>	25,37
		<i>Syllis</i> spp	33,27
		<i>Glycera lapidum</i>	41,02
		<i>Polygordius</i> sp.	48,1
		<i>Chaetozone corona</i>	54,37
2.1	57,11	<i>Paraonis lyra</i>	11,27
		<i>Ampelisca brevicornis</i>	21,32
		<i>Aponuphis bilineata</i>	28,14
		<i>Goniada maculata</i>	34,93
		<i>Glycera tridactyla</i>	41,31
		<i>Ampelisca</i> sp.	47,28
2.2	50,64	<i>Nucula nitidosa</i>	15,71
		<i>Labioleanira yhleni</i>	28,67
		<i>Halcompa chrysanthellum</i>	40,31
		<i>Philine aperta</i>	51,61

- Diversité et régularité

Le Tableau 10 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 légèrement plus faibles. Les valeurs les plus faibles indiquent la dominance d'une espèce dans le peuplement, comme le polychète *Scalibregma inflatum*.

Tableau 10 : Diversité de Shannon et régularité moyenne

	Diversité	Régularité
GRIMM1	3,45 ± 1,04	0,75 ± 0,20
GRIMM2	4,24 ± 0,27	0,84 ± 0,04
GRIMM3	4,04 ± 0,53	0,86 ± 0,04
GRIMM4	3,07 ± 0,51	0,80 ± 0,05

- **Groupes taxonomiques** (Cartes 10 et 11)

L'analyse des groupes taxonomiques en termes de richesse (Figure 7) révèle une composition taxonomique assez similaire en fonction des stations avec la dominance des polychètes.

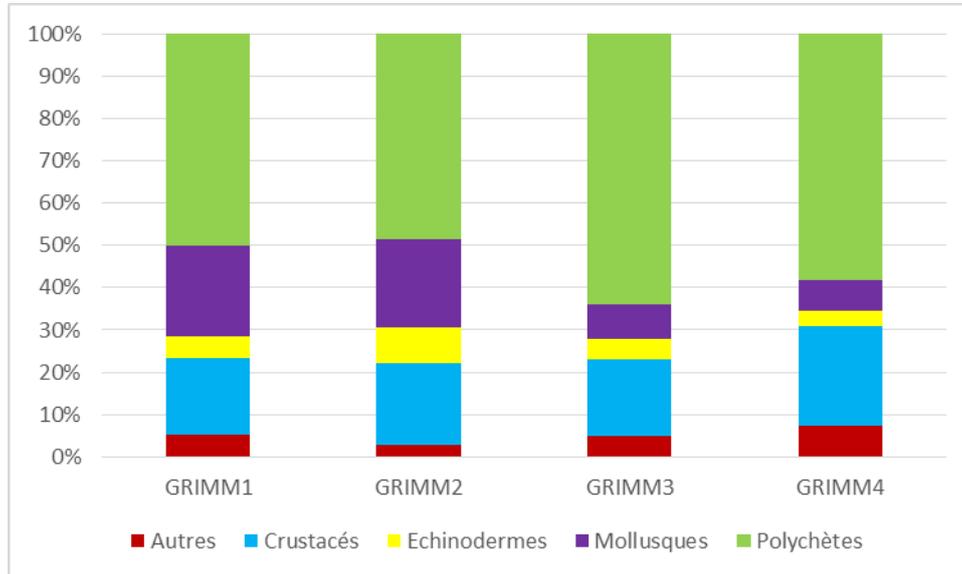


Figure 7 : Groupes taxonomiques en termes de richesse

En revanche, en termes d'abondance, des variabilités taxonomiques sont à noter (Figure 8). 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 (70%). Les cartes 10 et 11 illustrent la répartition des différents groupes taxonomiques sur chacune des stations respectivement en termes de richesse et d'abondance.

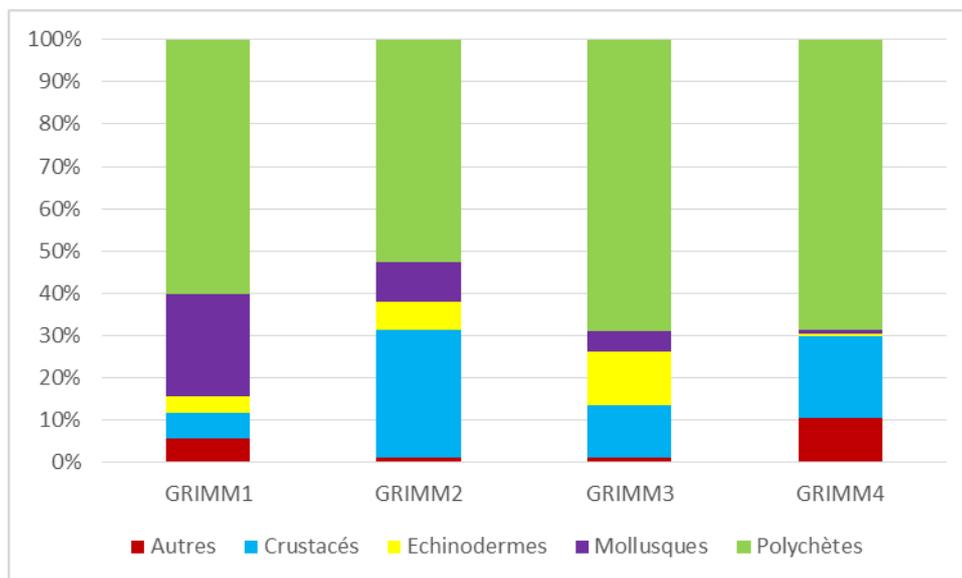
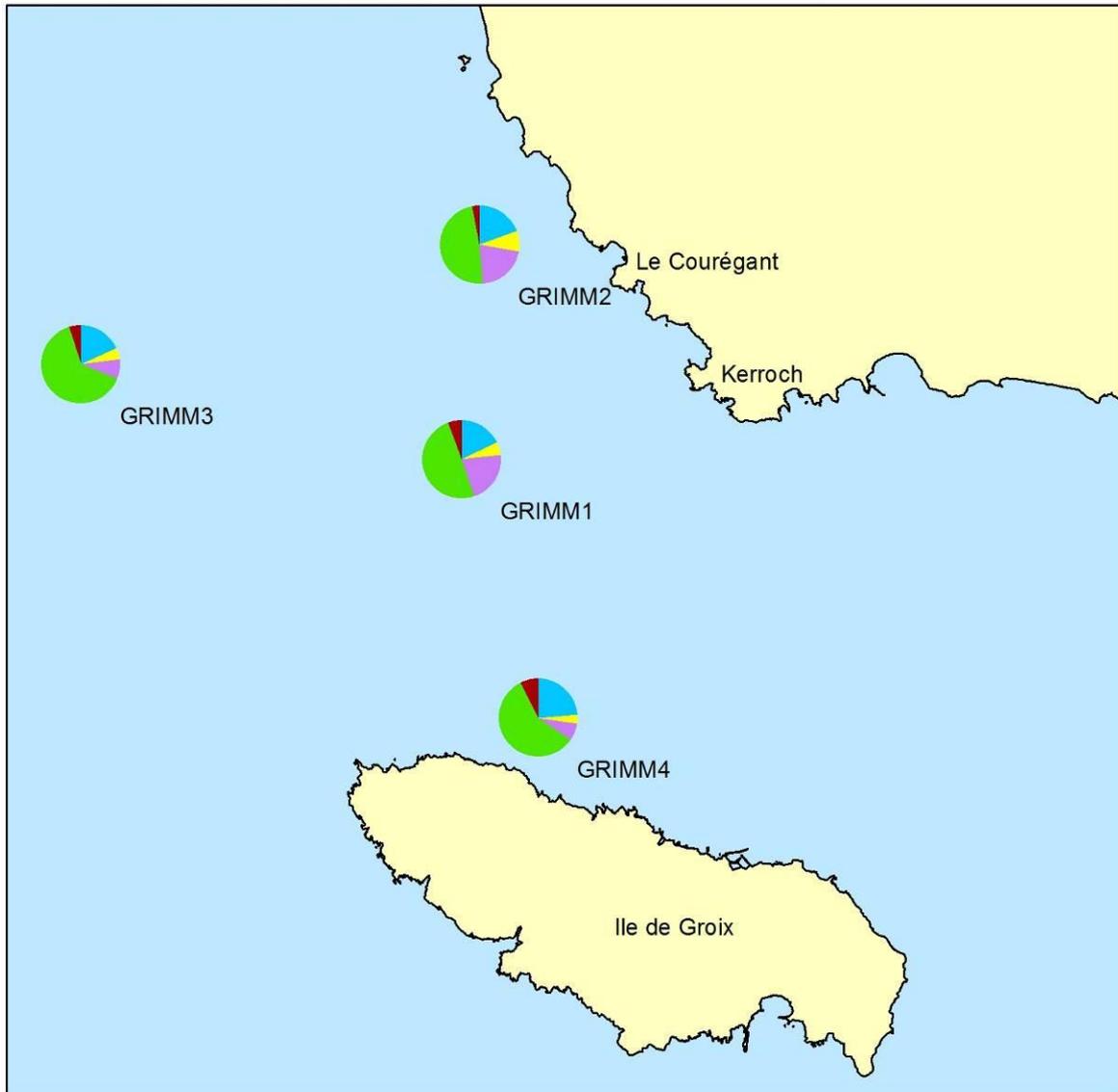


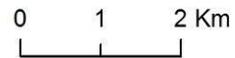
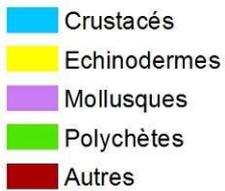
Figure 8 : Groupes taxonomiques en termes d'abondance

POURCENTAGES DES DIFFÉRENTS GROUPES TAXONOMIQUES EN TERME DE RICHESSE SPÉCIFIQUE

Suivi environnemental 2017 du site d'immersion - Port de Lorient



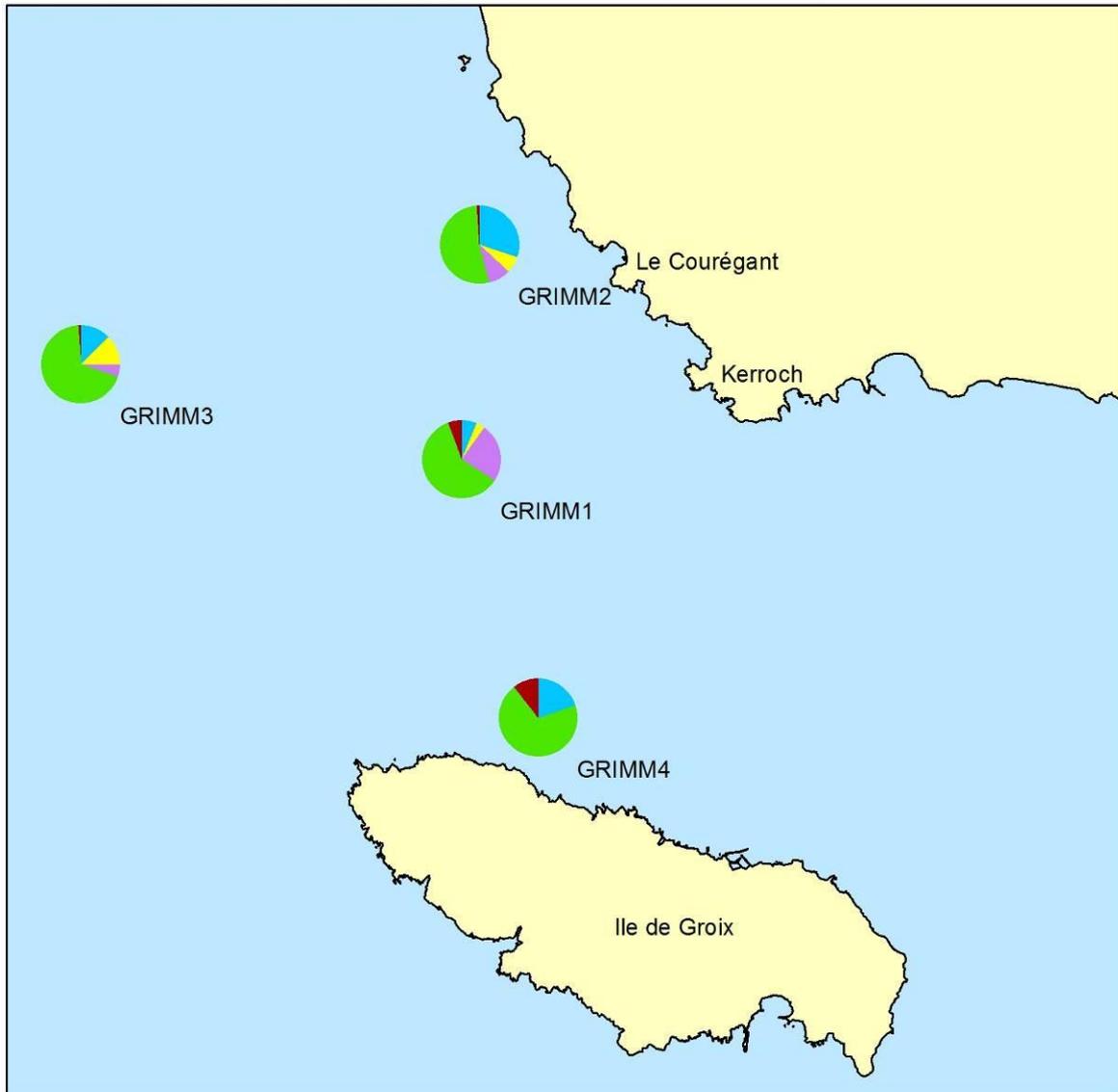
Carte réalisée par TBM, 2017



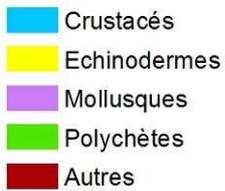
Carte 11 : Groupes taxonomiques en termes de richesse

POURCENTAGES DES DIFFÉRENTS GROUPES TAXONOMIQUES EN TERME D'ABONDANCE

Suivi environnemental 2017 du site d'immersion - Port de Lorient



Carte réalisée par TBM, 2017



0 1 2 Km



Carte 12 : Groupes taxonomiques en termes d'abondance

5.2 Peuplements et habitats

5.2.1 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.

5.2.2 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 9).

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 9 : 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 vénéréidés 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 10).

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 vénéréidés et amphipodes.



Figure 10 : 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 vénéréidés.

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 11.

*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 vénérédés, et pour la station GRIMM 4 : M08.01.02.05 Sables grossiers et graviers du circalittoral côtier à *Branchiostoma lanceolata*.*



Figure 11 : *Pisione remota*, *Polygordius* sp. et *Protodorvillea kefersteini*

5.3 Indices de qualité du milieu

5.3.1 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.

5.3.1.1 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 11) et quatre étapes de transitions ou écotones (indice I2EC impair de 1 à 7, Tableau 11).

Tableau 11: 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 12 indique la correspondance entre les valeurs de l'indice et l'état écologique.

Tableau 12 : 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 13 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 13 : 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	$0,77 < M-AMBI \leq 1$

5.3.2 Résultats

5.3.2.1 I2EC

La Figure 12 et la Carte 13 détaillent les pourcentages des groupes écologiques représentés ainsi que l'Indice d'Evaluation de l'Endofaune Côtière (I2EC) affecté à chaque station (Carte 14), 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 et GRIMM4. La station GRIMM 3 est dominée par des espèces du groupe écologique II (espèces indifférentes à l'hypertrophisation). Les groupes écologiques secondaires sont le I (espèces sensibles à l'hypertrophisation) et le III (espèces tolérantes à l'hypertrophisation). 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 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 les stations GRIMM1 et GRIMM3.

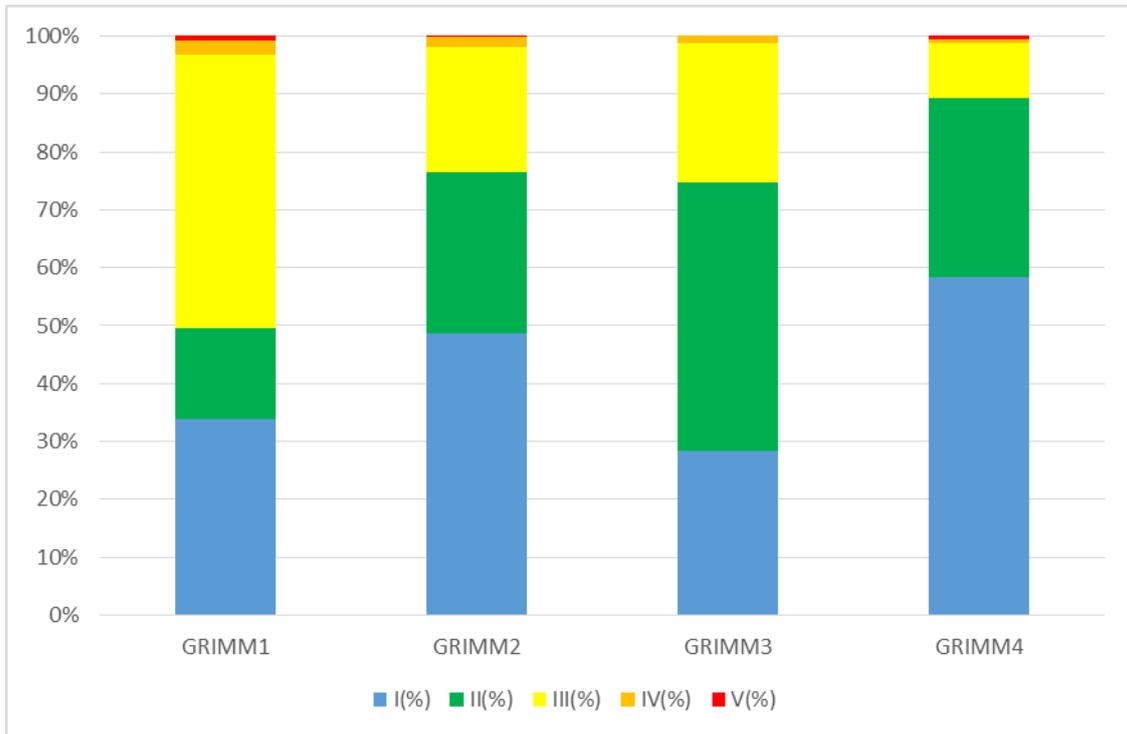
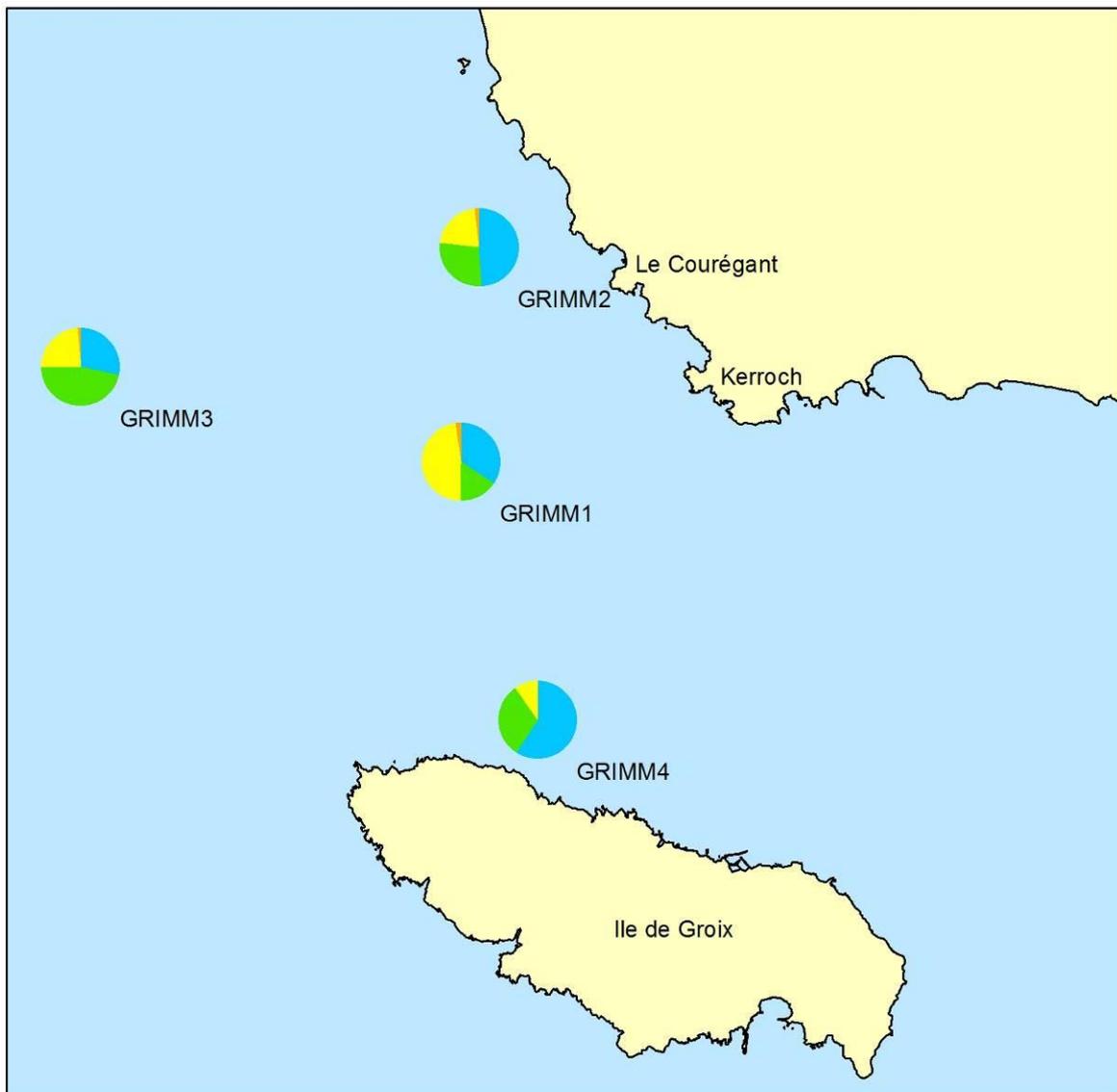


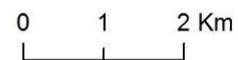
Figure 12: Pourcentages des groupes écologiques et I2EC

GROUPES ÉCOLOGIQUES

Suivi environnemental 2017 du site d'immersion - Port de Lorient



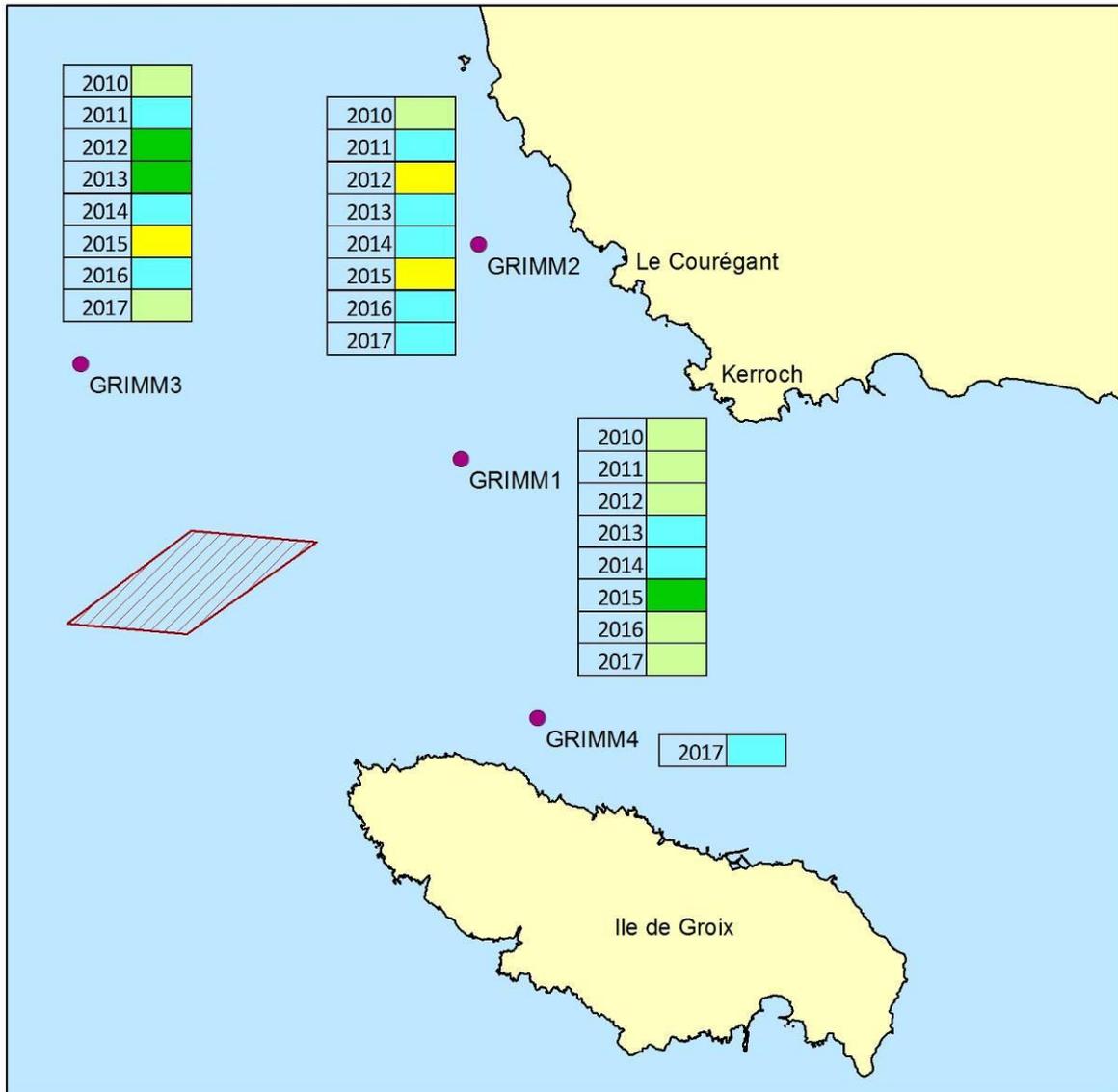
Carte réalisée par TBM, 2017



Carte 13: Groupes écologiques

INDICE D'EVALUATION DE L'ENDOFAUNE CÔTIÈRE

Suivi environnemental 2017 du site d'immersion - Port de Lorient



● Stations de prélèvements

▨ Site d'immersion

- 0 milieu normal
- 1 milieu normal
- 2 milieu enrichi
- 3 milieu enrichi
- 4 milieu dégradé
- 5 milieu dégradé
- 6 fortement dégradé
- 7 fortement dégradé

Carte réalisée par TBM, 2017

0 1 2 Km



Carte 14 : IZEC

Les résultats pour l'AMBI et le M-AMBI sont présentés dans le Tableau 14. Les valeurs de l'AMBI sont comprises entre 0,7 et 1,6 indiquant un milieu très bon pour les stations GRIMM2 et GRIMM4 et un milieu bon pour les stations GRIMM1 et GRIMM3. Enfin les valeurs du M-AMBI révèlent un très bon état écologique puisqu'elles sont comprises entre 0,96 et 1,12. La valeur de 1,12 est à nuancer à cause du manque de conditions de référence pour les sables grossiers.

Tableau 14 : Valeurs pour les indices AMBI et M-AMBI

Stations	AMBI	Etat écologique	M-AMBI	Etat écologique
GRIMM1	1,3	Bon	0,95	Très bon
GRIMM2	1,1	Très bon	1,12	Très bon
GRIMM3	1,6	Bon	1,03	Très bon
GRIMM4	0,7	Très bon	1,02	Très bon

6. Comparaison des peuplements entre 2010 et 2016

La Figure 13 illustre quelques différences dans les peuplements échantillonnés entre 2010 et 2017. 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. 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.

Suivi 2017 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix « Surveillance chimique et peuplements benthiques »

TBM environnement

Group average

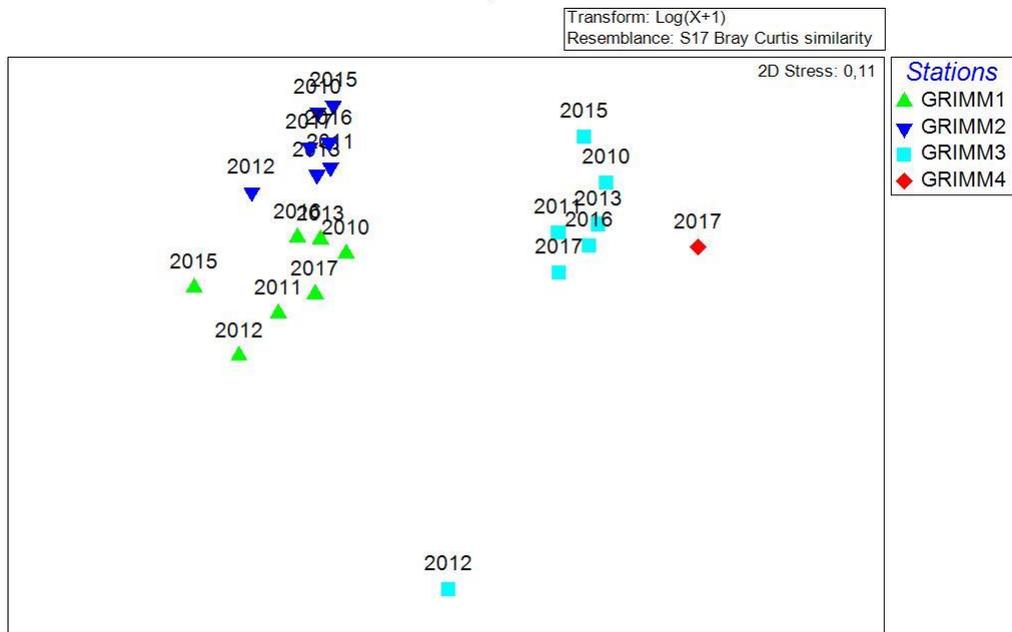
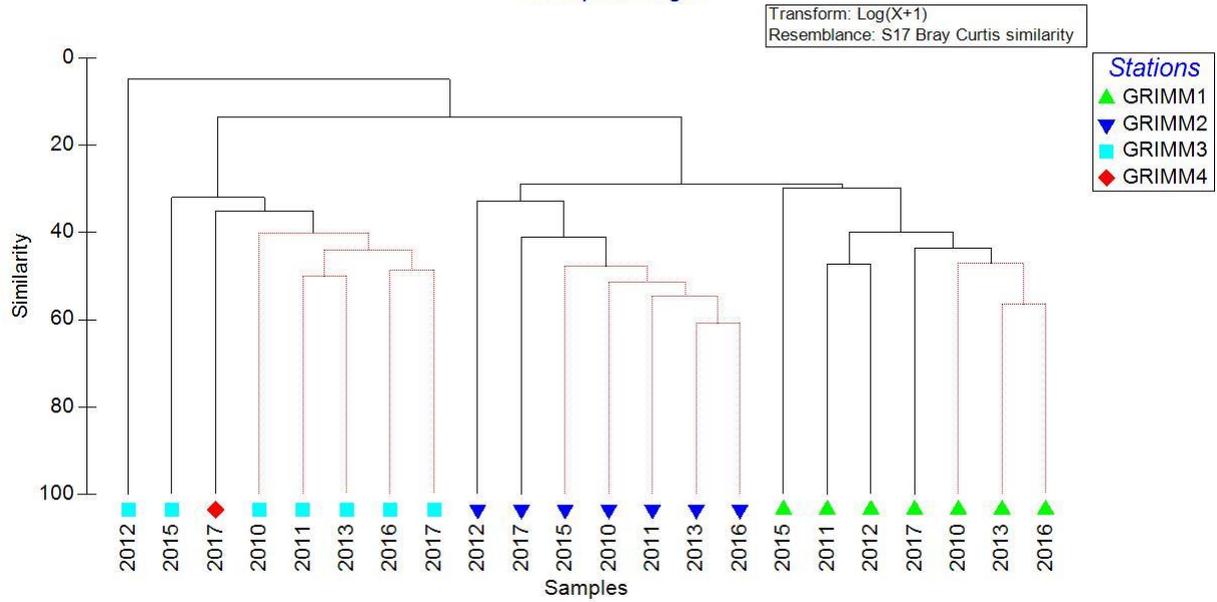


Figure 13: CAH et MDS réalisées sur les abondances totales (0,5 m²) entre 2010 et 2017 pour les GRIMM1, GRIMM2, GRIMM3 et GRIMM 4.

7. Conclusion

Le suivi 2017 du site d'immersion des produits de dragages de Groix (zone d'influence potentielle) avait pour objectifs de :

- Évaluer la qualité du milieu au regard des paramètres physico-chimiques des sédiments (éléments métalliques et organiques, matière organique et nutriments).
- 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 trois stations, échantillonnées conformément aux normes en vigueur et fiches DCE-REBENT.

L'analyse physico-chimique des sédiments montre que :

- Les concentrations en éléments traces métalliques sont inférieures aux seuils réglementaires exceptées à la station GRIMM3 où l'arsenic dépasse légèrement le niveau N1, comme en 2010, 2011, 2013 et 2016.
- Les concentrations en éléments organiques (PCB et TBT) sont inférieures aux niveaux réglementaires, comme les années précédentes.
- Les scores de risque sont faibles pour les stations GRIMM1 et GRIMM3 et négligeables pour les stations GRIMM2 et GRIMM4. Les scores de risques sont relativement constants depuis 2010.
- Les indices de pollutions organiques sont moyennes (valeurs comprises entre 4 à 8) pour les 4 stations. Les valeurs sont du même ordre de grandeur en fonction des années.

En ce qui concerne l'étude bio-sédimentaire, 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 2016 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 2017 alors qu'il était inférieur à 10% en 2010. La nouvelle station GRIMM4 a un pourcentage de vase inférieur à 1%.

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 et GRIMM4 et de 2 pour la station GRIMM1 et GRIMM3. 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 circo littoral. IFREMER

Bald, J., Borja, A., Muxika, I., Franco, J., Valencia, V., 2005. Assessing reference conditions and physico-chemical status according to the European Water Framework Directive: A case-study from the Basque Country (Northern Spain). *Marine Pollution Bulletin* 50: 1508-1522.

Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within european estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40: 1100-1114.

Chiffolleau, J-F. (coord), 2001. Les contaminants organiques qui laissent des traces : sources, transport et devenir, Programme Scientifique Seine-Aval, IFREMER, 39p.

Gray, J.S., McIntyre, A. D., Stirn, J., 1992. Manuel des méthodes de recherche sur l'environnement aquatique. Onzième partie. Evaluation biologique de la pollution marine, eu égard en particulier au benthos. *FAO Document technique sur les pêches*, N° 324, 53.

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 Rebut-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.

Tronczynski, J. (coord), 2000. Les contaminants organiques : quels risques pour le monde
vivant ?. Programme Scientifique Seine-Aval, IFREMER, 35p.

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

Liste des figures

Figure 1 : Benne Day et tamis (cliché TBM)	5
Figure 2 : Conditionnement.....	7
Figure 3 : Pourcentages des fractions granulométriques.....	9
Figure 4 : Richesses spécifiques moyennes	28
Figure 5: Abondances moyennes (nb d'ind/ m ²)	28
Figure 6: CAH et MDS réalisée sur les abondances (0,1m ²)	31
Figure 7 : Groupes taxonomiques en termes de richesse	33
Figure 8 : Groupes taxonomiques en termes d'abondance	33
Figure 9 : 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).....	37
Figure 10 : Le mollusque <i>Fabulina fabula</i> et le polychète <i>Magelona mirabilis</i>	38
Figure 11 : <i>Pisione remota</i> , <i>Polygordius</i> sp. et <i>Protodorvillea kefersteini</i>	39
Figure 12: Pourcentages des groupes écologiques et I2EC.....	44
Figure 13: CAH et MDS réalisées sur les abondances totales (0,5 m ²) entre 2010 et 2017 pour les GRIMM1, GRIMM2, GRIMM3 et GRIMM 4.....	49

Liste des tableaux

Tableau 1 : Valeurs guides des niveaux 1 et 2 pour les métaux (mg/kg de sédiment sec) retenues par la France (Arrêté du 09/08/2006).....	13
Tableau 2 : Valeurs guides des niveaux 1 et 2 pour les congénères de polychlorobiphényles (mg/kg de sédiment sec) retenues par la France (Arrêté du 09/08/2006).	13
Tableau 3 : Valeurs guides des niveaux 1 et 2 du TBT (mg/g sec) (Arrêté du 23/12/2009) ...	17
Tableau 4 : Valeurs guides des niveaux 1 et 2 des HAP (mg/g sec) (Niveaux GEODE et définis par l'arrêté du 8 février 2013)	19
Tableau 5 : Evaluation du risque en fonction du calcul du score de risque	22
Tableau 6 : Définition des classes ou indices de contamination pour les trois micropolluants exprimant la pollution organique (Alzieu, 2003).	24
Tableau 7 : Indices de pollution organique	24
Tableau 8 : Richesse et abondance totales	28
Tableau 9 : 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).....	32
Tableau 10 : Diversité de Shannon et régularité moyenne.....	32
Tableau 11: Pourcentage des différents groupes écologiques définissant les indices de valeur paire et l'état de santé du milieu. (Grall, 2003 in Alzieu, 2003).....	41
Tableau 12 : Correspondances entre valeurs de l'AMBI et état écologique	42
Tableau 13 : Correspondances entre valeurs du M-AMBI et état écologique	43
Tableau 14 : Valeurs pour les indices AMBI et M-AMBI.....	47

Liste des cartes

Carte 1 : Plan d'échantillonnage	6
Carte 2 : Fractions granulométriques	10
Carte 3 : Pourcentage de vase (< 63 µm)	11
Carte 4 : Niveaux de contamination des métaux	15
Carte 5 : Niveaux de contamination des PCB.....	16
Carte 6 : Niveaux de contamination du TBT	18
Carte 7 : Niveaux de contaminations des HAP (Niveau Géode, arrêté du 8 février 2013)	20
Carte 8 : Scores de risque.....	23
Carte 9 : Pollution organique	25
Carte 10 : Abondance et richesse spécifique moyenne.....	29
Carte 11 : Groupes taxonomiques en termes de richesse.....	34
Carte 12 : Groupes taxonomiques en termes d'abondance	35
Carte 13: Groupes écologiques	45
Carte 14 : I2EC	46

LE SUIVI DU SITE D'IMMERSION

Partie n°7

Etude des macroalgues subtidales



▲ Suivi 2017 du site d'immersion des produits
de dragage au large de Groix.
▲ « Macroalgues subtidales »

▲ Rapport

Date : Février 2017



SOMMAIRE

1.	Introduction.....	3
2.	Matériel et méthodes.....	5
2.1	Stations de prélèvements.....	5
2.2	Méthodes et moyens : Protocole DCE-2 (Derrien-Courtet et Le Gal, 2014).....	9
2.2.1	Composition et densité des espèces définissant l'étagement.....	9
2.2.2	Composition spécifique.....	11
2.2.3	Richesse spécifique totale.....	12
2.2.4	Structure des populations des algues pérennes.....	13
2.2.5	Stipes de <i>Laminaria hyperborea</i> – épibioses.....	13
2.2.6	Calcul de l'indice de qualité et de l'EQR.....	14
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.....	19
3.2.3	Secteur au Nord de Groix : Station A.....	20
3.2.4	Secteur situé proche de la côte : Station Kerroc'h.....	20
3.3	Evaluation des espèces caractéristiques et richesse spécifique algale totale.....	20
3.3.1	Secteur de la zone d'immersion : Station 5Bis.....	20
3.3.2	Secteur au Sud de Groix : Station B.....	21
3.3.3	Secteur au Nord de Groix : Station A.....	23
3.3.4	Secteur situé proche de la côte : Station Kerroc'h.....	26
3.3.5	Comparaisons.....	28
3.4	Nécrose des frondes de <i>Laminaria hyperborea</i>	31
3.5	Stipes de <i>Laminaria hyperborea</i>	32
3.5.1	Secteur de la zone d'immersion : Station 5Bis.....	32
3.5.2	Secteur au Sud de Groix : Station B.....	33
3.5.3	Secteur au Nord de Groix : Station A.....	34
3.5.4	Secteur situé proche de la côte : Station Kerroc'h.....	34
3.5.5	Comparaisons.....	35
3.6	Calcul de l'indice.....	36
4.	Conclusion.....	38

1. Introduction

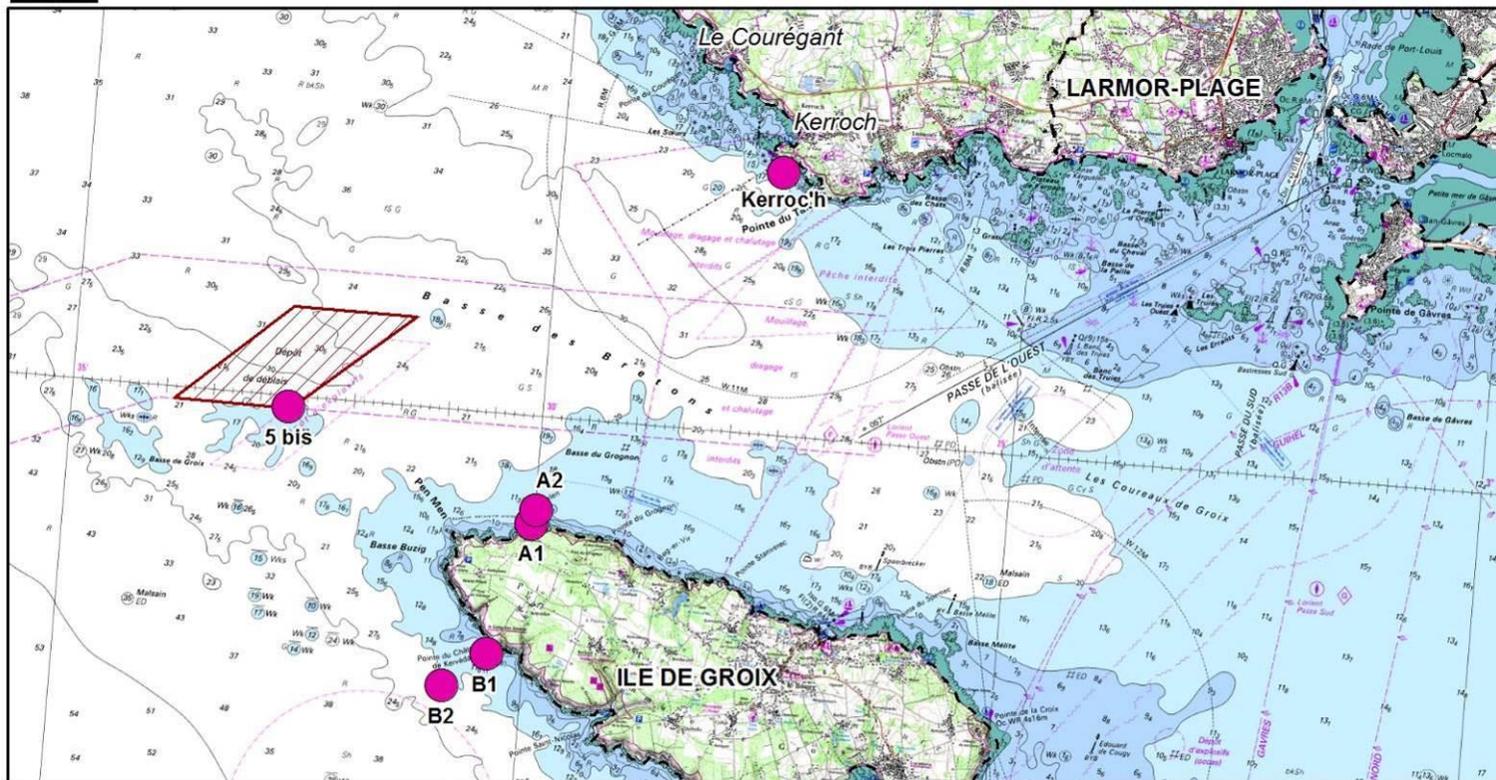
Depuis 1997, le site d'immersion situé au nord-ouest de l'île de Groix est utilisé pour accueillir les déblais issus de dragages des ports de la rade de Lorient (Cap Lorient, Région Bretagne, DCNS). La durée d'exploitation du site a été estimée à 30 ans pour un volume moyen annuel de sédiments immergés 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 suivis 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 écartés car ils 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 2017. La finalité est d'étudier l'évolution des macroalgues subtidales.



LOCALISATION DES STATIONS DE SUIVIES - MACROALGUES SUBTIDALES

Suivi environnemental 2016 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

Coordonnées en WGS 84
(Degrés minutes décimales)

Carte réalisée par TBM, 2017

0 1 2 Km



Carte 1 : Plan d'échantillonnage

2. Matériel et méthodes

2.1 Stations de prélèvements

Pour la réalisation de cette étude, six stations ont été échantillonnées dans quatre secteurs bien distincts (Carte 1).

Station 5Bis (Figure 1): Secteur situé dans la zone d'immersion.

Sur station est caractérisée par un platier rocheux avec quelques failles. La présence de sable est également à noter.

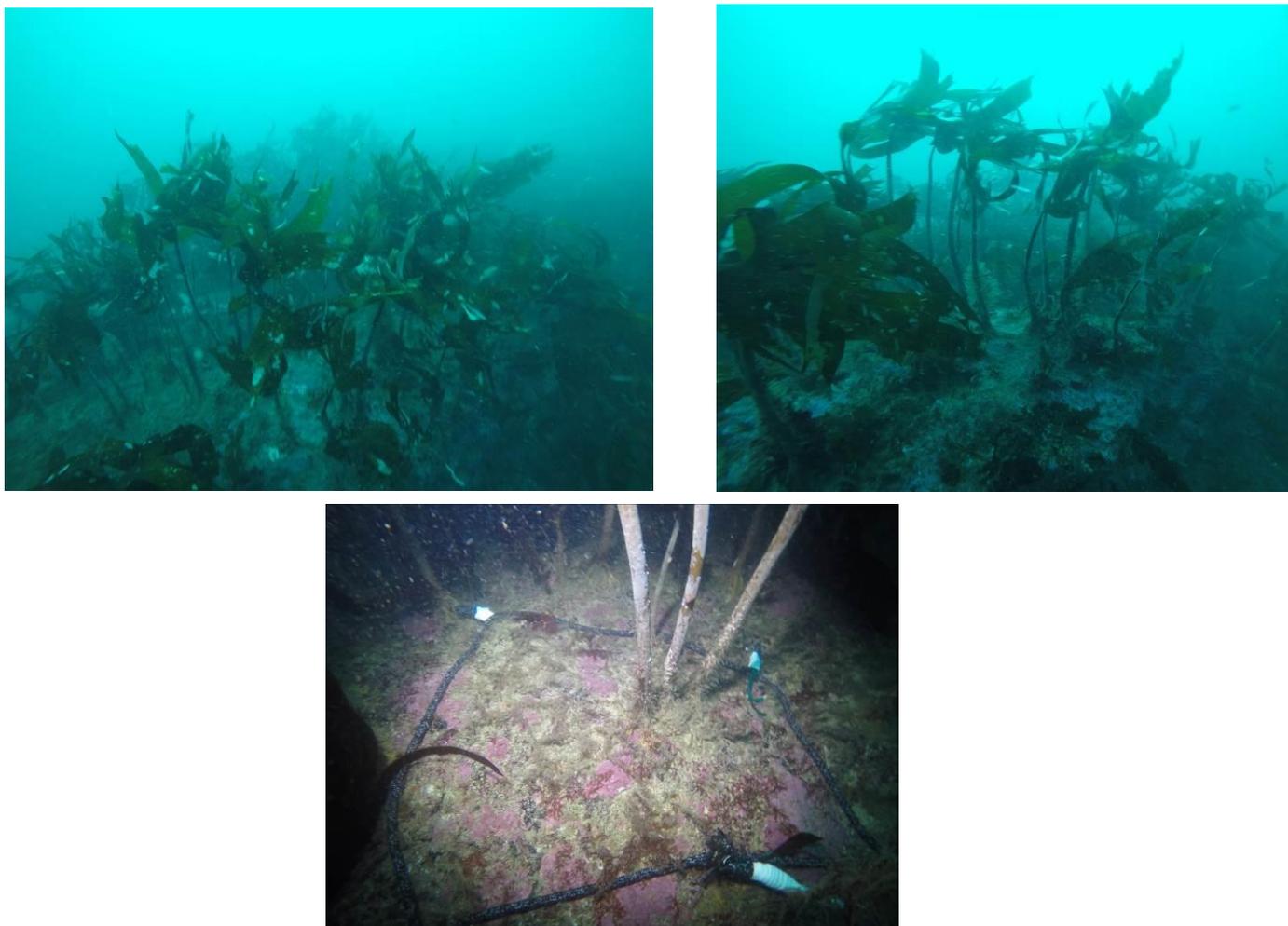


Figure 1 : Station 5Bis

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.

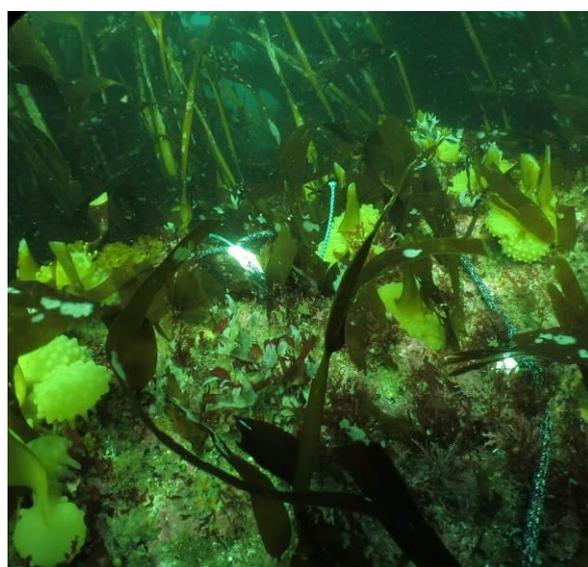


Figure 2 : Station B1

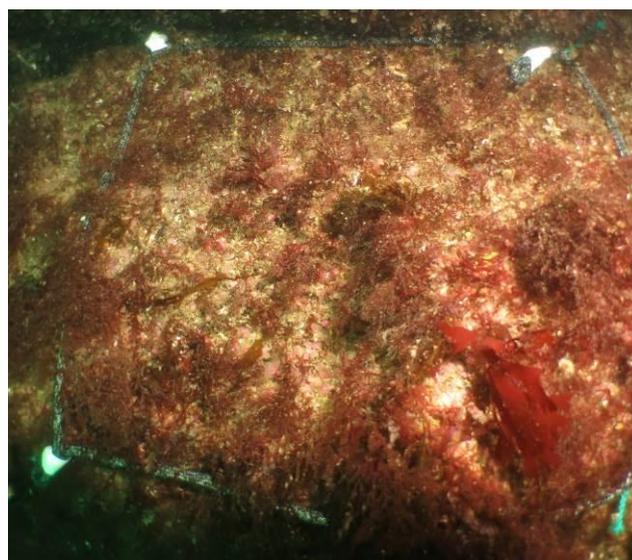
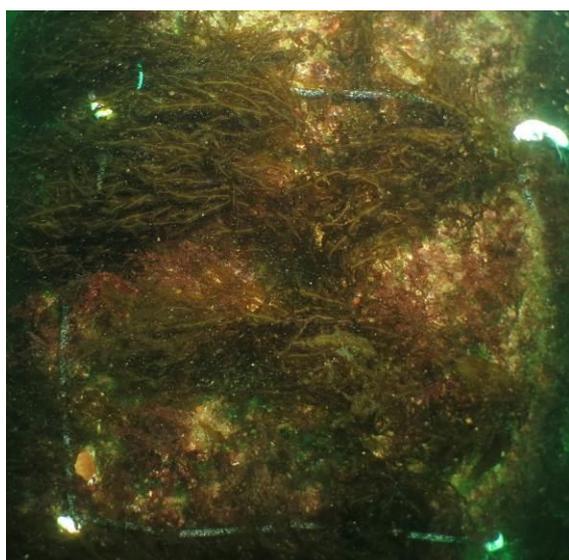


Figure 3 : Station B2

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 à noter sur la station A1.

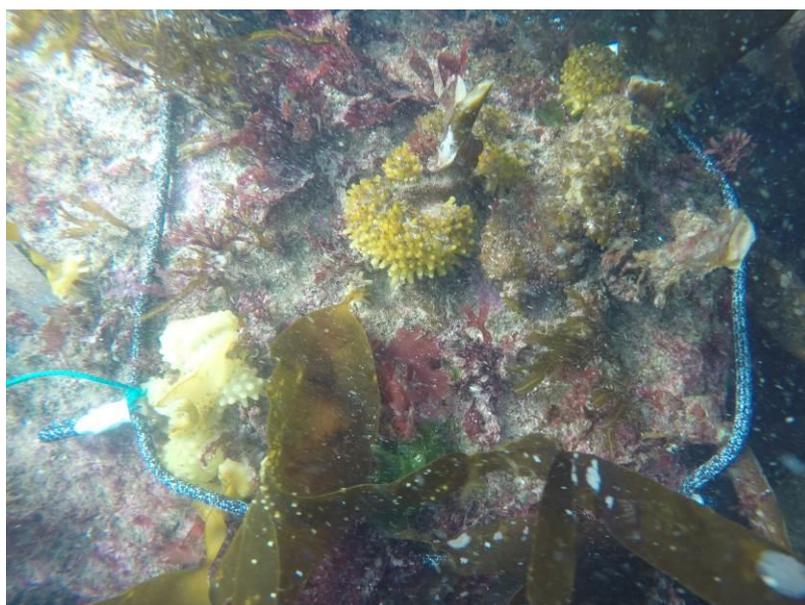


Figure 4 : Station A1

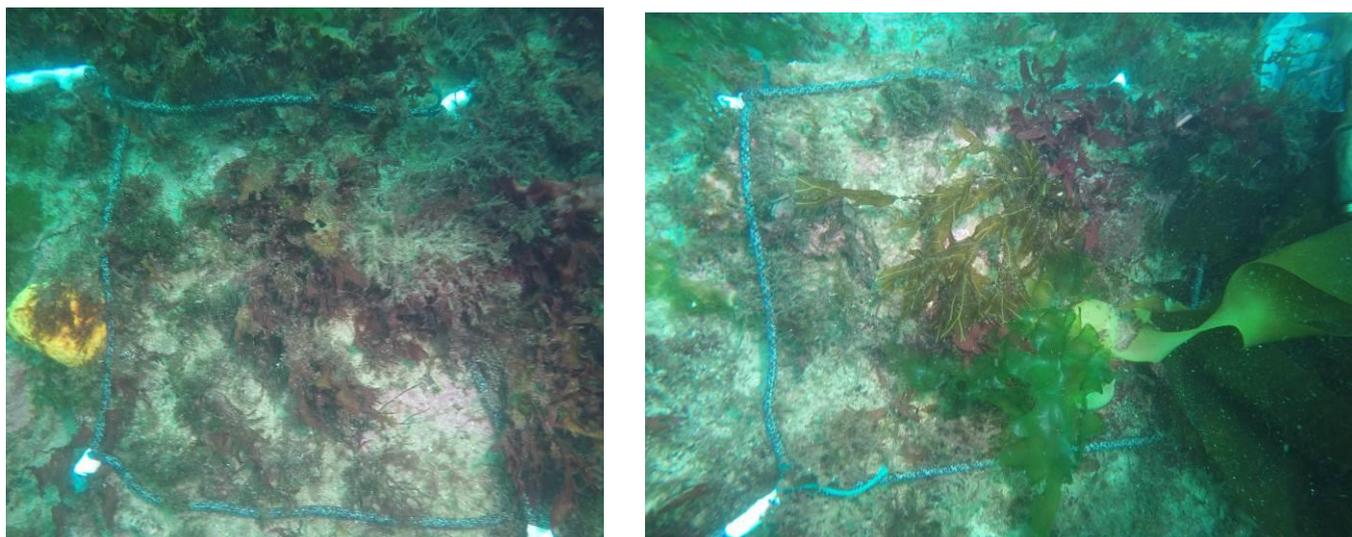


Figure 5 : Station A2

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

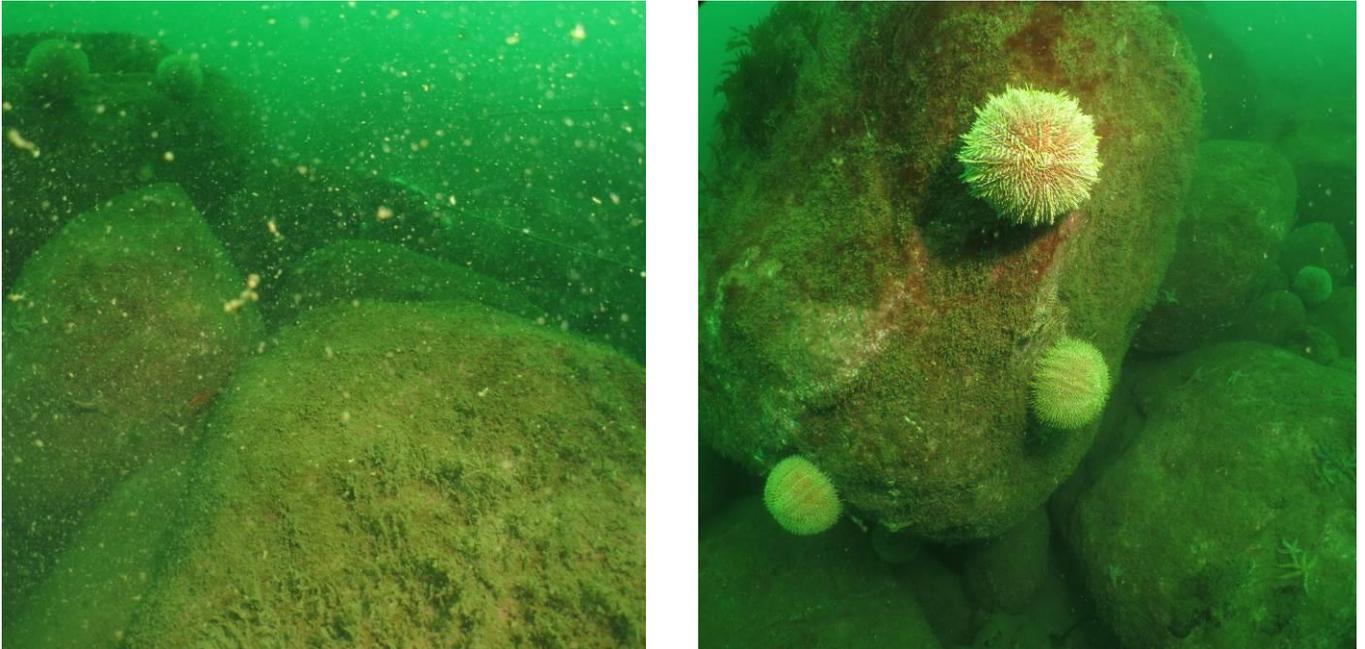


Figure 7 : Station Kerroc'h Niveau 4

2.2 Méthodes et moyens : Protocole DCE-2 (Derrien-Courtet 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 au niveau des quadrats positionnés dans les ceintures de niveaux 1-2 par comptage des pieds au sein de 10 quadrats. 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</i> spp. <i>Halidrys siliquosa</i> jeunes laminaires indéterminées. <i>Laminaria digitata</i> <i>Laminaria hyperborea</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>	jeunes laminaires indéterminées. <i>Laminaria digitata</i> <i>Laminaria hyperborea</i> <i>Laminaria ochroleuca</i> <i>Saccorhiza polyschides</i>	<i>Cystoseira</i> spp. jeunes laminaires indéterminées. <i>Laminaria ochroleuca</i> <i>Saccorhiza polyschides</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'infralittoral au circalittoral 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</i> spp. et <i>Halidrys siliquosa</i> ($\geq 3ind/m^2$)	<i>Sargassum muticum</i> et/ou <i>Halidrys siliquosa</i> , parfois associées avec <i>Laminaria hyperborea</i> , et/ou <i>Saccorhiza polyschides</i> ($\geq 3ind/m^2$). Sous strate composée d'algues rouges sciaphiles
Infralittoral inférieur =Niveau 3	"Forêt de laminaires clairsemées" : Laminaires (<i>Laminaria digitata</i> , <i>Laminaria hyperborea</i> , <i>Laminaria ochroleuca</i> et <i>Saccorhiza polyschides</i>) densité $< 3/m^2$	Champs de <i>Solieria chordalis</i> ($< 3ind/m^2$)	Rares <i>Sargassum muticum</i> et/ou <i>Halidrys siliquosa</i> éparses ($< 3ind/m^2$). Abondance d'algues rouges sciaphiles <i>Solieria chordalis</i> et de la faune fixée
Circalittoral côtier =Niveau 4	Absence de laminaires et présence d'algues sciaphiles (<i>Dictyopteris polypodioides</i> , <i>Rhodymenia pseudopalmata</i> ...), prédominance de la faune fixée	Absence de <i>Solieria chordalis</i> et présence d'algues sciaphiles (<i>Dictyopteris polypodioides</i> , <i>Rhodymenia 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>ErythroglOSSum 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>ErythroglOSSum 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>Dictyopteris polypodioides</i> <i>Dictyota dichotoma</i> <i>Halopteris filicina</i> <i>Laminaria hyperborea</i>	<i>Dictyopteris polypodioides</i> <i>Sargassum muticum</i>
Rhodophycées	<i>Acrosorium venulosum</i> <i>Bonnemaisonia asparagoides</i> <i>Calliblepharis ciliata</i> <i>Callophyllis laciniata</i> <i>Cruoria pellita</i> <i>Cryptopleura ramosa</i> <i>Delesseria sanguinea</i> <i>Heterosiphonia plumosa</i> <i>Kallymenia reniformis</i> <i>Meredithia microphylla</i> <i>Phyllophora crispa</i> <i>Phymatolithon lenormandii</i> <i>Plocamium cartilagineum</i> <i>Polyneura bonnemaisonii</i>	<i>Apoglossum ruscifolium</i> <i>Bonnemaisonia asparagoides</i> <i>Calliblepharis ciliata</i> <i>Callophyllis laciniata</i> <i>Chylocladia verticillata</i> <i>Cryptopleura ramosa</i> <i>Erythroglossum laciniatum</i> <i>Heterosiphonia plumosa</i> <i>Nitophyllum punctatum</i> <i>Phyllophora crispa</i> <i>Phymatolithon lenormandii</i> <i>Plocamium cartilagineum</i> <i>Polyneura bonnemaisonii</i> <i>Pterothamnion plumula</i> <i>Rhodophyllis divaricata</i> <i>Solieria chordalis</i>

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 (10 quadrats) pour l'étage infralittoral supérieur (niveaux 1-2) et sur 2 m² (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) sont 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 occupée par 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.

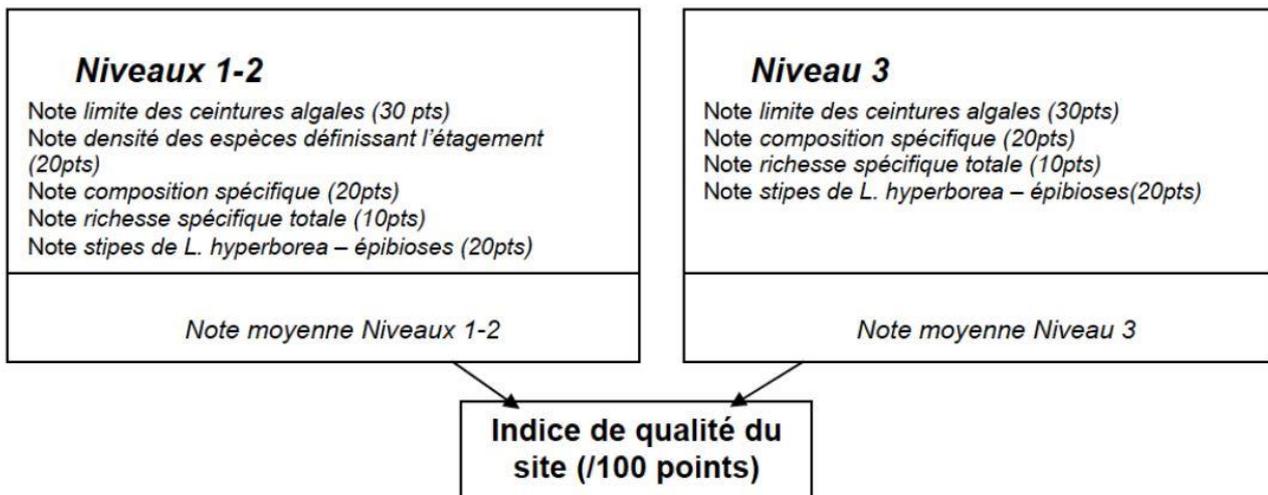


Figure 9 : Calcul de l'indice de qualité

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 superotypes

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 en deux sessions du 21 au 23 août 2017 et du 27 au 28 septembre 2017 (Tableau 14). Les coefficients de marée sont compris entre 30 et 101. D'une manière générale la mer était 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	Site	Coefficient	Heure Pleine Mer	Site de référence
21/08/2017	Kerroc'h	92/96	17h27	Port Tudy (Groix)
22/08/2017	B1 et B2	99/101	18h08	Port Tudy (Groix)
23/08/2017	A1 et A2	101/101	18h45	Port Tudy (Groix)
27/09/2017	5Bis	45/39	09h34	Port Tudy (Groix)
28/09/2017	5Bis et A2	33/30	10h43	Port Tudy (Groix)

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'infralittoral 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'infralittoral supérieur (Niveau N2) est présent entre 0 et - 9 m C.M. ainsi que l'infralittoral inférieur (Niveau N3) entre -9 m et -11 m C.M. Les ceintures de l'infralittoral inférieur (Niveau N3) entre -12 m et -14,6 m C.M. et celle du circalittoral côtier entre -14,6 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'infralittoral supérieur (Niveau N2) est présent entre 0 et - 8 m C.M. ainsi que l'infralittoral inférieur (Niveau N3) entre - 8 m et - 8,9 m C.M. Seule la ceinture de l'infralittoral 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'infralittoral supérieur (Niveau N2) est présent entre 0 et - 7 m C.M. ; l'infralittoral inférieur (Niveau N3) entre - 7 m et -14,8 m C.M. et celle du circalittoral côtier entre -14,8 et - 17 m C.M.

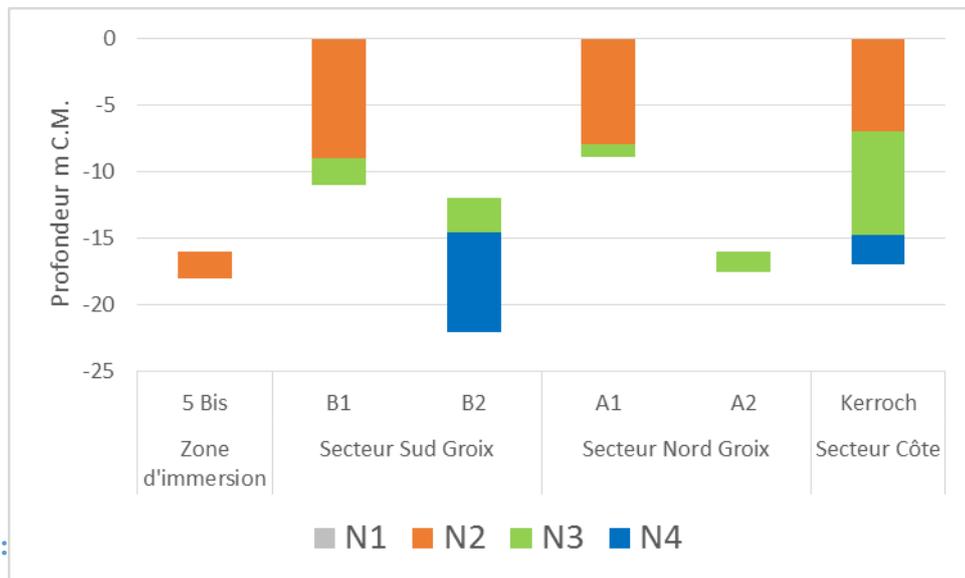


Figure 11 :

ites

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 (pourcentage de couverture compris entre 35 et 80%, moyenne de $51 \pm 14,9$ %). La présence d'une forêt de Laminaire dense (*Laminaria hyperborea*) est observée. C'est la seule espèce structurante observée. L'échantillonnage s'est bien effectué dans le niveau 2 (horizon à grandes algues dressées denses).

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 12 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. Principalement des *Saccorhiza polyschides* sont recensées mais quelques pieds de *Laminaria hyperborea* sont comptés. Sur B2, quelques pieds de *Saccorhiza polyschides* sont observées en haut du tombant. Le niveau 3 est ainsi étudié.

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. En revanche, les densités en laminaires sont beaucoup plus faibles sur le secteur A2. Ainsi, le niveau 2 est échantillonné sur A1 et le niveau 3 sur A2.

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. Des champs de laminaires denses sont à noter sur cette station. Comme sur les autres stations, ce sont principalement des *Saccorhiza polyschides* qui sont recensées avec quelques pieds de *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 la station sur 10 quadrats de 0,25 m². Les résultats sont présentés dans le Tableau 15. Un total de 13 espèces sont recensées dont 11 sont des espèces caractéristiques mais seulement 9 seront prises pour le calcul de la note car deux espèces sont présentes que dans un seul quadrat. Les espèces les plus représentées sont *Heterosiphonia plumosa* et *Laminaria hyperborea*. Le nombre de pieds est stable entre 2016 et 2017 (Figure 12).

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	Jeunes laminaires						1	4			8	13
	<i>Membranoptera alata</i>								1		1	2
Espèces caractéristiques	<i>Acrosorium venulosum</i>			1				1				2
	<i>Callophyllis laciniata</i>		2	1	4	1		8	3	1	3	23
	<i>Cryptopleura ramosa</i>	1			1						1	3
	<i>Delesseria sanguinea</i>	1	1		2	1	3		1	5		14
	<i>Dictyopteris polypodioides</i>	1		1	1						5	8
	<i>Halopteris filicina</i>	2	1	1	1	1						6
	<i>Heterosiphonia plumosa</i>	18	3	3	9	7	4	8	1	1	1	55
	<i>Laminaria hyperborea</i>		5	2	8	5	6	1	4	7	7	45
	<i>Phyllophora crispa</i>					1						1
	<i>Plocamium cartilagineum</i>								1			1
	<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	1		1				1			4	7
Nombre de pieds		24	12	10	26	16	15	22	11	18	26	180
Nombre d'espèces		6	5	7	7	6	5	5	6	5	7	13

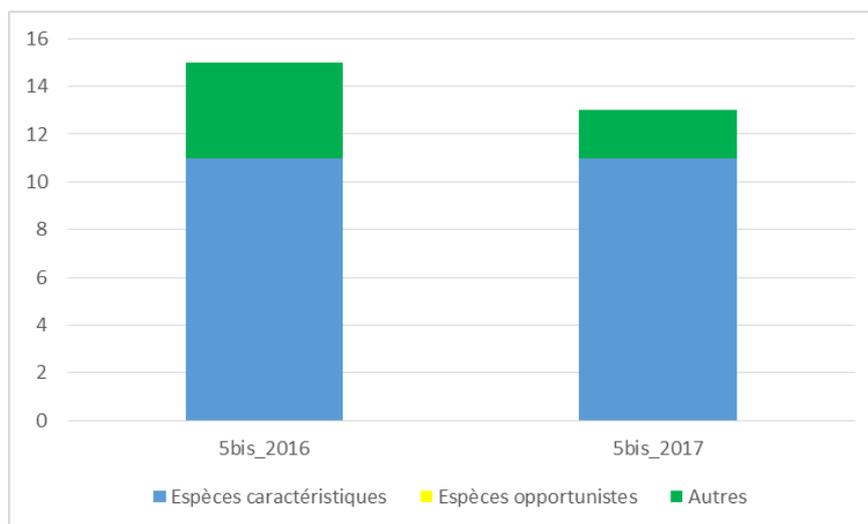


Figure 12 : Comparaison du nombre de pieds entre 2016 et 2017 pour la station 5Bis

3.3.2 Secteur au Sud de Groix : Station B

Les comptages d'algues caractéristiques ont été réalisés sur la station sur 10 quadrats de 0,25 m². 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 10 sont des espèces caractéristiques mais seulement 8 seront prises pour le calcul de la note car une espèce est présente que dans un seul quadrat. Plusieurs espèces sont constantes et bien représentées comme *Cryptopleura ramosa* ou *Saccorhiza polyschides*. Une diminution du nombre de pieds est observée entre 2016 et 2017 (Figure 13).

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>Chondrus crispus</i>	5		17	1	6	11		17	8	1	66	
	<i>Gelidium corneum</i>								6		1	7	
	<i>Osmundea osmunda</i>				1							1	
	<i>Palmaria palmata</i>										2	2	
	<i>Pterosiphonia complanata</i>	10	2	5	22	17	5		11	7	3	82	
	<i>Saccorhiza polyschides</i>	11	25	16	12	7	12	14	17	26	11	151	
Espèces caractéristiques	<i>Acrosorium venulosum</i>	2	7	8	2	18		2			7	46	
	Corallines dressées	5	7	6	1	18		3	1		4	45	
	<i>Cryptopleura ramosa</i>	5	10	11	33	28	25	21	28	20	16	197	
	<i>Delesseria sanguinea</i>										1	1	
	<i>Dictyota dichotoma</i>	1	1	1		1						4	
	<i>Heterosiphonia plumosa</i>				1				2		3	6	
	<i>Laminaria hyperborea</i>										7	7	
	<i>Phyllophora crispa</i>						7				4	11	
	<i>Plocamium cartilagineum</i>				1	1	2		1	2		7	
	<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	6	2	3	1	6	10	5	8	2		43	
	Nombre de pieds		45	54	69	74	##	63	48	90	63	60	676
	Nombre d'espèces		8	7	10	9	10	5	7	8	5	12	16

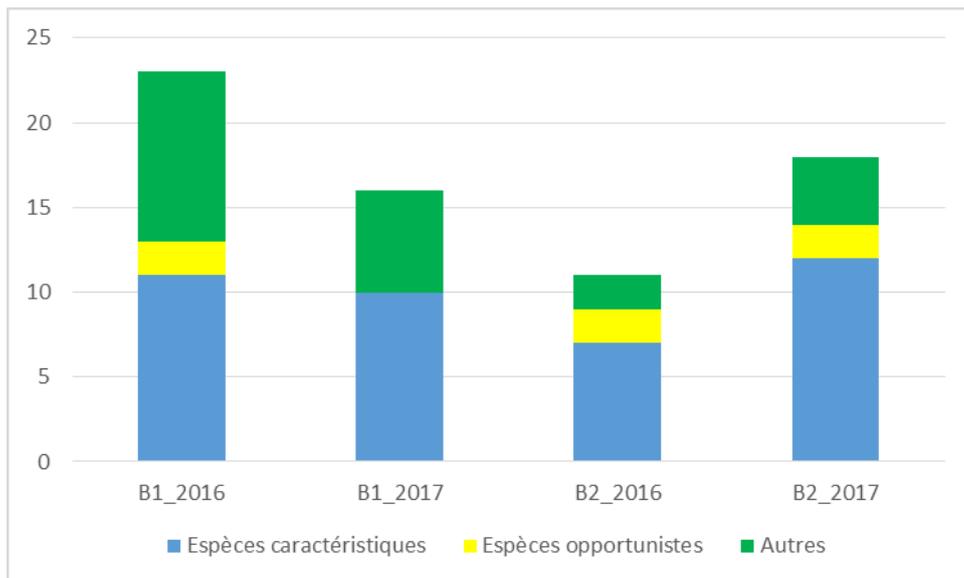


Figure 13 : Comparaison du nombre de pieds entre 2016 et 2017 pour la station B (B1 et B2)

Tableau 17 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m² sur la station B2 Niveau 3

		1	2	3	4	5	6	7	8		
Autres	<i>Antithamnionella ternifolia</i>				6	3	1			10	
	<i>Pterosiphonia parasitica</i>						5			5	
	<i>Halurus equisetifolius</i>						1			1	
	<i>Rhodymenia holmesii</i>		1		6			2		9	
	<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>		2		10	76			1	89	
	<i>Saccorhiza polyschides</i>					2			1	3	
Espèces caractéristiques	<i>Callophyllis laciniata</i>	1	5				1	1		8	
	<i>Cryptopleura ramosa</i>	10	12	2	7	1	3	6	3	44	
	<i>Delesseria sanguinea</i>	1	2			1	1		1	6	
	<i>Dictyopteris polypodioides</i>	22	5	48			13	4	12	104	
	<i>Dictyota dichotoma</i>	5		3	1		1		1	11	
	<i>Halopteris filicina</i>	1	5						1	7	
	<i>Heterosiphonia plumosa</i>	25	13	27			17	8	21	111	
	<i>Phyllophora crispa</i>	1		4	4	9			1	1	20
	<i>Plocamium cartilagineum</i>			5			1	4	10		20
Espèces opportunistes	<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	1	3		7	4	1	5	1	22	
	<i>Polysiphonia fucoïdes</i>	6	2		26	42	34	49		159	
		73	55	84	67	139	84	86	41	629	
Nombre d'espèces		10	11	5	8	9	13	10	8	17	

Sur la station B2, un total de 17 espèces sont recensées dont 9 sont des espèces caractéristiques et 2 sont des espèces opportunistes. *Rhodymenia pseudopalmata* et *Heterosiphonia plumosa* sont les espèces qui ont les effectifs totaux les plus importants. L'espèce opportuniste *Polysiphonia fucoïdes* a des effectifs non négligeables dans quelques quadrats. Une augmentation du nombre de pieds est observée entre 2016 et 2017 (Figure 13).

3.3.3 Secteur au Nord de Groix : Station A

Les comptages d'algues caractéristiques ont été réalisés sur la station sur 10 quadrats de 0,25 m². 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 26 espèces sont recensées dont 13 sont des espèces caractéristiques et 4 sont des espèces opportunistes. 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 80 pieds. Entre 2016 et 2017, le nombre de pieds pour l'ensemble des espèces est stable (Figure 14).

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>Antithamnionella ternifolia</i>						1					1	
	<i>Chondracantus acicularis</i>						1					1	
	<i>Gelidium corneum</i>	1				7						8	
	<i>Gelidium pulchellum</i>		10				15					25	
	<i>Lomentaria articulata</i>			1	1								2
	<i>Nitophyllum punctatum</i>				3	1	1				1		6
	<i>Palmaria palmata</i>				1	3			1		10		15
	<i>Polyneura bonnemaisonii</i>	1		6	8	6	3	2	2	3			31
	<i>Saccorhiza polyschides</i>	8	7	6	5	23	8	9	3	6	5		80
Espèces caractéristiques	<i>Calliblepharis ciliata</i>	9			5						4	18	
	<i>Callophyllis laciniata</i>	2	4		1	3	6	10	3	5	1	35	
	Corallines dressées		5				3					8	
	<i>Cryptopleura ramosa</i>	4	2	1	7	14	4	5	1	1	21	60	
	<i>Delesseria sanguinea</i>	1	1	2	1		1	1		1	2	10	
	<i>Dictyopteria polypodioides</i>	3	8		10	1	4	3	2		5	36	
	<i>Dictyota dichotoma</i>				1						3	4	
	<i>Halopteris filicina</i>	1		1	1		7	1				11	
	<i>Heterosiphonia plumosa</i>	1	16		3		14	2	1			37	
	<i>Laminaria hyperborea</i>			3				1	3	5		12	
	<i>Phyllophora crispa</i>	16		5	14						7	42	
	<i>Plocamium cartilagineum</i>	1			11		8				4	24	
	<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>		12			1	23	3			8	47	
	Espèces opportunistes	<i>Ceramium sp.</i>				1							1
<i>Desmarestia ligulata</i>						1						1	
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>		7			14	4	2	6	1	2	2	38	
<i>Ulva sp.</i>		1	2		6	1	5	3	3	1	3	25	
Nombre de pieds		56	67	25	93	65	##	46	20	24	76	578	
Nombre d'espèces		14	10	8	18	12	17	12	10	8	14	26	

Sur la station A2_Niveau3, dans les 8 quadrats un total de 22 espèces sont recensées dont 13 sont des espèces caractéristiques. Les espèces caractéristiques dominantes sont, comme au niveau 2, les deux espèces *Calliblepharis ciliata* et *Heterosiphonia plumosa*. Deux espèces opportunistes sont recensées. Une augmentation des effectifs entre 2016 et 2017 pour l'ensemble des espèces est constatées (Figure 14).

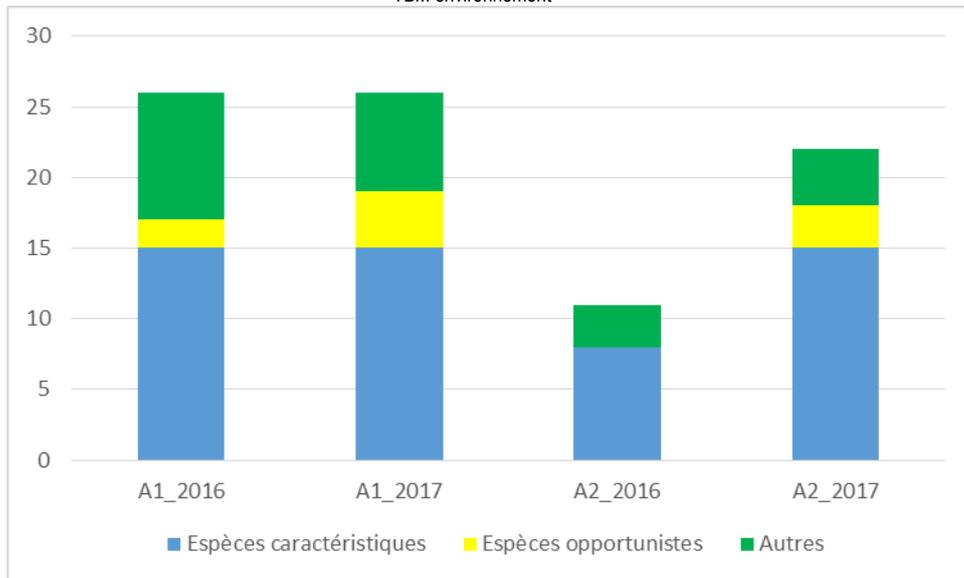


Figure 14 : Comparaison du nombre de pieds entre 2016 et 2017 pour la station A (A1 et A2_N3)

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>Halidrys siliquosa</i>			1						1
	<i>Pterocladia capillacea</i>								1	1
	<i>Pterosiphonia complanata</i>	4	1			1	3		1	10
	<i>Nitophyllum punctatum</i>			2	1				1	4
	<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	1	1	2		2	2	1	2	11
	<i>Saccorhiza polyschides</i>								1	1
	<i>Stenogramme interrupta</i>				2					2
	Espèces caractéristiques	<i>Acrosorium venulosum</i>			1			1	1	2	5
<i>Calliblepharis ciliata</i>		21	12	2	39	22	23	9	22	150
<i>Callophyllis laciniata</i>				1	2		1		1	5
<i>Cryptopleura ramosa</i>		2			2				1	5
<i>Delesseria sanguinea</i>		1	1	2					2	6
<i>Dictyopteris polypodioides</i>		1	5	3	1	17			1	28
<i>Dictyota dichotoma</i>					1				1	2
<i>Halopteris filicina</i>		2	2	5		1	3	1	4	18
<i>Heterosiphonia plumosa</i>		13	12	21	20	3	7	11	7	94
<i>Kallymenia reniformis</i>		3								3
<i>Laminaria hyperborea</i>		1			1				1	3
<i>Phyllophora crispa</i>		4	2	4	9	2	36	6	12	75
<i>Plocamium cartilagineum</i>			2			1		3	6	
Espèces opportunistes	<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>					1				1
	<i>Ulva sp.</i>	1	1		1					3
Nombre de pieds		54	37	46	79	49	77	31	61	434
Nombre d'espèces		12	9	12	11	8	9	8	15	22

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

Les comptages d'algues caractéristiques ont été réalisés sur la station sur 10 quadrats de 0,25 m². 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 25 espèces sont recensées dont 14 sont des espèces caractéristiques mais seulement 12 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*. *Saccorhiza polyschides* est l'espèce dominante de laminaire. Une augmentation des effectifs totaux est à noter entre 2016 et 2017 (Figure 15).

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>Boergeseniella fructiculosa</i>										1	1
	<i>Palmaria palmata</i>								2			2
	<i>Chondrus crispus</i>						4					4
	<i>Halidrys siliquosa</i>	3	6		6	5	9	2	2	5	6	44
	<i>Nitophyllum punctatum</i>			1			1					2
	<i>Osmundea osmunda</i>						3			2		5
	<i>Pterosiphonia complanata</i>	3	3	2	1	1		3	5	2		20
	<i>Saccorhiza polyschides</i>	3			3	2	6		10	3	4	31
Espèces caractéristiques	<i>Acrosorium venulosum</i>	24	25	18	25	14	9	10	15	21	14	175
	<i>Callophyllis laciniata</i>	3	1			2		1			1	8
	Corallines dressées	56	30	36	27	20	24	28	24	47	33	325
	<i>Cryptopleura ramosa</i>	24	17	18	20	21	33	29	23	26	31	242
	<i>Delesseria sanguinea</i>	10	4	5	6	8	6	8	5	5	3	60
	<i>Dictyopteris polypodioides</i>				1							1
	<i>Dictyota dichotoma</i>	1	1		2	1		1	1	2		9
	<i>Dilsea carnosa</i>	3	15	5		3	5		12	7	17	67
	<i>Heterosiphonia plumosa</i>	8	2		3	5		2		5	9	34
	<i>Kallymenia reniformis</i>	2		2		4	1		1			10
	<i>Laminaria hyperborea</i>	2			1		1					4
	<i>Phyllophora crispa</i>					1						1
	<i>Plocamium cartilagineum</i>	1			2				1	3		7
	<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>			4		3	1		3		2	13
Espèces opportunistes	<i>Ceramium nodulosum</i>			1			1		1			3
	<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	4	1	2	3	6	4	2	2	3	1	28
	<i>Polysiphonia fucoïdes</i>	2										2
	Nombre de pieds	149	109	90	100	96	108	86	107	131	122	1098
	Nombre d'espèces	16	12	10	13	15	15	10	15	13	12	25

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	
Espèces caractéristiques	Corallines dressées				5						5	
	<i>Cryptopleura ramosa</i>			2			2				4	
	<i>Dictyopteris polypodioides</i>	1						2	2	1	4	
	<i>Heterosiphonia plumosa</i>									1	1	
	<i>Plocamium cartilagineum</i>			1							1	
	<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	1	6	30	42	66	22		10	5	8	190
	Nombre de pieds	2	6	33	47	66	24	2	12	7	12	211
Nombre d'espèces	2	1	3	2	1	2	1	2	3	2	6	

Sur la station Kerroc'h « Niveau 4 » très peu d'espèces de macroalgues sont observées. En effet, un total de 6 espèces sont recensées ; toutes sont des espèces caractéristiques. L'espèce *Rhodymenia pseudopalmata* est la mieux représentée. En termes d'effectif, aucune évolution entre 2016 et 2017 n'est à noter (Figure 15).

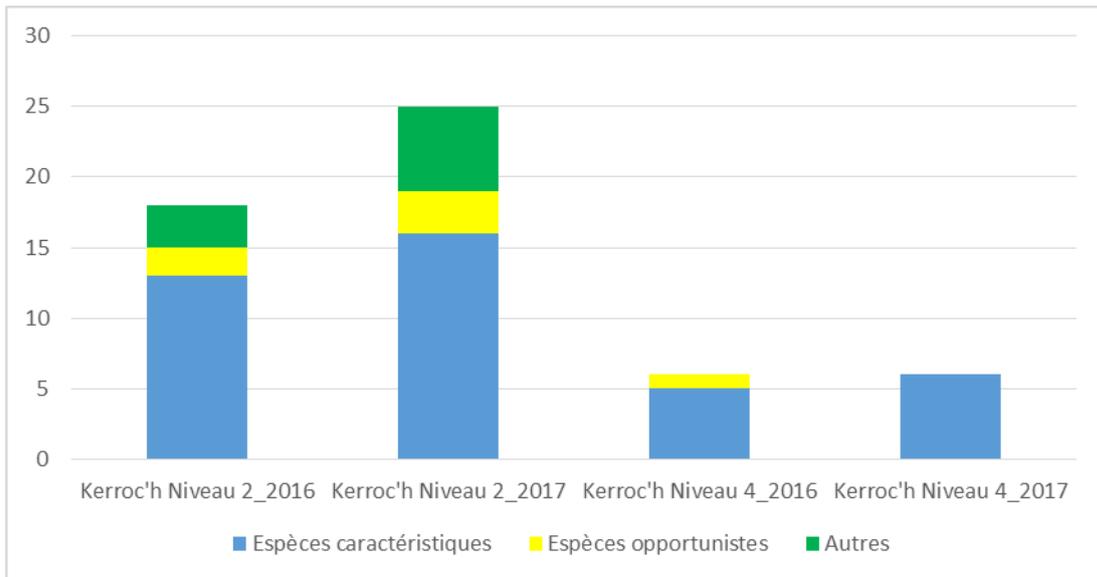


Figure 15 : Comparaison du nombre de pieds entre 2016 et 2017 pour la station Kerroc'h (Niveau 2 et Niveau 4)

3.3.5 Comparaisons

La Figure 16 compare 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 sauf la station 5Bis. La richesse spécifique la plus faible est mesurée sur la station Kerroc'h « Niveau 4 ».

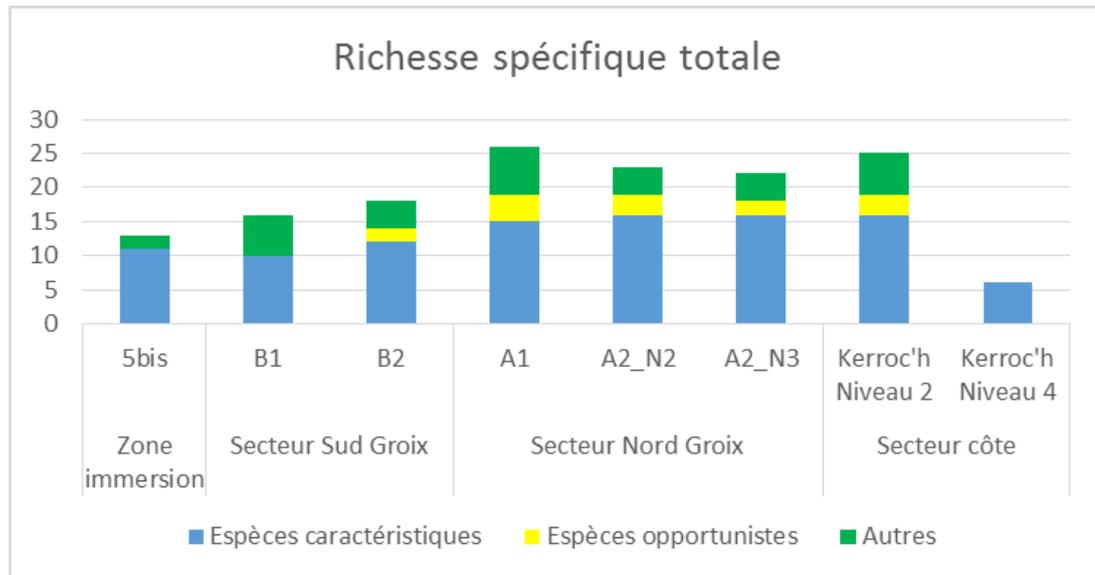


Figure 16 : Richesses spécifiques totales observées dans les quadrats de 0,25 m²

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 17 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 de certaines stations. Le regroupement 1 isole les échantillons de la station Kerroc'h Niveau 4 et un échantillon de la station B2 (B2_4). Le cortège des espèces caractéristiques de cette assemblage est composé quasi exclusivement de *Rhodomenia pseudopalmata* et *Dictyopteris polypodioides* (Procédure SIMPER, Tableau 22). Les espèces discriminantes pour l'assemblage 2.1 (échantillons de la station Kerroc'h « niveau 2 » et de la station B1) sont *Cryptopleura ramosa*, les corallines dressées, *Saccorhiza polyschides* et *Acrosorium venulosum*. En effet, le regroupement 2.2 isole le plus d'échantillons (stations 5Bis, A1, A2 et B2). Les espèces représentatives sont plus nombreuses comme *Dictyopteris polypodioides*, *Heterosiphonia plumosa*, *Cryptopleura ramosa* ou *Calliblepharis ciliata*.

Suivi 2017 du site d'immersion des produits de dragages au large de Groix « Macroalgues subtidales »
TBM environnement

Group average

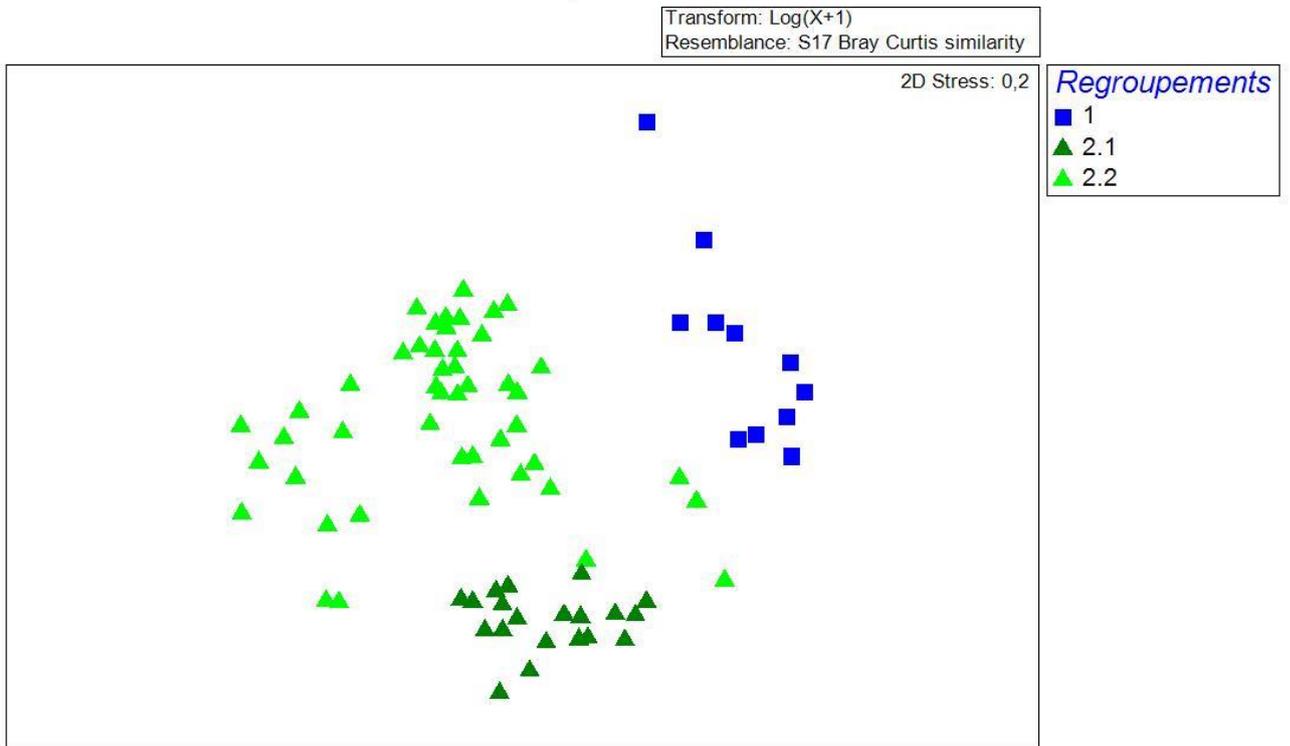
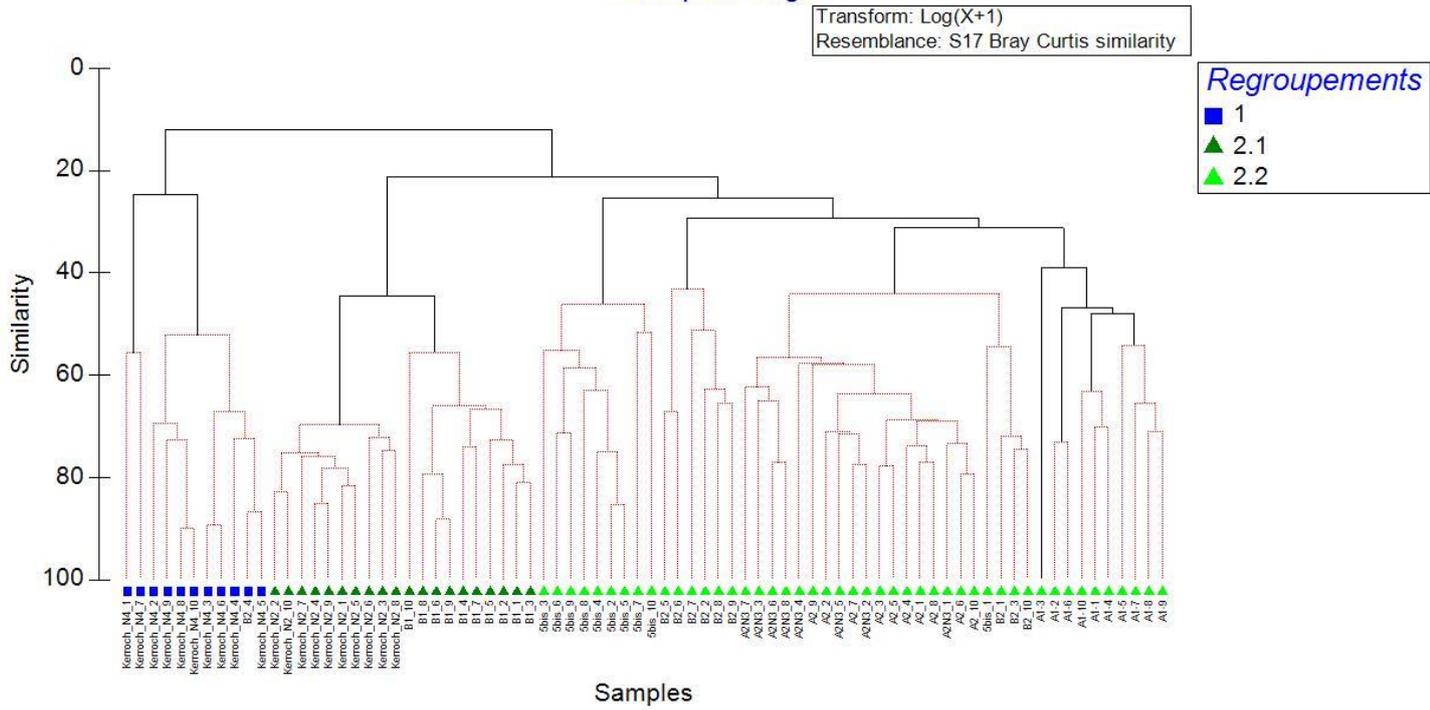


Figure 17: CAH et MDS réalisée sur le nombre de pied (0,25 m²)

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	49,45	<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	86,76
		<i>Dictyopteris polypodioides</i>	99,15
2.1	56,73	<i>Cryptopleura ramosa</i>	26,71
		Corallines dressées	40,91
		<i>Saccorhiza polyschides</i>	54,25
		<i>Acrosorium venulosum</i>	66,65
2.2	36,41	<i>Heterosiphonia plumosa</i>	25,82
		<i>Dictyopteris polypodioides</i>	37,66
		<i>Cryptopleura ramosa</i>	45,81
		<i>Calliblepharis ciliata</i>	53,93
		<i>Callophyllis laciniata</i>	61,17

3.4 Nécrose des frondes de *Laminaria hyperborea*

La Figure 18 indique les différents stades de nécroses observés sur *Laminaria hyperborea*. Sur le site B2, aucune valeur n'est disponible car cette espèce est absente de cette zone d'étude. Sur le site 5Bis, situé dans la zone d'immersion, les stades de nécroses sont plus diversifiés mais la majorité des individus sont en bonne santé (60%). Sur les autres stations, la quasi majorité des laminaires sont en bonne santé. Sur Kerroc'h, quelques individus ont une nécrose maximale.

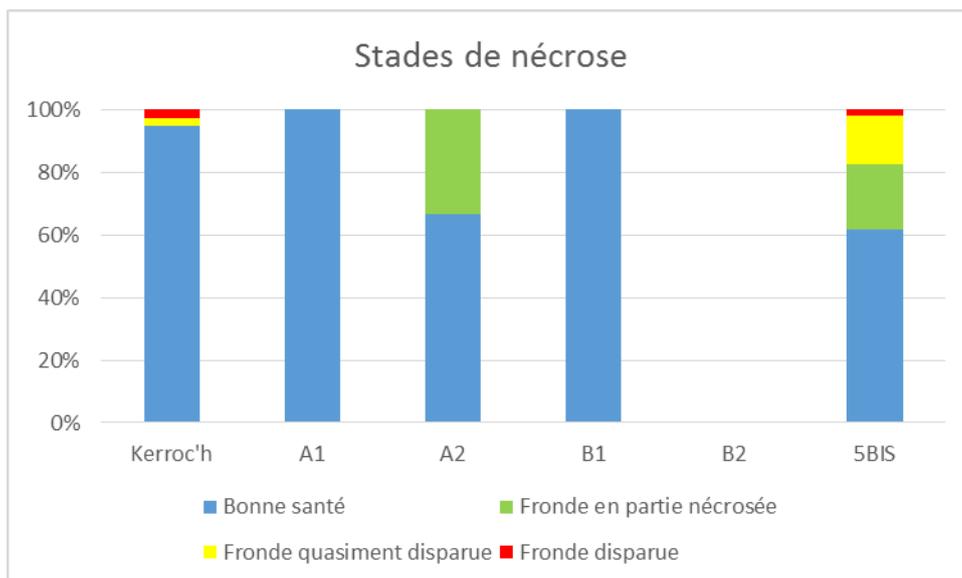


Figure 18 : Stades de nécrose de *Laminaria hyperborea*

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 37 (\pm 9,63) cm. La surface moyenne occupée par les espèces en épibiose par mètre linéaire de stipe est de 280 (\pm 36,51) cm²/mL. Le Tableau 24 illustre les espèces dominantes observées ainsi que leur occurrence. Quatre espèces sont inventoriées principalement et l'espèce *Phycodryis rubens* est présente sur presque tous les stipes.

Tableau 23 : Paramètres relevés sur 10 stipes de *Laminaria hyperborea* sur la station 5Bis

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	38	32	102,4	320	Non
2	39	33	99	300	Non
3	29	21	54,6	260	Non
4	48	38	114	300	Non
5	40	29	87	300	Non
6	52	26	78	300	Non
7	40	40	120	300	Non
8	38	32	89,6	280	Non
9	21	20	48	240	Non
10	25	15	30	200	Non
Moyenne	37	28,6	82,26	280	
Ecart-type	9,63	8,06	29,59	36,51	

Tableau 24 : Espèces majoritaires sur les stipes de *Laminaria hyperborea* sur la station 5Bis

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Occurrence (%)
<i>Calliblepharis ciliata</i>								1			10%
<i>Membranoptera alata</i>					1						10%
<i>Phycodryis rubens</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	90%
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	1	1			1		1	1			50%
Nb d'espèce/stipe	2	1	1	1	3	1	2	3	1	1	

3.5.2 Secteur au Sud de Groix : Station B

Le Tableau 25 indique les différents paramètres mesurés sur 10 stipes de *Laminaria hyperborea* sur la station B1. La longueur moyenne des stipes étudiés est de 44,90 ($\pm 5,77$) cm. La surface moyenne occupée par les espèces en épibiose par mètre linéaire de stipe est de 420 ($\pm 58,88$) cm²/mL. Le Tableau 26 illustre les espèces dominantes observées ainsi que leur occurrence. 8 espèces sont inventoriées et aucune espèce n'est présente sur tous les stipes. *Membranoptera alata* et *Phycodryas rubens* sont les espèces qui sont le plus couramment observées.

Tableau 25 : 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	49,00	29,00	104,40	360,00	Non
2	52,00	38,00	152,00	400,00	Non
3	52,00	37,00	170,20	460,00	Non
4	40,00	30,00	132,00	440,00	Non
5	40,00	30,00	120,00	400,00	Non
6	52,50	36,00	158,40	440,00	Non
7	42,00	31,00	117,80	380,00	Non
8	42,00	15,00	84,00	560,00	Non
9	38,00	24,00	91,20	380,00	Non
10	41,50	23,00	87,40	380,00	Non
Moyenne	44,90	29,30	121,74	420,00	
Ecart-type	5,77	7,12	30,86	58,88	

Tableau 26 : Espèces majoritaires sur les stipes de *Laminaria hyperborea* sur la station B1

											Occurrence
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	(%)
<i>Callophyllis laciniata</i>								1		1	20%
<i>Cryptopleura ramosa</i>	1										10%
<i>Delesseria sanguinea</i>	1		1			1					30%
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>						1					10%
<i>Lomentaria articulata</i>			1				1			1	30%
<i>Membranoptera alata</i>		1	1	1	1	1	1	1	1	1	90%
<i>Phycodryas rubens</i>		1		1	1					1	40%
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	1	1	1	1	1	1	1		1		80%
Nb d'espèce/stipe	3	3	4	3	3	4	3	2	2	4	

3.5.3 Secteur au Nord de Groix : Station A

Le Tableau 27 indique les différents paramètres mesurés sur 10 stipes de *Laminaria hyperborea* sur la station A. La longueur moyenne des stipes étudiés est de 9,25 (\pm 10,93) cm. La surface moyenne occupée par les espèces en épibiose par mètre linéaire de stipe est de 313 (\pm 82,20) cm²/mL. Le Tableau 28 illustre les espèces dominantes observées ainsi que leur occurrence. Cinq espèces sont inventoriées. *Rhodymenia pseudopalmata* est l'espèce qui est le plus couramment observée.

Tableau 27 : 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	48,00	47,00	169,20	360,00	Non
2	41,00	33,00	132,00	400,00	Non
3	28,00	25,00	90,00	360,00	Non
4	20,00	14,00	56,00	400,00	Non
5	26,00	25,00	37,50	150,00	Non
6	39,50	34,00	115,60	340,00	Non
7	28,00	22,00	70,40	320,00	Non
8	15,00	4,00	8,00	200,00	Non
9	31,00	28,00	89,60	320,00	Non
10	16,00	12,00	33,60	280,00	Non
Moyenne	29,25	24,40	80,19	313,00	
Ecart-type	10,93	12,36	49,36	82,20	

Tableau 28 : Espèces majoritaires sur les stipes de *Laminaria hyperborea* sur la station A1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Occurrence (%)
<i>Calliblepharis ciliata</i>	1	1					1		1		40%
<i>Lomentaria articulata</i>			1	1			1		1		40%
<i>Membranoptera alata</i>			1		1		1				40%
<i>Phycodryis rubens</i>	1	1				1		1	1		50%
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	1	1	1	1	1	1	1		1	1	90%
Nb d'espèce/stipe	3	4	2	3	2	2	4	1	4	1	

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

Le Tableau 29 indique les différents paramètres mesurés sur 10 stipes de *Laminaria hyperborea* sur la station Kerroc'h. La longueur moyenne des stipes étudiés est de 20,85 (\pm 7,10) cm. La surface moyenne occupée par les espèces en épibiose par mètre linéaire de stipe est de 239 (\pm 173,30) cm²/mL. Le Tableau 30 illustre les espèces dominantes observées ainsi que leur occurrence. Quatre espèces sont inventoriées et aucune espèce n'est présente sur tous les stipes. *Rhodymenia pseudopalmata* est l'espèce qui est le plus couramment observée.

Tableau 29 : 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	18,00	12,50	45,00	360,00	Non
2	33,00	16,00	64,00	400,00	Non
3	24,00	18,00	50,40	280,00	Non
4	24,00	5,00	35,00	530,00	Non
5	22,00	11,00	18,70	170,00	Non
6	24,00	14,00	47,60	340,00	Non
7	27,00	7,00	11,20	160,00	Non
8	12,00	0,00	0,00	0,00	Non
9	13,50	3,00	4,50	150,00	Non
10	11,00	0,00	0,00	0,00	Non
Moyenne	20,85	8,65	27,64	239,00	
Ecart-type	7,10	6,57	23,59	173,30	

Tableau 30 : 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>Calliblepharis ciliata</i>		1									10%
<i>Membranoptera alata</i>		1	1								20%
<i>Phycodrys rubens</i>				1							10%
<i>Rhodymenia pseudopalmeta</i>	1	1	1	1	1	1	1		1		80%
Nb d'espèce/stipe	1	3	1	3	1	1	1	0	1	0	

3.5.5 Comparaisons

La Figure 19 compare les longueurs de stipes et les surfaces épiphytées par mètre linéaire sur les différentes stations étudiées en 2016 et en 2017. 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, en 2017, les valeurs les plus élevées sont observées sur la station B1 et elles sont minimales sur Kerroc'h. Les valeurs obtenues sur les stations 5bis et B1 sont similaires. Hormis pour la station A1, où les valeurs sont similaires entre les deux années de suivi, les surfaces épiphytées sont plus élevées en 2017. De fortes différences sont observées sur les stations B1 et Kerroc'h.

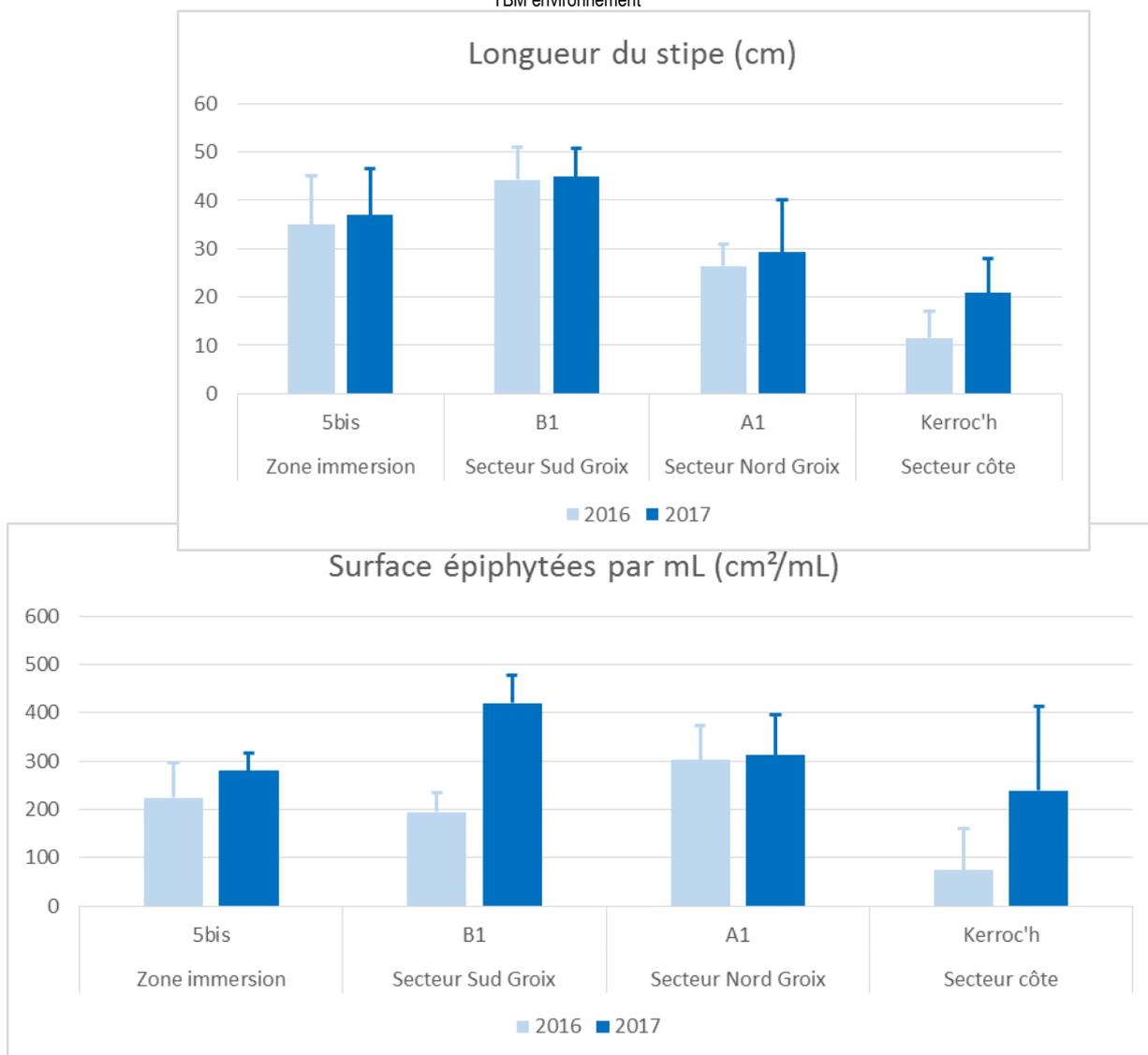


Figure 19 : Longueur des stipes (cm) et surface épiphytée par mL (cm²/mL)

3.6 Calcul de l'indice

Le Tableau 31 illustre les différentes notes obtenues pour les différents paramètres étudiés ainsi que les calculs des indices. Aucune des deux espèces indicatrices du bon état écologique n'a été observée (*Laminaria digitata* et *Padina pavonica*). Les résultats indiquent des indices de qualités moyennes à très bonnes en 2017. Le site A a la meilleure qualité avec une valeur de 1,05. Les sites 5Bis et B ont des valeurs moyennes assez proches avec réciproquement 0,62 et 0,59. Le site Kerroch a une valeur intermédiaire de 0,71. Il est nécessaire de rappeler que pour le site 5bis la ceinture de l'infralittoral supérieur (Niveau 2) n'est pas présent 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. Ainsi, en termes d'évolution entre 2016 et 2017, une diminution de l'indice est à noter pour les stations 5 bis et B qui passe d'indices bons à des indices moyens.

L'amélioration la plus flagrante est observée sur la station Kerroc'h alors que la station A reste stable.

Tableau 31 : Notes pour les différents paramètres et calculs des indices de qualité

Niveau 1-2	Station B	Station A	Station 5Bis	Station Kerroch
Note ceinture (/30pts)	9,5	21,4	23,2	16,8
Note densité espèces structurantes (/20pts)	20	15	10	10
Note composition spécifique (/21pts)	10	7,5	12,5	10
Note diversité (/20pts)	2,5	2,5	0	5
Note stipe (/20pts)	7,5	5	5	2,5
Total	49,5	51,4	50,7	44,3
Barème	100	100	110	110
Note global ceinture (/20pts)	9,9	10,3	9,2	8,1
Niveau 3	Station B	Station A	Station 5Bis	Station Kerroch
Note ceinture (/30pts)	13,6	20,4	n.a.	n.a.
Note composition spécifique (/20pts)	5,0	17,5	n.a.	n.a.
Note diversité (/10pts)	5,0	2,5	n.a.	n.a.
Note stipe (/20pts)		n.a.	n.a.	n.a.
Total	23,6	40,4	0,0	0,0
Barème	60	60	60	60
Note global ceinture (/20pts)	7,9	13,5	n.a.	n.a.
Note moyenne (/20pts)	8,9	11,9	9,2	8,1
Indice de qualité du site (/100pts)	44,4	59,4	46,1	40,3
EQR 2017	0,59	1,05	0,62	0,71
Valeur de référence	74,8	56,8	74,8	56,8
EQR 2016	0,80	1,13	0,73	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 moyenne à très bonne en 2017. La station A a une « très bonne qualité », Kerroc'h « bonnes » et les stations B et 5Bis « moyennes ». 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 comptés sur les autres stations. Des différences entre 2016 et 2017 sont à noter avec une augmentation de la densité de *Saccorhiza polyschides*. Des diminutions de la dictyotale *Dictyopteris polypodioides* sont en revanche remarquées sur certains sites. En termes de qualité du milieu, une amélioration est observée notamment sur le site de Kerroc'h. Seul le site 5bis subit une diminution de la qualité du milieu.

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	8
Figure 6 : Station Kerroc'h Niveau 2	8
Figure 7 : Station Kerroc'h Niveau 4	9
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	19
Figure 12 : Comparaison du nombre de pieds entre 2016 et 2017 pour la station 5Bis	21
Figure 13 : Comparaison du nombre de pieds entre 2016 et 2017 pour la station B (B1 et B2)	22
Figure 14 : Comparaison du nombre de pieds entre 2016 et 2017 pour la station A (A1 et A2_N3)	25
Figure 15 : Comparaison du nombre de pieds entre 2016 et 2017 pour la station Kerroc'h (Niveau 2 et Niveau 4)	27
Figure 16 : Richesses spécifiques totales observées dans les quadrats de 0,25 m ²	28
Figure 17: CAH et MDS réalisée sur le nombre de pied (0,25 m²)	30
Figure 18 : Stades de nécrose de <i>Laminaria hyperborea</i>	31
Figure 19 : Longueur des stipes (cm) et surface épiphytée par mL (cm ² /mL)	36

Liste des tableaux

Tableau 1 : Liste des espèces définissant l'étagement.....	10
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.....	12
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.....	15
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	20
Tableau 16 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m ² sur la station B1	22
Tableau 17 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m ² sur la station B2 Niveau 3	22
Tableau 18 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m ² sur la station A1.....	23
Tableau 19 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m ² sur la station A2_Niveau 3	25
Tableau 20 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m ² sur la station Kerroc'h Niveau 2.....	26
Tableau 21 : Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m ² sur la station Kerroc'h Niveau 4.....	27
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).	31
Tableau 23 : Paramètres relevés sur 10 stipes de <i>Laminaria hyperborea</i> sur la station 5Bis.....	32
Tableau 24 : Espèces majoritaires sur les stipes de <i>Laminaria hyperborea</i> sur la station 5Bis	32
Tableau 25 : Paramètres relevés sur 10 stipes de <i>Laminaria hyperborea</i> sur la station B1	33
Tableau 26 : Espèces majoritaires sur les stipes de <i>Laminaria hyperborea</i> sur la station B1	33
Tableau 27 : Paramètres relevés sur 10 stipes de <i>Laminaria hyperborea</i> sur la station A1	34
Tableau 28 : Espèces majoritaires sur les stipes de <i>Laminaria hyperborea</i> sur la station A1.....	34
Tableau 29 : Paramètres relevés sur 10 stipes de <i>Laminaria hyperborea</i> sur la station Kerroc'h ...	35
Tableau 30 : Espèces majoritaires sur les stipes de <i>Laminaria hyperborea</i> sur la station Kerroc'h	35
Tableau 31 : Notes pour les différents paramètres et calculs des indices de qualité	37

Liste des cartes

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

LE SUIVI DU SITE D'IMMERSION

Partie n°8

Contrôle de prestation « Etude des macroalgues subtidales »

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 2017 sur le
suivi des vidéos et la mise en œuvre du protocole
« DCE-2 - Macroalgues subtidales »**

Sommaire

1. Introduction.....	3
2. Présentation des acteurs	3
3. Expertise de la prestation « Application du protocole DCE-2 Macroalgues subtidales ».....	4
3.1 Méthodologie	4
3.2 Données et résultats.....	4
3.3 Notation.....	4
3.4 Conclusion.....	8
Bibliographie	10

Liste des tableaux

Tableau 1 : Correspondance entre les stations échantillonnées et le supertype.....	4
Tableau 2 : Analyse des résultats pour le paramètre espèces caractéristiques du Niveau 2	5
Tableau 3 : Analyse des résultats pour le paramètre espèces caractéristiques du Niveau 3	5
Tableau 4 : Analyse des résultats pour le paramètre espèces opportunistes du Niveau 3	5
Tableau 5 : Comparaison des notes attribuées pour la métrique diversité spécifique pour l'infra littoral supérieur	6
Tableau 6 : Comparaison des notes attribuées pour la métrique diversité spécifique pour l'infra littoral inférieur.	6
Tableau 7 : Résultats de la notation DCE pour les stations A et B	8

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 le suivi des vidéos et la mise en œuvre du protocole « DCE 2 – Macroalgues subtidales » (S. Derrien-Courtel et Le Gal, 2014) en 2017.

Notre expertise porte sur les méthodologies, 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, un fichier de données brutes de l'opérateur nous a 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

Globalement, il aurait été opportun que l'opérateur présente de manière un peu plus claire l'échantillonnage qui a été réalisé sur l'ensemble des stations. En effet, il n'est pas toujours évident de déterminer quelle bathymétrie a été effectivement étudiée. Nous proposons à l'opérateur de réaliser un tableau synthétisant de manière claire et complète ces informations.

Certaines ceintures algales n'ont pas été échantillonnées, c'est le cas de l'infralittoral de Kerroc'h et du circalittoral côtier de la station B2. Si l'étagement des ceintures algales évolue, l'opérateur doit redéfinir l'échantillonnage à réaliser en fonction du protocole DCE-2.

3.2 Données et résultats

Les résultats des paramètres suivants sont incomplets ou manquants :

- les limites des ceintures algales ne sont pas spécifiées dans le rapport mais seulement dans le fichier de données brutes (dont la version modifiée ne nous a pas été transmise avec la nouvelle version du rapport).
- l'inventaire faunistique des quadrats de l'infralittoral inférieur et supérieur
- les données et résultats de l'étude de la « Structure des populations d'algues pérennes ». Seuls les pourcentages d'individus de *Laminaria hyperborea* nécrosés sont exposés dans le rapport.

Ces paramètres manquants avaient été préconisés et détaillés pour chaque bathymétrie et pour chaque station dans la note rendant compte des prospections 2016 réalisées par le MNHN-CC, préalable à la phase de terrain du prestataire (S Derrien-Courtel *et al.*, 2016). Cette remarque a déjà été formulée lors de l'expertise du rapport 2017 sur les données 2016 (Derrien-Courtel *et al.*, 2017).

3.3 Notation

Généralités

Par rapport au rapport 2017 (campagne 2016), l'opérateur a bien pris en compte l'existence de barèmes de notation différents selon le supertype auquel appartiennent les masses d'eau.

Station	A	B	5bis	Kerroc'h
Masse d'eau DCE	GC34	GC37	GC33	GC34
Type DCE de la masse d'eau	C10	C14	C02	C10
Supertype correspondant	B	A	A	B

Tableau 1 : Correspondance entre les stations échantillonnées et le supertype

A l'avenir, il serait souhaitable que l'opérateur indique les valeurs prises en compte pour la notation pour chacune des métriques et sous-métrique. Cela rendra l'expertise du rapport plus pertinente.

Métrique « Limite d'extension des ceintures algales » :

Dans le tableau 32 de son rapport, l'opérateur présente les notes attribuées pour chaque ceinture. Cependant, ne disposant pas des données brutes, nous ne pouvons pas vérifier les notes présentées. L'opérateur avait correctement réalisé les calculs dans la version précédente du rapport. On observe que l'opérateur a revu les limites d'extension des ceintures algales par rapport à son premier rapport. Les notes correspondantes s'en trouvent donc modifiées.

Métrique « densité des algues structurantes » :

Nous avons signalé des erreurs dans le calcul des densités d'algues structurantes dans le précédent rapport. L'opérateur a corrigé les notes pour cette métrique dans le tableau 32.

Métrique « Composition spécifique » :

Nous avons relevé des erreurs dans certaines notes de composition spécifique. Cependant, le détail des notes obtenues pour les deux sous-métriques « Nombre d'espèces caractéristiques » et « densité des algues opportunistes » n'apparaît pas dans le rapport. Nous présentons donc ci-dessous le détail des notes que nous obtenons pour chacune d'entre-elles.

Sous métrique "espèces caractéristiques" :

Il semble que l'opérateur prenne en compte des espèces caractéristiques appartenant à d'autres listes (autre ceinture ou autre supertype notamment) (cf. commentaires dans le rapport V2 de l'opérateur). Ainsi, le nombre d'espèces caractéristiques comptabilisées dans ce rapport doit être revu (Tableau 2 et Tableau 3).

Stations	A	B	5bis	Kerroc'h
Nb d'espèces caractéristiques à prendre en compte (Fréq occ >10%)	13	8	9	12
Note (/20pts)	10	0	5	10

Tableau 2 : Analyse des résultats pour le paramètre espèces caractéristiques du Niveau 2

Stations	A	B	5bis	Kerroc'h
Nb d'espèces caractéristiques à prendre en compte (Fréq occ >10%)	13	11	n.a.	n.a.
Note (/20pts)	15	15	n.a.	n.a.

Tableau 3 : Analyse des résultats pour le paramètre espèces caractéristiques du Niveau 3

Sous métrique "densité des espèces opportunistes" :

Les notes obtenues pour le paramètre « densité des espèces opportunistes de l'infralittoral inférieur » étaient correctes dans la première version du rapport. Il n'y a donc pas lieu de changer cela. Concernant l'infralittoral inférieur (N3) qui n'avait pas été évalué dans la première version du rapport, le détail des notes « densité des algues opportunistes » n'apparaît pas dans ce rapport et nous n'avons pas reçu d'autre fichier accompagnant le rapport. Nous ne pouvons donc pas vérifier ces éléments. Les résultats que nous obtenons d'après les listings d'espèces recensées figurant dans le rapport de l'opérateur sont présentés dans le Tableau 4.

Stations	A	B	5bis	Kerroc'h
Densité des algues opportunistes (nb ind/m ²)	2	84	n.a.	n.a.
Note (/20pts)	20	0	n.a.	n.a.

Tableau 4 : Analyse des résultats pour le paramètre espèces opportunistes du Niveau 3

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

L'opérateur mentionne qu'aucune espèce indicatrice du bon état écologique n'a été observée. Cela avait été également le cas lors des prospections menées par le MNHN Concarneau en 2016.

Métrique « diversité spécifique »

D'après le tableau 32 du rapport de l'opérateur, celui-ci a correctement modifié les valeurs des notes de « diversité spécifique », conformément au Tableau 5.

Stations	A	B	5bis	Kerroc'h
Note Diversité spécifique attribuée par le MNHN-Concarneau (d'après dénombrement de l'opérateur) /20pts	5	5	0	5

Tableau 5 : Comparaison des notes attribuées pour la métrique diversité spécifique pour l'infralittoral supérieur

Concernant l'infralittoral inférieur (Tableau 6), une erreur dans le décompte du nombre d'espèces pour la station B modifie la note.

Stations	A	B	5bis	Kerroc'h
Note Diversité spécifique attribuée par l'opérateur /20pts	5	15	n.a.	n.a.
Note Diversité spécifique attribuée par le MNHN-Concarneau (d'après dénombrement de l'opérateur) /20pts	5	10	n.a.	n.a.

Tableau 6 : Comparaison des notes attribuées pour la métrique diversité spécifique pour l'infralittoral inférieur

Métrique « épibioses des stipes de *Laminaria hyperborea* »

Après discussion avec l'opérateur, il s'avère que celui-ci a réalisé les mesures conformément au protocole (cf. Figure 1).

De plus, cette année, l'opérateur a bien rapporté les surfaces quantifiées à une unité de mètre linéaire de stipe épiphyté (et non à une unité de mètre linéaire de stipe).

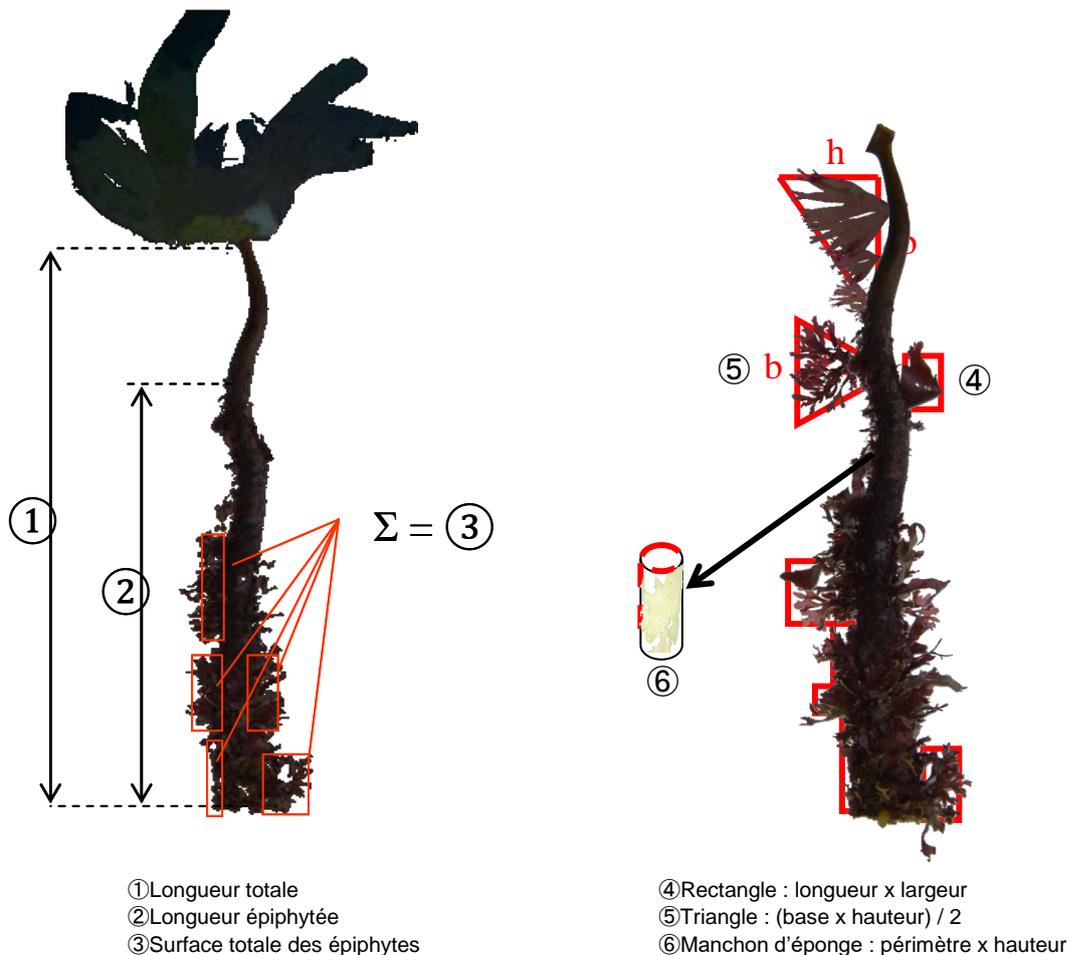


Figure 1 : Paramètres à mesurer pour l'étude des épibioses de stipes de *Laminaria hyperborea*

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.

L'opérateur a bien pris en compte un grand nombre de remarques mais il subsiste quelques erreurs qui remettent en cause les notes présentées dans ce rapport. Nous avons recalculé les notes des stations A et B à partir des informations disponibles dans le rapport (Tableau 7). Concernant la station de Kerroch, la figure 11 du rapport du prestataire indique la présence d'une ceinture de l'infralittoral inférieur qui, semble-t-il, n'a pas été échantillonnée. La notation de cette station est par conséquent partielle puisqu'elle ne repose que sur l'une des 2 ceintures à échantillonner.

Niveau 1-2	Station B	Station A
Note ceinture (/30pts)	9.5	21.4
Note densité espèces structurantes (/20pts)	20	15
Note composition spécifique (/21pts)	10	7.5
Note diversité (/10pts)	2.5	2.5
Note stipe (/20pts)	7.5	5
Total	49.5	51.4
Barème	100	100
Note global (/20pts)	9.9	10.3
Niveau 3	Station B	Station A
Note ceinture (/30pts)	13.6	20.4
Note composition spécifique (/20pts)	7.5	17.5
Note diversité (/10pts)	5	2.5
Note stipe (/20pts)	n.a.	n.a.
Total	26.1	40.4
Barème	60	60
Note global (/20pts)	8.7	13.5
Note moyenne (/20pts)	9.3	11.9
Indice de qualité du site (/100pts)	46.5	59.4
Valeur de référence	74.8	56.8
EQR 2017	0.62	1.05

Tableau 7 : Résultats de la notation DCE pour les stations A et B

3.4 Conclusion

A l'avenir, l'opérateur devrait mieux présenter l'échantillonnage réalisé, en parallèle de la configuration (limites de ceintures) rencontrée sur les sites. Pour cela, il peut utiliser un tableau dans lequel il renseignera pour chaque site, les limites des ceintures algales et le nombre de quadrats réalisés à chaque bathymétrie et/ou ceintures algales échantillonnée.

Les données exposées semblent cohérentes concernant notamment les listes d'espèces de la flore.

Plusieurs erreurs commises dans le calcul des notes nécessite de revoir les notes des stations A et B.

Les résultats de deux paramètres prévus au protocole "DCE-2 Macroalgues subtidales" ne sont pas présentés, ni exploités dans le rapport. Il manque donc :

- L'inventaire faunistique dans les 10 quadrats du -3m C.M. et du -16m C.M. :

Ce paramètre permet d'appréhender le "compartiment faune" des stations, pouvant intégrer l'étude comparative inter-sites initiée par le prestataire, mais surtout à prendre en compte pour l'étude comparative à réaliser dans le cadre de ce suivi temporel. Pour l'expertise du rapport du suivi Immersion 2016, un fichier de données brutes montrait que quelques espèces de la faune facilement identifiables à l'œil nu avaient été inventoriées. Cette fois-ci, aucune donnée faune ne nous a été transmise ou n'a été traitée dans le rapport.

Il semblerait donc qu'une part significative de la prestation n'ait pas été effectuée.

- **La « Structure des populations d'algues arbustives pérennes » :**

Ce paramètre a pour objectif de permettre un suivi temporel plus fin de la strate arbustive en étudiant, entre autre, la longueur des stipes de laminaires pérennes. L'opérateur mentionne le paramètre dans le paragraphe 2.2 « Méthodes et moyens » de son rapport-V1. Cependant, il n'y a quasiment aucun traitement (seul les pourcentages d'individus nécrosés sont présentés). Il est intéressant, par exemple, de réaliser des graphiques présentant la composition des algues structurantes ainsi que la longueur cumulée des stipes de laminaires aux différentes bathymétries échantillonnées.

D'après les informations dont nous disposons, il manque également l'échantillonnage de 10 quadrats (faune et flore) dans le circalittoral de la station B et 8 quadrats (flore uniquement) de la station de Kerroch.

Une partie non négligeable de l'échantillonnage prévu (S Derrien-Courtel *et al.*, 2016) est donc absente du rapport du prestataire.

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.

De plus, nous avons préparé une guide méthodologique afin d'aider les opérateurs dans la notation des stations qu'ils échantillonnent. Ce document est accompagné de fichiers Excel, pour faciliter le travail. L'ensemble de ces documents est actuellement en cours de validation auprès des opérateurs DCE et seront prochainement disponibles.

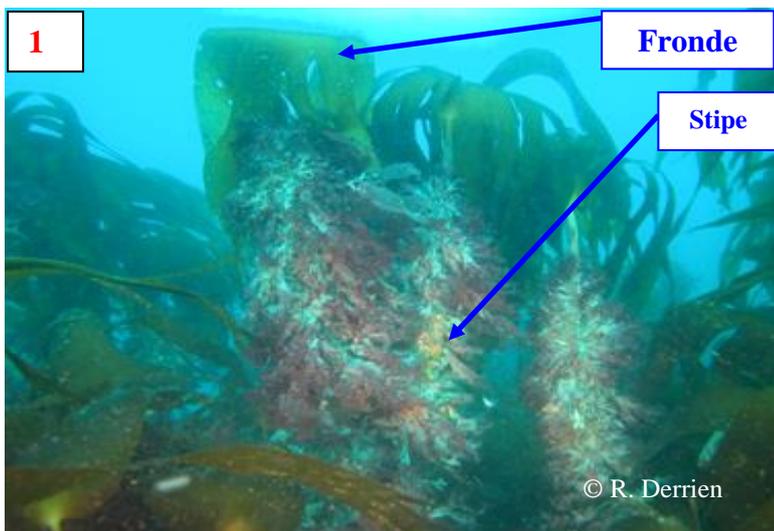
Bibliographie

- 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
- Derrien-Courtel S, Le Gal A, Catherine E et Derrien R (2016) Suivi du site d'immersion des rejets de dragage de la rade de Lorient au large de Groix : Prospections 2016 pour l'application du protocole DCE-2 « Macroalgues subtidales ». Note finale MNHN-Concarneau, 12p

Annexe 1 : Les différents stades de nécroses de *Laminaria hyperborea*

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

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





LE SUIVI DU SITE D'IMMERSION

Annexes

Récapitulatif des opérations d'immersion de sédiments

En 2017, aucune opération d'immersion de sédiments n'a eu lieu.