

Qualification des données acquises par la station de mesure COAST-HF MOLIT en baie de Vilaine en 2022 et 2023



Station de mesure MOLIT – février 2024 - © Ifremer LER/MPL/M. Rétho

Fiche documentaire

Titre du rapport : Qualification des données acquises par la station de mesure COAST-HF MOLIT en baie de Vilaine en 2022 et 2023	
Référence interne : RST/LER/MPL/24.12 Diffusion : <input checked="" type="checkbox"/> libre (internet) <input type="checkbox"/> restreinte (intranet) – date de levée d’embargo : AAA/MM/JJ <input type="checkbox"/> interdite (confidentielle) – date de levée de confidentialité : AAA/MM/JJ	Date de publication : Version : 1.0.0 Référence de l’illustration de couverture Station de mesure MOLIT – février 2024 © Ifremer LER/MPL/M. Rétho Langue(s) : français
Résumé/ Abstract : <p>Ce rapport présente les éléments qui ont conduit à la qualification des données acquises en 2022 et 2023 par la station de mesure haute fréquence MOLIT (Mer Ouverte Littoral). La bouée MOLIT est déployée depuis 2008 en baie de Vilaine, une des zones de la côte atlantique les plus menacées par l’eutrophisation. Cette bouée instrumentée constitue un des systèmes de mesure du réseau de mesure haute fréquence COAST-HF (Coastal OceAn observing SysTem – High Frequency).</p> <p>Cette station est équipée d’une sonde multiparamètres qui mesure les paramètres température, salinité, oxygène dissous, turbidité et fluorescence. Les mesures sont effectuées à deux niveaux (surface et fond) avec une fréquence horaire.</p> <p>Ce rapport synthétise les informations qui ont permis de qualifier les données dans la base de données Coriolis : contrôles <i>in situ</i>, historique des opérations de maintenance, constats de vérification des sondes avant et après campagne. Les données ont été qualifiées en trois états : bon, douteux et mauvais.</p>	
Mots-clés/ Key words : MOLIT, bouée instrumentée, haute fréquence, baie de Vilaine, qualification, température, salinité, oxygène dissous, turbidité, fluorescence, pH.	
Comment citer ce document :	
Disponibilité des données de la recherche :	
DOI :	

Commanditaire du rapport :	
Nom / référence du contrat :	
<input type="checkbox"/> Rapport intermédiaire (réf. bibliographique : XXX) <input checked="" type="checkbox"/> Rapport définitif	
Projets dans lesquels ce rapport s'inscrit : ObsOcean –ROEC - ILICO (Réseau d'observation haute-fréquence pour l'environnement côtier), COAST-HF (Coastal Ocean observing System – High Frequency)	
Auteur(s) / adresse mail	Affiliation / Direction / Service, laboratoire
Retho Michaël / mretho@ifremer.fr	ODE/UL/LER/MPL
Collaborateurs	
Manach Soazig	ODE/UL/LER/MPL
Malo Florent	ODE/UL/LER/MPL
Souchu Philippe	ODE/UL/LER/MPL
Repecaud Michel	REM-RDT-LDCM
Charria Guillaume	ODE/LOPS/OC
Le Gall Christian	REM-RDT-LDCM
Destinataire :	
Validé par : Antoine Huguet	

Sommaire

Table des matières

1	Introduction	5
2	Historique des opérations de maintenance.....	8
3	Contrôle <i>in situ</i> de la sonde multiparamètres	19
3.1	Mode opératoire	19
3.2	Matériel	20
3.2.1	Matériel utilisé.....	20
3.2.2	Raccordement du matériel.....	20
3.3	Résultats des contrôles <i>in situ</i> par paramètre.....	21
3.3.1	Température.....	21
3.3.2	Salinité	23
3.3.3	Oxygène dissous	25
3.3.4	Turbidité	27
4	Vérification des sondes multiparamètres après campagne	31
5	La mesure de fluorescence	33
5.1	Vérification de la linéarité du capteur avant campagne	33
5.2	Comparaison des linéarités du capteur de fluorescence avant et après campagne..	35
6	Conclusion.....	37

Annexes

Annexes 1 et 2 : résultats bruts des contrôles *in situ* des sondes multiparamètres MP6

Annexe 3 : Constats de vérification des sondes multiparamètres MP6 avant et après la campagne de mesure

1 Introduction

La station de mesure Molit constitue un des systèmes de mesure du réseau de mesure haute fréquence COAST-HF (Coastal OceAn observing SysTem High Frequency). COAST-HF vise à comprendre et analyser les évolutions des écosystèmes côtiers à différentes échelles temporelles, allant de la dynamique d'évènements extrêmes ou transitoires se développant à haute fréquence (heure, jour), aux tendances pluriannuelles.



Figure 1. Répartition des stations de mesure du réseau COAST-HF le long du littoral français.

La bouée instrumentée MOLIT est installée depuis 2008 en baie de Vilaine (Figure 2). Cette zone est soumise à des apports importants des bassins versants de la Loire et de la Vilaine. Elle est menacée par les phénomènes d'eutrophisation qui se manifestent par un déséquilibre des écosystèmes littoraux et notamment par des proliférations importantes de phytoplancton. Des développements d'eaux colorées y sont régulièrement observés pouvant conduire à des déficits d'oxygène dissous des eaux de fond (Mertens *et al.*, 2023 ; Roux *et al.*, 2022).

La station de mesure MOLIT est équipée d'une sonde multiparamètres MP6 qui mesure les paramètres suivants : température, salinité, oxygène dissous, turbidité et fluorescence. Les mesures sont réalisées à 2 niveaux (surface et fond) avec une fréquence horaire. Les paramètres de surface et de fond sont mesurés par le même sonde. L'eau de fond est pompée et ramenée en surface pour les mesures. Ce système pose des problèmes pour la mesure de température. En situation de stratification thermique, il y a un réchauffement ou un refroidissement de l'eau du fond lors de son transfert par échange thermique avec l'eau de colonne d'eau : la température

du fond est alors sous-estimée lorsque l'eau de surface est plus froide (période hivernale) et elle est surestimée lorsque l'eau de surface est plus chaude (période estivale). Pour pallier ce problème, une sonde de température autonome de température est installée au fond pendant la durée de mise à l'eau de la bouée MOLIT. Les données de cette sonde sont alors intégrées dans la base de données Coriolis pour remplacer les données acquises par la sonde MP6.

Un suivi pH est également réalisé surface avec une fréquence toutes les 15 min avec une sonde SeaFET. Les données sont téléchargées manuellement et ne sont pas encore intégrées dans la base Coriolis. Des prélèvements discrets sont réalisés tous les 15 jours pour analyse du pH au spectrophotomètre afin de vérifier et corriger le signal de la sonde SeaFET.

Ce dispositif permet de réaliser un suivi précis et à long terme du développement de la biomasse phytoplanctonique dans la colonne d'eau (indicateur fluorescence) et de suivre la réponse du milieu en terme de désoxygénation des eaux de fond. Elle apporte des éléments sur les conditions hydrologiques qui peuvent être favorables au développement de ces eaux colorées.

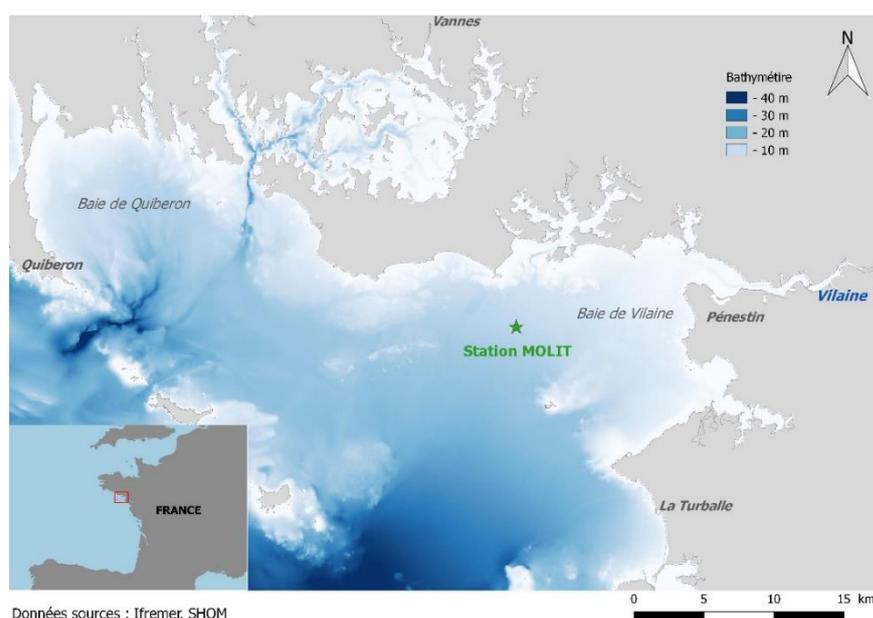


Figure 2. Localisation de la station de mesure MOLIT

Les données acquises par la bouée MOLIT sont transmises par liaison GSM numérique. Elles peuvent être consultées sur 2 sites web :

- <http://www.ifremer.fr/co-en/>
- <http://data.coriolis-cotier.org/>

L'acquisition de mesures haute fréquence en milieu côtier est complexe avec notamment le développement de fouling sur les capteurs. Un suivi métrologique est indispensable pour garantir la fiabilité des séries de données et permettre ainsi leur exploitation scientifique.

Un outil de contrôle qualité SCOOP3 développé au Simer permet de valider les données. Elles peuvent être qualifiées en leur attribuant un « flag » qualité (selon les standards européens et internationaux) :



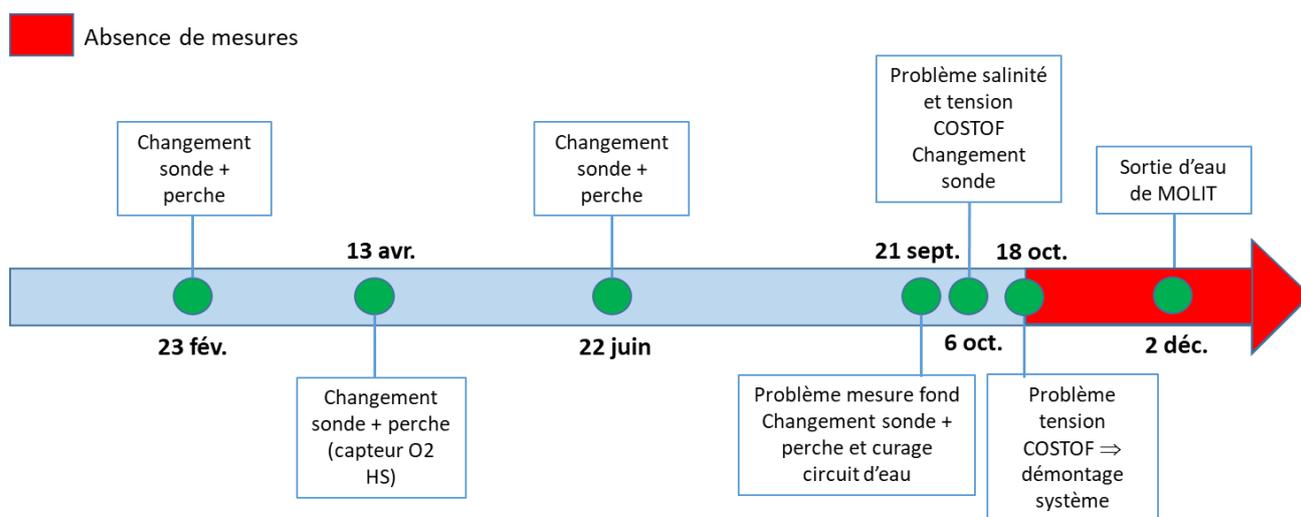
Ce document synthétise les informations permettant de qualifier les données :

- contrôles *in situ* de la sonde multiparamètres réalisés par le laboratoire LER/MPL,
- historique des opérations de maintenance pendant la période de déploiement,
- constats de vérification des sondes multiparamètres avant et après déploiement.

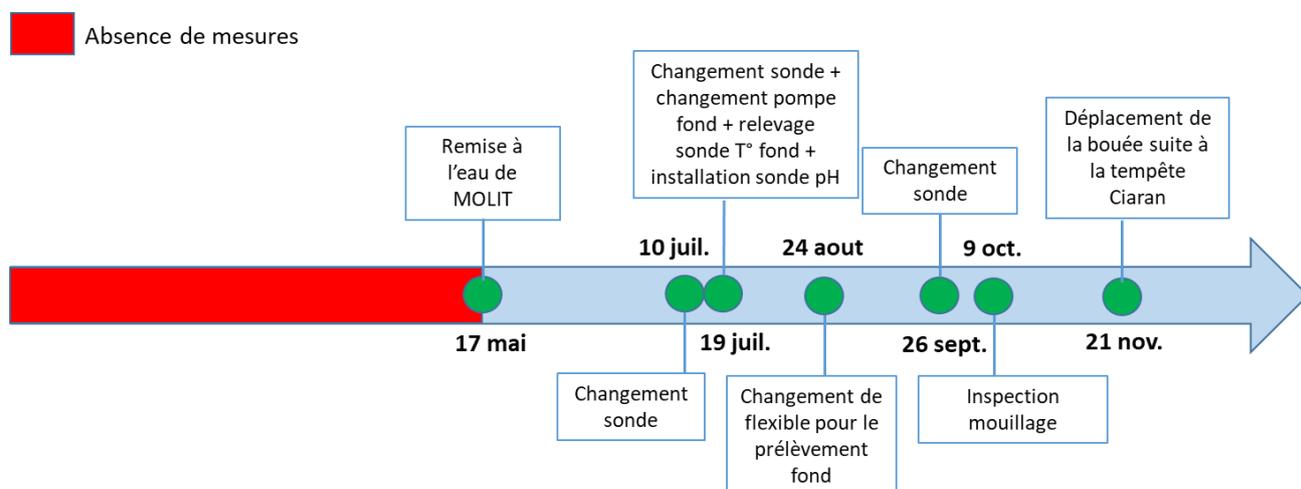
2 Historique des opérations de maintenance

L'historique des opérations de maintenance réalisées sur la période de déploiement peut apporter des éléments pour qualifier les données. Les différentes actions réalisées en 2022 et 2023 sont résumées dans les frises chronologiques ci-dessous.

Année 2022



Année 2023



Des rotations de sonde sont réalisées régulièrement (Tableau 1). L'acquisition de données s'est arrêtées le 18 octobre 2022 en raison de problèmes techniques. La bouée a été sortie d'eau pour carénage le 9 décembre 2022. Elle a été remise à l'eau le 17 mai 2023.

Tableau 1. Récapitulatif des différentes campagnes de rotation en 2022 et 2023

Campagne	Date début	Date fin
01-2022	23/02/22	13/04/22
02-2022	13/04/22	22/06/22
03-2022	22/06/22	21/09/22
04-2022	21/09/22	06/10/22
05-2022	06/10/22	18/10/22
01-2023	17/05/23	10/07/23
02-2023	10/07/23	19/07/23
03-2023	19/07/23	26/09/23
04-2023	26/09/23	31/12/23

➤ 23 février 2022

L'équipe RDT/LDCM de Brest est intervenue pour changer la sonde multiparamètres et la perche (structure d'accueil de la sonde multiparamètres comprenant le dispositif de pompage). Les fenêtres de mesure des capteurs optiques étaient relativement propres (Figure 3).



Figure 3 : Etat des capteurs le 23/02/22

➤ **13 avril 2022**

L'équipe RDT/LDCM est intervenue pour changer la sonde multiparamètres et la perche. La sonde renvoyait des mesures en oxygène dissous à 0 mg/L depuis le 17 mars, le capteur était HS (Figure 4). Depuis le début de l'année, le capteur d'oxygène dissous renvoyait des valeurs à 0 mg/L ou proche de 0 de manière aléatoire (Figure 4).

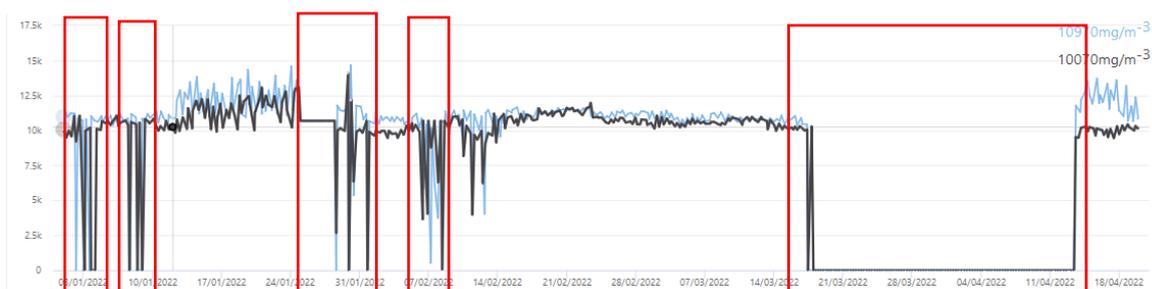


Figure 4 : Concentrations en oxygène dissous mesurées par la station MOLIT en sub-surface (en bleu) et au fond (en noir) sur la période du 20/01/22 au 05/02/22

Les données en oxygène dissous à 0 mg/L ou proche de 0 sont qualifiées en FAUX sur la période du 1^{er} janvier au 13 avril 2022.



Figure 5 : Etat des capteurs le 13/04/22 à la fin de la campagne 01-2022

➤ **22 juin 2022**

L'équipe RDT/LDCM de Brest est intervenue pour changer la sonde multiparamètres et la perche.



Figure 6 : Etat des capteurs le 22/06/22 à la fin de la campagne 02-2022

➤ **21 septembre 2022**

Les données MOLIT étaient aberrantes depuis le 4 septembre avec dans un premier temps des turbidités élevées puis un signal qui est devenu identique au fond et en surface avec des données de salinité aberrantes. Le 4 septembre est aussi le début d'un épisode de vent d'ouest soutenu qui a certainement engendré des mouvements sédimentaires avec des dépôts au niveau de MOLIT qui ont rapproché la crépine du fond. Une motopompe a été utilisée pour curer le circuit d'eau.

Les capteurs de la sonde multiparamètres présentaient du fouling excepté le capteur de fluorescence (Figure 7). L'électrode de chloration avait un dépôt calco-magnésien ; ce défaut du système de chloration doit être à l'origine du développement de fouling sur les capteurs. La surface du capteur de fluorescence était relativement propre.

La sonde multiparamètres et la perche ont été changées.

Les données acquises au FOND et en SURFACE sont qualifiées en FAUX pour tous les paramètres sur la période du 04 au 21 septembre 2022, exceptées les données de température et de fluorescence de surface.

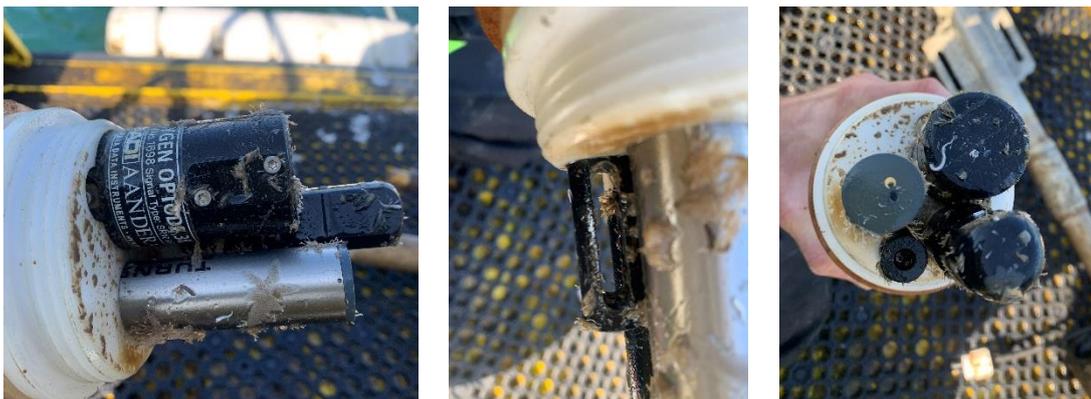


Figure 7 : Etat des capteurs le 21/09/22 à la fin de la campagne 03-2022.

➤ 6 octobre 2022

Depuis le dernier changement de sonde, la salinité enregistrée par la bouée MOLIT était aberrante : 38 unités de salinité.

Un changement de sonde a été réalisé mais lors du remplacement de la sonde, la pompe de fond ne semblait pas fonctionner. Des mesures de tension en sortie de câble du COSTOF¹ ont été effectuées et les mesures étaient anormales avec des tensions de 27 V alors qu'elles auraient dû être de 12 V. Mais c'était peut-être un artefact lié au fait qu'il n'y avait pas d'appareil consommant le courant donc la perche a été laissée en place.

La sonde qui avait été retirée et qui mesurait 38 de salinité était conforme lors de l'étalonnage en laboratoire. La surtension au niveau de l'alimentation était peut-être à l'origine du problème de conductivité.

Les données de l'ensemble des paramètres acquis au FOND et les données de salinités de SURFACE sont qualifiées en FAUX pour la période du 21 septembre au 6 octobre 2022

¹ Automate permettant la synchronisation des mesures et la transmission des données

➤ **18 octobre 2022**

Une nouvelle intervention a été programmée pour changer la pompe de fond car elle semblait HS. Mais de nouvelles vérifications de tension en sortie de câble COSTOF ont été réalisées et elles n'étaient toujours pas conformes. Le COSTOF a été démonté ainsi que la perche et la sonde pour réaliser un diagnostic.

**Les données acquises au FOND sont qualifiées en FAUX pour la période du
6 au 18 octobre 2022**

➤ **2 décembre 2022**

La bouée MOLIT a été sortie d'eau pour carénage au port de la Turballe (Figure 8). Le capteur de température installé au fond n'a pas été retrouvé.

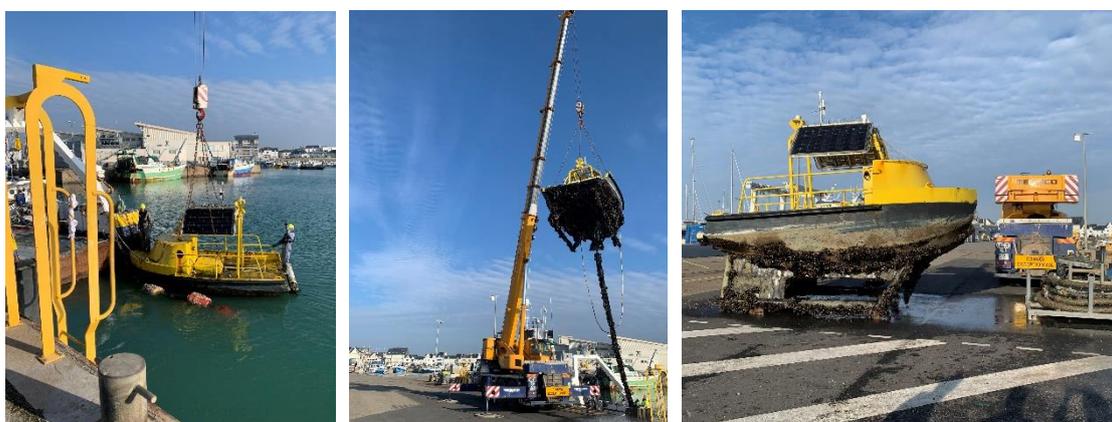


Figure 8 : Sortie d'eau de MOLIT au port de la Turballe – 05/12/2022

➤ **17 mai 2023**

La bouée MOLIT est remise à l'eau avec les moyens techniques de l'entreprise SerEnMar.

Les mesures de fond et de surface sont identiques, la pompe de fond doit avoir un problème mais aucune pompe n'est disponible pour la remplacer.

➤ 10 juillet 2023

Le LER/MPL est intervenu pour changer la sonde multiparamètres. Les capteurs de mesure étaient relativement propres (Figure 9).



Figure 9 : Etat des capteurs le 10/07/23 à la fin de la campagne de mesure 01-2023.

➤ 19 juillet 2023

Le LER/MPL et l'équipe RDT/LDCM sont intervenues pour réaliser différentes actions :

☞ Le dernier contrôle in situ a montré une erreur de 0.8 unité de salinité depuis le dernier changement de sonde opéré le 10 juillet. Une intercomparaison a été réalisée in situ entre la sonde WiMo du LER/MPL et la sonde MP6 qui avait été remplacée le 10 juillet. Les résultats étaient conformes donc cette sonde a été remise en place.

☞ La pompe de fond a été changée.

☞ La sonde pH SeaFET a été installée sur un nouveau support (Figure 10) qui permet aux capteurs d'être en dehors du puits de la bouée qui est souvent colonisé par les moules. Les capteurs pH se situent maintenant au niveau de la crépine de prélèvement pour les mesures de la sonde multiparamètres en sub-surface.

☞ Une plongée a été réalisée pour inspecter le mouillage et relever la sonde de température du fond. Les données de la sonde ont été récupérées, la sonde a été nettoyée et remise à l'eau. Les données ont été envoyées au cdoco pour intégration dans la base de données coriolis.

Le système n'a pas été remis en mode nominal après la maintenance. Une intervention a été réalisée le 20 juillet pour remettre le système en mode nominal.



Figure 10 : installation de la sonde pH SeaFET sur le nouveau support le 19/07/23

➤ 24 août 2023

L'équipe RDT/LDCM de Brest est intervenue pour vérifier le pompage de fond car les mesures de fond et de surface sont restées identiques malgré le changement de pompe réalisé le 19 juillet.

4 tuyaux de prélèvement sont disponibles dans l'ombilic d'ancrage de la bouée. Une motopompe a été branchée sur les différents flexibles et le débit était plus faible pour le tuyau en cours d'utilisation pour le prélèvement de fond. Celui-ci devait être écrasé provoquant une perte de charge. Comme le débit des pompes de la perche MOLIT est très faible, l'eau de fond ne devait pas pouvoir arriver en surface avec cette perte de charge.

Le flexible a donc été changé pour le prélèvement de fond et les mesures de fond sont redevenues conformes.

**Les données acquises au FOND sont qualifiées en FAUX pour la période du
17 mai au 24 août 2023**

Ce problème de tuyau de prélèvement de fond écrasé pourrait avoir eu un impact sur les mesures de surface également. Le cycle de mesure de surface pompe de l'eau en surface pour la rejeter par le tuyau de fond ce qui permet d'envoyer du chlore dans le tuyau de fond pour limiter le fouling mais avec cet écrasement du tuyau, l'eau devait s'évacuer difficilement. La grande variabilité du signal en oxygène dissous de mai à mi-juillet puis les concentrations très faibles mesurées de début août jusqu'à l'intervention, sont peut-être liées à ce problème (Figure 11). On observe un changement brutal de concentrations en oxygène dissous de surface juste après l'intervention (Figure 11).

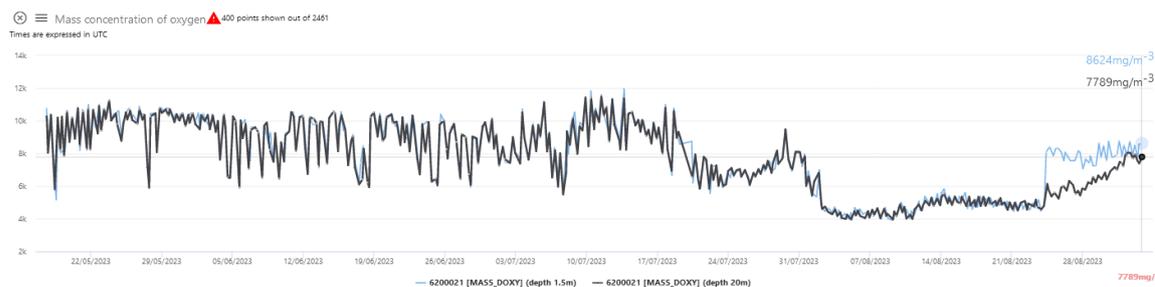


Figure 11 : Concentrations en oxygène dissous mesurées par la station MOLIT en sub-surface (en bleu) et au fond (en noir) sur la période du 17/05/23 au 01/09/23

Les données d'oxygène dissous acquises en SURFACE sont qualifiées en FAUX pour la période du 17 mai au 24 août 2023

Une inspection du mouillage a également été réalisée en plongée. Une forte colonisation de tout le flexible par les moules a été observée. La roue de chemin de fer qui sert de lest pour le mouillage s'est enfoncée. La crépine de prélèvement de fond se situe à environ 30 cm du fond alors qu'elle se situait à 120 cm à la mise en place de la bouée en mai. Ce phénomène d'ensouillement du lest a lieu habituellement en septembre lors des premiers coups de vent, le lest doit se déplacer légèrement, glisser et s'ensouiller avec le vent. Des épisodes de vent soutenus se sont déroulés en juillet et doivent être à l'origine de cet enfouissement du lest.

➤ 26 septembre 2023

Des offsets aléatoires ont été observés pour les paramètres température, salinité, turbidité et fluorescence entre le 23 juin et le 15 septembre (exemple signal de salinité Figure 12). Ces offsets étaient liés à un problème avec la sonde multiparamètres.



Figure 12 : Salinité mesurée par la station MOLIT en sub-surface (en bleu) et au fond (en noir) sur la période du 15/06/23 au 15/09/23

Les données température, salinité, turbidité et fluorescence acquises au FOND et en SURFACE sont qualifiées en FAUX pour les périodes :

23 au 24 juin ; 29 au 30 juin ; 08 au 10 juillet ; 24 au 25 juillet ; 29 au 30 juillet ; 22 au 24 août ; 08 au 10 septembre ; 14 au 15 septembre

Le LER/MPL est donc intervenu pour changer la sonde multiparamètres. Les capteurs présentaient quelques biosalissures (Figure 13).

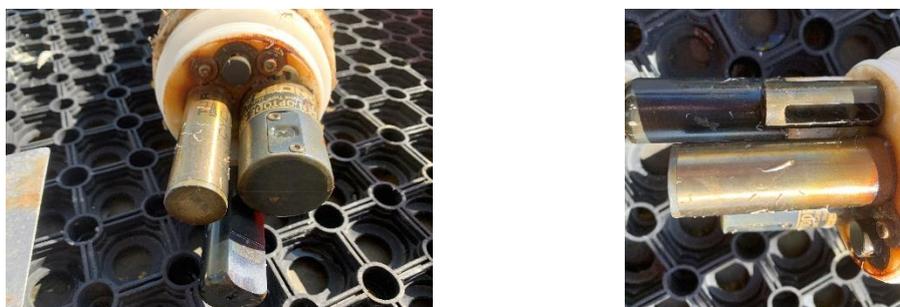


Figure 13 : Etat des capteurs le 26/09/23 à la fin de la campagne de mesure 03-2023

➤ 09 octobre 2023

L'équipe RDT/LDCM de Brest est intervenue en plongée pour inspecter le mouillage. L'ensouillement du lest s'est poursuivi, la crépine de fond était située à environ 10 cm de fond. Le débit des pompes en fin de cycle est instable et régulièrement nul entre le 19/10/23 et le 21/10/23 (Figure 14), en lien certainement avec un pompage de sédiments vaseux.



Figure 14 : Evolution du débit de pompage de la station de mesure MOLIT du 10 au 25 octobre 2023.

Les mesures sont devenues non conformes comme on peut l'observer avec le signal en oxygène dissous qui a chuté pendant cette période (Figure 15).

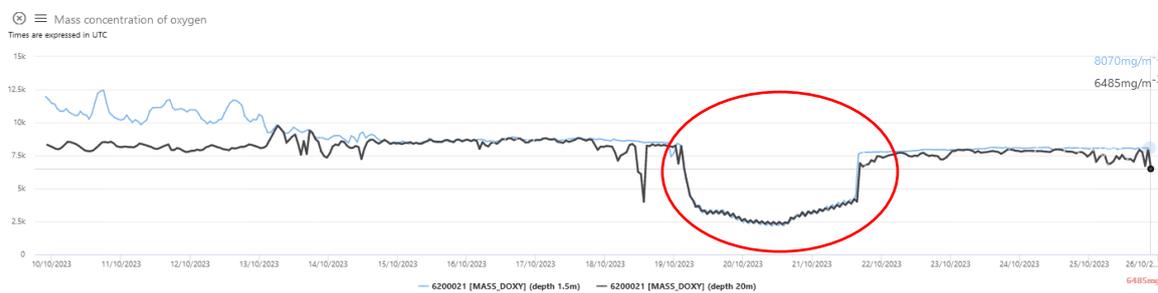


Figure 15 : Concentration en oxygène dissous mesurée par la station MOLIT en sub-surface (en bleu) et au fond (en noir) sur la période du 10 au 25 octobre 2023.

Les données acquises au FOND et en SURFACE sont qualifiées en FAUX pour tous les paramètres sur la période du 19 au 21 octobre 2023

➤ 21 novembre 2023

Le LER/MPL a constaté que la bouée MOLIT s'était déplacée à 1km au Nord Est de sa position initiale (Figure 16). La tempête Ciaran avec des vents très forts entre le 1^{er} et le 2 novembre est à l'origine de ce déplacement. Cet évènement a certainement réglé le problème d'enfouissement du lest.

La bouée MOLIT est restée à cette nouvelle position (47°27,774 N ; 2°38,640 W) jusqu'à la sortie d'eau pour carénage le 12 février 2024.

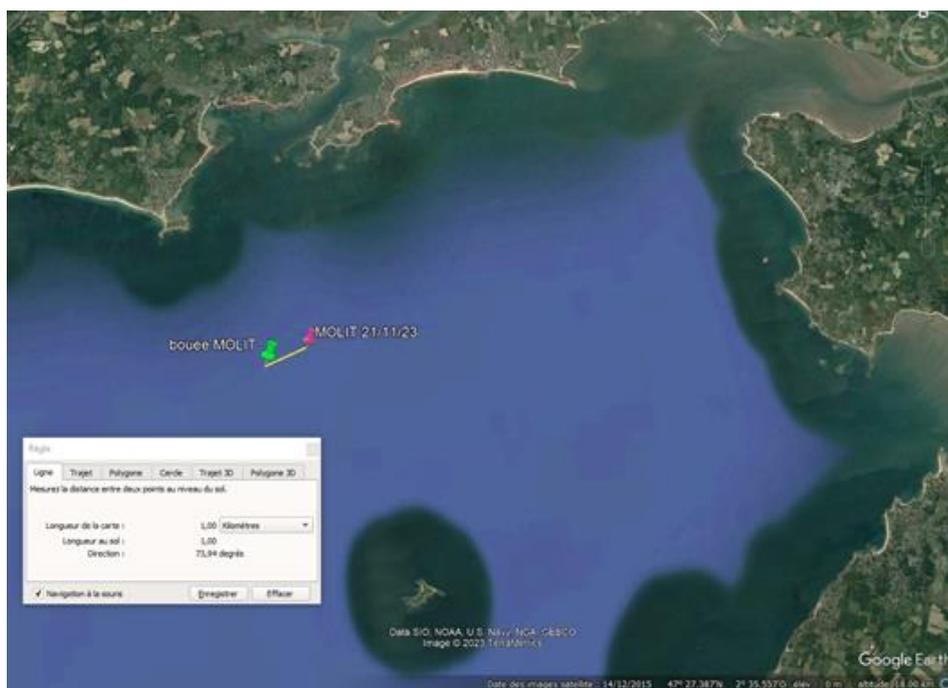


Figure 16 : position de la bouée MOLIT en vert et nouvelle position en rose après la tempête Ciaran.

3 Contrôle *in situ* de la sonde multiparamètres

Des contrôles *in situ* de la sonde multiparamètres ont été réalisés par le laboratoire LER/MPL pendant les campagnes de prélèvement effectuées dans le cadre du réseau d'observation du phytoplancton et de l'hydrologie dans les eaux littorales (REPHY) et de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). Les contrôles ont été opérés une fois tous les 15 jours dans la mesure du possible pendant la période de déploiement de la bouée MOLIT.

Ces contrôles ne peuvent pas être qualifiés d'opérations météorologiques à proprement parler car ils ne sont pas réalisés dans des conditions contrôlées (homogénéité du milieu de comparaison, synchronisation des mesures...). Ils peuvent néanmoins servir à détecter d'éventuelles dérives de capteur et fournir des éléments supplémentaires pour la qualification des données.

3.1 Mode opératoire

Le laboratoire a effectué des mesures de température, salinité, oxygène dissous, turbidité et fluorescence à proximité de MOLIT avec les sondes utilisées pour les campagnes de mesures REPHY (Figure 17).



Figure 17 : Mesures hydrologiques réalisées par le LER/MPL

Ces prélèvements ont été réalisés aux 2 niveaux de mesure de MOLIT (fond et sub-surface).

Les données mesurées par la bouée MOLIT ont ensuite été téléchargées sur le site web : <http://data.coriolis-cotier.org/>

Les mesures les plus proches de l'heure UT de la mesure du laboratoire ont été choisies pour avoir la meilleure comparaison possible, sans éviter quelques écarts (cf. annexes 1 et 2).

3.2 Matériel

3.2.1 Matériel utilisé

Le matériel utilisé pour la comparaison des données est une sonde multiparamètres MP6 NKE. Il s'agit du même modèle de sonde que celle qui est déployée sur la bouée MOLIT. Cette sonde est équipée de :

- une thermistance pour la mesure de la température,
- un capteur de conductivité pour la mesure de la salinité,
- une sonde AANDERAA 4335 (capteur optique) pour la mesure de l'oxygène dissous,
- une sonde Seapoint STM pour la mesure de la turbidité,
- un capteur de fluorescence Turner designs CYCLOPS-7 pour la mesure de la fluorescence.

3.2.2 Raccordement du matériel

Les capteurs température, conductivité, oxygène dissous et turbidité de la sonde multiparamètres MP6 sont étalonnés une fois par an au moyen de matériels de référence. Ces matériels de référence sont raccordés par :

- le laboratoire de métrologie du département RDT/LDCM du centre Ifremer de Brest pour la température et la conductivité,
- le laboratoire LER/MPL pour la turbidité et l'oxygène dissous.

➤ *En surface*

Les contrôles métrologiques ont été conformes aux EMT pendant toute la période de déploiement de la bouée MOLIT (Figure 18).

➤ *Au fond*

La sonde SP2T qui avait été déployée au fond en 2022 n'a pas été retrouvée en fin d'année.

**Les données de température acquises au FOND en 2022 sont
qualifiées en FAUX**

Année 2023

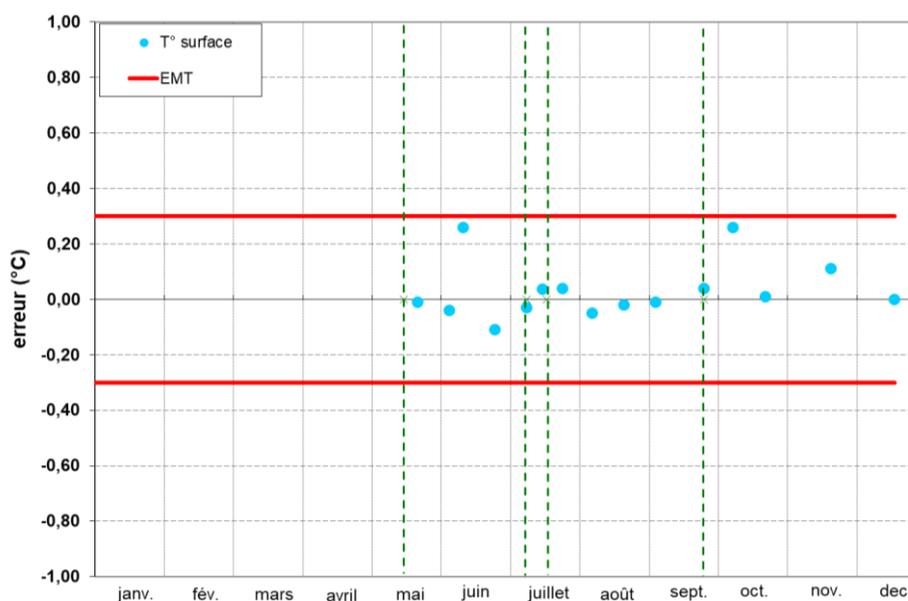


Figure 19. Evolution de l'erreur en température de la sonde multiparamètres en 2023 (les lignes pointillées vertes verticales représentent les changements de sonde).

➤ *En surface*

Les contrôles métrologiques ont été conformes aux EMT pendant la période de déploiement de la bouée MOLIT (Figure 19).

➤ Au fond

La comparaison des données de la sonde autonome WiSens TD installée au fond en 2023, montre que toutes les mesures sont conformes à l'EMT (Figure 20).

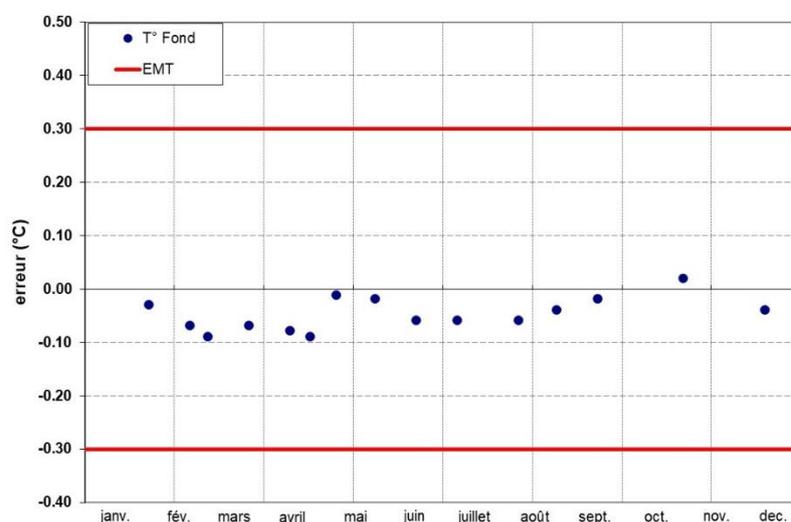


Figure 20 : Evolution de l'erreur en température de la sonde WiSens TD installée au fond en 2023.

3.3.2 Salinité

Année 2022

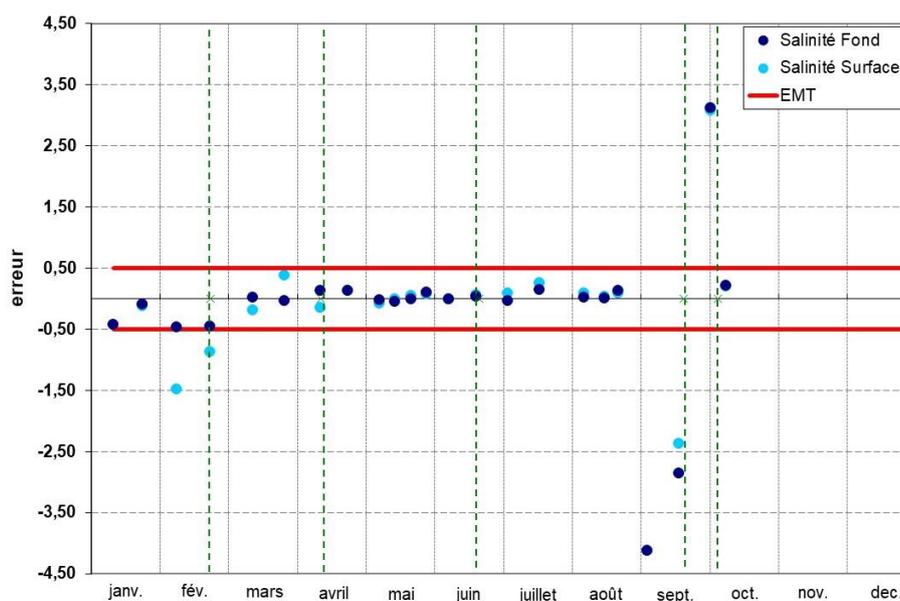


Figure 21. Evolution de l'erreur en salinité de la sonde multiparamètres en 2022 (les lignes pointillées vertes verticales représentent les changements de sonde).

Les contrôles métrologiques en surface ont été non conformes aux EMT pour les 8 et 23 février (Figure 21). Dans le même temps, les contrôles au fond étaient en limite de conformité. Les résultats non conformes en surface doivent être liés à une variabilité importante de la salinité en raison des apports fluviaux. La salinité du milieu n'était pas assez stable pour réaliser une inter-comparaison, ces contrôles n'ont donc pas été pris en compte pour la qualification des données.

Les contrôles en surface et au fond étaient non conformes entre le 5 septembre et le 3 octobre.

Les données acquises au FOND et en SURFACE sont qualifiées en FAUX pour la période du 4 septembre au 6 octobre 2022

Année 2023

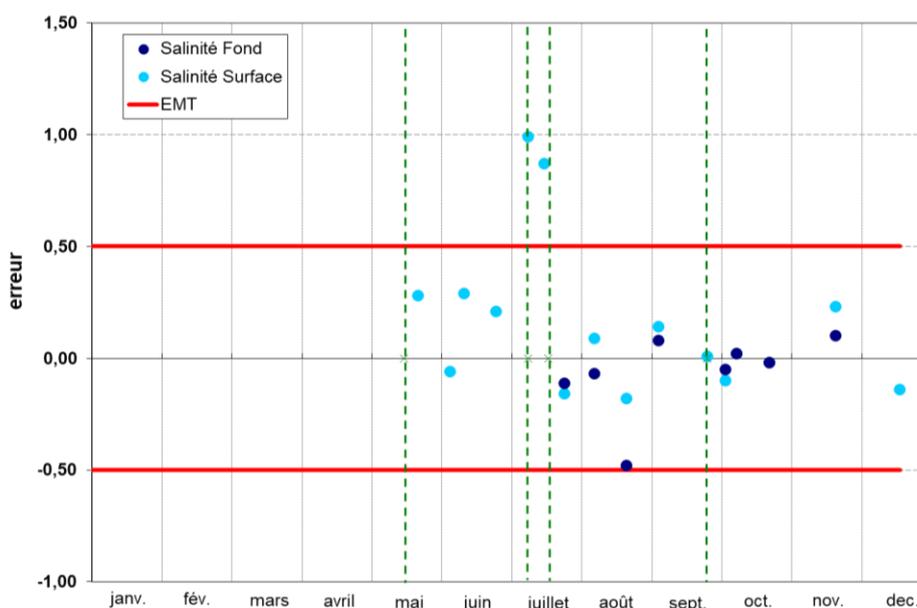


Figure 22. Evolution de l'erreur en salinité de la sonde multiparamètres en 2023 (les lignes pointillées vertes verticales représentent les changements de sonde).

En surface, les contrôles métrologiques étaient non conformes après le changement de sonde du 10 juillet (Figure 22). La sonde a été remplacée le 19 juillet et les mesures étaient à nouveau conformes aux EMT.

Les données acquises au FOND et en SURFACE sont qualifiées en FAUX pour la période du 10 juillet au 19 juillet 2023.

3.3.3 Oxygène dissous

Année 2022

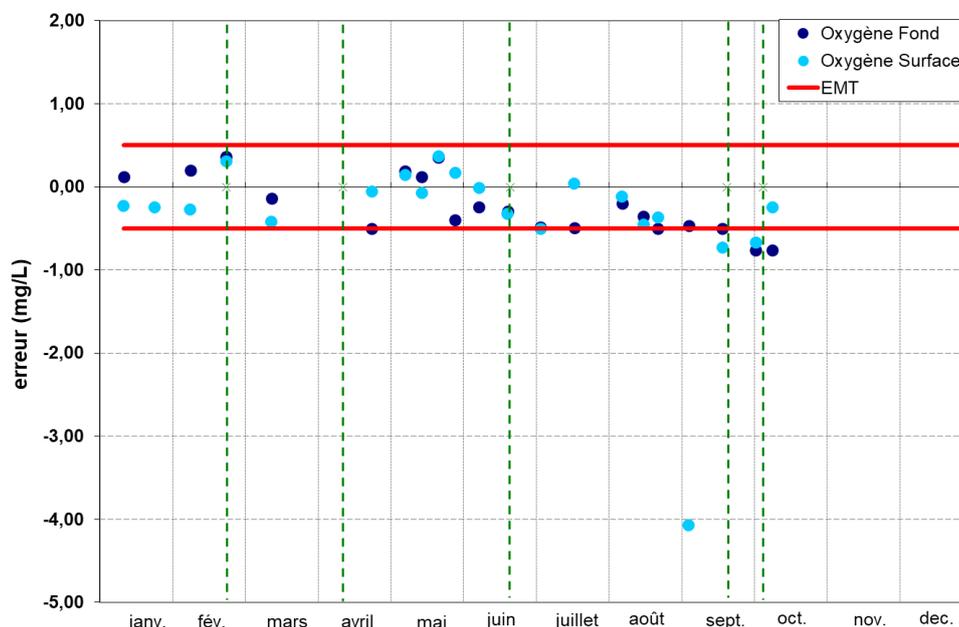


Figure 23. Evolution de l'erreur en oxygène dissous de la sonde multiparamètres en 2022 (les lignes pointillées vertes verticales représentent les changements de sonde).

Les contrôles métrologiques étaient conformes jusqu'au 5 septembre. A partir du 5 septembre, les EMT ont été dépassées pour les contrôles de surface et de fond.

Les données d'oxygène dissous acquises en SURFACE et au FOND sont qualifiées en FAUX du 5 septembre au 18 octobre 2022.

Année 2023

Les contrôles métrologiques étaient non conformes en surface et au fond jusqu'au 26 septembre en lien notamment avec le problème de tuyau de prélèvement de fond comprimé (cf §2).

Les données d'oxygène dissous acquises en SURFACE et AU FOND sont qualifiées en FAUX pour la période du 17 mai au 26 septembre 2023

3.3.4 Turbidité

Année 2022

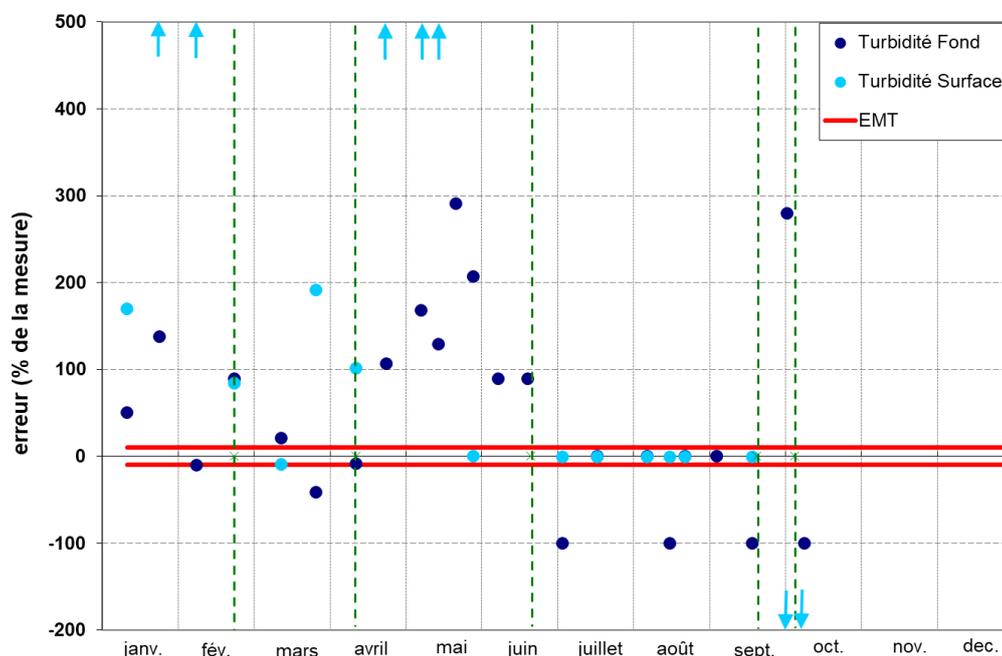


Figure 25. Evolution du pourcentage d'erreur en turbidité de la sonde multiparamètres en 2022 (les lignes pointillées vertes verticales représentent les changements de sonde).

Les contrôles métrologiques ont été très souvent non conformes à l'EMT de 10% de la mesure (Figure 25).

En SURFACE, les contrôles ont été réalisés dans des périodes où les niveaux de turbidité sont très faibles (entre 0 et 4 FNU en moyenne). L'EMT en % de la mesure n'est pas adaptée pour ces faibles mesures de turbidité. Toutefois, les mesures de turbidité de la bouée MOLIT ont été systématiquement plus élevées que celles du LER/MPL jusqu'au 22 juin (Figure 26). De plus, la sonde installée sur MOLIT le 22 juin avait une gamme de mesure de 0-500 FNU qui n'est pas sensible aux faibles niveaux de turbidité. La sonde a renvoyé de nombreuses mesures à 0 FNU.

Les données de turbidité en SURFACE sont qualifiées en DOUTEUX en 2022.

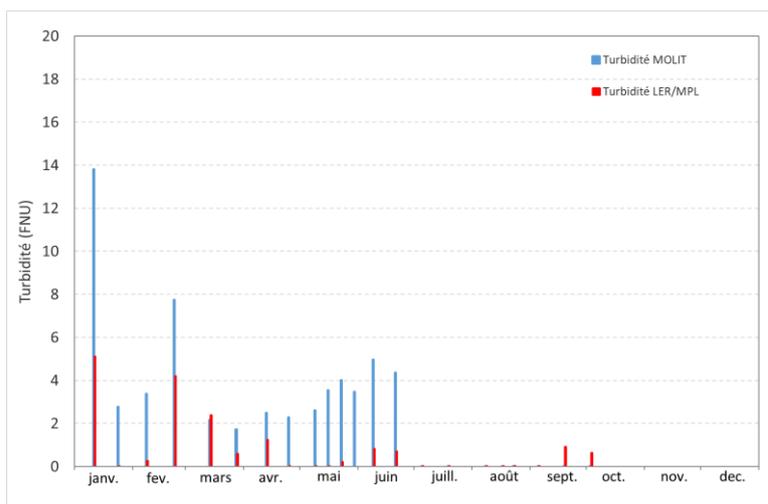


Figure 26. Comparaison des mesures de turbidité de surface de la bouée MOLIT avec celles réalisées *in situ* par le LER/MPL en 2022.

Au FOND, le contrôle *in situ* de la turbidité est plus complexe. Nous ne pouvons pas vérifier que la mesure du LER/MPL se situe exactement au même niveau que la crépine de prélèvement de la bouée MOLIT et la variabilité de la turbidité au voisinage du fond peut être importante en fonction des conditions de marées et/ou météorologiques.

Du 1^{er} janvier au 13 avril, les mesures de turbidité de la bouée MOLIT étaient du même ordre de grandeur que les mesures du LER/MPL (Figure 27). Les turbidités mesurées par la bouée MOLIT étaient ensuite environ deux fois plus élevées que celles mesurées par le LER/MPL jusqu'au 22 juin. Cependant, les niveaux de turbidité étaient faibles pendant les contrôles sur cette période. A partir de juillet, la sonde a renvoyé de nombreuses données à 0 FNU en lien avec le manque de sensibilité du capteur dans les très faibles niveaux de turbidité.

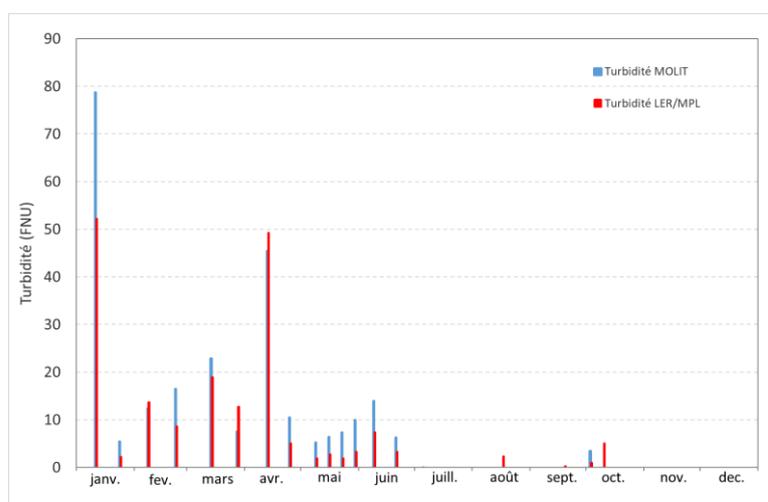


Figure 27. Comparaison des mesures de turbidité de fond de la bouée MOLIT avec celles réalisées *in situ* par le LER/MPL en 2022.

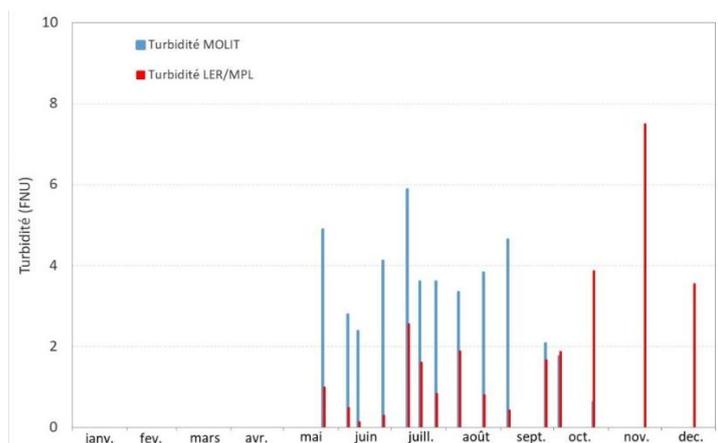


Figure 29. Comparaison des mesures de turbidité de surface de la bouée MOLIT avec celles réalisées *in situ* par le LER/MPL en 2023.

Au FOND, les données sont qualifiées en FAUX du 17 mai au 24 août en lien avec le problème de tuyau de prélèvement de fond comprimé (cf §2). En octobre, les turbidités enregistrées par la bouée MOLIT étaient plus élevées que celles mesurées par le LER/MPL. Cette différence de turbidité devait être liée au changement de niveau de la crépine de fond qui se trouve à entre 10 et 30 cm du fond au lieu de 120 cm (cf §2). Le déplacement de la bouée suite à la tempête le 21 novembre a certainement engendré un retour de la crépine de fond à son niveau initial. Les mesures de la bouée MOLIT et du LER/MPL étaient du même ordre de grandeur lors du contrôle réalisé en novembre.

Les données de turbidité acquises au FOND sont qualifiées en FAUX du 17 mai au 24 août et du 9 octobre au 20 novembre.

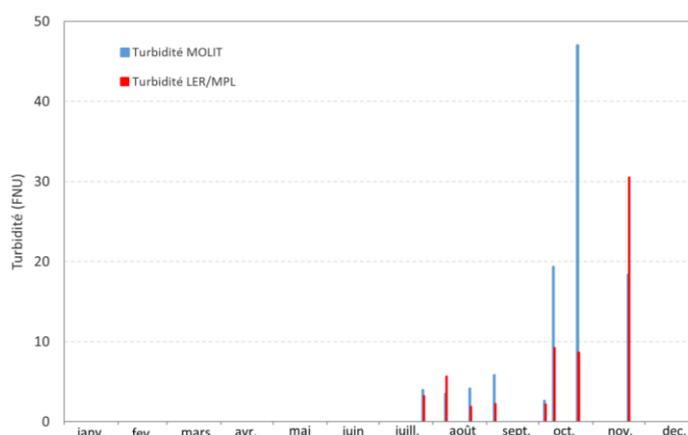


Figure 30. Comparaison des mesures de turbidité de fond de la bouée MOLIT avec celles réalisées *in situ* par le LER/MPL en 2023.

4 Vérification des sondes multiparamètres après campagne

Les résultats des vérifications métrologiques réalisées après campagne sur les sondes multiparamètres permettent également de qualifier les données.

9 sondes multiparamètres ont été utilisées pendant la période de déploiement de la station de mesure MOLIT en 2022 et 2023 (Tableau 2).

Les sondes utilisées pendant les campagnes n°04-2022 et 05-2022 n'ont pas été vérifiées après campagne car les durées du déploiement ont été très courtes en raison de problème de capteurs et de COSTOF (cf §2).

La sonde mise en place lors de la campagne 02-2023 avait un souci avec le capteur de salinité, elle a donc été remplacée après 9 jours par la sonde qui était en place lors de la campagne 01-2023 qui n'a pas eu le temps d'être vérifiée après campagne en laboratoire. Une intercomparaison in situ avait été réalisée avec la sonde multiparamètres du LER/MPL qui avait montrée des résultats conformes. Il n'y a donc pas de résultats de vérification après campagne pour les campagnes 01-2023 et 02-2023.

Tableau 2. Récapitulatif des sondes utilisées dans les différentes campagnes 2022 et 2023

Campagne	Date début	Date fin	n° série sonde	CRP avant campagne	CRP après campagne
01-2022	23/02/22	13/04/22	39003-20221	M-DCM-22-003	M-DCM-22-050
02-2022	13/04/22	22/06/22	-20215	M-DCM-22-034	M-DCM-22-073
03-2022	22/06/22	21/09/22	30020-20082	M-DCM-22-059	M-DCM-22-097
04-2022	21/09/22	06/10/22	39003-20221	M-DCM-22-092	-
05-2022	06/10/22	18/10/22	-20082	M-DCM-22-099	-
01-2023	17/05/23	10/07/23	38003-20217	M-DCM-23-034	-
02-2023	10/07/23	19/07/23	-20083	M-DCM-23-032	-
03-2023	19/07/23	26/09/23	38003-20217	-	M-DCM-23-069
04-2023	26/09/23	31/12/23	34006-20156	M-DCM-23-049	-

Une déclaration de conformité a été donnée pour les paramètres température, conductivité, oxygène dissous et turbidité, en utilisant les EMT du réseau COAST-HF.

Pour le paramètre fluorescence, la conformité est déclarée seulement sur la linéarité du capteur.

Le tableau 3 récapitule les erreurs de justesse maximum obtenues après les campagnes de mesure pour chaque paramètre.

Tableau 3 : Résultats des étalonnages des sondes MP6 après campagne (l'erreur est notée en rouge lorsque l'EMT est dépassée).

	<i>Oxygène dissous (mg/L)</i>	<i>Conductivité (mS/cm)</i>	<i>Température (°C)</i>	<i>Turbidité (% de la mesure)</i>
<i>EMT</i>	+/- 0.20	+/- 0.30	+/- 0.10	+/- 10
<i>Campagne</i>				
01-2022	-	0.099	0.010	20
02-2022	0.12	0.032	0.005	19
03-2022	0.00	0.626	0.006	3
04-2022	-	-	-	-
05-2022	-	-	-	-
01-2023	-	-	-	-
02-2023	-	-	-	-
03-2023	0.35	0.028	0.003	13
04-2023	0.77	0.069	0.013	58

➤ **Campagnes 2022**

Le paramètre oxygène dissous n'a pas pu être vérifié après la campagne n°1 car le capteur était non opérationnel.

Les résultats d'étalonnage étaient non conformes pour le paramètre turbidité après les campagnes n°1 et 2 mais l'erreur était proche de l'EMT. Les résultats des contrôles in situ seront utilisés pour la qualification des données.

Il n'y a pas de vérifications des sondes après les campagnes 4 et 5 car il s'agissait de campagnes de très courtes durées pendant lesquelles des problèmes techniques n'ont pas permis d'acquérir des données.

➤ Campagnes 2023

La sonde installée pour la campagne n°2 est restée en place seulement 10 jours car le contrôle in situ avait montré une erreur de 0.8 unité de salinité (cf §2). La sonde en place lors de la campagne n°1 a été réutilisée pour la campagne n°3 sans avoir pu passer au laboratoire de métrologie. Avant la remise en place, une intercomparaison in situ a été réalisée avec la sonde multiparamètre du LER/MPL et celle-ci a donné des résultats conformes.

A la fin de la campagne n°3, les résultats d'étalonnage étaient non conformes aux EMT pour le paramètre oxygène dissous. Ceci doit être lié à la présence de biosalissures qui ont été observées sur le capteur (cf §2). Les contrôles in situ étaient aussi non conformes en surface et au fond jusqu'au 26 septembre en lien également avec le problème de tuyau de prélèvement de fond comprimé (cf §3.3.3).

A la fin de la campagne n°4, les résultats d'étalonnage étaient non conformes aux EMT pour les paramètres oxygène dissous et turbidité. Les contrôles in situ ont montré une dérive des mesures pour ces 2 paramètres à partir du 23 octobre.

Les données de turbidité et d'oxygène dissous acquises au FOND et en SURFACE sont qualifiées en FAUX du 23 octobre au 31 décembre 2023

5 La mesure de fluorescence

5.1 Vérification de la linéarité du capteur avant campagne

Dans un premier temps, nous avons comparé la linéarité du capteur de fluorescence des différentes sondes utilisées au cours des campagnes de mesure 2022 et 2023 (Figure 31 et Figure 32). Pour cela, nous avons utilisé les résultats des vérifications avant campagne.

L'analyse des étalonnages des sondes multiparamètres utilisées sur MOLIT depuis 2011 montre que l'ajustage de la fluorescence doit être proche de :

$$\mu\text{g/L de fluorescéine} = 3.5 \times \text{FFU capteur.}$$

Pour respecter une EMT de 10% de la mesure, la pente de la linéarité du capteur de fluorescence doit être comprise entre 3.2 et 3.8. Dans le cas contraire, les données sont recalculées.

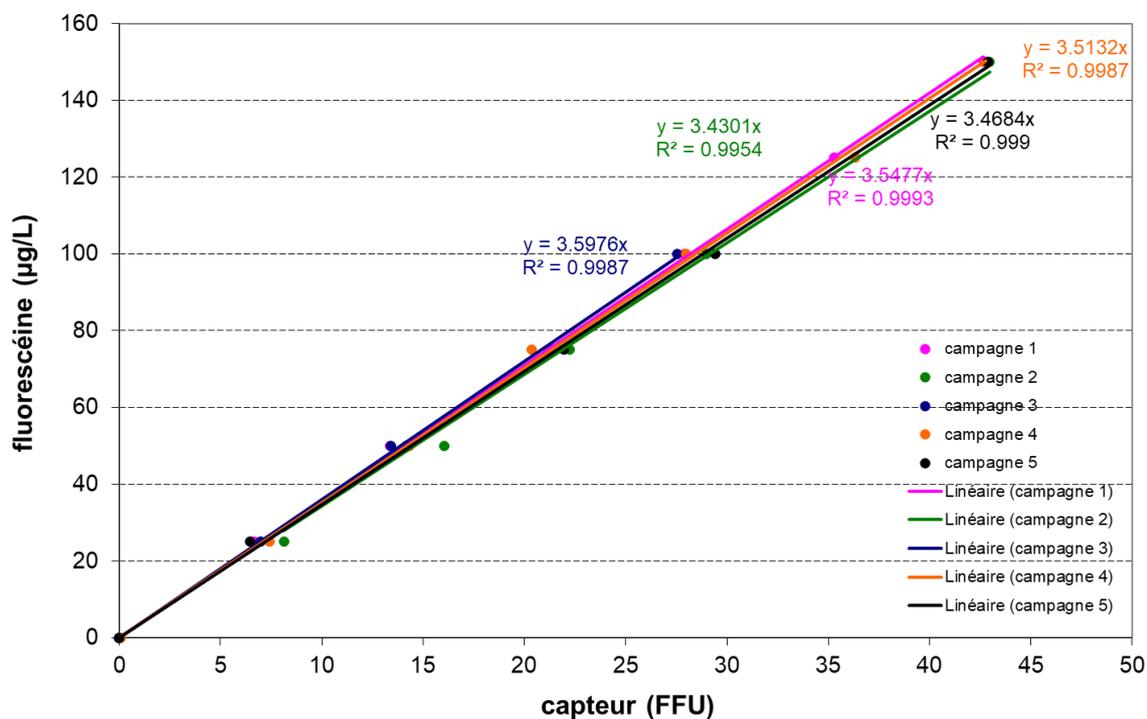


Figure 31. Linéarité du capteur de fluorescence des différentes sondes utilisées sur la bouée MOLIT en 2022.

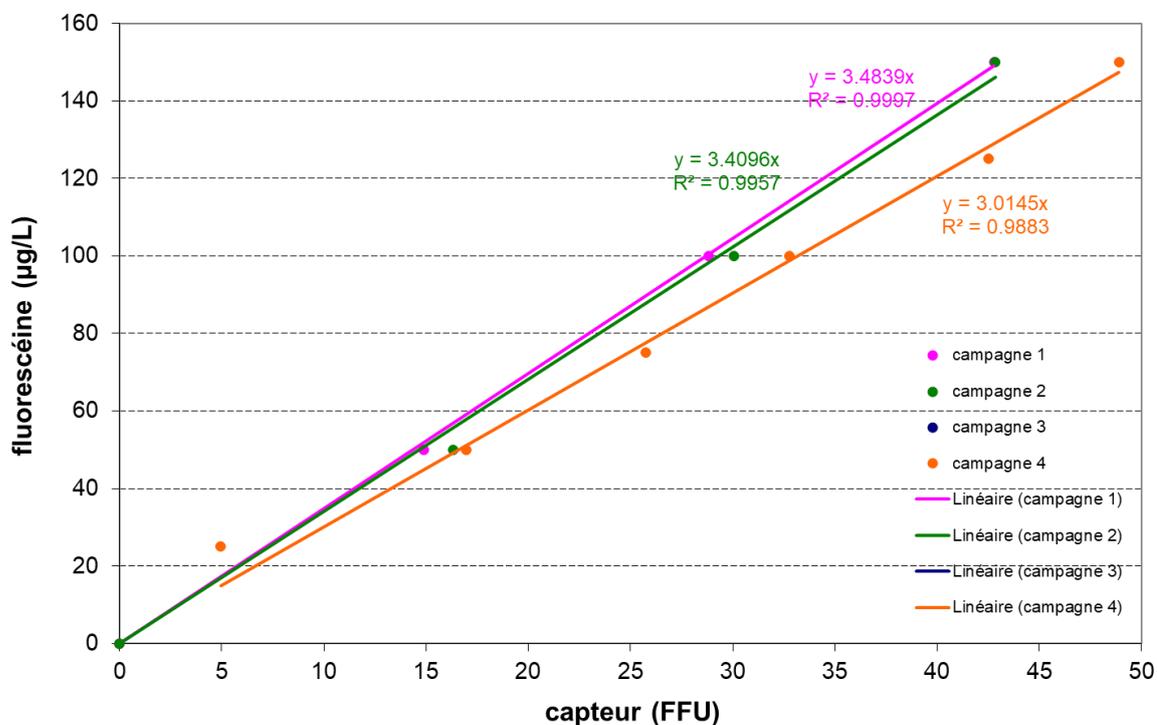


Figure 32. Linéarité du capteur de fluorescence des différentes sondes utilisées sur la bouée MOLIT en 2023.

La linéarité des sondes est conforme pour toutes les campagnes de 2022 et 2023.

5.2 Comparaison des linéarités du capteur de fluorescence avant et après campagne

La linéarité du capteur de fluorescence obtenue après campagne est comparée à celle mesurée avant campagne pour détecter une éventuelle dérive du capteur. En cas de dérive, les résultats des contrôles *in situ* réalisés par le LER/MPL permettent de détecter le début de la dérive.

Année 2022

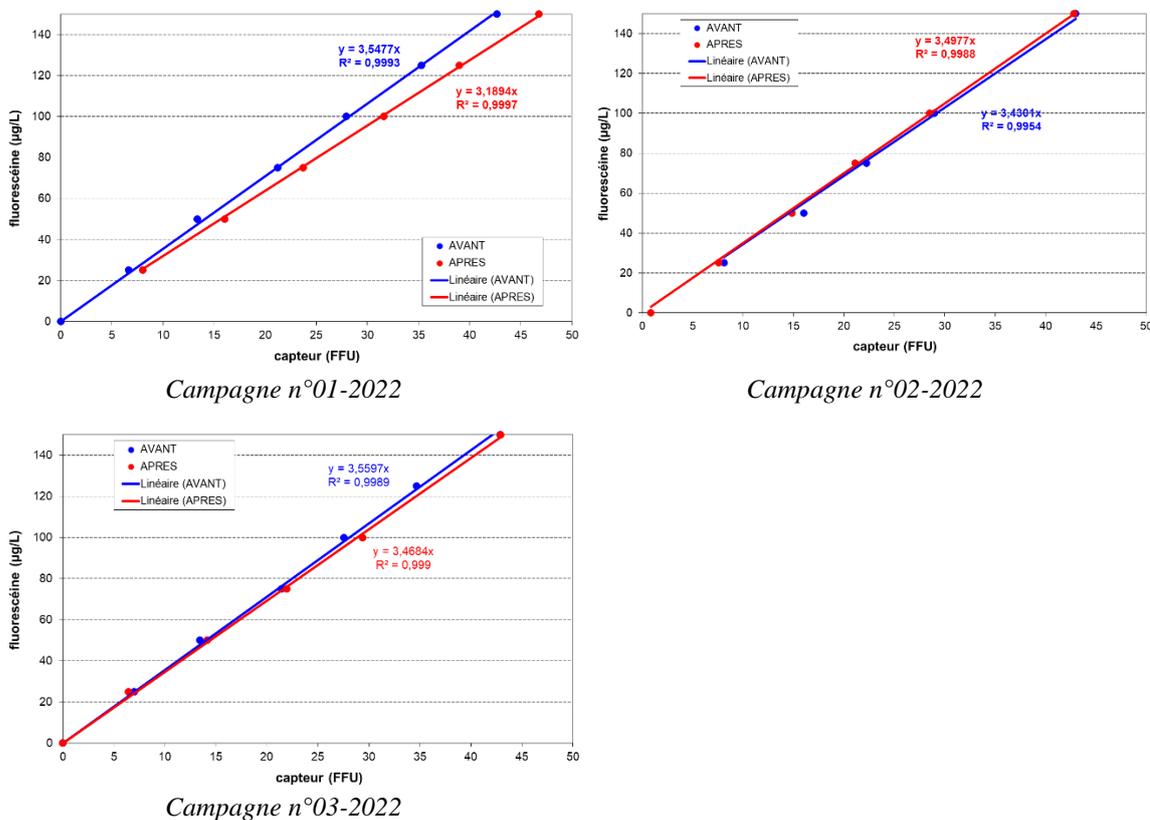


Figure 33. Linéarité des capteurs de fluorescence utilisés sur la station MOLIT en 2022

Les linéarités du capteur de fluorescence observées avant et après les trois premières campagnes 2022 étaient équivalentes (Figure 33).

Il n'y a pas de vérifications après les campagnes 4 et 5 car il s'agissait de campagnes de très courtes durées pendant lesquelles des problèmes techniques n'ont pas permis d'acquérir des données.

Année 2023

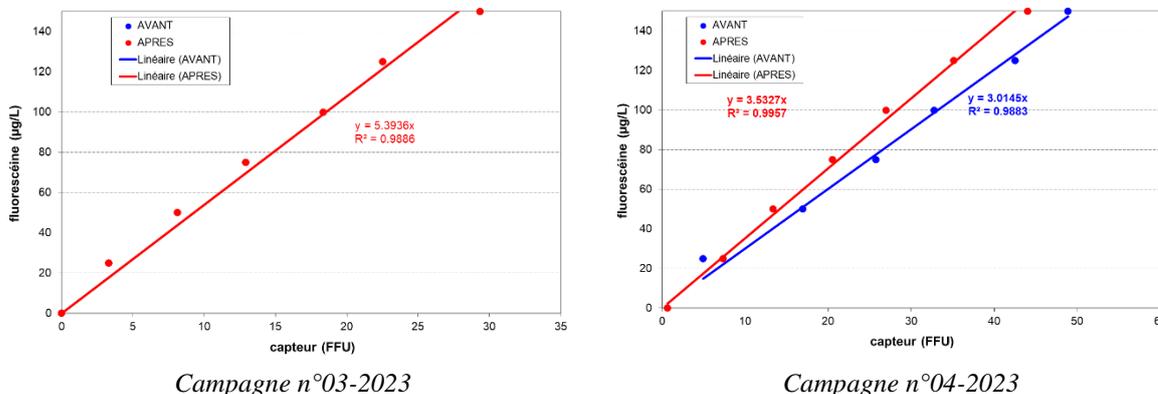


Figure 34. Linéarité des capteurs de fluorescence utilisés sur la station MOLIT en 2023

Il n'y a pas eu de vérification après la campagne n°1 car la sonde a été réutilisée pour la campagne n°3 sans avoir pu passer au laboratoire de métrologie. La sonde utilisée pour la campagne n°2 n'a pas été non plus vérifiée après campagne car elle est restée en place seulement 10 jours en raison d'un problème avec la mesure de salinité.

La linéarité du capteur après la campagne n°3 est non conforme (Figure 34). Elle doit être liée à la présence de biofouling sur le capteur de fluorescence en fin de campagne (cf § 2). Les contrôles in situ réalisés par le LER/MPL ont montré des écarts à partir du 8 août.

Les données de fluorescence acquises en SURFACE et au FOND sont qualifiées en FAUX du 8 août au 26 septembre 2023.

6 Conclusion

Le calendrier ci-après présente une proposition de validation des données température, salinité, oxygène dissous, turbidité et fluorescence à partir des éléments décrits aux paragraphes précédents.

Légende du calendrier :

	BON
	DOUTEUX
	FAUX
	Une partie des données qualifiées en FAUX
	ABSENCE mesures

La bouée MOLIT a produit 80% du potentiel de mesures possibles en 2022 et 63% en 2023. Ces faibles pourcentages de données produites sont liés à une longue immobilisation de la bouée au port de la Turballe (5.5 mois) après la sortie d'eau de la bouée le 2 décembre 2022 pour carénage. La bouée a été remise à l'eau le 17 mai 2023. Le manque de moyens humains pour gérer cette opération est à l'origine du délai important.

58% des données produites ont été qualifiées en bon en 2022 et 49% en 2023. Des problèmes de COSTOF en 2022 et un problème d'écrasement du tuyau de prélèvement de fond en 2023 sont notamment à l'origine de données fausses.

Des actions seront mise en place pour essayer d'améliorer la qualité des données. Des inspections trimestrielles du mouillage de la bouée seront réalisées en plongée pour vérifier régulièrement l'état du mouillage et la position de la crépine de fond, et pour effectuer une rotation de la sonde de température de fond (afin d'éviter une perte de données importante comme celle de 2022). Les données de turbidités sont le plus souvent qualifiées en douteux ou en faux avec une

surestimation des mesures par rapport aux mesures de référence. L'origine du problème est mal définie mais certainement en lien avec le pompage de l'eau en chambre de mesure (entraînement de particules de fouling, remise en suspension de particules accumulées dans la chambre de mesure). Une sonde de mesure de turbidité sera installée *in situ* en sub-surface en dehors de la chambre de mesure.

CALENDRIER 2023

JANVIER										FEVRIER										MARS										AVRIL																	
Surface					Fond					Surface					Fond					Surface					Fond					Surface					Fond												
	T°	Sal	O2	Turb	Fluo		T°	Sal	O2	Turb	Fluo		T°	Sal	O2	Turb	Fluo		T°	Sal	O2	Turb	Fluo		T°	Sal	O2	Turb	Fluo		T°	Sal	O2	Turb	Fluo		T°	Sal	O2	Turb	Fluo		T°	Sal	O2	Turb	Fluo
dim.	1					mer.	1					mer.	1					sam.	1					sam.	1																						
lun.	2					jeu.	2					jeu.	2					dim.	2					dim.	2																						
mar.	3					ven.	3					ven.	3					lun.	3					lun.	3																						
mer.	4					sam.	4					sam.	4					mar.	4					mar.	4																						
jeu.	5					dim.	5					dim.	5					mer.	5					mer.	5																						
ven.	6					lun.	6					lun.	6					jeu.	6					jeu.	6																						
sam.	7					mar.	7					mar.	7					ven.	7					ven.	7																						
dim.	8					mer.	8					mer.	8					sam.	8					sam.	8																						
lun.	9					jeu.	9					jeu.	9					dim.	9					dim.	9																						
mar.	10					ven.	10					ven.	10					lun.	10					lun.	10																						
mer.	11					sam.	11					sam.	11					mar.	11					mar.	11																						
jeu.	12					dim.	12					dim.	12					mer.	12					mer.	12																						
ven.	13					lun.	13					lun.	13					jeu.	13					jeu.	13																						
sam.	14					mar.	14					mar.	14					ven.	14					ven.	14																						
dim.	15					mer.	15					mer.	15					sam.	15					sam.	15																						
lun.	16					jeu.	16					jeu.	16					dim.	16					dim.	16																						
mar.	17					ven.	17					ven.	17					lun.	17					lun.	17																						
mer.	18					sam.	18					sam.	18					mar.	18					mar.	18																						
jeu.	19					dim.	19					dim.	19					mer.	19					mer.	19																						
ven.	20					lun.	20					lun.	20					jeu.	20					jeu.	20																						
sam.	21					mar.	21					mar.	21					ven.	21					ven.	21																						
dim.	22					mer.	22					mer.	22					sam.	22					sam.	22																						
lun.	23					jeu.	23					jeu.	23					dim.	23					dim.	23																						
mar.	24					ven.	24					ven.	24					lun.	24					lun.	24																						
mer.	25					sam.	25					sam.	25					mar.	25					mar.	25																						
jeu.	26					dim.	26					dim.	26					mer.	26					mer.	26																						
ven.	27					lun.	27					lun.	27					jeu.	27					jeu.	27																						
sam.	28					mar.	28					mar.	28					ven.	28					ven.	28																						
dim.	29											mer.	29					sam.	29					sam.	29																						
lun.	30											jeu.	30					dim.	30					dim.	30																						
mar.	31											ven.	31																																		

MAI						JUN						JUILLET						AOÛT											
Surface					Fond					Surface					Fond					Surface					Fond				
	T°	Sal	O2	Turb	Fluo		T°	Sal	O2	Turb	Fluo		T°	Sal	O2	Turb	Fluo		T°	Sal	O2	Turb	Fluo		T°	Sal	O2	Turb	Fluo
lun. 1						jeu. 1						sam. 1						mar. 1											
mar. 2						ven. 2						dim. 2						mer. 2											
mer. 3						sam. 3						lun. 3						jeu. 3											
jeu. 4						dim. 4						mar. 4						ven. 4											
ven. 5						lun. 5						mer. 5						sam. 5											
sam. 6						mar. 6						jeu. 6						dim. 6											
dim. 7						mer. 7						ven. 7						lun. 7											
lun. 8						jeu. 8						sam. 8						mar. 8											
mar. 9						ven. 9						dim. 9						mer. 9											
mer. 10						sam. 10						lun. 10						jeu. 10											
jeu. 11						dim. 11						mar. 11						ven. 11											
ven. 12						lun. 12						mer. 12						sam. 12											
sam. 13						mar. 13						jeu. 13						dim. 13											
dim. 14						mer. 14						ven. 14						lun. 14											
lun. 15						jeu. 15						sam. 15						mar. 15											
mar. 16						ven. 16						dim. 16						mer. 16											
mer. 17						sam. 17						lun. 17						jeu. 17											
jeu. 18						dim. 18						mar. 18						ven. 18											
ven. 19						lun. 19						mer. 19						sam. 19											
sam. 20						mar. 20						jeu. 20						dim. 20											
dim. 21						mer. 21						ven. 21						lun. 21											
lun. 22						jeu. 22						sam. 22						mar. 22											
mar. 23						ven. 23						dim. 23						mer. 23											
mer. 24						sam. 24						lun. 24						jeu. 24											
jeu. 25						dim. 25						mar. 25						ven. 25											
ven. 26						lun. 26						mer. 26						sam. 26											
sam. 27						mar. 27						jeu. 27						dim. 27											
dim. 28						mer. 28						ven. 28						lun. 28											
lun. 29						jeu. 29						sam. 29						mar. 29											
mar. 30						ven. 30						dim. 30						mer. 30											
mer. 31												lun. 31						jeu. 31											

Annexes

Annexe 1 : Résultats bruts des contrôles des mesures de fond

Température FOND

Date	Heure ut	MOLIT	Heure ut	Référence	Erreur	EMT haute	EMT basse
11/01/2022	11h46	9,50	11h46	9,58	-0,07	0,3	-0,3
24/01/2022	09h37	8,93	09h19	9,53	-0,51	0,3	-0,3
08/02/2022	10h21	9,50	10h21	9,51	0,00	0,3	-0,3
23/02/2022	08h49	9,71	09h18	9,83	-0,11	0,3	-0,3
14/03/2022	14h18	10,27	13h51	10,11	0,16	0,3	-0,3
28/03/2022	10h07	11,24	10h28	10,85	0,39	0,3	-0,3
13/04/2022	10h05	11,52	10h33	11,23	0,29	0,3	-0,3
25/04/2022	11h12	12,08	11h14	11,63	0,48	0,3	-0,3
09/05/2022	08h52	13,09	09h04	12,27	0,82	0,3	-0,3
16/05/2022	12h33	14,34	12h55	13,55	0,79	0,3	-0,3
23/05/2022	9h22	14,90	9h34	13,98	0,92	0,3	-0,3
30/05/2022	12h47	14,46	12h20	13,80	0,66	0,3	-0,3
09/06/2022	9h39	15,34	9h50	14,19	1,15	0,3	-0,3
21/06/2022	09h01	16,98	08h55	16,49	0,49	0,3	-0,3
05/07/2022	9h01	16,63	9h24	15,83	0,80	0,3	-0,3
19/07/2022	7h32	18,43	7h36	17,50	0,93	0,3	-0,3
08/08/2022	12h00	16,01	11h33	14,79	1,22	0,3	-0,3
17/08/2022	8h00	19,23	7h38	19,09	0,15	0,3	-0,3
23/08/2022	13h00	17,63	12h34	13,36	4,29	0,3	-0,3
05/09/2022	10h00	20,47	9h54	19,87	0,62	0,3	-0,3
19/09/2022	11h00	19,07	10h42	19,07	0,02	0,3	-0,3
03/10/2022	10h00	16,98	10h20	16,90	0,10	0,3	-0,3
10/10/2022	13h30	17,25	13h12	17,04	0,23	0,3	-0,3
26/07/2023	10:00	18,60	10:00	17,41	1,15	0,3	-0,3
08/08/2023	05:30	18,18	06:04	17,53	0,65	0,3	-0,3
22/08/2023	07:30	21,12	07:50	18,75	2,37	0,3	-0,3
05/09/2023	08:30	17,93	09:13	17,28	0,65	0,3	-0,3
09/10/2023	10:30	18,82	10:30	18,79	0,04	0,3	-0,3
23/10/2023	10:30	16,99	10:30	16,97	0,03	0,3	-0,3
21/11/2023	10:30	13,74	10:32	14,13	-0,31	0,3	-0,3

Salinité FOND

Date	Heure ut	MOLIT	Heure ut	Référence	Erreur	EMT haute	EMT basse
11/01/2022	11h46	33,13	11h46	33,36	-0,43	0,5	-0,5
24/01/2022	09h37	32,99	09h19	32,90	-0,10	0,5	-0,5
08/02/2022	10h21	32,78	10h21	33,05	-0,47	0,5	-0,5
23/02/2022	08h49	32,68	09h18	32,94	-0,46	0,5	-0,5
14/03/2022	14h18	32,54	13h51	32,50	0,02	0,5	-0,5
28/03/2022	10h07	32,56	10h28	32,57	-0,04	0,5	-0,5
13/04/2022	10h05	32,84	10h33	32,68	0,13	0,5	-0,5
25/04/2022	11h12	33,67	11h14	33,50	0,13	0,5	-0,5
09/05/2022	08h52	34,15	09h04	33,98	-0,03	0,5	-0,5
16/05/2022	12h33	33,93	12h55	33,79	-0,05	0,5	-0,5
23/05/2022	9h22	34,10	9h34	34,10	-0,01	0,5	-0,5
30/05/2022	12h47	34,57	12h20	34,46	0,10	0,5	-0,5
09/06/2022	9h39	34,49	9h50	34,50	-0,02	0,5	-0,5
21/06/2022	09h01	34,50	08h55	34,46	0,03	0,5	-0,5
05/07/2022	9h01	34,70	9h24	34,73	-0,04	0,5	-0,5
19/07/2022	7h32	34,66	7h36	34,51	0,14	0,5	-0,5
08/08/2022	12h00	35,02	11h33	35,00	0,01	0,5	-0,5
17/08/2022	8h00	34,95	7h38	35,00	0,00	0,5	-0,5
23/08/2022	13h00	34,92	12h34	34,88	0,12	0,5	-0,5
05/09/2022	10h00	30,73	9h54	34,94	-4,13	0,5	-0,5
19/09/2022	11h00	32,00	10h42	34,94	-2,86	0,5	-0,5
03/10/2022	10h00	38,23	10h20	35,19	3,12	0,5	-0,5
10/10/2022	13h30	35,38	13h12	35,25	0,21	0,5	-0,5
26/07/2023	10:00	35,10	10:00	35,09	-0,11	0,5	-0,5
08/08/2023	05:30	35,06	06:04	35,07	-0,07	0,5	-0,5
22/08/2023	07:30	34,44	07:50	34,86	-0,48	0,5	-0,5
05/09/2023	08:30	35,12	09:13	34,98	0,08	0,5	-0,5
04/10/2023	08:30	34,15	08:40	34,14	-0,05	0,5	-0,5
09/10/2023	10:30	34,43	10:30	34,35	0,02	0,5	-0,5
23/10/2023	10:30	34,46	10:30	34,46	-0,02	0,5	-0,5
21/11/2023	10:30	33,96	10:30	33,84	0,10	0,5	-0,5

Oxygène dissous FOND

Date	Heure ut	MOLIT	Heure ut	Référence	Erreur	EMT haute	EMT basse
11/01/2022	11h46	8,66	11h46	8,31	0,12	0,5	-0,5
08/02/2022	10h21	8,82	10h21	8,51	0,20	0,5	-0,5
23/02/2022	08h49	9,55	09h18	8,94	0,37	0,5	-0,5
14/03/2022	14h18	8,46	13h51	8,36	-0,14	0,5	-0,5
25/04/2022	11h12	7,55	11h14	7,81	-0,50	0,5	-0,5
09/05/2022	08h52	7,56	09h04	7,32	0,19	0,5	-0,5
16/05/2022	12h33	8,06	12h55	7,70	0,12	0,5	-0,5
23/05/2022	9h22	7,09	9h34	6,55	0,36	0,5	-0,5
30/05/2022	12h47	7,02	12h20	7,23	-0,39	0,5	-0,5
09/06/2022	9h39	5,34	9h50	5,41	-0,25	0,5	-0,5
21/06/2022	08h31	5,37	08h55	5,49	-0,30	0,5	-0,5
05/07/2022	09h01	3,36	9h24	3,67	-0,49	0,5	-0,5
19/07/2022	7h32	6,33	7h36	6,64	-0,49	0,5	-0,5
08/08/2022	12h00	7,62	11h33	7,64	-0,20	0,5	-0,5
17/08/2022	8h00	6,37	7h38	6,54	-0,35	0,5	-0,5
23/08/2022	13h00	5,77	12h34	6,04	-0,50	0,5	-0,5
05/09/2022	10h00	6,58	9h54	6,82	-0,47	0,5	-0,5
19/09/2022	11h00	6,74	10h42	7,01	-0,50	0,5	-0,5
03/10/2022	10h00	6,93	10h20	7,46	-0,76	0,5	-0,5
10/10/2022	13h30	6,52	13h12	7,05	-0,76	0,5	-0,5
26/07/2023	10:00	6,42	10:00	4,75	1,88	0,5	-0,5
08/08/2023	05:30	4,36	06:04	9,25	-4,56	0,5	-0,5
22/08/2023	07:30	5,09	07:50	6,39	-0,97	0,5	-0,5
05/09/2023	08:30	7,25	09:13	8,57	-0,99	0,5	-0,5
04/10/2023	08:30	8,60	08:40	9,34	-0,41	0,5	-0,5
09/10/2023	10:30	8,00	10:30	8,22	-0,02	0,5	-0,5
23/10/2023	10:30	7,71	10:30	8,95	-1,04	0,5	-0,5
21/11/2023	10:30	8,21	10:30	8,69	-0,28	0,5	-0,5

Turbidité FOND

Date	Heure ut	MOLIT	Heure ut	Réf labo	Erreur (%)	EMT haute (%)	EMT basse (%)
11/01/2022	11h46	78,74	11h46	52,20	50	10	-10
24/01/2022	09h37	5,36	09h19	2,25	138	10	-10
08/02/2022	10h21	12,36	10h21	13,70	-10	10	-10
23/02/2022	08h49	16,41	09h18	8,64	90	10	-10
14/03/2022	14h18	22,86	13h51	18,87	21	10	-10
28/03/2022	10h07	7,54	10h28	12,69	-41	10	-10
13/04/2022	10h05	45,41	10h33	49,28	-8	10	-10
25/04/2022	11h12	10,40	11h14	5,03	106	10	-10
09/05/2022	08h52	5,18	09h04	1,93	168	10	-10
16/05/2022	12h33	6,36	12h55	2,77	129	10	-10
23/05/2022	9h22	7,28	9h34	1,86	291	10	-10
30/05/2022	12h47	9,95	12h20	3,24	207	10	-10
09/06/2022	9h39	13,90	9h50	7,32	89	10	-10
21/06/2022	09h01	6,27	08h55	3,30	90	10	-10
05/07/2022	09h01	0,00	09h24	-0,84	-100	10	-10
19/07/2022	7h32	0,00	7h36	0,00	0	10	-10
08/08/2022	12h00	0,00	11h33	0,00	0	10	-10
17/08/2022	8h00	0,00	7h38	2,29	-100	10	-10
23/08/2022	13h00	0,00	12h34	0,00	0	10	-10
05/09/2022	10h00	0,00	9h54	0,00	0	10	-10
19/09/2022	11h00	0,00	10h42	0,24	-100	10	-10
03/10/2022	10h00	3,46	10h20	0,91	280	10	-10
10/10/2022	13h30	0,00	13h12	5,00	-100	10	-10
26/07/2023	10:00	3,92	10:00	3,21	22	10	-10
08/08/2023	05:30	3,49	06:04	5,64	-39	10	-10
22/08/2023	07:30	4,13	07:50	1,84	124	10	-10
05/09/2023	08:30	5,83	09:13	2,23	161	10	-10
04/10/2023	08:30	2,62	08:40	2,17	20	10	-10
09/10/2023	10:30	19,35	10:30	9,21	110	10	-10
23/10/2023	10:30	47,00	10:30	8,63	444	10	-10
21/11/2023	10:30	18,35	10:30	30,51	-40	10	-10

Annexe 2 : Résultats bruts des contrôles des mesures de surface

Température SURFACE

Date	Heure ut	MOLIT	Heure ut	Référence	Erreur	EMT haute	EMT basse
11/01/2022	12h17	9,08	12h17	9,21	-0,12	0,3	-0,3
24/01/2022	10h07	7,27	09h45	7,28	0,08	0,3	-0,3
08/02/2022	09h51	9,50	09h51	9,49	0,02	0,3	-0,3
23/02/2022	09h19	9,72	09h25	9,73	0,00	0,3	-0,3
14/03/2022	13h59	10,61	13h59	10,68	-0,07	0,3	-0,3
28/03/2022	09h37	11,61	9h50	11,72	-0,11	0,3	-0,3
13/04/2022	09h35	12,35	10h36	12,38	-0,03	0,3	-0,3
25/04/2022	11h42	13,87	11h32	13,79	0,11	0,3	-0,3
09/05/2022	09h22	15,62	09h30	15,61	0,01	0,3	-0,3
16/05/2022	13h03	17,00	13h02	16,72	0,28	0,3	-0,3
23/05/2022	9h52	17,86	9h52	17,89	-0,03	0,3	-0,3
30/05/2022	12h17	16,57	12h30	16,53	0,04	0,3	-0,3
09/06/2022	10h09	17,01	10h09	17,02	-0,01	0,3	-0,3
21/06/2022	9h01	18,23	08h49	18,24	-0,01	0,3	-0,3
05/07/2022	08h31	18,73	08h55	18,70	0,03	0,3	-0,3
19/07/2022	7h02	21,27	7h15	21,26	0,01	0,3	-0,3
08/08/2022	11h29	18,61	11h26	18,61	0,00	0,3	-0,3
17/08/2022	8h30	19,60	8h16	19,55	0,06	0,3	-0,3
23/08/2022	12h30	20,23	12h42	20,23	0,02	0,3	-0,3
05/09/2022	10h30	20,66	10h23	20,54	0,14	0,3	-0,3
19/09/2022	10h30	19,14	10h30	19,16	0,00	0,3	-0,3
03/10/2022	10h30	16,94	10h18	16,92	0,04	0,3	-0,3
10/10/2022	13h00	17,23	13h19	17,24	0,01	0,3	-0,3
23/05/2023	07:30	14,94	7:30	14,95	-0,01	0,3	-0,3
06/06/2023	06:30	17,15	06:30	17,16	-0,04	0,3	-0,3
12/06/2023	11:30	19,35	11:30	19,06	0,26	0,3	-0,3
26/06/2023	08:30	19,50	8:08	19,58	-0,11	0,3	-0,3
10/07/2023	10:00	20,01	10:00	20,01	-0,03	0,3	-0,3
17/07/2023	14:00	20,16	13:55	20,09	0,04	0,3	-0,3
26/07/2023	10:00	18,56	9:48	18,49	0,04	0,3	-0,3
08/08/2023	06:00	18,16	6:11	18,21	-0,05	0,3	-0,3
22/08/2023	07:00	21,07	6:46	21,09	-0,02	0,3	-0,3
05/09/2023	10:00	19,74	9:40	19,75	-0,01	0,3	-0,3
26/09/2023	12:00	19,53	11:57	19,49	0,04	0,3	-0,3
09/10/2023	11:00	19,33	10:57	19,08	0,26	0,3	-0,3
23/10/2023	11:00	16,89	10:54	16,89	0,01	0,3	-0,3
21/11/2023	10:00	13,00	10:00	12,97	0,11	0,3	-0,3
19/12/2023	08:30	10,50	8:30	10,50	0,00	0,3	-0,3

Salinité SURFACE

Date	Heure ut	MOLIT	Heure ut	Référence	Erreur	EMT haute	EMT basse
11/01/2022	12h17	#N/A	12h17	27,67	#N/A	0,5	-0,5
24/01/2022	10h07	29,35	09h45	29,28	-0,12	0,5	-0,5
08/02/2022	09h51	31,55	09h51	32,84	-1,49	0,5	-0,5
23/02/2022	09h19	30,82	09h25	31,49	-0,87	0,5	-0,5
14/03/2022	13h48	30,92	13h59	31,10	-0,20	0,5	-0,5
28/03/2022	09h37	31,87	09h50	31,46	0,38	0,5	-0,5
13/04/2022	09h35	29,72	10h36	29,84	-0,15	0,5	-0,5
25/04/2022	11h42	32,29	11h32	32,13	0,12	0,5	-0,5
09/05/2022	09h22	33,45	09h30	33,33	-0,08	0,5	-0,5
16/05/2022	13h03	33,47	13h02	33,29	-0,01	0,5	-0,5
23/05/2022	9h52	33,39	9h52	33,34	0,04	0,5	-0,5
30/05/2022	12h17	34,12	12h30	34,04	0,07	0,5	-0,5
09/06/2022	10h09	34,38	10h09	34,38	-0,01	0,5	-0,5
21/06/2022	9h01	34,36	08h49	34,30	0,05	0,5	-0,5
05/07/2022	08h31	34,70	8h55	34,61	0,08	0,5	-0,5
19/07/2022	7h02	34,51	7h15	34,25	0,25	0,5	-0,5
08/08/2022	11h29	35,08	11h26	34,99	0,08	0,5	-0,5
17/08/2022	8h30	34,90	8h16	34,92	0,03	0,5	-0,5
23/08/2022	12h30	35,04	12h42	35,04	0,08	0,5	-0,5
05/09/2022	10h30	30,73	10h23	34,94	-4,13	0,5	-0,5
19/09/2022	10h30	32,34	10h30	34,80	-2,38	0,5	-0,5
03/10/2022	10h30	38,19	10h18	35,19	3,08	0,5	-0,5
10/10/2022	13h00	35,37	13h19	35,25	0,20	0,5	-0,5
23/05/2023	07:30	33,88	7:30	33,65	0,28	0,5	-0,5
06/06/2023	06:30	34,29	6:30	34,22	-0,06	0,5	-0,5
12/06/2023	11:30	34,38	11:30	33,96	0,29	0,5	-0,5
26/06/2023	08:30	34,64	8:08	34,30	0,21	0,5	-0,5
10/07/2023	10:00	35,45	10:00	34,33	0,99	0,5	-0,5
17/07/2023	14:00	35,54	13:55	34,54	0,87	0,5	-0,5
26/07/2023	10:00	35,11	9:48	35,14	-0,16	0,5	-0,5
08/08/2023	06:00	35,05	6:11	34,83	0,09	0,5	-0,5
22/08/2023	07:00	34,39	6:46	34,51	-0,18	0,5	-0,5
05/09/2023	10:00	34,89	9:40	34,69	0,14	0,5	-0,5
26/09/2023	12:00	34,70	11:57	34,63	0,01	0,5	-0,5
04/10/2023	09:00	34,10	8:59	34,14	-0,10	0,5	-0,5
09/10/2023	11:00	34,22	10:57	34,14	0,02	0,5	-0,5
23/10/2023	11:00	34,28	10:54	34,28	-0,02	0,5	-0,5
21/11/2023	10:00	27,67	10:00	27,42	0,23	0,5	-0,5
19/12/2023	08:30	23,96	8:30	24,17	-0,14	0,5	-0,5

Oxygène dissous SURFACE

Date	Heure ut	MOLIT	Heure ut	Référence	Erreur	EMT haute	EMT basse
11/01/2022	12h17	9,26	12h17	9,26	-0,23	0,5	-0,5
24/01/2022	10h07	9,65	09h45	9,79	-0,25	0,5	-0,5
08/02/2022	09h51	8,87	09h51	8,91	-0,27	0,5	-0,5
23/02/2022	09h19	9,55	09h25	9,01	0,31	0,5	-0,5
14/03/2022	13h48	8,90	13h59	9,09	-0,42	0,5	-0,5
25/04/2022	11h42	9,25	11h32	9,06	-0,05	0,5	-0,5
09/05/2022	09h22	9,66	09h30	9,47	0,14	0,5	-0,5
16/05/2022	13h03	9,35	13h02	9,18	-0,07	0,5	-0,5
23/05/2022	9h52	9,82	9h52	9,27	0,37	0,5	-0,5
30/05/2022	12h17	8,95	12h30	8,60	0,17	0,5	-0,5
09/06/2022	10h09	7,73	10h09	7,56	-0,01	0,5	-0,5
21/06/2022	9h01	6,19	08h49	6,33	-0,32	0,5	-0,5
05/07/2022	08h31	6,82	8h55	7,14	-0,50	0,5	-0,5
19/07/2022	7h02	8,03	7h15	7,81	0,04	0,5	-0,5
08/08/2022	11h29	7,60	11h26	7,54	-0,12	0,5	-0,5
17/08/2022	8h30	6,84	8h16	7,11	-0,45	0,5	-0,5
23/08/2022	12h30	7,04	12h42	7,18	-0,37	0,5	-0,5
05/09/2022	10h30	3,93	10h23	7,77	-4,07	0,5	-0,5
19/09/2022	10h30	6,65	10h30	7,15	-0,73	0,5	-0,5
03/10/2022	10h30	7,11	10h18	7,55	-0,67	0,5	-0,5
10/10/2022	13h00	7,21	13h19	7,23	-0,25	0,5	-0,5
23/05/2023	07:30	10,57	7:30	11,65	-0,87	0,5	-0,5
06/06/2023	06:30	9,67	6:30	10,62	-0,74	0,5	-0,5
12/06/2023	11:30	7,28	11:30	11,90	-4,41	0,5	-0,5
26/06/2023	08:30	8,48	8:08	10,89	-2,20	0,5	-0,5
10/07/2023	10:00	11,83	10:00	12,85	-0,81	0,5	-0,5
17/07/2023	14:00	8,70	13:55	10,72	-1,81	0,5	-0,5
26/07/2023	10:00	6,51	9:48	7,48	-0,75	0,5	-0,5
08/08/2023	06:00	4,40	6:11	9,60	-4,87	0,5	-0,5
22/08/2023	07:00	4,69	6:46	9,23	-4,21	0,5	-0,5
05/09/2023	10:00	8,40	9:40	9,92	-1,19	0,5	-0,5
26/09/2023	12:00	9,69	11:57	10,36	-0,34	0,5	-0,5
04/10/2023	09:00	8,72	8:59	9,34	-0,29	0,5	-0,5
09/10/2023	11:00	9,74	10:57	10,42	-0,48	0,5	-0,5
23/10/2023	11:00	8,02	10:54	9,09	-0,87	0,5	-0,5
21/11/2023	10:00	9,10	10:00	10,07	-0,77	0,5	-0,5
19/12/2023	08:30	9,64	8:30	10,83	-0,99	0,5	-0,5

Turbidité SURFACE

Date	Heure ut	MOLIT	Heure ut	Réf labo	Erreur (%)	EMT haute (%)	EMT basse (%)
11/01/2022	12h17	13,79	12h17	5,10	170	10,0	-10,0
24/01/2022	10h07	2,77	09h45	0,01	27600	10,0	-10,0
08/02/2022	09h51	3,36	09h51	0,26	1192	10,0	-10,0
23/02/2022	09h19	7,73	09h25	4,19	84	10,0	-10,0
14/03/2022	13h48	2,17	13h59	2,39	-10	10,0	-10,0
28/03/2022	09h37	1,72	09h50	0,59	191	10,0	-10,0
13/04/2022	09h35	2,48	10h36	1,23	101	10,0	-10,0
25/04/2022	11h42	2,27	11h32	0,01	22600	10,0	-10,0
09/05/2022	09h22	2,61	09h30	0,01	26000	10,0	-10,0
16/05/2022	13h03	3,54	13h02	0,01	35300	10,0	-10,0
23/05/2022	9h52	4,01	9h52	0,22	1722	10,0	-10,0
30/05/2022	12h30	3,47	12h30	0,00	0	10,0	-10,0
09/06/2022	10h09	4,95	10h09	0,81	511	10,0	-10,0
21/06/2022	9h01	4,34	08h49	0,71	511	10,0	-10,0
05/07/2022	08h31	0,01	8h55	0,01	0	10,0	-10,0
19/07/2022	7h02	0,01	7h15	0,01	0	10,0	-10,0
08/08/2022	11h29	0,01	11h26	0,01	0	10,0	-10,0
17/08/2022	8h30	0,01	8h16	0,01	0	10,0	-10,0
23/08/2022	12h30	0,01	12h42	0,01	0	10,0	-10,0
19/09/2022	10h30	0,01	10h30	0,01	0	10,0	-10,0
03/10/2022	10h30	0,01	10h18	0,91	-9036	10,0	-10,0
10/10/2022	13h00	0,01	13h19	0,63	-6225	10,0	-10,0
23/05/2023	07:30	4,89	7:30	1,00	389	10,0	-10,0
06/06/2023	06:30	2,79	06:30	0,49	469	10,0	-10,0
12/06/2023	11:30	2,39	11:30	0,14	1607	10,0	-10,0
26/06/2023	08:30	4,12	8:08	0,30	1273	10,0	-10,0
10/07/2023	10:00	5,88	10:00	2,56	129	10,0	-10,0
17/07/2023	14:00	3,61	13:55	1,60	125	10,0	-10,0
26/07/2023	10:00	3,62	9:48	0,83	336	10,0	-10,0
08/08/2023	06:00	3,35	6:11	1,88	78	10,0	-10,0
22/08/2023	07:00	3,83	6:46	0,81	372	10,0	-10,0
05/09/2023	10:00	4,64	9:40	0,43	979	10,0	-10,0
26/09/2023	12:00	2,08	11:57	1,67	24	10,0	-10,0
04/10/2023	09:00	1,76	8:59	1,87	-6	10,0	-10,0
23/10/2023	11:00	0,63	10:54	3,87	-84	10,0	-10,0
21/11/2023	10:00	0,00	10:00	7,50	-100	10,0	-10,0
19/12/2023	08:30	0,00	8:30	3,55	-100	10,0	-10,0

Annexe 3 : Constats de vérification des sondes multiparamètres MP6 avant et après la campagne de mesure

✓ Constats de vérification de la sonde multiparamètres MP6 avant et après la campagne de mesure 01-2022 (23/02/22 au 13/04/22)

M-DCM-22-003 : <https://archimer-intranet.ifremer.fr/doc/00783/89545/>

M-DCM-22-050 : <https://archimer-intranet.ifremer.fr/doc/00783/89520/>

✓ Constats de vérification de la sonde multiparamètres MP6 avant et après la campagne de mesure 02-2022 (13/04/22 au 22/06/22)

M-DCM-22-034 : <https://archimer-intranet.ifremer.fr/doc/00784/89550/>

M-DCM-22-073 : <https://archimer-intranet.ifremer.fr/doc/00783/89517/>

✓ Constats de vérification de la sonde multiparamètres MP6 avant et après la campagne de mesure 03-2022 (22/06/22 au 21/09/22)

M-DCM-22-059 : <https://archimer-intranet.ifremer.fr/doc/00783/89518/>

M-DCM-22-097 : <https://archimer-intranet.ifremer.fr/doc/00803/91547/>

✓ Constat de vérification de la sonde multiparamètres MP6 avant la campagne de mesure 04-2022 (21/09/22 au 06/10/22)

M-DCM-22-092 : <https://archimer-intranet.ifremer.fr/doc/00793/90534/>

✓ Constat de vérification de la sonde multiparamètres MP6 avant la campagne de mesure 05-2022 (06/10/22 au 18/10/22)

M-DCM-22-099 : <https://archimer-intranet.ifremer.fr/doc/00803/91545/>

✓ Constat de vérification de la sonde multiparamètres MP6 avant la campagne de mesure 01-2023 (17/05/23 au 10/07/23)

M-DCM-23-034 : <https://archimer-intranet.ifremer.fr/doc/00866/97789/>

✓ Constat de vérification de la sonde multiparamètres MP6 avant la campagne de mesure 02-2023 (10/07/23 au 19/07/23)

M-DCM-23-032 : <https://archimer-intranet.ifremer.fr/doc/00866/97787/>

✓ Constat de vérification de la sonde multiparamètres MP6 après la campagne de mesure 03-2023 (19/07/23 au 26/09/23)

M-DCM-23-069 : <https://archimer-intranet.ifremer.fr/doc/00914/102547/>

✓ Constats de vérification de la sonde multiparamètres MP6 avant et après la campagne de mesure 04-2023 (26/09/23 au 31/12/23)

M-DCM-23-049 : <https://archimer-intranet.ifremer.fr/doc/00902/101435/>

M-DCM-24-083, M-DCM-24-084, M-DCM-24-085, M-DCM-24-086, M-DCM-24-087