

Qualification des données acquises par la station de mesure MOLIT en baie de Vilaine entre février et octobre 2014



Yves le Medec - Minyvel Environnement 2015
station de mesure MOLIT – mars 2015

Qualification des données acquises par la
station de mesure MOLIT en baie de Vilaine
entre février et octobre 2014

sommaire

1. Introduction	4
2. Contrôle <i>in-situ</i> de la sonde multiparamètre	5
2.1. Mode opératoire	5
2.2. Matériel	6
2.2.1. Matériel utilisé	6
2.2.2. Raccordement du matériel	6
2.3. Résultats des contrôles <i>in-situ</i> par paramètre	6
2.3.1. Température	7
2.3.2. Salinité	10
2.3.3. Oxygène dissous	11
2.3.4. Turbidité	13
3. Historique des opérations de maintenance	15
4. Vérification des sondes multiparamètres après campagne	19
5. La mesure de fluorescence	21
5.1. Vérification de la linéarité du capteur avant campagne	21
5.2. Comparaison des linéarités du capteur de fluorescence avant et après campagne	23
6. Conclusion	26

Annexes

Annexes 1 et 2 : résultats bruts des contrôles de la sonde multiparamètre MP6

Annexe 3 : constats de vérification de la sonde multiparamètre MP6 avant et après la 1^{ère} campagne de mesure (26 février au 15 mai)

Annexe 4 : constats de vérification de la sonde multiparamètre MP6 avant et après la 2^{ème} campagne de mesure (15 mai au 31 juillet)

Annexe 5 : constats de vérification de la sonde multiparamètre MP6 avant et après la 3^{ème} campagne de mesure (31 juillet au 17 octobre)

1. Introduction

La station de mesure Molit entre dans la gamme de produits MAREL. Cette gamme est constituée d'outils développés pour l'observation en continu de paramètres hydrologiques.

La bouée Molit a été déployée en baie de Vilaine du 26 février 2014 au 17 octobre 2014 (Figure 1). Cette station est équipée d'une sonde multiparamètre MP6 qui mesure les paramètres : température, salinité, oxygène dissous, turbidité et fluorescence. Les mesures sont réalisées à 2 niveaux (surface et fond) avec une fréquence d'une mesure horaire.

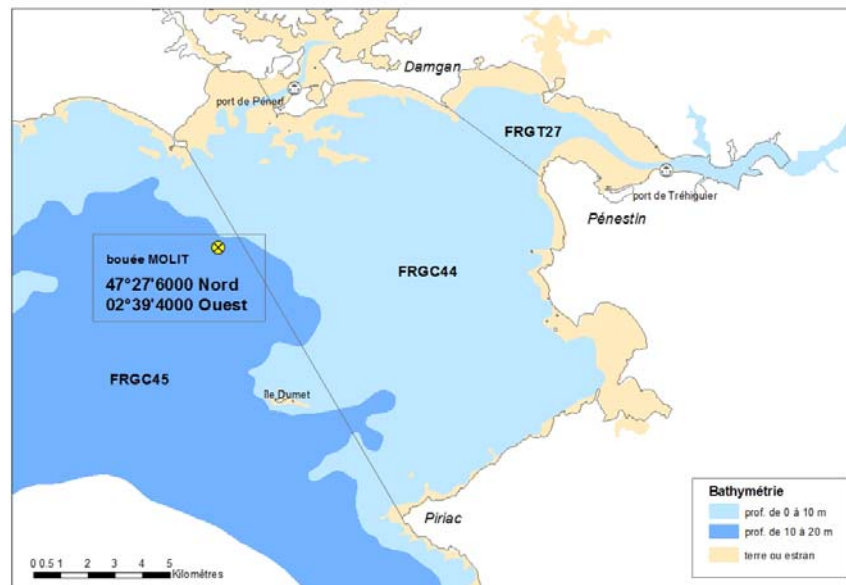


Figure 1 : Localisation de la station de mesure MOLIT en baie de Vilaine

Les données acquises par la bouée MOLIT sont transmises par liaison GSM numérique. Elles peuvent être consultées sur le site web : <http://www.ifremer.fr/co-en/>

Un outil de contrôle qualité SCOOP2 développé au Sismer a remplacé l'outil Marel pour valider les données. Elles peuvent être qualifiées selon plusieurs états :

1 - bonne
2 - moyenne
3 - douteuse
4 - mauvaise
5 - modifiée
6 - interpolée
9 - absente

Ce document synthétise les informations permettant de qualifier les données :

- contrôles *in-situ* de la sonde multiparamètre 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 campagne.

2. Contrôle *in-situ* de la sonde multiparamètre

Des contrôles *in-situ* de la sonde multiparamètre ont été réalisés par le laboratoire LER/MPL pendant les campagnes de prélèvement REPHY pour les 4 paramètres suivants :

- température,
- salinité,
- oxygène dissous,
- turbidité.

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 métrologiques 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.**

2.1. Mode opératoire



Le laboratoire a effectué des mesures de température, salinité, oxygène et turbidité à proximité de MOLIT avec le matériel utilisé pour les campagnes de mesures REPHY (Figure 2).

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

Figure 2 : mesures hydrologiques réalisées par le LER/MPL

Les données mesurées par la bouée MOLIT ont ensuite été téléchargées sur le site web : <http://www.ifremer.fr/co-en/>

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).

2.2. Matériel

2.2.1. Matériel utilisé

Le matériel utilisé pour la comparaison des données est le suivant pour chaque paramètre :

- Température

Mesure *in-situ* avec une sonde multiparamètre MP4 NKE équipée d'une thermistance.

- Salinité

Mesure *in-situ* avec une sonde multiparamètre MP4 NKE équipée d'un capteur de conductivité.

- Oxygène dissous

Mesure *in-situ* avec une sonde multiparamètre MP4 NKE équipée d'une sonde AANDERAA 4335 (capteur optique).

- Turbidité

Prélèvement au moyen d'une bouteille à prélèvement Hydrobios et mesure au laboratoire avec un turbidimètre IR HACH 2100 N IS.

2.2.2. Raccordement du matériel

Les capteurs de la sonde multiparamètre MP4 sont étalonnés une fois par an au moyen de matériels de référence. Ces matériels de référence sont raccordés par :

- un laboratoire accrédité COFRAC (LNE) pour la température,
- le laboratoire de métrologie du département RDT/LDCM du centre Ifremer de Brest pour la conductivité,
- le laboratoire LER/MPL pour l'oxygène dissous (Méthode Winkler).

Un contrôle métrologique est également réalisé une fois tous les deux mois pour détecter une éventuelle dérive.

Un contrôle du turbidimètre est réalisé avant chaque mesure avec des solutions de formazine étalons.

2.3. Résultats des contrôles *in-situ* par paramètre

Pour la décision de conformité de la mesure, nous avons utilisé les EMT (Erreurs Maximales Tolérées) plus larges que les EMT utilisées par le laboratoire RDT/LDCM lors des vérifications métrologiques réalisées en laboratoire. En effet, comme indiqué précédemment, ces contrôles *in-situ* ne sont pas opérés dans des conditions optimales (homogénéité du milieu de comparaison, synchronisation des mesures...).

Les contrôles ont été exploités avec les EMT suivantes :

- $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ pour la température
- ± 0.5 pour la salinité
- ± 0.5 mg/L pour l'oxygène dissous
- $\pm 10\%$ de la mesure pour la turbidité.

2.3.1. Température

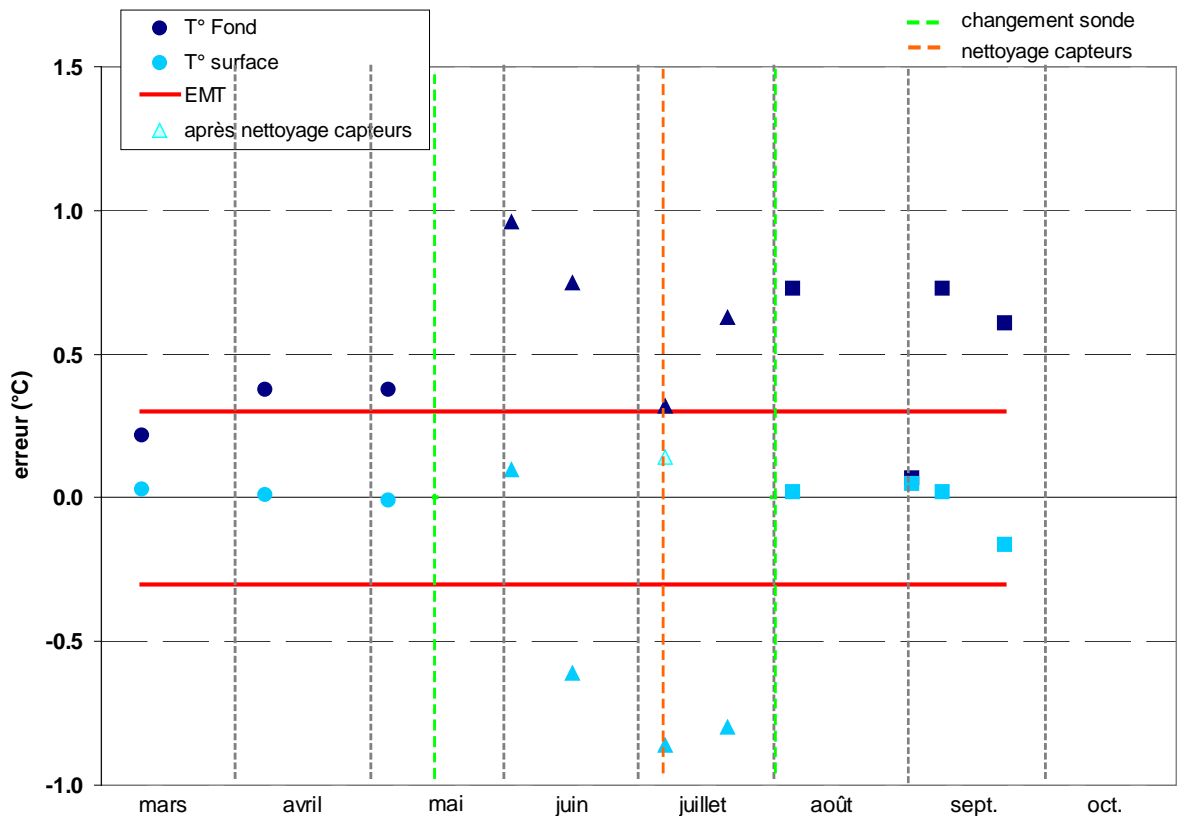


Figure 3 : évolution de l'erreur en température de la sonde multiparamètre de mars à octobre 2014.

➤ En surface

Les contrôles métrologiques sont conformes aux EMT jusqu'au 2 juin (Figure 3).

Sur la base de ce contrôle, on peut qualifier en BON l'ensemble des données température acquises en SURFACE entre le 26 février et le 2 juin.

Les contrôles du 2 juin et du 7 juillet montrent des erreurs supérieures à l'EMT de 0.3°C . Le nettoyage des capteurs opéré le 7 juillet permet de retrouver des valeurs en

température conformes comme le montre le contrôle réalisé après nettoyage. Mais, le contrôle du 21 juillet est à nouveau non conforme (Figure 3).

Lors de la permutation de la sonde réalisée le 31 juillet, il est noté que la chambre de mesure était très encrassée par de la vase et des vers tubicoles (serpules genre *Spirobranchus*). De la vase était donc pompée à certaine période et les fluctuations de débit enregistrées sur le circuit de pompage fond vers surface le confirment (cf figure 4).

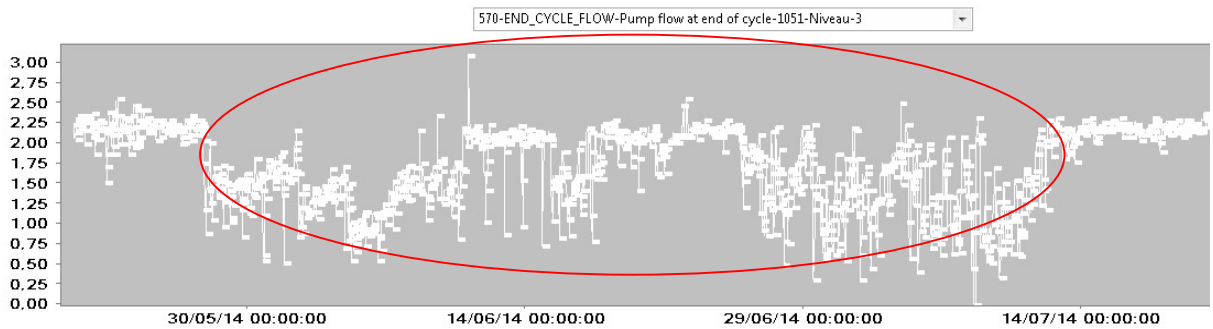


Figure 4 : évolution du débit de pompage en fin de cycle fond-surface de mai à août 2014

Les erreurs observées en température sont certainement liées à ces problèmes de pompage et non aux performances du capteur de température.

On propose donc de qualifier en FAUX les données de températures acquises en SURFACE entre le 3 juin et le 31 juillet.

Après changement de la perche (structure d'accueil de la sonde comprenant la chambre de mesure et le dispositif de pompage) et de la sonde multiparamètre le 31 juillet, les contrôles métrologiques sont conformes jusqu'au relevage de la bouée (Figure 3).

On peut donc qualifier en BON l'ensemble des données température acquises en SURFACE entre le 1^{er} août et le 17 octobre.

➤ *Au fond*

De nombreux contrôles sont non conformes pour la température. L'erreur n'est pas liée au capteur mais au fait que l'eau du fond est mesurée en surface. Elle est pompée et ramenée en surface par un tuyau qui traverse toute la colonne d'eau. En situation de stratification thermique, il y a un réchauffement de l'eau du fond par échange thermique avec l'eau de surface plus chaude : on a alors une surestimation de la température du fond.

Pour pallier à ce problème, une sonde de température autonome a été installée au fond pendant la durée de mise à l'eau de la bouée MOLIT. Ces données ont été intégrées et ont remplacé les données renvoyées sur le site Marel par la sonde multiparamètre.

L'ensemble des données température acquises au fond par la sonde multiparamètre est qualifié en BON.

2.3.2. Salinité

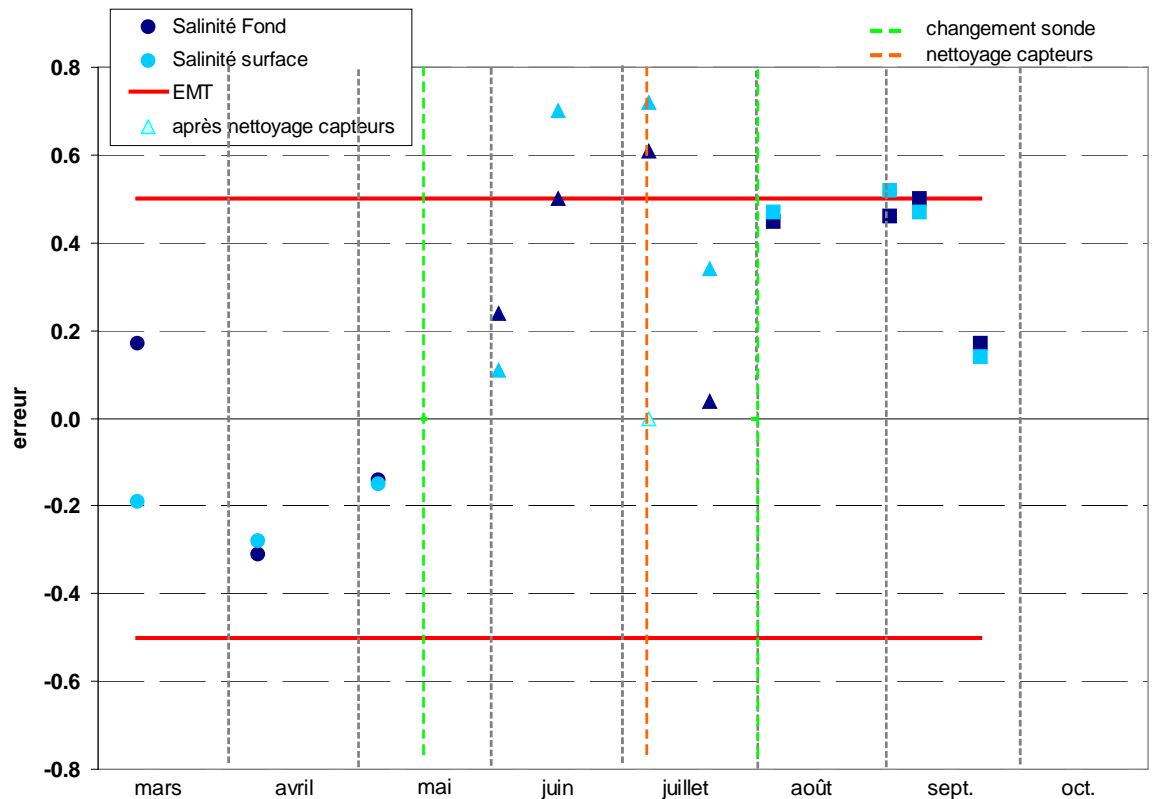


Figure 5 : Evolution de l'erreur en salinité de la sonde multiparamètre de mars à octobre 2014.

Jusqu'au 2 juin, les contrôles météorologiques en salinité sont conformes au fond et en surface (Figure 5).

On peut donc qualifier en BON les données acquises entre le 26 février et le 2 juin.

Les erreurs observées les 16 juin et 7 juillet sont supérieures à l'EMT de 0.5.

Ce problème de mesure doit être lié à l'encrassement du circuit de pompage par de la vase et au développement de biofouling sur les capteurs (Figure 6).

Le nettoyage des capteurs opéré le 7 juillet permet de retrouver des valeurs de salinité conformes aux EMT (Figure 5).



Figure 6 : biofouling sur capteurs sonde MP6

Les données de salinité acquises entre le 3 juin et le 7 juillet sont qualifiées en FAUX

Les contrôles métrologiques sont ensuite conformes jusqu'à la fin de la campagne de mesure.

On peut donc qualifier en BON les données acquises entre le 7 juillet et le 17 octobre.

2.3.3. Oxygène dissous

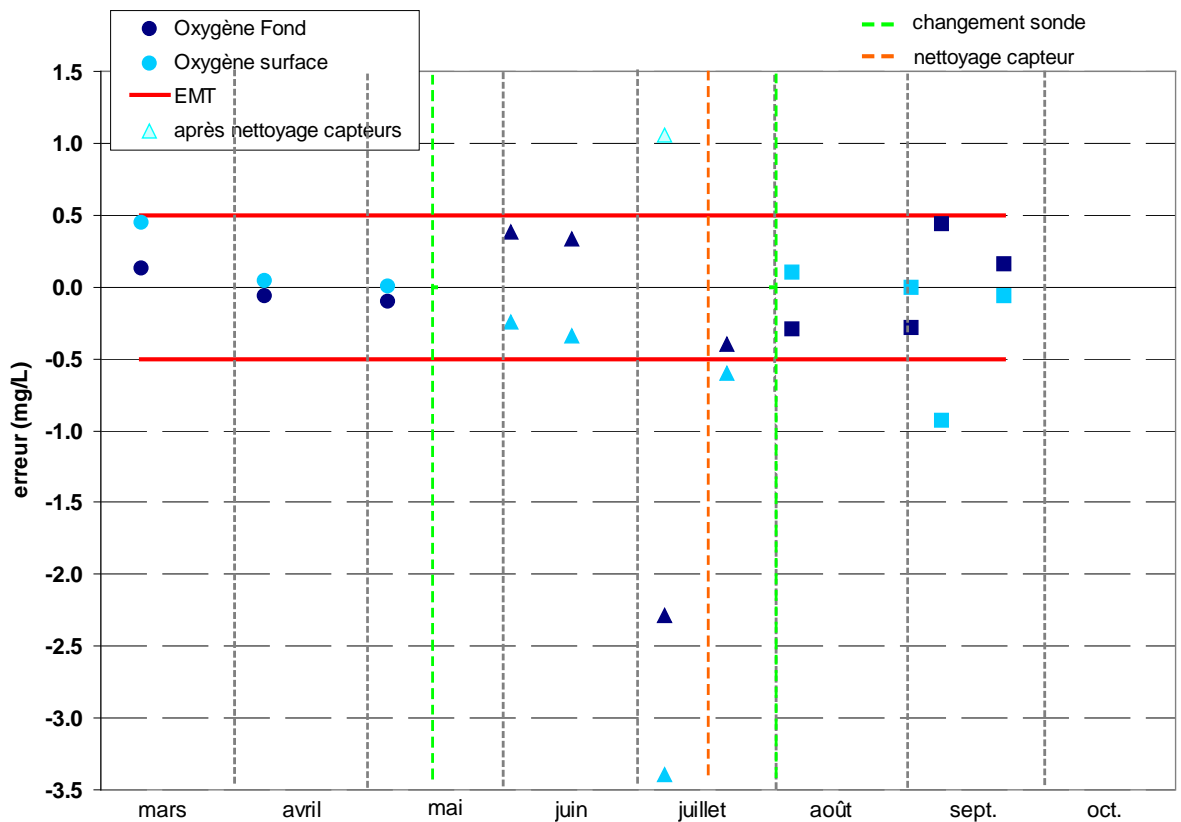


Figure 7 : évolution de l'erreur en oxygène dissous de la sonde multiparamètre de mars à octobre 2014.

Les contrôles en oxygène dissous sont conformes à l'EMT de 0.5 mg/L jusqu'au 16 juin (Figure 7).

On peut donc qualifier en BON les données acquises du 26 février au 16 juin.

Le 7 juillet, on note un dépassement important de l'EMT : -2.3 mg/L pour le fond et -3.4 mg/L pour la surface (Figure 7). Comme pour la salinité, cette erreur est liée à l'encrassement du circuit de pompage par de la vase et au développement de biofouling sur les capteurs. Contrairement au paramètre salinité, le nettoyage du capteur ne permet pas de retrouver des valeurs en oxygène dissous conformes. Le problème sur le circuit de pompage influe de manière plus importante sur la qualité de la mesure en oxygène dissous.

Les données acquises entre le 16 juin et le 31 juillet sont qualifiées en FAUX

Après le changement de sonde du 31 juillet, les contrôles métrologiques sont conformes jusqu'au 8 septembre (Figure 7).

Le 8 septembre, on observe une erreur de -0.9 mg/L d'oxygène dissous en surface. Un problème d'alimentation électrique de la bouée MOLIT est survenu à partir du 28 août. La faiblesse de la pile engendre un premier arrêt des mesures du 28 août au 1^{er} septembre. Quelques mesures sont enregistrées les 1^{er} et 2 septembre puis les mesures s'arrêtent à nouveau. Un changement de piles est opéré le 8 septembre et le contrôle métrologique est réalisé juste après ce changement de piles. Le capteur d'oxygène dissous doit être alimenté pendant un certain temps avant d'être opérationnel, ce qui ne devait pas être le cas au moment du contrôle métrologique.

On peut donc qualifier en BON les données acquises du 31 juillet au 28 août.

Les données acquises entre le 28 août au 8 septembre sont qualifiées en FAUX

Nous n'avons pas d'éléments pour qualifier les données du 9 septembre au 21 septembre.

Les mesures en oxygène dissous acquises entre le 9 et le 21 septembre sont donc qualifiées en DOUTEUX

Le contrôle métrologique effectué le 22 septembre est conforme.

On peut qualifier en BON les données acquises du 22 septembre au 17 octobre.

2.3.4. Turbidité

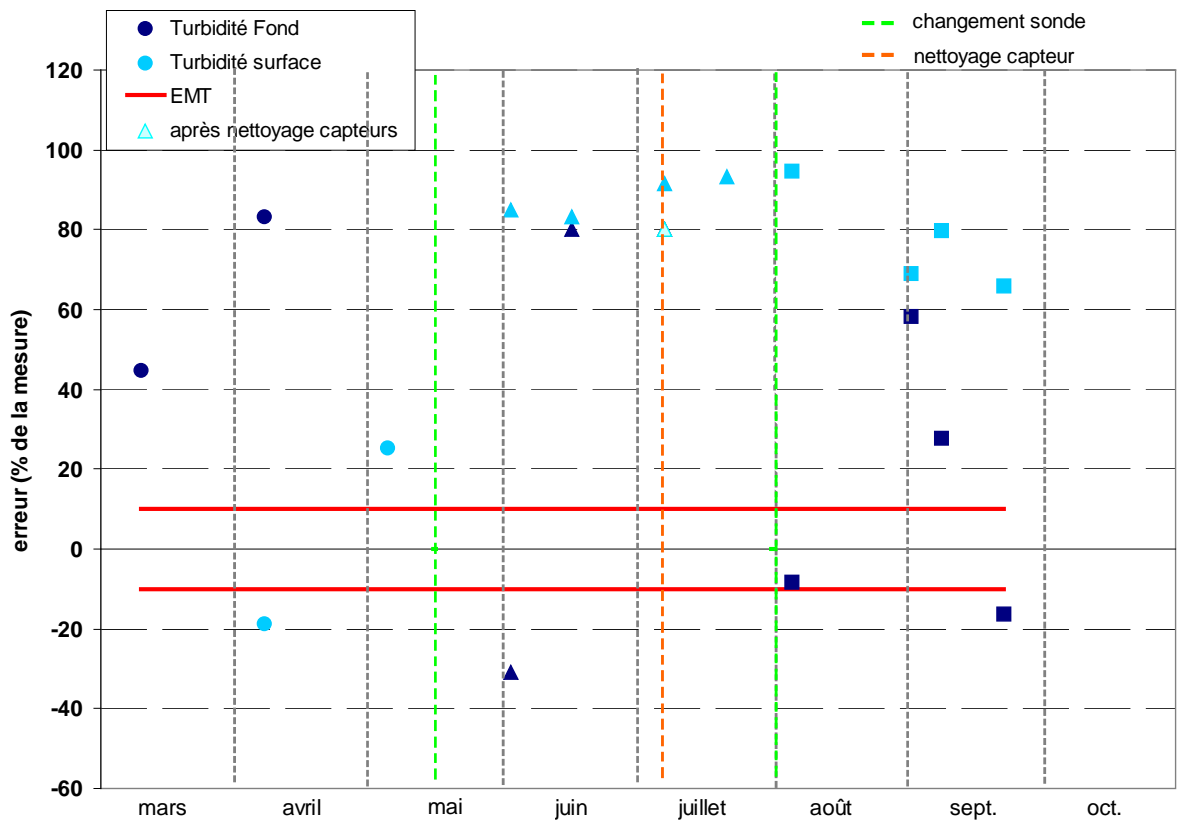


Figure 8 : évolution de l'erreur en turbidité de la sonde multiparamètre de mars à octobre 2014.

L'écart entre la mesure de turbidité réalisée au laboratoire et la mesure enregistrée par la station MOLIT a été supérieur à l'EMT de 10% sur l'ensemble de la période de déploiement (Figure 8). La turbidité mesurée par la bouée MOLIT est en moyenne environ 5 fois plus élevée que la turbidité mesurée au laboratoire.

Ces différences importantes entre les mesures au laboratoire et les mesures de la bouée MOLIT avaient déjà été mises en évidence lors des campagnes de mesures précédentes.

Cependant, le contrôle de la turbidité *in-situ* est complexe pour le niveau fond : 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. Le fond étant constitué de vases fines, des variations de turbidité très importantes dans la colonne d'eau peuvent être observées au voisinage du fond (ceci a été confirmé par des plongeurs). L'intensité de ces remises en suspension sont fonctions des conditions météorologiques et de marée. Cette variabilité de la turbidité au voisinage du fond peut expliquer les écarts de mesure observés. On n'utilisera donc pas ces contrôles pour la qualification des données de fond.

Pour les mesures de surface, il n'existe pas la même variabilité de turbidité.

On propose donc de qualifier en DOUTEUX les données de turbidité acquises en surface pour toute la période de déploiement.

La sonde multiparamètre déployée sur la période du 15 mai au 31 juillet semble avoir un problème d'ajustage dans les faibles valeurs. En effet, il n'y a pas de valeurs enregistrées en dessous de 7.5 FNU (Figure 9). De plus, à ces problèmes d'ajustage, s'ajoutent des problèmes d'encrassement du circuit de pompage par de la vase et de développement de biofouling sur les capteurs pendant cette période.

On propose donc de qualifier en FAUX les données de turbidité acquises du 15 mai au 31 juillet.

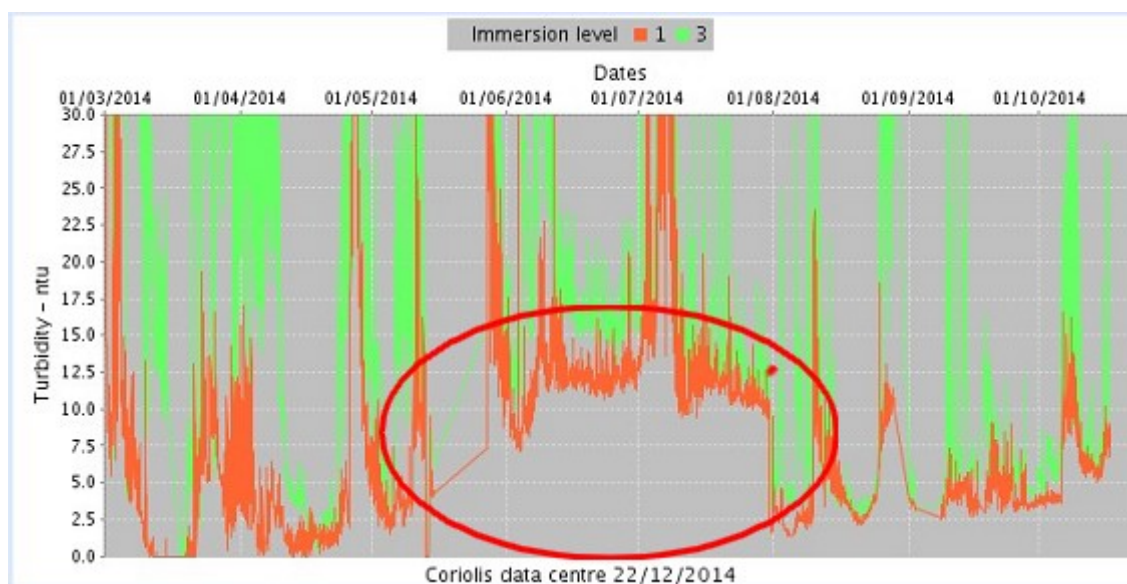


Figure 9 : mesures de turbidité enregistrées par la station de mesure Molit en surface (■) et au fond (■) en 2014.

3. Historique des opérations de maintenance

L'historique des opérations de maintenance réalisées sur la période de déploiement peut également apporter des éléments pour qualifier les données.

➤ 26 février

Installation de la bouée MOLIT équipée d'une sonde multiparamètre NKE MP6 mesurant les paramètres température, salinité, turbidité, oxygène dissous et fluorescence.

Fréquence de mesure = 1 mesure toutes les heures

➤ 10 mars

L'équipe RDT/LDCM intervient sur la station MOLIT pour un changement de pompe sur la perche car le débit de pompe de surface est trop faible. Le signal de salinité montre que ce problème de débit influe sur la qualité de la mesure (Figure 10).

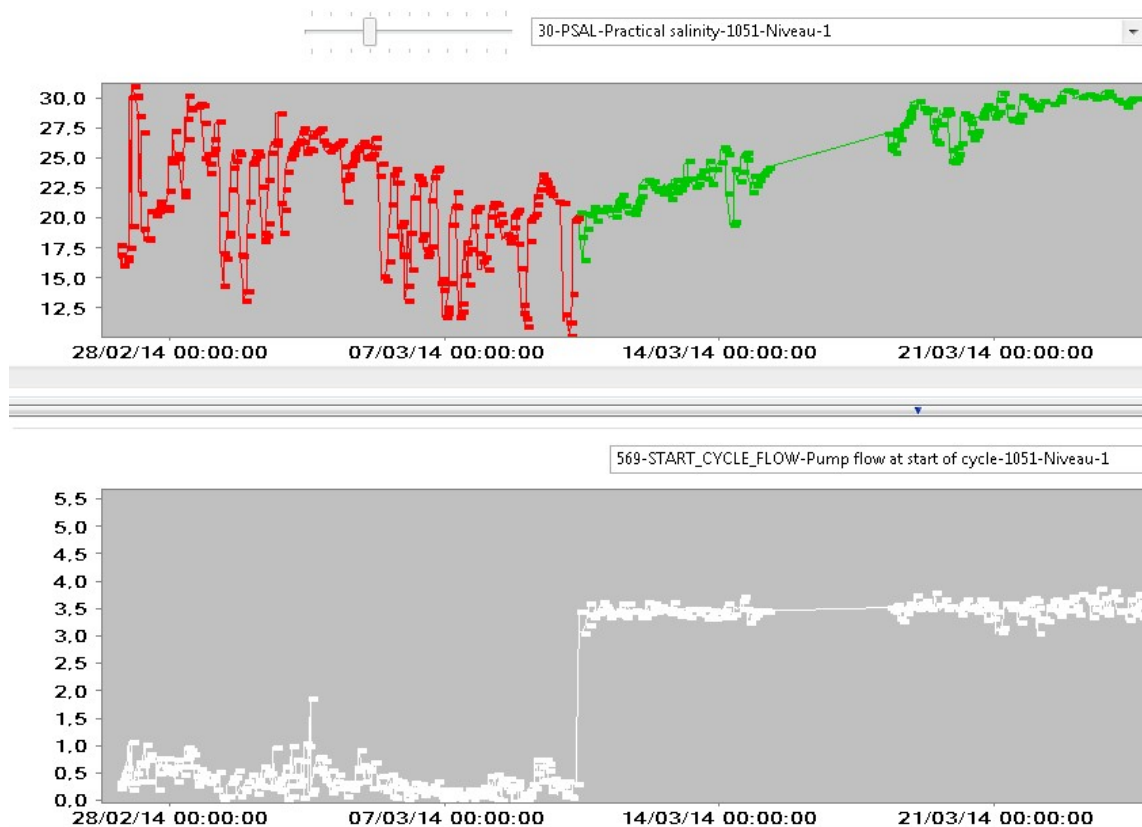


Figure 10: évolution de la salinité de surface et du débit de la pompe de surface en début de campagne de mesure 2014.

L'ensemble des données acquises en surface entre le 26 février et le 10 mars est donc qualifié en FAUX.

➤ 11 avril

Le LER/MPL signale à l'équipe RDT/LDCM que le niveau de fluorescence mesuré par la bouée MOLIT depuis le début du déploiement est très bas alors que les prélèvements réalisés dans le cadre du réseau REPHY indiquent la présence importante de phytoplancton.

La période de mars à mai est toujours une période productive en baie de Vilaine. La masse d'eau est riche en éléments nutritifs en fin d'hiver et l'augmentation de la température et de l'ensoleillement favorise le développement du phytoplancton. Les valeurs de chlorophylle *a* mesurées dans le cadre de prélèvements ponctuels pour la DCE pendant cette période sont comprises entre 1.9 µg/L et 5.9 µg/L et témoignent d'une activité biologique assez forte.

Les figures 11 et 12 qui comparent les niveaux de fluorescence mesurés en 2013 et 2014 confirment également ce problème d'ajustage en fluorescence de la première sonde multiparamètre installée sur la bouée MOLIT du 26 février au 15 mai 2014. Pour être exploitables, les données de fluorescence doivent être corrigées (cf §5).

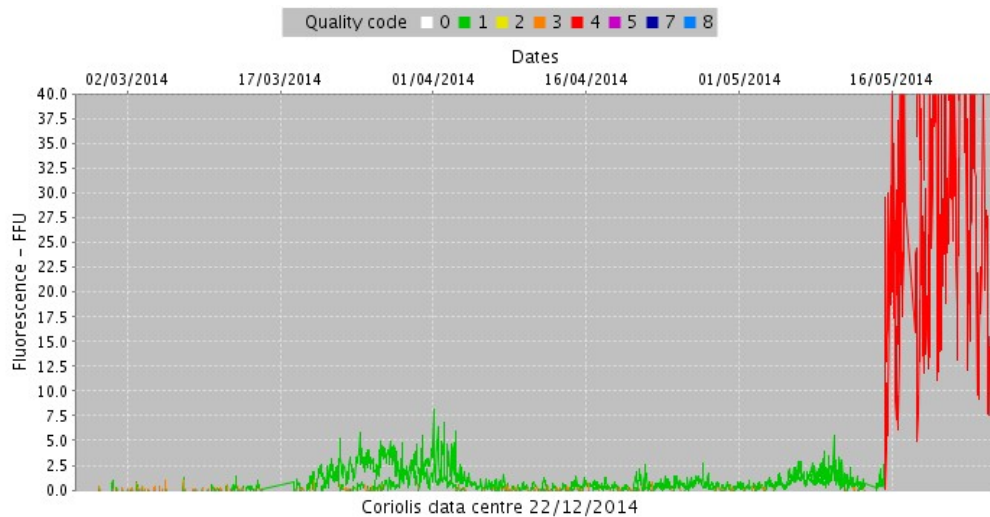


Figure 11 : mesures de fluorescence enregistrées par la station de mesure Molit de fin février à fin mai 2014.

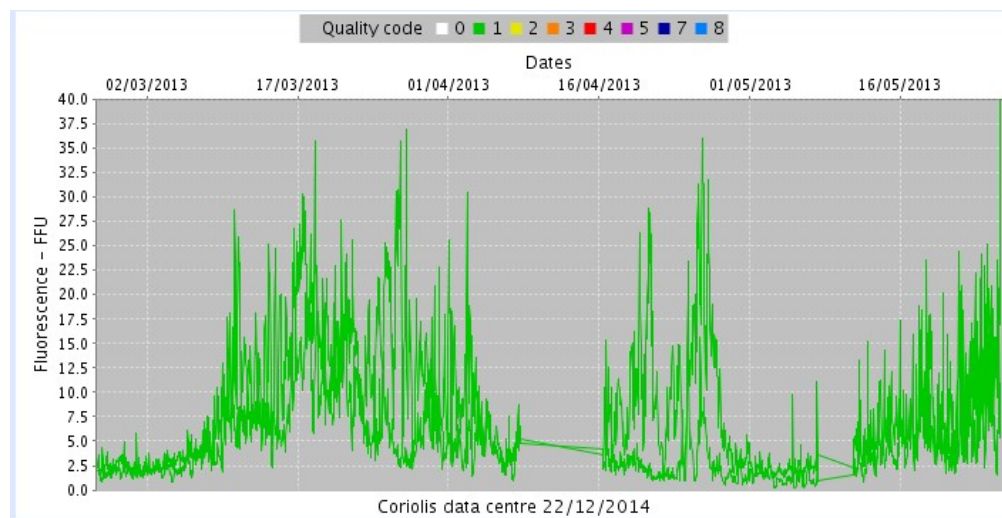


Figure 12 : mesures de fluorescence enregistrées par la station de mesure Molit de fin février à fin mai 2013.

De plus, de nombreuses valeurs de fluorescence enregistrées sont négatives en début de période. On remarque une dérive du signal de fluorescence au cours du déploiement (cf figure 13). A la fin de la période, il n'y a plus de valeurs négatives.

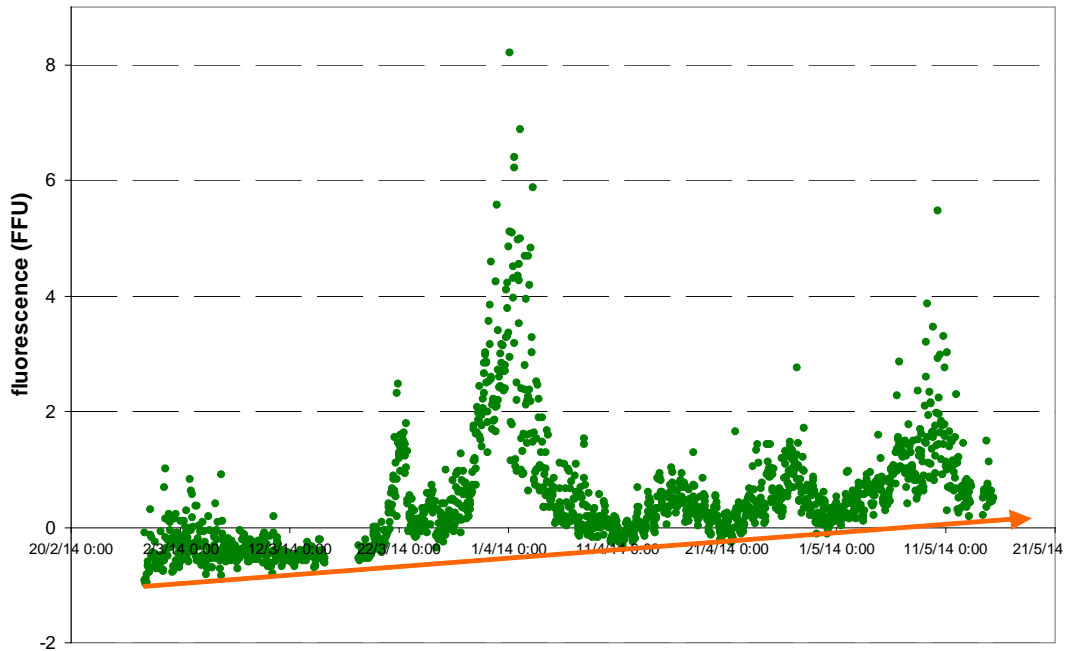


Figure 13 : Evolution du signal de fluorescence de fond entre fin février et fin mai 2014

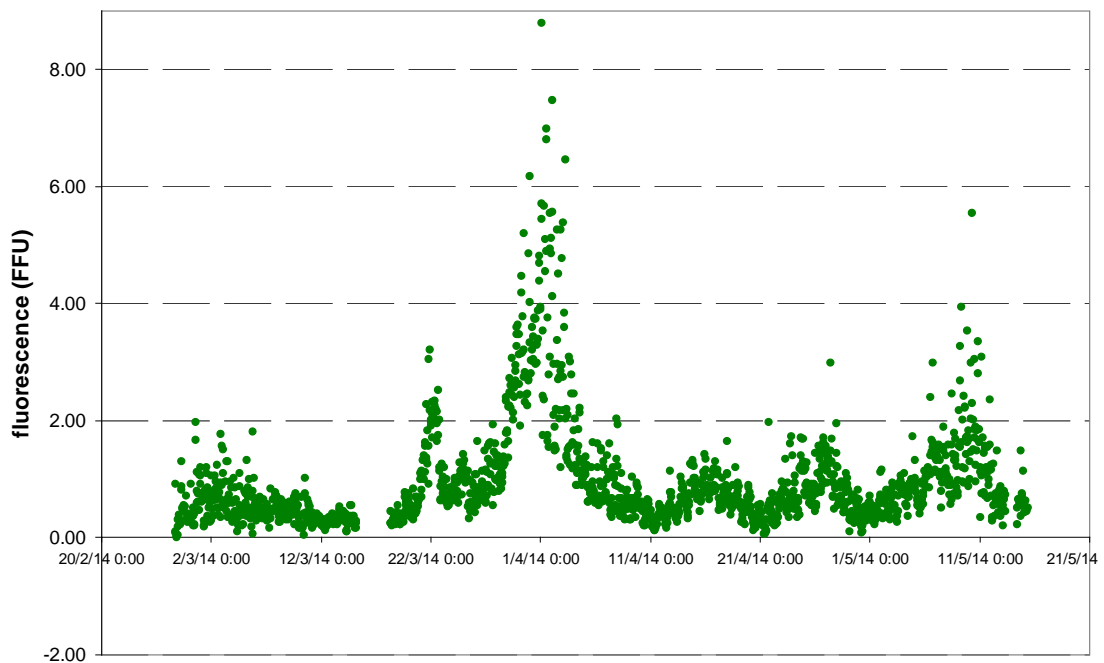


Figure 14 : Evolution du signal de fluorescence de fond entre fin février et fin mai 2014 **après correction**

Une correction systématique des données est réalisée en réalisant une interpolation sur le temps de déploiement.

La correction $\Delta fluo$ est calculée selon la formule suivante :

$$\Delta fluo = -\left(\frac{\delta.fluo_{(t_{fin.})} - \delta.fluo_{(t_0)}}{t_{fin.}}t + \delta.fluo_{(t_0)}\right)$$

où

$\delta.fluo_{(t_0)}$ est l'erreur en fluorescence au début de la période à savoir -1.0 FFU

$\delta.fluo_{(t_{fin.})}$ est l'erreur en fluorescence en fin de période à savoir 0 FFU

Les valeurs de fluorescence corrigées sont obtenues en additionnant la correction $\Delta fluo$ aux mesures brutes (cf figure 14).

➤ 15 mai

L'équipe RDT/LDCM Brest intervient pour changer la sonde multiparamètre.

➤ 27 mai

On constate un problème avec le signal de turbidité depuis le changement de sonde. Le capteur de turbidité sature. Le capteur n'était pas dans la bonne position ; la fenêtre du capteur se situe sur le côté et il faut une distance supérieure à 7 cm avec un obstacle pour avoir une mesure fiable.

L'équipe RDT/LDCM intervient le 27 mai pour repositionner le capteur.

Les données de turbidité acquises entre le 15 et le 27 mai sont donc qualifiées en FAUX.

➤ 7 juillet

Le LER/MPL intervient sur la bouée MOLIT suite à une dérive de la mesure en oxygène dissous qui a été observée lors du dernier contrôle métrologique.

La sonde multiparamètre est démontée et on observe la présence importante de biofouling sur les capteurs. Un nettoyage des capteurs est donc réalisé. La présence d'une quantité très importante de moules dans la piscine et sur le corps de sonde est également observée (Figure 15 et 16).

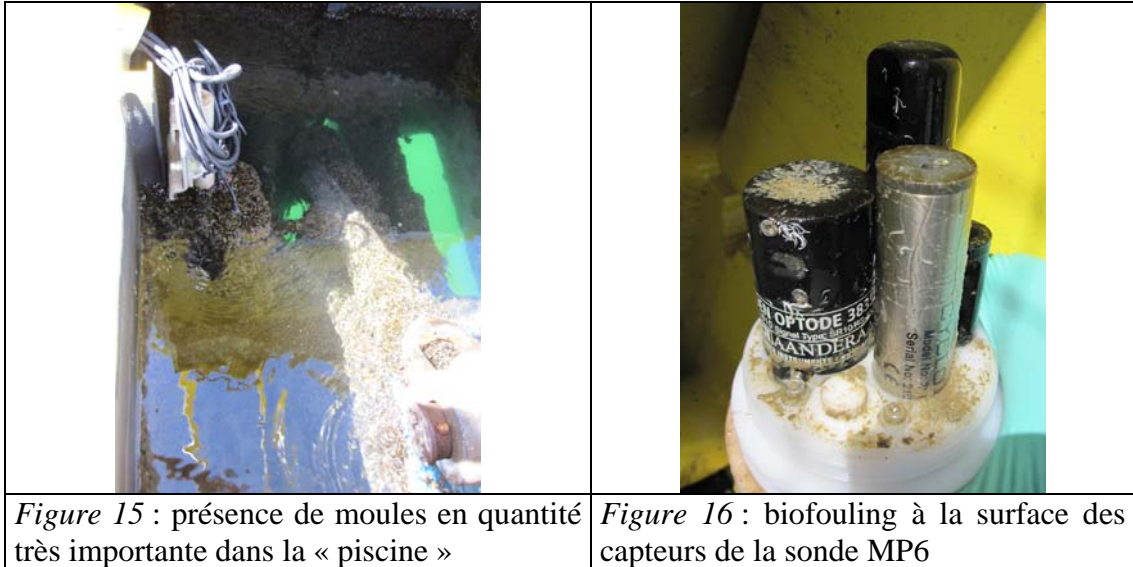


Figure 15 : présence de moules en quantité très importante dans la « piscine »

Figure 16 : biofouling à la surface des capteurs de la sonde MP6

➤ 17 octobre

La bouée MOLIT est sortie d'eau pour carénage et hivernage au port de La Turballe.

4. Vérification des sondes multiparamètres après campagne

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

Trois sondes multiparamètres ont été utilisées pendant la période de déploiement de la station de mesure MOLIT (Tableau 1).

<i>Campagne</i>	<i>n° série sonde</i>	<i>Date début</i>	<i>Date fin</i>
01-2014	27006-20018	26 février	15 mai
02-2014	33010-20145	15 mai	31 juillet
03-2014	30021-20083	31 juillet	17 octobre

Tableau 1 : Récapitulatif des différentes campagnes 2014

Les étalonnages ont été réalisés par le laboratoire Ifremer RDT/IC. Ces étalonnages ont été effectués avant nettoyage des capteurs afin de valider les données acquises.

Une déclaration de conformité est donnée pour les paramètres température, conductivité, oxygène dissous et turbidité, en utilisant les spécifications MAREL.

Pour le paramètre fluorescence, la linéarité du capteur est vérifiée mais il n'y a pas de décision de conformité.

Le tableau 2 récapitule les erreurs de justesse maximum obtenues pour chaque paramètre.

	<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	+/- 0.3	+/- 0.10	+/- 10
<i>Campagne</i>				
01-2014	0.18	0.108	0.005	-88
02-2014	0.42	0.226	0.005	-57
03-2014	0.03	0.530	-0.003	30

Tableau 2 : Résultats des étalonnages des sondes MP6 après campagne.

➤ *Campagne 01-2014 du 26 février au 15 mai*

Les résultats sont conformes pour les paramètres température, conductivité et oxygène dissous.

En revanche, une erreur de justesse supérieure à l'EMT est observée en turbidité sur l'ensemble de la gamme avec une erreur maximale de -88% à 10 FNU. Le laboratoire d'étalonnage note également un problème de stabilité de la mesure.

La mesure de turbidité réalisée en surface le 5 mai par le LER/MPL donne une valeur de 1.1 FNU proche de la turbidité mesurée par la bouée MOLIT (1.5 FNU). On peut donc conserver les données de turbidité acquises par la station de mesure MOLIT avant le 5 mai. Cependant, le laboratoire d'étalonnage ayant noté un problème de stabilité de la mesure, ces données seront qualifiées en douteuses.

Les données de turbidité acquises entre le 26 février et le 5 mai sont qualifiées en DOUTEUX.

Les données de turbidité acquises entre le 6 et le 15 mai sont qualifiées en FAUX.

➤ *Campagne 02-2014 du 15 mai au 31 juillet*

Les résultats sont conformes pour les paramètres température et conductivité.

Par contre, une erreur de justesse supérieure à l'EMT est observée pour l'oxygène dissous et la turbidité.

Ces résultats confirment les problèmes de mesures détectés par les contrôles *in-situ* dès le 7 juillet. Le développement de biofouling est une des causes de la dérive de la mesure de ces capteurs optiques et doivent être à l'origine de ces vérifications métrologiques non conformes après campagne.

Comme indiqué au paragraphe 2.3.4, les données de turbidité sont qualifiées en FAUX sur toute la période puisque un problème d'ajustage du capteur de turbidité dans les faibles valeurs de turbidité est également observé dès le début de la période.

Les données de turbidité acquises entre le 15 mai et le 31 juillet sont donc qualifiées en FAUX.

Les données d'oxygène dissous devraient également être qualifiées en FAUX sur l'ensemble de cette période. Mais comme indiqué dans le paragraphe 2.3.3, les contrôles *in-situ* permettent de repérer le moment de la dérive qui survient entre le 16 juin (contrôle conforme) et le 7 juillet (erreur de justesse supérieure à l'EMT).

Les mesures en oxygène dissous acquises entre le 16 juin et le 31 juillet sont qualifiées en FAUX

➤ *Campagne 03-2014 du 31 juillet au 17 octobre*

Les résultats sont conformes pour les paramètres température et oxygène dissous.

Les capteurs de conductivité et turbidité présentent une erreur supérieure à l'EMT. Cependant, pour le paramètre salinité, le dernier contrôle *in-situ* effectué le 22 septembre était conforme. Entre le 22 septembre et le 17 octobre, nous n'avons pas d'éléments pour détecter le moment de la dérive de la mesure.

Les données de salinité et de turbidité acquises entre le 22 septembre et le 17 octobre sont donc qualifiées en FAUX

Les données de turbidité acquises entre le 31 juillet et le 21 septembre sont qualifiées en DOUTEUSES.

5. La mesure de fluorescence

5.1. Vérification de la linéarité du capteur avant campagne

La vérification du paramètre fluorescence consiste à mesurer la réponse du capteur de fluorescence qui est immergé dans plusieurs solutions étalons de fluorescéine.

Il existe une relation linéaire entre la concentration de la solution de fluorescéine et la réponse du capteur de fluorescence et l'analyse des étalonnages des sondes multiparamètres utilisées sur MOLIT depuis 2011 nous montre que la droite d'étalonnage doit être :

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

Dans un premier temps, nous avons comparé la linéarité du capteur de fluorescence des différentes sondes utilisées au cours de la campagne de mesure 2014 (cf. figure 17) par rapport à cette droite de référence.

Pour cela, nous avons utilisé les résultats des vérifications avant campagne.

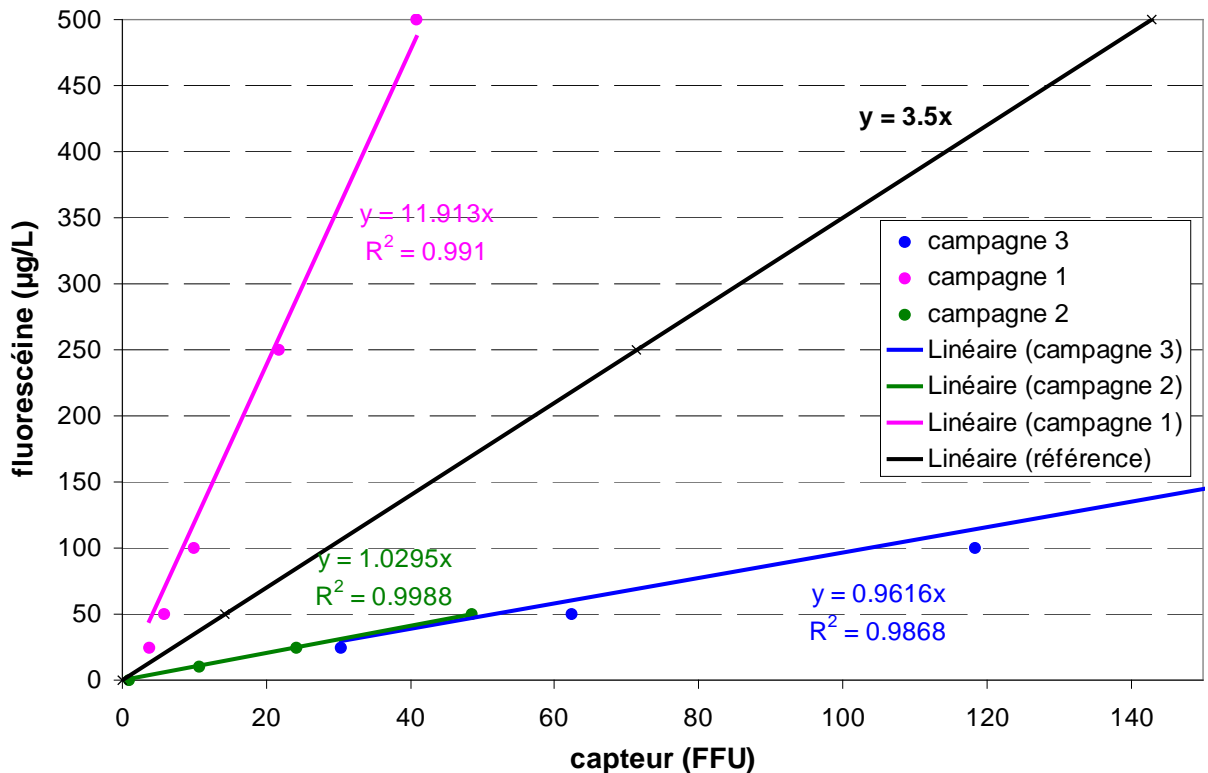


Figure 17 : linéarité du capteur de fluorescence des différentes sondes utilisées sur la bouée MOLIT en 2014.

L'ajustage du capteur de fluorescence avant campagne est **NON CONFORME** pour l'ensemble des périodes. Les mesures de fluorescence doivent donc être corrigées.

La pente de la droite d'étalonnage de la sonde utilisée lors de la 1^{ère} campagne de mesure a une valeur de 11.9 au lieu de 3.5.

Les données de fluorescence acquises entre le 26 février et le 14 mai doivent être multipliées par 3.4.

La pente de la droite d'étalonnage des sondes utilisées lors de la 2^{ème} et de la 3^{ème} campagne de mesure est environ égale à 1 alors que la pente attendue est de 3.5.

Les mesures de fluorescence enregistrées entre le 15 mai et le 17 octobre doivent être divisées par 3.5.

Une fois corrigées, les données de fluorescence de l'année 2014 seront qualifiées en BON

Par contre, les données de fluorescence pour lesquelles le capteur a saturé, seront qualifiées en FAUX.

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.

➤ Campagne 01-2014 du 26 février au 15 mai

On observe la même linéarité du capteur de fluorescence avant et après campagne (Figure 18).

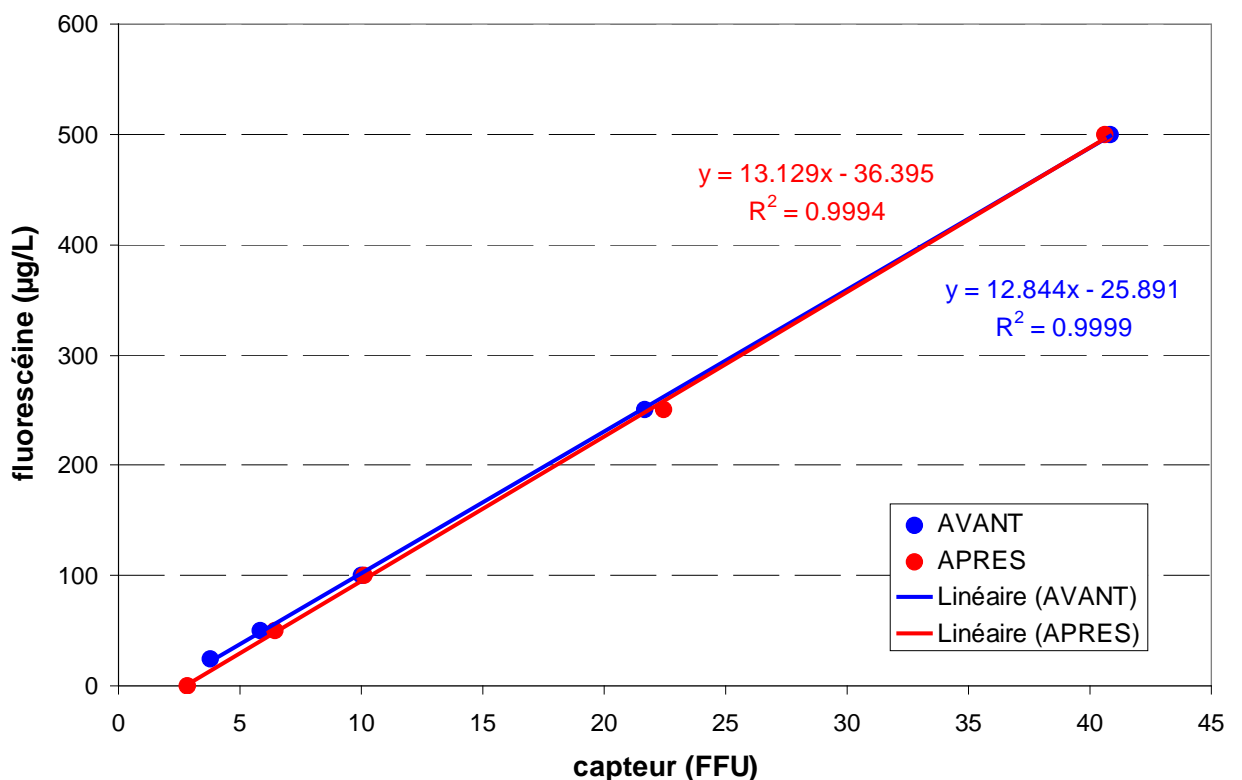


Figure 18 : linéarité du capteur de fluorescence utilisé pendant la campagne n°1

➤ Campagne 02-2014 du 15 mai au 31 juillet

On note une différence de linéarité du capteur avant et après campagne (Figure 19). La différence maximale de réponse du capteur est observée dans les fortes valeurs de fluorescence.

Pendant cette période, les capteurs optiques de turbidité et d'oxygène dissous ont également dérivé sous l'effet du biofouling. On peut considérer que la dérive du capteur de fluorescence est survenue dans le même temps que celle du capteur d'oxygène dissous soit à partir du 7 juillet. On propose de qualifier les données fluorescence enregistrée pendant cette 2^{ème} campagne de mesure de la même manière que les mesures d'oxygène dissous.

Les mesures en fluorescence acquises entre le 16 juin et le 7 juillet sont qualifiées en DOUTEUX

Les données acquises entre le 7 et le 31 juillet sont qualifiées en FAUX

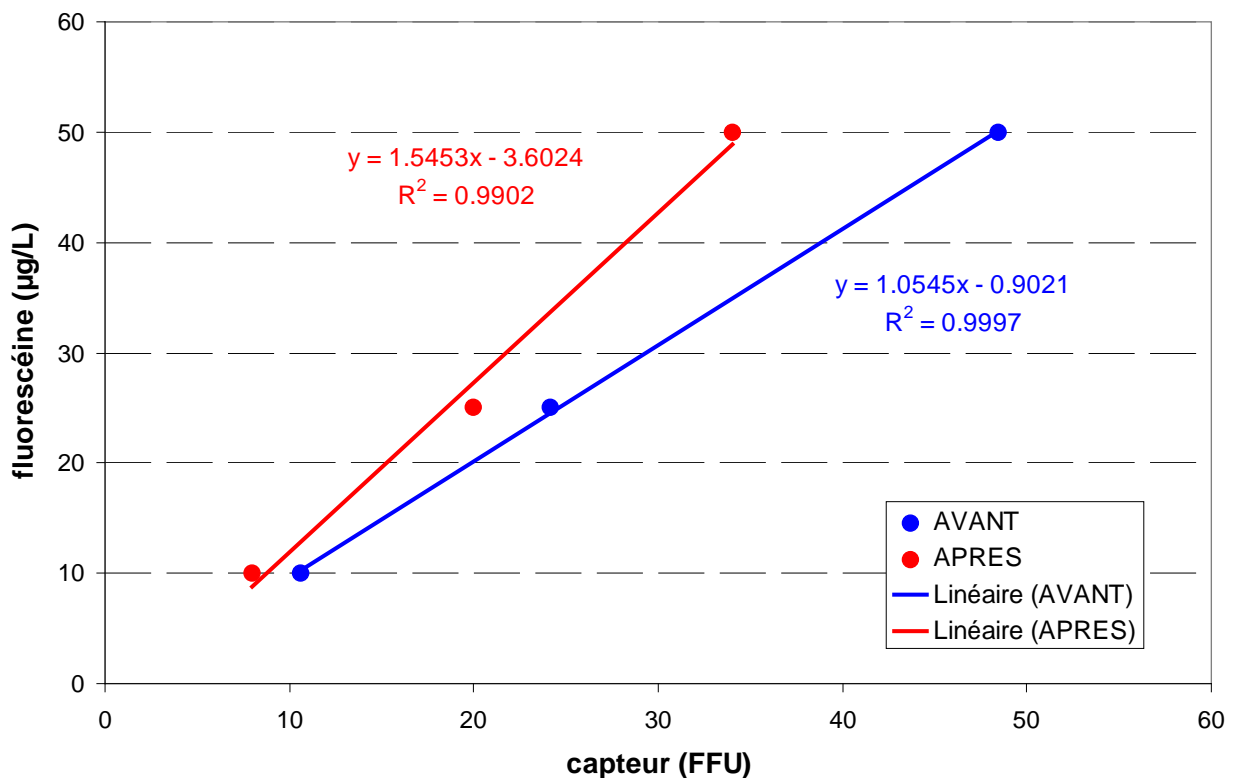


Figure 19 : linéarité du capteur de fluorescence utilisé pendant la campagne n°2

On note également pendant cette période une saturation du capteur de fluorescence. Le capteur de fluorescence est réglé sur une gamme de 0 à 50 FFU et les valeurs dépassant 50 FFU correspondent certainement aux eaux colorées vertes à *Lepidodinium chlorophorum* enregistrées régulièrement dans le secteur pendant cette période.

Les données de fluorescence égale à 50 FFU acquises entre le 15 mai et le 7 juillet sont qualifiées en FAUX.

➤ *Campagne 03-2014 du 31 juillet au 17 octobre*

On observe la même linéarité du capteur de fluorescence avant et après campagne (Figure 20).

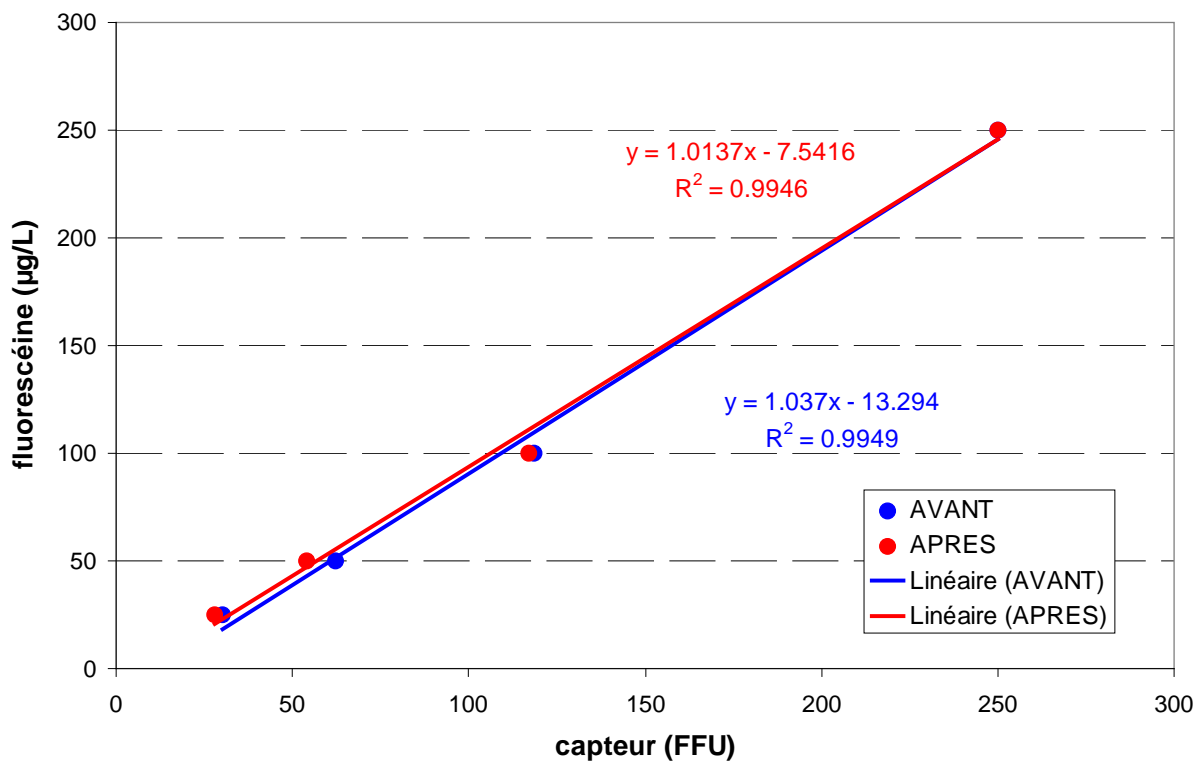




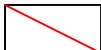


Figure 20 : linéarité du capteur de fluorescence utilisé pendant la campagne n°3

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
	ABSENCE mesures
	Mesures de fluorescence avec saturation capteur

En 2014, environ 70% des mesures produites par la bouée MOLIT sont exploitables scientifiquement.

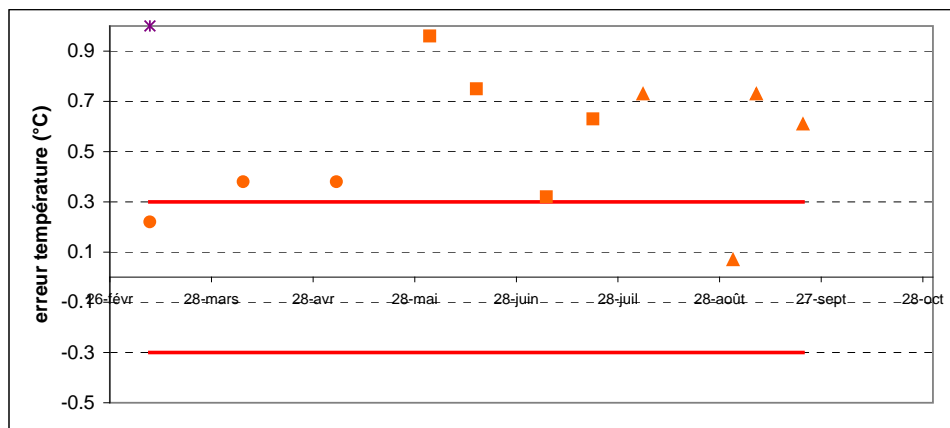
Comme les années précédentes, la période estivale a été perturbée par le développement de fouling sur les capteurs de mesure. Cette période est pourtant très intéressante avec notamment le suivi de la réponse du milieu en terme de désoxygénation des eaux du fond. Il faudrait prévoir une rotation de sonde supplémentaire en été pour pallier ce problème de biofouling.

De plus, les contrôles métrologiques « in situ » réalisés par le LER/MPL permettent de détecter les éventuelles dérives de capteur. Il serait intéressant d'avoir une sonde MP6 étalonnée à disposition à la station de la Trinité pour effectuer un changement de sonde rapide en cas de problème de mesure.

Annexe 1 : Résultats bruts des contrôles des mesures de fond

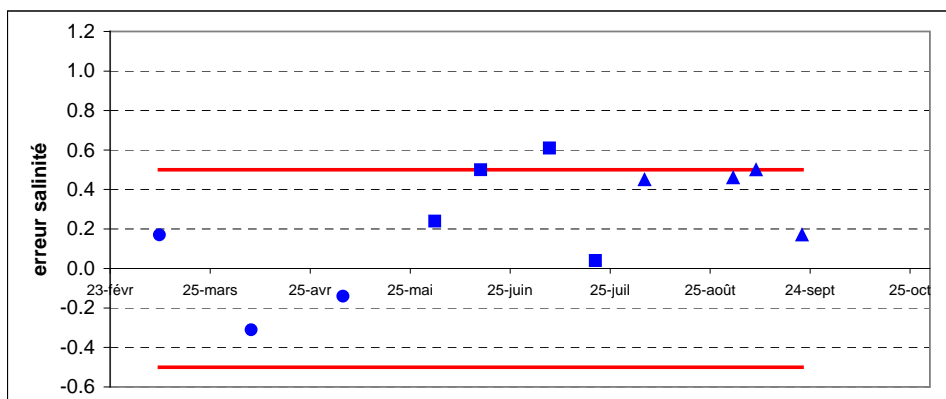
Température (°C)

Date	Heure ut	MOLIT	Heure ut	Référence	Erreur	EMT haute	EMT basse
10/03/2014	10h52	10.1	9h55	9.9	0.2	0.3	-0.3
07/04/2014	8h02	11.7	7h57	11.3	0.4	0.3	-0.3
05/05/2014	9h15	13.1	9h27	12.7	0.4	0.3	-0.3
02/06/2014	8h21	15.1	8h25	14.1	1.0	0.3	-0.3
16/06/2014	8h05	15.5	8h16	14.7	0.8	0.3	-0.3
07/07/2014	9h12	16.2	9h12	15.9	0.3	0.3	-0.3
21/07/2014	9h00	16.8	9h08	16.2	0.6	0.3	-0.3
05/08/2014	9h16	17.8	9h14	17.1	0.7	0.3	-0.3
01/09/2014	9h10	18.7	9h12	18.6	0.1	0.3	-0.3
08/09/2014	10h53	19.3	9h55	18.5	0.7	0.3	-0.3
22/09/2014	12h25	18.9	9h12	18.3	0.6	0.3	-0.3



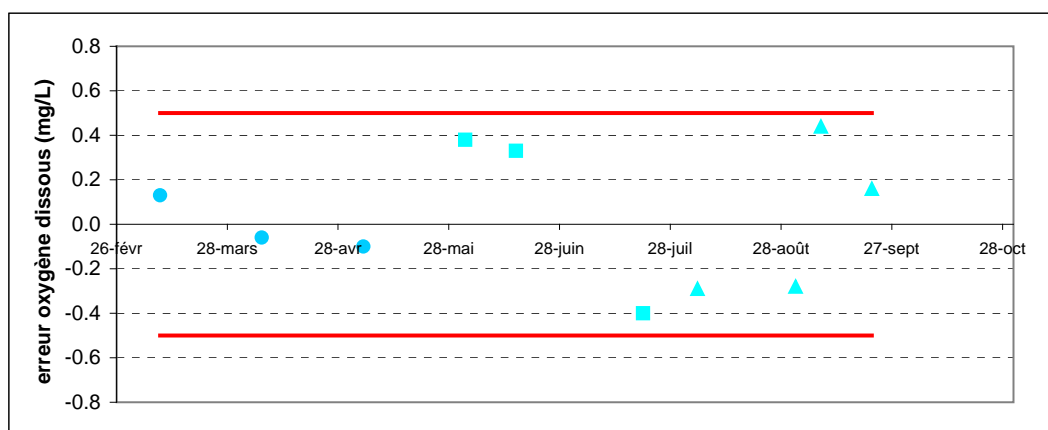
Salinité

Date	Heure ut	MOLIT	Heure ut	Référence	Erreur	EMT haute	EMT basse
10/03/2014	10h52	31.2	9h55	31.0	0.2	0.5	-0.5
07/04/2014	8h02	32.0	7h57	32.3	-0.3	0.5	-0.5
05/05/2014	9h15	33.5	9h27	33.6	-0.1	0.5	-0.5
02/06/2014	8h21	33.7	8h25	33.4	0.2	0.5	-0.5
16/06/2014	8h05	34.5	8h16	34.0	0.5	0.5	-0.5
07/07/2014	9h12	34.8	9h12	34.2	0.6	0.5	-0.5
21/07/2014	9h00	34.8	9h08	34.8	0.0	0.5	-0.5
05/08/2014	9h16	35.1	9h14	34.7	0.5	0.5	-0.5
01/09/2014	9h10	34.5	9h12	34.1	0.5	0.5	-0.5
08/09/2014	10h53	34.6	9h55	34.1	0.5	0.5	-0.5
22/09/2014	12h25	34.1	9h12	33.9	0.2	0.5	-0.5



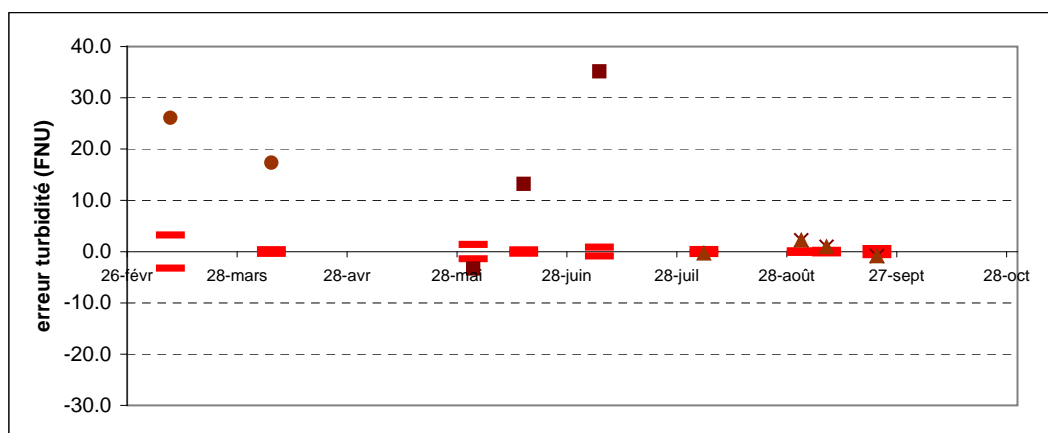
Oxygène dissous (mg/L)

Date	Heure ut	MOLIT	Heure ut	Référence	Erreur	EMT haute	EMT basse
10/03/2014	10h52	7.4	9h55	7.3	0.1	0.5	-0.5
07/04/2014	8h02	7.8	7h57	7.8	-0.1	0.5	-0.5
05/05/2014	9h15	6.8	9h27	6.9	-0.1	0.5	-0.5
02/06/2014	8h21	6.6	8h25	6.3	0.4	0.5	-0.5
16/06/2014	8h05	5.3	8h16	5.0	0.3	0.5	-0.5
07/07/2014	9h12	2.1	9h12	4.4	-2.3	0.5	-0.5
21/07/2014	9h00	5.7	9h08	6.1	-0.4	0.5	-0.5
05/08/2014	9h16	5.0	9h14	5.3	-0.3	0.5	-0.5
01/09/2014	9h10	6.4	9h12	6.7	-0.3	0.5	-0.5
08/09/2014	10h53	5.2	9h55	4.8	0.4	0.5	-0.5
22/09/2014	12h25	6.2	9h12	6.1	0.2	0.5	-0.5



Turbidité (FNU)

Date	Heure ut	MOLIT	Heure ut	Référence	Erreur	EMT haute	EMT basse
10/03/2014	10h52	58.4	9h55	32.3	26.1	3.2	-3.2
07/04/2014	8h02	20.9	7h57	3.5	17.4	0.4	-0.4
02/06/2014	8h21	10.7	8h25	14.0	-3.3	1.4	-1.4
16/06/2014	8h05	16.5	8h16	3.3	13.2	0.3	-0.3
07/07/2014	9h12	43.8	9h12	8.7	35.1	0.9	-0.9
05/08/2014	9h16	3.8	9h14	4.1	-0.3	0.4	-0.4
01/09/2014	9h10	3.8	9h12	1.6	2.2	0.2	-0.2
08/09/2014	10h53	3.4	9h55	2.5	1.0	0.2	-0.2
22/09/2014	12h25	5.2	9h12	6.1	-0.9	0.6	-0.6

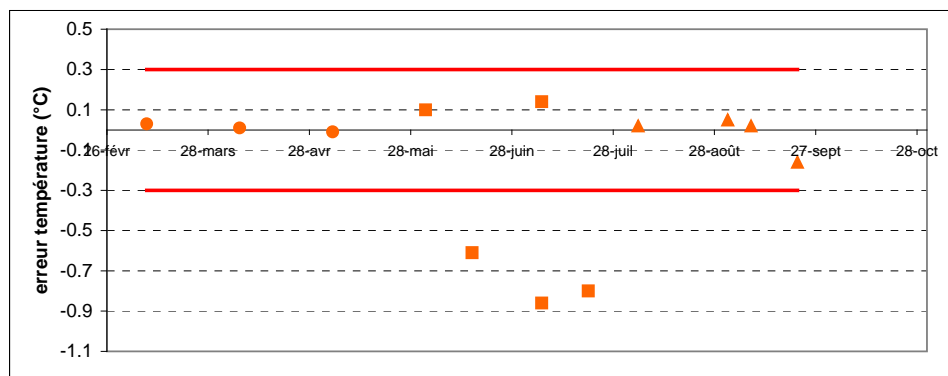


Annexe 2 : Résultats bruts des contrôles des mesures de surface

Température (°C)

après nettoyage capteurs

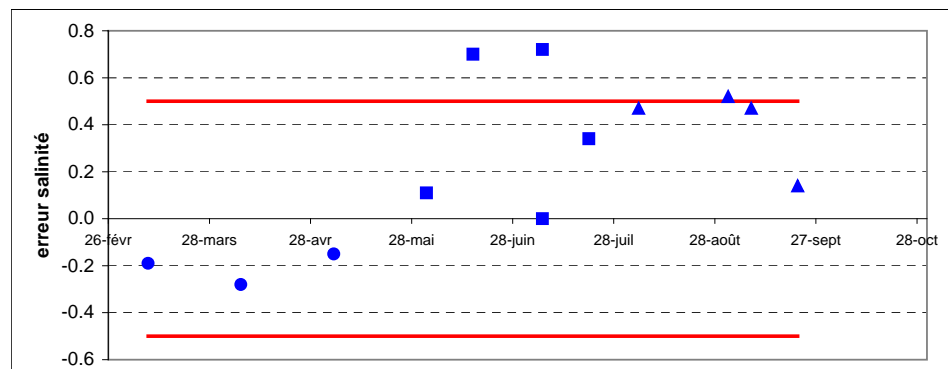
Date	Heure ut	MOLIT	Heure ut	Référence	Erreur	EMT haute	EMT basse
10/03/2014	10h22	10.4	10h02	10.4	0.0	0.3	-0.3
07/04/2014	8h32	12.6	8h03	12.6	0.0	0.3	-0.3
05/05/2014	9h45	14.0	9h45	14.0	0.0	0.3	-0.3
02/06/2014	8h51	16.9	8h51	16.8	0.1	0.3	-0.3
16/06/2014	8h35	16.3	8h26	16.9	-0.6	0.3	-0.3
07/07/2014	8h42	17.7	9h20	18.6	-0.9	0.3	-0.3
07/07/2014	10h00	19.0	10h00	18.9	0.1	0.3	-0.3
21/07/2014	9h30	18.4	9h24	19.2	-0.8	0.3	-0.3
05/08/2014	9h46	19.3	9h25	19.3	0.0	0.3	-0.3
01/09/2014	9h40	18.8	9h25	18.7	0.1	0.3	-0.3
08/09/2014	10h23	20.4	10h19	20.3	0.0	0.3	-0.3
22/09/2014	11h55	19.4	9h19	19.6	-0.2	0.3	-0.3



Salinité

après nettoyage capteurs

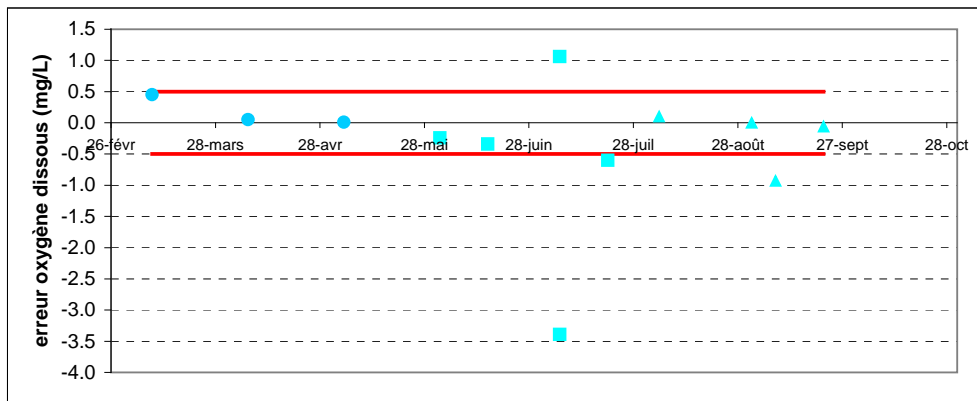
Date	Heure ut	MOLIT	Heure ut	Référence	Erreur	EMT haute	EMT basse
10/03/2014	10h22	20.5	10h02	20.7	-0.2	0.5	-0.5
07/04/2014	8h32	30.4	8h03	30.7	-0.3	0.5	-0.5
05/05/2014	9h45	31.6	9h45	31.8	-0.2	0.5	-0.5
02/06/2014	8h51	32.5	8h51	32.4	0.1	0.5	-0.5
16/06/2014	8h35	33.9	8h26	33.2	0.7	0.5	-0.5
07/07/2014	8h42	34.6	9h20	33.9	0.7	0.5	-0.5
07/07/2014	10h00	33.8	10h00	33.8	0.0	0.5	-0.5
21/07/2014	9h30	34.9	9h24	34.6	0.3	0.5	-0.5
05/08/2014	9h46	35.1	9h25	34.6	0.5	0.5	-0.5
01/09/2014	9h40	33.8	9h25	33.3	0.5	0.5	-0.5
08/09/2014	10h23	32.8	10h19	32.3	0.5	0.5	-0.5
22/09/2014	11h55	32.6	9h19	32.5	0.1	0.5	-0.5



Oxygène dissous (mg/L)

après nettoyage capteurs

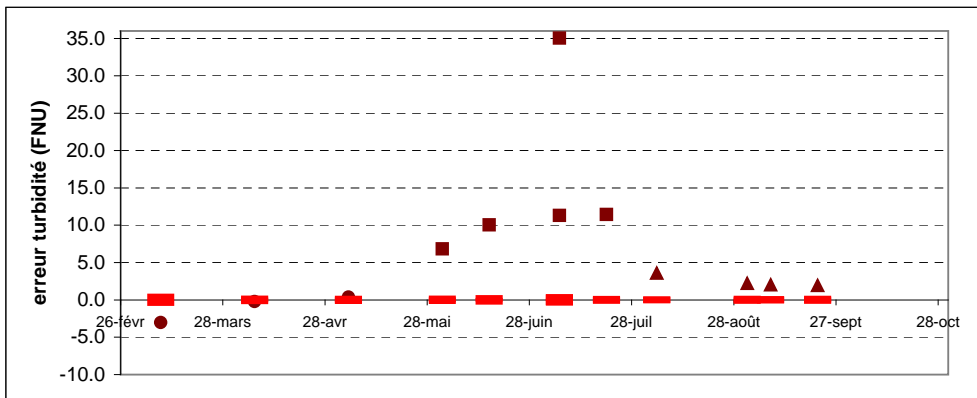
Date	Heure ut	MOLIT	Heure ut	Référence	Erreur	EMT haute	EMT basse
10/03/2014	10h22	10.2	10h02	9.7	0.5	0.5	-0.5
07/04/2014	8h32	9.5	8h03	9.4	0.1	0.5	-0.5
05/05/2014	9h45	9.8	9h45	9.8	0.0	0.5	-0.5
02/06/2014	8h51	9.3	8h51	9.6	-0.2	0.5	-0.5
16/06/2014	8h35	7.5	8h26	7.8	-0.3	0.5	-0.5
07/07/2014	8h42	4.0	9h20	7.4	-3.4	0.5	-0.5
07/07/2014	10h00	8.5	10h00	7.5	1.1	0.5	-0.5
21/07/2014	9h30	8.1	9h24	8.7	-0.6	0.5	-0.5
05/08/2014	9h46	7.6	9h25	7.5	0.1	0.5	-0.5
01/09/2014	9h40	7.3	9h25	7.3	0.0	0.5	-0.5
08/09/2014	10h23	9.4	10h19	10.3	-0.9	0.5	-0.5
22/09/2014	11h55	8.5	9h19	8.5	-0.1	0.5	-0.5



Turbidité (FNU)

après nettoyage capteurs

Date	Heure ut	MOLIT	Heure ut	Référence	Erreur	EMT haute	EMT basse
10/03/2014	10h22	0.8	10h02	3.8	-3.0	0.4	-0.4
07/04/2014	8h32	1.2	8h03	1.4	-0.2	0.1	-0.1
05/05/2014	9h45	1.5	9h45	1.1	0.4	0.1	-0.1
02/06/2014	8h51	8.0	8h51	1.2	6.8	0.1	-0.1
16/06/2014	8h35	12.1	8h25	2.0	10.1	0.2	-0.2
07/07/2014	8h42	38.3	9h20	3.2	35.1	0.3	-0.3
07/07/2014	10h00	14.1	10h00	2.8	11.3	0.3	-0.3
21/07/2014	9h30	12.2	9h24	0.8	11.4	0.1	-0.1
05/08/2014	9h46	3.8	9h25	0.2	3.6	0.0	0.0
01/09/2014	9h40	3.2	9h25	1.0	2.2	0.1	-0.1
08/09/2014	10h23	2.6	10h19	0.5	2.0	0.1	-0.1
22/09/2014	11h55	2.9	9h19	1.0	1.9	0.1	-0.1



Annexe 3

Constats de vérification de la sonde multiparamètre MP6
avant et après la 1^{ère} campagne de mesure (26 février au 15 mai)

Ifremer

Centre de Brest
Département Recherches et Développement Technologiques
Laboratoire Détection, Capteurs et Mesures

CS 10070 - 29280 PLOUZANE
Tél. : 02 98 22 40 40
Télécopie : 02 98 22 45 35

COMPTE RENDU DE PRESTATION

N° M-DCM-14-006

DELIVRE A : IFREMER
CS 10070 – 29280 PLOUZANE

INSTRUMENT ETALONNE

(Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage janvier 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° de série : 27006-20018 // //

N° d'identification : IFR 746 // //

Ce compte rendu comprend 11 pages.

Date d'émission : 28/02/2014

LE REDACTEUR

Mlle C. LE BIHAN



LA RESPONSABLE TECHNIQUE DU
LABORATOIRE

Mlle F. SALVETAT



LA REPRODUCTION DE CE DOCUMENT N'EST AUTORISEE QUE SOUS LA FORME DE FAC-SIMILE PHOTOGRAPHIQUE INTEGRAL.

Diffusion confidentielle : RDT/DCM – L. Quemener ; C. Le Bihan ; N. Lamandé

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)
Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage janvier 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 27006-20018 // //

N° Id : IFR 746 // //

Matériel utilisé

Mesure de température de référence

- Bain d'eau thermostaté HART 7050 n°A23002 où l'eau circule en permanence afin de réduire les différences de température :
Volume de travail : 460 × 460 × 790 mm.
Gamme de régulation : - 1,5°C à + 40°C.
La salinité peut varier de l'eau douce à l'eau de mer naturelle.
- Thermomètre Fluke 1560 Black Stack n°: B01977 avec sa sonde Fluke Hart Scientific type 5626, Sn : 3271.

Mesure de salinité de référence

Salinomètre de laboratoire GUILDLINE AUTOSAL 8400B n°70583 (Température de régulation : 21°C).

Le salinomètre est étalonné avec :

- une ampoule d'eau de mer étalon Batch 154 – 30 octobre 2012 - $K_{15} = 0,99990$ - $S = 34,996$;
- une ampoule d'eau de mer étalon IAPSO 10L9 - 22 juillet 2004 - $S = 10,025$.

La salinité est calculée par le salinomètre d'après le rapport de conductivité (mesuré par le salinomètre) en utilisant les formules empiriques conseillées par l'UNESCO "The Practical Salinity Scale 1978".

L'incertitude élargie sur les mesures de salinité est estimée à : $U = \pm 1.10^{-2}$.

Mesure de conductivité de référence

Cette salinité, l'immersion du capteur et la température du bain mesurée par le thermomètre de travail, nous permettent de calculer la conductivité de référence en appliquant la formule itérative préconisée par l'UNESCO en 1980 avec $C_{35,15,0} = 42,914$ mS/cm.

L'incertitude élargie sur les mesures de conductivité est estimée à : $U = \pm 0,01$ mS/cm.

Mesure de turbidité de référence

Des dilutions sont réalisées à partir d'une solution étalon de formazine HACH de 4000 NTU.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)
Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage janvier 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 27006-20018 // //

N° Id : IFR 746 // //

Mesure d'oxygène dissous de référence

- Flacons de prélèvements dont les volumes ont été établis en juin 2013.
- Titreur automatique METROHM Titrino Plus 848 rempli d'une solution de thiosulfate de sodium normalité 0,02.
- Réactifs nécessaires à la méthode Winkler, méthode décrite dans le livre « Hydrologie des écosystèmes marins, paramètres et analyses » d'Alain Aminot et Roger Kérouel.

Mesure de fluorescence de référence

Une solution mère de concentration égale à 10 mg/l est réalisée à partir de fluorescéine en poudre.

Des dilutions sont réalisées à partir de cette solution mère.

Interfaçage du capteur étalonné

- PC + logiciel "winmemo2".
- Fréquence d'acquisition : 1 mesure / 10 secondes.
- Temps d'acquisition : 20 minutes.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage janvier 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 27006-20018 // //

N° Id : IFR 746 // //

Mode opératoire

Mesure de température - conductivité

Les capteurs de température et conductivité sont complètement immergés dans le bain de façon à ce que la cellule de conductivité soit dans le sens de circulation de l'eau.
Le thermomètre de travail est placé à proximité du capteur de température étalonné.

Un débullage de la cellule de conductivité est réalisé par agitation de la sonde.

A chaque palier de température, trois échantillons d'eau sont prélevés. Leur salinité est mesurée avec le salinomètre lorsque leur température est voisine de la température du laboratoire.

La configuration du capteur, l'extraction et le traitement des mesures sont effectués par LABOCEA.

Ce compte rendu de prestation n'est valable que pour ce capteur de conductivité - température associé à cet appareil.

Pendant les mesures, la stabilité du bain est meilleure que $\pm 0,002^{\circ}\text{C}$ et sa dérive reste inférieure à $0,002^{\circ}\text{C}$.

La température du laboratoire pendant les essais est de $20,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$.

Mesure de turbidité

Le capteur est immergé dans chacune des solutions étalons.

La configuration du capteur, l'extraction et le traitement des mesures sont effectués par LABOCEA.

Ce compte rendu de prestation n'est valable que pour ce capteur de turbidité associé à cet appareil.

La température du laboratoire pendant les essais est de $20,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$.

Mesure d'oxygène dissous

Le bain thermostaté est rempli en eau douce et mis en régulation à 20°C . Le capteur est immergé dans le bain.

Le thermomètre de travail est placé à proximité du capteur d'oxygène dissous étalonné.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)
Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage janvier 2014) // //
Type : MP6 // //
N° Id : IFR 746 // //

Constructeur : NKE // //
N° Série : 27006-20018 // //

Trois échantillons ont été prélevés puis analysés selon la méthode Winkler décrite dans le livre « Hydrologie des écosystèmes marins, paramètres et analyses » d'Alain Aminot et Roger Kérouel.

Un dosage du thiosulfate de sodium a été réalisé avant le dosage des échantillons.

La configuration du capteur, l'extraction et le traitement des mesures sont effectués par LABOCEA.

Ce compte rendu de prestation n'est valable que pour ce capteur d'oxygène dissous associé à cet appareil.

La température du laboratoire pendant les essais est de $20,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$.

Mesure de fluorescence

Le capteur est immergé dans chacune des solutions étalons de fluorescéine.

La configuration du capteur, l'extraction et le traitement des mesures sont effectués par LABOCEA.

Ce compte rendu de prestation n'est valable que pour ce capteur de fluorescence associé à cet appareil.

La température du laboratoire pendant les essais est de $20,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage janvier 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 27006-20018 // //

N° Id : IFR 746 // //

Ajustage de la réponse du capteur

Lorsque la demande en a été faite par le client :

- un ajustage du capteur est effectué via son interface et conformément à la notice constructeur.
- un ajustage du capteur est réalisé par calcul d'un polynôme par la méthode des moindres carrés sur les couples (Indication moyenne du capteur ; Indication moyenne de référence) pour modéliser la réponse du capteur.

Si cet ajustage modifie définitivement la réponse du capteur (indication sans ajustage non traçable), **sans ajustage**, les indications du capteur sur l'ensemble des points de mesure sont relevées avant réalisation de l'étalonnage à proprement parlé.

Si le capteur est en mesure de donner simultanément des indications avec et sans ajustage, et si la demande en a été faite par le client, les deux types d'indications sont relevés.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)
Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage janvier 2014) ///
Type : MP6 ///
N° Id : IFR 746 ///

Constructeur : NKE ///
N° Série : 27006-20018 ///

Résultats

Pour chaque point de mesure, le(s) tableau(x) suivant(s) donne(nt) sans ajustage et avec ajustage :

- L'indication moyenne de référence.
- La moyenne et l'écart-type des indications du capteur.
- La correction correspondante.

Mesures effectuées du 16 au 24 janvier 2014 par P. Riou (LABOCEA).

CONFORMITE :

OXYGENE DISSOUS :

Oui

Conformité : +/- 0,20 mg/l

Résultat : - 0,01 mg/l

CONDUCTIVITE :

Oui

Conformité : +/- 0,300 mS/cm

Résultat : 0,017 mS/cm

TEMPERATURE :

Oui

Conformité : +/- 0,100 °C

Résultat : - 0,003 °C

TURBIDITE :

Oui

Conformité : +/- 10 %

Résultat : - 3 %

FLUORESCENCE :

Oui

Commentaires :

La déclaration de conformité ne tient pas compte des incertitudes de mesures mais seulement de l'erreur de justesse du capteur.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage janvier 2014) // //

Type : MP6 // //

N° Id : IFR 746 // //

Constructeur : NKE // //

N° Série : 27006-20018 // //

Étalonnage avant campagne

Ensemble de mesure de CONDUCTIVITE - TEMPERATURE

Étalonnage avant ajustage

Conductivité (1)		Référence Salinité (2)		T° (3)		Conductivité (4)		Capteur Salinité (5)		T° Moyenne (6)		Conductivité (1) - (4)		Correction Salinité (2) - (5)		T° (3) - (6)	
mS/cm				°C	Ecart type	mS/cm	mS/cm	Moyenne (5)	Ecart type	°C	°C	mS/cm	mS/cm		°C	°C	°C
31,784		32,845		5,224	0,000	31,408	0,002	32,405	0,002	5,236	0,001	0,376	0,440	-0,012	-	-	-
45,385		32,853		20,103	0,000	44,697	0,002	32,298	0,002	20,105	0,001	0,688	0,555	-0,002	-	-	-
-		-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-		-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Ajustage: OUI NON

Étalonnage après ajustage

Conductivité (1)		Référence Salinité (2)		T° (3)		Conductivité (2)		Capteur Salinité (5)		T° Moyenne (4)		Conductivité (1) - (4)		Correction Salinité (2) - (5)		T° (3) - (6)	
mS/cm				°C	Ecart type	mS/cm	mS/cm	Moyenne (5)	Ecart type	°C	°C	mS/cm	mS/cm		°C	°C	°C
45,385		32,853		20,102	0,000	45,392	0,002	32,862	0,002	20,103	0,001	-0,008	-0,009	-0,001	-	-	-
32,905		25,896		15,230	0,000	32,901	0,002	25,895	0,002	15,230	0,001	0,004	0,001	0,000	-	-	-
31,390		28,005		10,299	0,000	31,381	0,003	27,997	0,002	10,300	0,001	0,009	0,008	-0,001	-	-	-
28,696		29,337		5,224	0,000	28,693	0,003	29,336	0,003	5,222	0,001	0,003	0,001	0,002	-	-	-
37,132		23,509		24,978	0,000	37,115	0,002	23,499	0,001	24,981	0,001	0,017	0,010	-0,003	-	-	-

Résultat par rapport aux spécifications

Spécification MAREL : +/- 0,300 mS/cm
 +/- 0,100 °C

Correction max obtenue sur la mesure avant la campagne : 0,017 mS/cm
 0,003 °C

Commentaires :

Ajustage en Température et Conductivité

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage janvier 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 27006-20018 // //

N° Id : IFR 746 // //

Étalonnage avant campagne

Ensemble de mesure de TURBIDITE

Étalonnage avant ajustage

Référence Turbidité (1) NTU	Capteur Turbidité		Correction	
	Moyenne (2) NTU	Ecart type NTU	(1) - (2) NTU	%
10,00	9,15	0,14	0,85	9
80,00	62,17	0,19	17,83	22
-	-	-	-	-

Ajustage : OUI NON

Étalonnage après ajustage

Référence Turbidité (1) NTU	Capteur Turbidité		Correction	
	Moyenne (2) NTU	Ecart type NTU	(1) - (2) NTU	%
10,00	10,27	0,08	-0,27	-3
40,00	38,87	0,28	1,13	3
80,00	79,14	0,24	0,86	1
-	-	-	-	-

Résultat par rapport aux spécifications

Spécification MAREL : +/- 10 %

Correction max obtenue sur la
mesure avant la campagne : - 3 %

Commentaires :

--

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage janvier 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 27006-20018 // //

N° Id : IFR 746 // //

Étalonnage avant campagne

Ensemble de mesure d'OXYGENE DISSOUS

Étalonnage avant ajustage

Référence		Capteur			Correction
O ₂ dissous (1) mg/l	T° °C	O ₂ dissous		(1) - (2) mg/l	
		Moyenne (2) mg/l	Ecart type mg/l	T° °C	
8,76	20,1	8,84	0,00	20,11	-0,08
-	-	-	-	-	-

Ajustage :

OUI



NON



Étalonnage après ajustage

Référence		Capteur			Correction
O ₂ (1) mg/l	T° °C	O ₂ dissous		(1) - (2) mg/l	
		Moyenne (2) mg/l	Ecart type mg/l	T° °C	
8,76	20,1	8,77	0,00	20,11	-0,01
-	-	-	-	-	-

Résultat par rapport aux spécifications

Spécification MAREL :

+/- 0,20 mg/l

Correction max obtenue sur la mesure avant la
 campagne :

- 0,01 mg/l

Commentaires :

--

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)
Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage janvier 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 27006-20018 // //

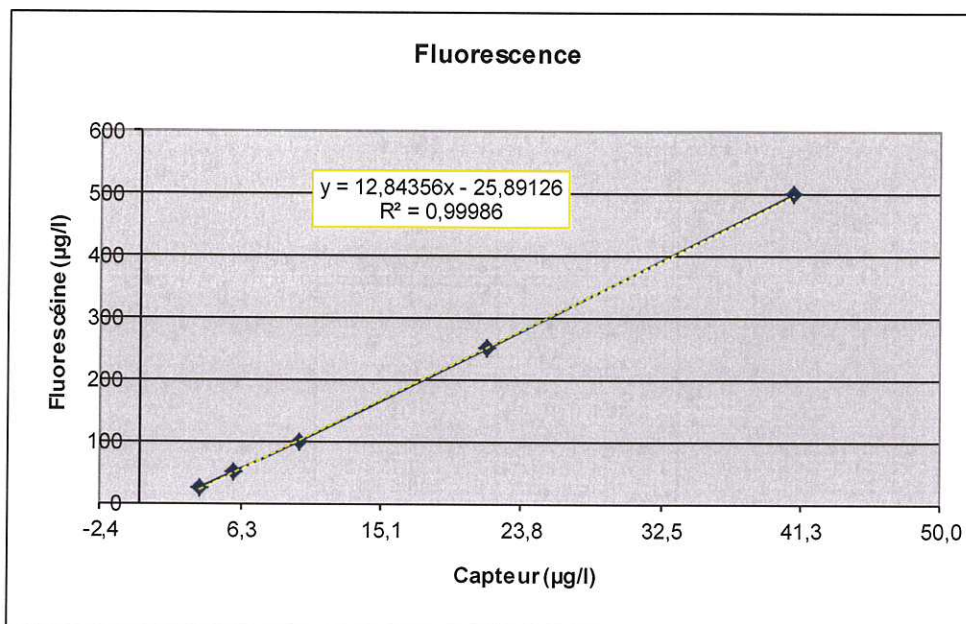
N° Id : IFR 746 // //

Vérification avant campagne

Ensemble de mesure de FLUORESCENCE

Vérification de la linéarité du capteur avant campagne :

Fluoresceine µg/L	Fluorimètre µg/L
0	-
25	3,770
50	5,840
100	10,000
250	21,660
500	40,830
-	-



Commentaires :

Bonne linéarité du capteur

Ifremer

Centre de Brest
Département Recherches et Développement Technologiques
Laboratoire Détection, Capteurs et Mesures

CS 10070 - 29280 PLOUZANE
Tél. : 02 98 22 40 40
Télécopie : 02 98 22 45 35

COMPTE RENDU DE PRESTATION

N° M-DCM-14-128

DELIVRE A : IFREMER
CS 10070 – 29280 PLOUZANE

INSTRUMENT ETALONNE

(Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification juin 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° de série : 27006-20018 // //

N° d'identification : Néant // //

Ce compte rendu comprend 10 pages.

Date d'émission : 28/07/2014

LE REDACTEUR

Mlle C. LE BIHAN



LA RESPONSABLE TECHNIQUE DU
LABORATOIRE

Mlle F. SALVETAT



LA REPRODUCTION DE CE DOCUMENT N'EST AUTORISEE QUE SOUS LA FORME DE FAC-SIMILE PHOTOGRAPHIQUE INTEGRAL.

Diffusion confidentielle : RDT/DCM – L. Quemener ; C. Le Bihan ; N. Lamandé

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)
Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification juin 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 27006-20018 // //

N° Id : Néant // //

Matériel utilisé

Mesure de température de référence

- Bain d'eau thermostaté HART 7015 n°A8C100 où l'eau circule en permanence afin de réduire les différences de température :
Volume de travail : 700 × 280 × 300 mm.
Gamme de régulation : - 1,5°C à + 40°C.
La salinité peut varier de l'eau douce à l'eau de mer naturelle.
- Thermomètre Fluke 1560 Black Stack n°: B01977 avec sa sonde Fluke Hart Scientific type 5626, Sn : 3271.

Mesure de salinité de référence

Salinomètre de laboratoire GUIDLINE AUTOSAL 8400B n°70583 (Température de régulation : 21°C).

Le salinomètre est étalonné avec :

- une ampoule d'eau de mer étalon Batch 154 – 30 octobre 2012 - $K_{15} = 0,99990$ - $S = 34,996$;
- une ampoule d'eau de mer étalon IAPSO 10L9 - 22 juillet 2004 - $S = 10,025$.

La salinité est calculée par le salinomètre d'après le rapport de conductivité (mesuré par le salinomètre) en utilisant les formules empiriques conseillées par l'UNESCO "The Practical Salinity Scale 1978".

L'incertitude élargie sur les mesures de salinité est estimée à : $U = \pm 1.10^{-2}$.

Mesure de conductivité de référence

Cette salinité, l'immersion du capteur et la température du bain mesurée par le thermomètre de travail, nous permettent de calculer la conductivité de référence en appliquant la formule itérative préconisée par l'UNESCO en 1980 avec $C_{35, 15, 0} = 42,914$ mS/cm.

L'incertitude élargie sur les mesures de conductivité est estimée à : $U = \pm 0,01$ mS/cm.

Mesure de turbidité de référence

Des dilutions sont réalisées à partir d'une solution étalon de formazine HACH de 4000 NTU.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification juin 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 27006-20018 // //

N° Id : Néant // //

Mesure d'oxygène dissous de référence

- Flacons de prélèvements dont les volumes ont été établis en juillet 2013.
- Titreur automatique METROHM Titrino Plus 848 rempli d'une solution de thiosulfate de sodium normalité 0,02.
- Réactifs nécessaires à la méthode Winkler, méthode décrite dans le livre « Hydrologie des écosystèmes marins, paramètres et analyses » d'Alain Aminot et Roger Kérouel.

Mesure de fluorescence de référence

Une solution mère de concentration égale à 10 mg/l est réalisée à partir de fluorescéine en poudre.

Des dilutions sont réalisées à partir de cette solution mère.

Interfaçage du capteur étalonné

- PC + logiciel "winmemo2".
- Fréquence d'acquisition : 1 mesure / 10 secondes.
- Temps d'acquisition : 20 minutes.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification juin 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 27006-20018 // //

N° Id : Néant // //

Mode opératoire

Mesure de température - conductivité

Les capteurs de température et conductivité sont complètement immergés dans le bain.

Le thermomètre de travail est placé à proximité du capteur de température étalonné.

Un débullage de la cellule de conductivité est réalisé par agitation de la sonde.

A chaque palier de température, trois échantillons d'eau sont prélevés. Leur salinité est mesurée avec le salinomètre lorsque leur température est voisine de la température du laboratoire.

La configuration du capteur, l'extraction et le traitement des mesures sont effectués par le personnel du laboratoire.

Ce compte rendu de prestation n'est valable que pour ce capteur de conductivité - température associé à cet appareil.

Pendant les mesures, la stabilité du bain est meilleure que $\pm 0,003^{\circ}\text{C}$ et sa dérive reste inférieure à $0,003^{\circ}\text{C}$.

La température du laboratoire pendant les essais est de $20,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$.

Mesure de turbidité

Le capteur est immergé dans chacune des solutions étalons.

La configuration du capteur, l'extraction et le traitement des mesures sont effectués par le personnel du laboratoire.

Ce compte rendu de prestation n'est valable que pour ce capteur de turbidité associé à cet appareil.

La température du laboratoire pendant les essais est de $20,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$.

Mesure d'oxygène dissous

Le bain thermostaté est rempli en eau douce et mis en régulation à 20°C . Le capteur est immergé dans le bain.

Le thermomètre de travail est placé à proximité du capteur d'oxygène dissous étalonné.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)
Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification juin 2014) // //
Type : MP6 // //
N° Id : Néant // //

Constructeur : NKE // //
N° Série : 27006-20018 // //

Trois échantillons ont été prélevés puis analysés selon la méthode Winkler décrite dans le livre « Hydrologie des écosystèmes marins, paramètres et analyses » d'Alain Aminot et Roger Kérouel.

Un dosage du thiosulfate de sodium a été réalisé avant le dosage des échantillons.

La configuration du capteur, l'extraction et le traitement des mesures sont effectués par le personnel du laboratoire.

Ce compte rendu de prestation n'est valable que pour ce capteur d'oxygène dissous associé à cet appareil.

La température du laboratoire pendant les essais est de $20,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$.

Mesure de fluorescence

Le capteur est immergé dans chacune des solutions étalons de fluorescéine.

La configuration du capteur, l'extraction et le traitement des mesures sont effectués par le personnel du laboratoire.

Ce compte rendu de prestation n'est valable que pour ce capteur de fluorescence associé à cet appareil.

La température du laboratoire pendant les essais est de $20,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification juin 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 27006-20018 // //

N° Id : Néant // //

Résultats

Pour chaque point de mesure, le(s) tableau(x) suivant(s) donne(nt) sans ajustage :

- L'indication moyenne de référence.
- La moyenne et l'écart-type des indications du capteur.
- La correction correspondante.

Mesures effectuées du 16 juin au 2 juillet 2014 par N. Lamandé et C. Le Bihan.

CONFORMITE :

OXYGENE DISSOUS :

Oui

Conformité : +/- 0,20 mg/l

Résultat : 0,18 mg/l

CONDUCTIVITE :

Oui

Conformité : +/- 0,300 mS/cm

Résultat : 0,108 mS/cm

TEMPERATURE :

Oui

Conformité : +/- 0,100 °C

Résultat : 0,005 °C

TURBIDITE :

Non

Conformité : +/- 10 %

Résultat : - 88 %

FLUORESCENCE :

Oui

Commentaires :

La déclaration de conformité ne tient pas compte des incertitudes de mesures mais seulement de l'erreur de justesse du capteur.

Attention, le capteur de turbidité de cette sonde a certainement un soucis.

Compte rendu de prestation n°M-DCM-14-128
 Prestation n°MB020-14

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification juin 2014) // //

Type : MP6 // //

N° Id : Néant // //

Page 7/10

N° Analytique : A030803DP

Constructeur : NKE // //

N° Série : 27006-20018 // //

Etalonnage après campagne

Ensemble de mesure de CONDUCTIVITE - TEMPERATURE

Etalonnage après campagne

Conductivité (1) - (4) mS/cm	Référence Salinité (2) - (5)		T° (3) - (6) °C		Conductivité (4) mS/cm		Capteur Salinité (5)		T° (6) °C		Conductivité (1) - (4) mS/cm	Correction Salinité (2) - (5)	T° (3) - (6) °C
	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type			
33,081	34,562	0,001	5,004	0,001	32,983	0,002	34,454	0,002	4,999	0,001	0,098	0,108	0,005
52,453	34,625	0,001	24,891	0,001	52,378	0,004	34,575	0,003	24,891	0,001	0,075	0,050	0,000
42,598	34,690	0,001	15,021	0,001	42,490	0,003	34,597	0,003	15,017	0,001	0,108	0,093	0,004
47,583	34,715	0,001	20,013	0,001	47,485	0,003	34,640	0,002	20,011	0,001	0,098	0,075	0,002
26,246	23,175	0,001	10,012	0,001	26,170	0,002	23,102	0,004	10,010	0,001	0,076	0,073	0,002

Résultat par rapport aux spécifications

Spécification MAREL :

+/- 0,300 mS/cm
 +/- 0,100 °C

Correction max obtenue sur la mesure avant la campagne :

0,108 mS/cm
 0,005 °C

Commentaires :

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification juin 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 27006-20018 // //

N° Id : Néant // //

Etalonnage après campagne

Ensemble de mesure de TURBIDITE

Etalonnage après campagne

Référence Turbidité (1) NTU	Capteur Turbidité (2)		Correction	
	Moyenne NTU	Ecart type NTU	(1) - (2) NTU	%
0,00	-	-	-	-
10,00	18,79	0,05	-8,79	-88
40,00	47,96	0,14	-7,96	-20
80,00	90,36	0,28	-10,36	-13

Résultat par rapport aux spécifications

Spécification MAREL : +/- 10 %

Correction max obtenue sur la
mesure avant la campagne : - 88 %

Commentaires :

Le capteur met 10 à 15 minutes pour se stabiliser, qu'il soit dans l'air ou dans une solution, avec en général une dérive entre +0,6 à +1 NTU des mesures.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification juin 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 27006-20018 // //

N° Id : Néant // //

Etalonnage après campagne

Ensemble de mesure d'OXYGENE DISSOUS

Etalonnage après campagne

Référence		Capteur			Correction
O ₂ dissous (1) mg/l	T° °C	O ₂ dissous Moyenne (2) mg/l	Ecart type mg/l	T° °C	
9,03	20,104	8,85	0,01	20,103	(1) - (2) mg/l 0,18
-	-	-	-	-	-

Résultat par rapport aux spécifications

Spécification MAREL : +/- 0,20 mg/l

Correction max obtenue sur la mesure avant la campagne : 0,18 mg/l

Commentaires :

--

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)
Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification juin 2014) // //

Type : MP6 // //

N° Id : Néant // //

Constructeur : NKE // //

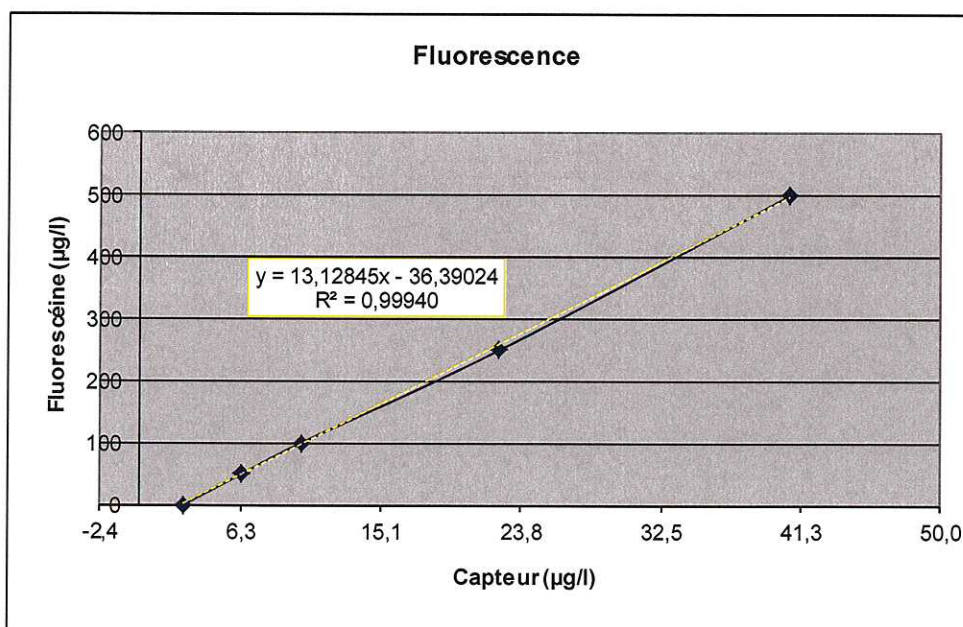
N° Série : 27006-20018 // //

Vérification après campagne

Ensemble de mesure de FLUORESCENCE

Vérification de la linéarité du capteur après campagne :

Fluoresceine	Fluorimètre
µg/L	µg/L
0	2,830
50	6,433
100	10,108
250	22,444
500	40,598
-	-
-	-



Commentaires :

Annexe 4

Constats de vérification de la sonde multiparamètre MP6
avant et après la 2^{ème} campagne de mesure (15 mai au 31 juillet)

Ifremer

Centre de Brest
Département Recherches et Développement Technologiques
Laboratoire Détection, Capteurs et Mesures

CS 10070 - 29280 PLOUZANE
Tél. : 02 98 22 40 40
Télécopie : 02 98 22 45 35

COMPTE RENDU DE PRESTATION

N° M-DCM-14-088

DELIVRE A : IFREMER
CS 10070 – 29280 PLOUZANE

INSTRUMENT ETALONNE

(Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage mai 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° de série : 33010-20145 // //

N° d'identification : néant // //

Ce compte rendu comprend 10 pages.

Date d'émission : 13/06/2014

LE REDACTEUR

Mlle C. LE BIHAN



LA RESPONSABLE TECHNIQUE DU
LABORATOIRE

Mlle F. SALVETAT



LA REPRODUCTION DE CE DOCUMENT N'EST AUTORISEE QUE SOUS LA FORME DE FAC-SIMILE PHOTOGRAPHIQUE INTEGRAL.

Diffusion confidentielle : RDT/DCM – L. Quemener ; C. Le Bihan ; N. Lamandé

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage mai 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 33010-20145 // //

N° Id : néant // //

Matériel utilisé

Mesure de température de référence

- Bain d'eau thermostaté HART 7015 n°A8C100 où l'eau circule en permanence afin de réduire les différences de température :

Volume de travail : 700 × 280 × 300 mm.

Gamme de régulation : - 1,5°C à + 40°C.

La salinité peut varier de l'eau douce à l'eau de mer naturelle.

- Thermomètre Fluke 1560 Black Stack n°: B01977 avec sa sonde Fluke Hart Scientific type 5626, Sn : 3271.

Mesure de salinité de référence

Salinomètre de laboratoire GUILDLINE AUTOSAL 8400B n°70583 (Température de régulation : 21°C).

Le salinomètre est étalonné avec :

- une ampoule d'eau de mer étalon Batch 154 – 30 octobre 2012 - $K_{15} = 0,99990$ - $S = 34,996$;
- une ampoule d'eau de mer étalon IAPSO 10L9 - 22 juillet 2004 - $S = 10,025$.

La salinité est calculée par le salinomètre d'après le rapport de conductivité (mesuré par le salinomètre) en utilisant les formules empiriques conseillées par l'UNESCO "The Practical Salinity Scale 1978".

L'incertitude élargie sur les mesures de salinité est estimée à : $U = \pm 1.10^{-2}$.

Mesure de conductivité de référence

Cette salinité, l'immersion du capteur et la température du bain mesurée par le thermomètre de travail, nous permettent de calculer la conductivité de référence en appliquant la formule itérative préconisée par l'UNESCO en 1980 avec $C_{35,15,0} = 42,914$ mS/cm.

L'incertitude élargie sur les mesures de conductivité est estimée à : $U = \pm 0,01$ mS/cm.

Mesure de turbidité de référence

Des dilutions sont réalisées à partir d'une solution étalon de formazine HACH de 4000 NTU.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)
Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage mai 2014) // //

Type : MP6 // //

N° Id : néant // //

Constructeur : NKE // //
N° Série : 33010-20145 // //

Mesure d'oxygène dissous de référence

- Flacons de prélèvements dont les volumes ont été établis en juillet 2013.
- Titreur automatique METROHM Titrino Plus 848 rempli d'une solution de thiosulfate de sodium normalité 0,02.
- Réactifs nécessaires à la méthode Winkler, méthode décrite dans le livre « Hydrologie des écosystèmes marins, paramètres et analyses » d'Alain Aminot et Roger Kérouel.

Mesure de fluorescence de référence

Une solution mère de concentration égale à 10 mg/l est réalisée à partir de fluorescéine en poudre.

Des dilutions sont réalisées à partir de cette solution mère.

Interfaçage du capteur étalonné

- PC + logiciel "winmemo2".
- Fréquence d'acquisition : 1 mesure / 10 secondes.
- Temps d'acquisition : 20 minutes.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)
Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage mai 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 33010-20145 // //

N° Id : néant // //

Mode opératoire

Mesure de température - conductivité

Les capteurs de température et conductivité sont complètement immergés dans le bain de façon à ce que la cellule de conductivité soit dans le sens de circulation de l'eau.

Le thermomètre de travail est placé à proximité du capteur de température étalonné.

Un débullage de la cellule de conductivité est réalisé par agitation de la sonde.

A chaque palier de température, trois échantillons d'eau sont prélevés. Leur salinité est mesurée avec le salinomètre lorsque leur température est voisine de la température du laboratoire.

La configuration du capteur, l'extraction et le traitement des mesures sont effectués par le personnel du laboratoire.

Ce compte rendu de prestation n'est valable que pour ce capteur de conductivité - température associé à cet appareil.

Pendant les mesures, la stabilité du bain est meilleure que $\pm 0,003^{\circ}\text{C}$ et sa dérive reste inférieure à $0,003^{\circ}\text{C}$.

La température du laboratoire pendant les essais est de $20,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$.

Mesure de turbidité

Le capteur est immergé dans chacune des solutions étalons.

La configuration du capteur, l'extraction et le traitement des mesures sont effectués par le personnel du laboratoire.

Ce compte rendu de prestation n'est valable que pour ce capteur de turbidité associé à cet appareil.

La température du laboratoire pendant les essais est de $20,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$.

Mesure d'oxygène dissous

Le bain thermostaté est rempli en eau douce et mis en régulation à 20°C . Le capteur est immergé dans le bain.

Le thermomètre de travail est placé à proximité du capteur d'oxygène dissous étalonné.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage mai 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 33010-20145 // //

N° Id : néant // //

Trois échantillons ont été prélevés puis analysés selon la méthode Winkler décrite dans le livre « Hydrologie des écosystèmes marins, paramètres et analyses » d'Alain Aminot et Roger Kérouel.

Un dosage du thiosulfate de sodium a été réalisé avant le dosage des échantillons.

La configuration du capteur, l'extraction et le traitement des mesures sont effectués par le personnel du laboratoire.

Ce compte rendu de prestation n'est valable que pour ce capteur d'oxygène dissous associé à cet appareil.

La température du laboratoire pendant les essais est de $20,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$.

Mesure de fluorescence

Le capteur est immergé dans chacune des solutions étalons de fluorescéine.

La configuration du capteur, l'extraction et le traitement des mesures sont effectués par le personnel du laboratoire.

Ce compte rendu de prestation n'est valable que pour ce capteur de fluorescence associé à cet appareil.

La température du laboratoire pendant les essais est de $20,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage mai 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 33010-20145 // //

N° Id : néant // //

Ajustage de la réponse du capteur

Lorsque la demande en a été faite par le client :

- un ajustage du capteur est effectué via son interface et conformément à la notice constructeur.
- un ajustage du capteur est réalisé par calcul d'un polynôme par la méthode des moindres carrés sur les couples (Indication moyenne du capteur ; Indication moyenne de référence) pour modéliser la réponse du capteur.

Si cet ajustage modifie définitivement la réponse du capteur (indication sans ajustage non traçable), **sans ajustage**, les indications du capteur sur l'ensemble des points de mesure sont relevées avant réalisation de l'étalonnage à proprement parlé.

Si le capteur est en mesure de donner simultanément des indications avec et sans ajustage, et si la demande en a été faite par le client, les deux types d'indications sont relevés.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage mai 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 33010-20145 // //

N° Id : néant // //

Résultats

Pour chaque point de mesure, le(s) tableau(x) suivant(s) donne(nt) sans ajustage et avec ajustage :

- L'indication moyenne de référence.
- La moyenne et l'écart-type des indications du capteur.
- La correction correspondante.

Mesures effectuées du 28 avril au 12 mai 2014 par C. Le Bihan.

CONFORMITE :

OXYGENE DISSOUS :

Oui	Non
Conformité : +/- 0,20 mg/l	
Résultat : - mg/l	

CONDUCTIVITE :

Oui	Non
Conformité : +/- 0,300 mS/cm	
Résultat : 0,026 mS/cm	

TEMPERATURE :

Oui	Non
Conformité : +/- 0,100 °C	
Résultat : 0,007 °C	

TURBIDITE :

Oui	Non
Conformité : +/- 10 %	
Résultat : - 9 %	

FLUORESCENCE :

Oui	Non

Commentaires :

La déclaration de conformité ne tient pas compte des incertitudes de mesures mais seulement de l'erreur de justesse du capteur.

L'étalonnage en oxygène dissous n'a pas pu être réalisé pour absence du matériel de référence.

Compte rendu de prestation n°M-DCM-14-088
 Prestation n°MB019-14

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage mai 2014) // //

Type : MP6 // //

N° Id : néant // //

Page 8/10

N° Analytique : A030803DP

Constructeur : NKE // //

N° Série : 33010-20145 // //

Etalonnage avant campagne

Ensemble de mesure de CONDUCTIVITE - TEMPERATURE

Etalonnage avant ajustage

Conductivité (1)		Référence Salinité (2)		T° (3)		Conductivité (4)		Capteur Salinité (5)		T° (6)		Conductivité (1) - (4)		Correction Salinité (2) - (5)		T° (3) - (6)	
mS/cm		-		°C		mS/cm		Moyenne		°C		mS/cm		-		°C	
						Ecart type		Ecart type		Ecart type							
47,169	34,377	34,377	20,012	0,001	47,163	0,002	0,003	34,380	0,003	20,008	0,001	0,006	-0,003	0,004			
32,921	34,376	34,376	5,004	0,001	32,916	0,001	0,002	34,371	0,002	5,002	0,001	0,005	0,005	0,002			
37,512	34,396	34,396	10,013	0,001	37,486	0,002	0,003	34,376	0,003	10,009	0,001	0,026	0,020	0,004			
52,161	34,409	34,409	24,890	0,001	52,137	0,003	0,003	34,400	0,003	24,885	0,002	0,024	0,009	0,005			
42,352	34,466	34,466	15,021	0,001	42,333	0,002	0,002	34,457	0,002	15,014	0,001	0,019	0,009	0,007			
27,871	24,757	24,757	10,013	0,001	27,873	0,002	0,003	24,764	0,003	10,008	0,002	-0,002	-0,007	0,005			

Ajustage :

OUI

NON

Résultat par rapport aux spécifications

Spécification MAREL :

+/- 0,300 mS/cm
 +/- 0,100 °C

Correction max obtenue sur la mesure avant la campagne :

0,026 mS/cm
 0,007 °C

Commentaires :

Utilisation du salinomètre de DYNECO pour l'analyse des salinités des 4 derniers points de mesure suite au problème de refroidissement de notre autosal.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)
Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage mai 2014) // //

Type : MP6 // //

N° Id : néant // //

Constructeur : NKE // //

N° Série : 33010-20145 // //

Etalonnage avant campagne

Ensemble de mesure de TURBIDITE

Etalonnage avant ajustage

Référence Turbidité (1) NTU	Capteur Turbidité (2)		Correction	
	Moyenne (2) NTU	Ecart type NTU	(1) - (2) NTU	%
10,00	10,19	0,05	-0,19	-2
40,00	43,68	0,35	-3,68	-9
80,00	77,27	0,20	2,73	3

Ajustage : OUI NON

Résultat par rapport aux spécifications

Spécification MAREL : +/- 10 %

Correction max obtenue sur la
mesure avant la campagne : - 9 %

Commentaires :

--

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage mai 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 33010-20145 // //

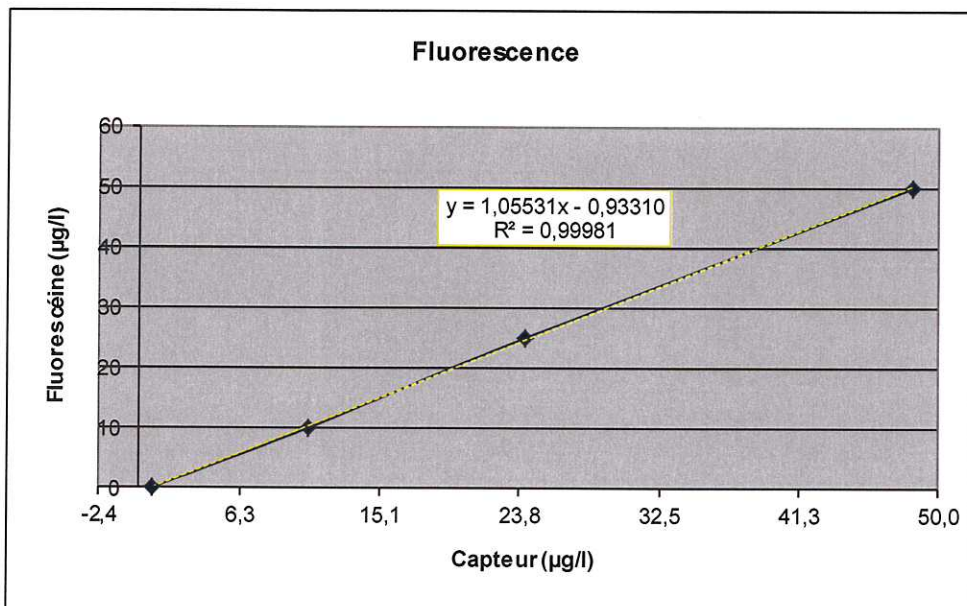
N° Id : néant // //

Vérification avant campagne

Ensemble de mesure de FLUORESCENCE

Vérification de la linéarité du capteur avant campagne :

Fluoresceine µg/L	Fluorimètre µg/L
0	0,906
10	10,591
25	24,171
50	48,414



Commentaires :

gamme capteur de fluorescence à 50µg/l

Ifremer

Centre de Brest
Département Recherches et Développement Technologiques
Laboratoire Détection, Capteurs et Mesures

CS 10070 - 29280 PLOUZANE
Tél. : 02 98 22 40 40
Télécopie : 02 98 22 45 35

COMPTE RENDU DE PRESTATION

N° M-DCM-14-140

DELIVRE A : IFREMER
CS 10070 – 29280 PLOUZANE

INSTRUMENT ETALONNE

(Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification août 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° de série : 33010-20145 // //

N° d'identification : IFR 303 // //

Ce compte rendu comprend 10 pages.

Date d'émission : 26/09/14

LE REDACTEUR

Mme C. LE BIHAN



LA RESPONSABLE TECHNIQUE DU
LABORATOIRE

Mme F. SALVETAT



LA REPRODUCTION DE CE DOCUMENT N'EST AUTORISEE QUE SOUS LA FORME DE FAC-SIMILE PHOTOGRAPHIQUE INTEGRAL.

Diffusion confidentielle : RDT/DCM – L. Quemener ; C. Le Bihan ; N. Lamandé

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification août 2014) ///

Constructeur : NKE ///

Type : MP6 ///

N° Série : 33010-20145 ///

N° Id : IFR 303 ///

Matériel utilisé

Mesure de température de référence

- Bain d'eau thermostaté HART 7015 n°A8C100 où l'eau circule en permanence afin de réduire les différences de température :
Volume de travail : 700 × 280 × 300 mm.
Gamme de régulation : - 1,5°C à + 40°C.
La salinité peut varier de l'eau douce à l'eau de mer naturelle.
- Thermomètre Fluke 1560 Black Stack n°: B01977 avec sa sonde Fluke Hart Scientific type 5626, Sn : 3271.

Mesure de salinité de référence

Salinomètre de laboratoire GUILDLINE AUTOSAL 8400B n°70583 (Température de régulation : 21°C).

Le salinomètre est étalonné avec :

- une ampoule d'eau de mer étalon Batch 154 – 30 octobre 2012 - $K_{15} = 0,99990$ - $S = 34,996$;
- une ampoule d'eau de mer étalon IAPSO 10L9 - 22 juillet 2004 - $S = 10,025$.

La salinité est calculée par le salinomètre d'après le rapport de conductivité (mesuré par le salinomètre) en utilisant les formules empiriques conseillées par l'UNESCO "The Practical Salinity Scale 1978".

L'incertitude élargie sur les mesures de salinité est estimée à : $U = \pm 1.10^{-2}$.

Mesure de conductivité de référence

Cette salinité, l'immersion du capteur et la température du bain mesurée par le thermomètre de travail, nous permettent de calculer la conductivité de référence en appliquant la formule itérative préconisée par l'UNESCO en 1980 avec $C_{35, 15, 0} = 42,914$ mS/cm.

L'incertitude élargie sur les mesures de conductivité est estimée à : $U = \pm 0,01$ mS/cm.

Mesure de turbidité de référence

Des dilutions sont réalisées à partir d'une solution étalon de formazine HACH de 4000 NTU.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification août 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 33010-20145 // //

N° Id : IFR 303 // //

Mesure d'oxygène dissous de référence

- Flacons de prélèvements dont les volumes ont été établis en juillet 2013.
- Titreur automatique METROHM Titrino Plus 848 rempli d'une solution de thiosulfate de sodium normalité 0,02.
- Réactifs nécessaires à la méthode Winkler, méthode décrite dans le livre « Hydrologie des écosystèmes marins, paramètres et analyses » d'Alain Aminot et Roger Kérouel.

Mesure de fluorescence de référence

Une solution mère de concentration égale à 10 mg/l est réalisée à partir de fluorescéine en poudre.

Des dilutions sont réalisées à partir de cette solution mère.

Interfaçage du capteur étalonné

- PC + logiciel "winmemo2".
- Fréquence d'acquisition : 1 mesure / 10 secondes.
- Temps d'acquisition : 20 minutes.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification août 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 33010-20145 // //

N° Id : IFR 303 // //

Mode opératoire

Mesure de température - conductivité

Les capteurs de température et conductivité sont complètement immergés dans le bain.

Le thermomètre de travail est placé à proximité du capteur de température étalonné.

Un débullage de la cellule de conductivité est réalisé par agitation de la sonde.

A chaque palier de température, trois échantillons d'eau sont prélevés. Leur salinité est mesurée avec le salinomètre lorsque leur température est voisine de la température du laboratoire.

La configuration du capteur, l'extraction et le traitement des mesures sont effectués par le personnel du laboratoire.

Ce compte rendu de prestation n'est valable que pour ce capteur de conductivité - température associé à cet appareil.

Pendant les mesures, la stabilité du bain est meilleure que $\pm 0,002^{\circ}\text{C}$ et sa dérive reste inférieure à $0,002^{\circ}\text{C}$.

La température du laboratoire pendant les essais est de $20,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$.

Mesure de turbidité

Le capteur est immergé dans chacune des solutions étalons.

La configuration du capteur, l'extraction et le traitement des mesures sont effectués par le personnel du laboratoire.

Ce compte rendu de prestation n'est valable que pour ce capteur de turbidité associé à cet appareil.

La température du laboratoire pendant les essais est de $20,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$.

Mesure d'oxygène dissous

Le bain thermostaté est rempli en eau douce et mis en régulation à 20°C . Le capteur est immergé dans le bain.

Le thermomètre de travail est placé à proximité du capteur d'oxygène dissous étalonné.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification août 2014) ///

Constructeur : NKE ///

Type : MP6 ///

N° Série : 33010-20145 ///

N° Id : IFR 303 ///

Trois échantillons ont été prélevés puis analysés selon la méthode Winkler décrite dans le livre « Hydrologie des écosystèmes marins, paramètres et analyses » d'Alain Aminot et Roger Kérouel.

Un dosage du thiosulfate de sodium a été réalisé avant le dosage des échantillons.

La configuration du capteur, l'extraction et le traitement des mesures sont effectués par le personnel du laboratoire.

Ce compte rendu de prestation n'est valable que pour ce capteur d'oxygène dissous associé à cet appareil.

La température du laboratoire pendant les essais est de $20,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$.

Mesure de fluorescence

Le capteur est immergé dans chacune des solutions étalons de fluorescéine.

La configuration du capteur, l'extraction et le traitement des mesures sont effectués par le personnel du laboratoire.

Ce compte rendu de prestation n'est valable que pour ce capteur de fluorescence associé à cet appareil.

La température du laboratoire pendant les essais est de $20,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification août 2014) ///

Constructeur : NKE ///

Type : MP6 ///

N° Série : 33010-20145 ///

N° Id : IFR 303 ///

Résultats

Pour chaque point de mesure, le(s) tableau(x) suivant(s) donne(nt) sans ajustage :

- L'indication moyenne de référence.
- La moyenne et l'écart-type des indications du capteur.
- La correction correspondante.

Mesures effectuées du 5 au 12 août 2014 par C. Le Bihan.

CONFORMITE :

OXYGENE DISSOUS :

Non

Conformité : +/- 0,20 mg/l

Résultat : 0,42 mg/l

CONDUCTIVITE :

Oui

Conformité : +/- 0,300 mS/cm

Résultat : 0,226 mS/cm

TEMPERATURE :

Oui

Conformité : +/- 0,100 °C

Résultat : 0,005 °C

TURBIDITE :

Non

Conformité : +/- 10 %

Résultat : - 57 %

FLUORESCENCE :

Oui

Commentaires :

La déclaration de conformité ne tient pas compte des incertitudes de mesures mais seulement de l'erreur de justesse du capteur.

Compte rendu de prestation n°M-DCM-14-140
 Prestation n°MB025-14

Page 7/10
 N° Analytique : A030803DP

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification août 2014) // //
 Type : MP6 // //
 N° Id : IFR 303 // //
 Constructeur : NKE // //
 N° Série : 33010-20145 // //

Étalonnage après campagne

Ensemble de mesure de CONDUCTIVITE - TEMPERATURE

Étalonnage après campagne

Conductivité (1) - (4) mS/cm	Référence Salinité (2) - (5)		T° (3) - (6) °C		Conductivité Moyenne (4) mS/cm		Ecart type mS/cm		Capteur Salinité Moyenne (5) -		Ecart type -		T° Moyenne (6) °C		Ecart type °C		Conductivité (1) - (4) mS/cm		Correction Salinité (2) - (5) -		T° (3) - (6) °C	
	33,554	35,110	-	5,004	0,001	33,381	0,002	34,908	0,002	5,005	0,001	0,173	0,202	0,001	0,173	0,202	0,001	0,173	0,202	0,001	0,173	0,202
38,209	35,110	-	10,013	0,001	38,017	0,002	34,916	0,002	10,012	0,001	0,192	0,194	0,001	0,192	0,194	0,001	0,192	0,194	0,001	0,192	0,194	0,001
43,060	35,111	-	15,021	0,001	42,852	0,003	34,927	0,002	15,018	0,001	0,208	0,184	0,001	0,208	0,184	0,001	0,208	0,184	0,001	0,208	0,184	0,003
53,223	35,198	-	24,891	0,001	52,997	0,004	35,038	0,003	24,886	0,001	0,226	0,160	0,001	0,226	0,160	0,001	0,226	0,160	0,001	0,226	0,160	0,005
37,851	26,891	-	20,018	0,001	37,705	0,002	26,781	0,001	20,013	0,001	0,147	0,110	0,001	0,147	0,110	0,001	0,147	0,110	0,001	0,147	0,110	0,005

Résultat par rapport aux spécifications

Spécification MAREL :

+/- 0,300 mS/cm
 +/- 0,100 °C

Correction max obtenue sur la mesure avant la campagne :

0,226 mS/cm
 0,005 °C

Commentaires :

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification août 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 33010-20145 // //

N° Id : IFR 303 // //

Étalonnage après campagne

Ensemble de mesure d'OXYGENE DISSOUS

Étalonnage après campagne

Référence		Capteur			Correction
O ₂ dissous (1) mg/l	T° °C	Moyenne (2) mg/l	Ecart type mg/l	T° °C	(1) - (2) mg/l
8,65	20,0181	8,23	0,00	20,0121	0,42
-	-	-	-	-	-

Résultat par rapport aux spécifications

Spécification MAREL : +/- 0,20 mg/l

Correction max obtenue sur la mesure avant la campagne : 0,42 mg/l

Commentaires :

--

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification août 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 33010-20145 // //

N° Id : IFR 303 // //

Etalonnage après campagne

Ensemble de mesure de TURBIDITE

Etalonnage après campagne

Référence Turbidité (1) NTU	Capteur Turbidité		Correction	
	Moyenne (2) NTU	Ecart type NTU	(1) - (2) NTU	%
0,00	-	-	-	-
10,00	15,70	0,03	-5,70	-57
40,00	46,89	0,11	-6,89	-17
80,00	88,84	0,17	-8,84	-11

Résultat par rapport aux spécifications

Spécification MAREL : +/- 10 %

Correction max obtenue sur la
mesure avant la campagne : - 57 %

Commentaires :

--

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification août 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 33010-20145 // //

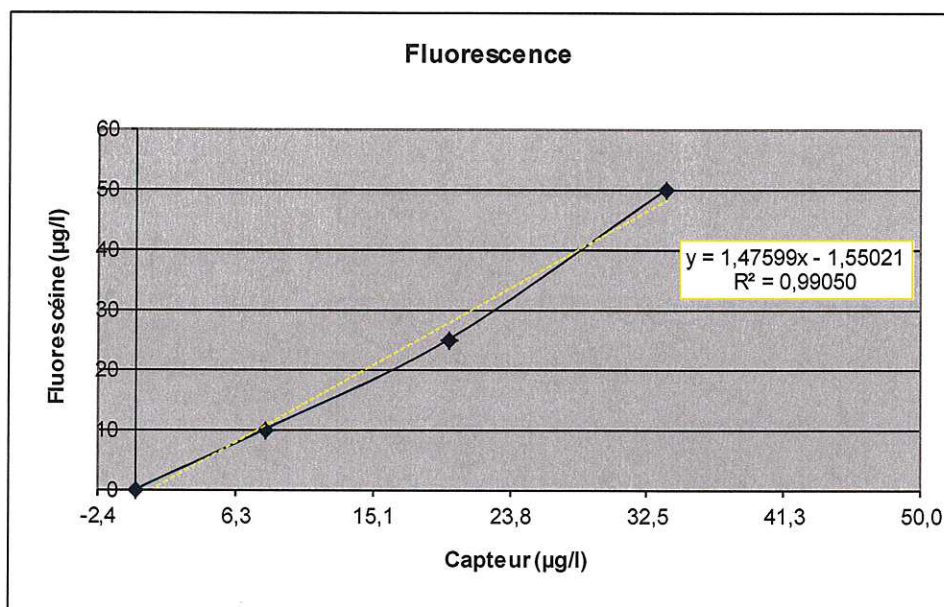
N° Id : IFR 303 // //

Vérification après campagne

Ensemble de mesure de FLUORESCENCE

Vérification de la linéarité du capteur après campagne :

Fluoresceine	Fluorimètre
µg/L	µg/L
0	0
10	8
25	20
50	34
75	-
100	-
-	-



Commentaires :

Annexe 5

Constats de vérification de la sonde multiparamètre MP6
avant et après la 3^{ème} campagne de mesure (31 juillet au 17 octobre)



Ifremer

Centre de Brest

Département Recherches et Développement Technologiques
Laboratoire Détection, Capteurs et Mesures

CS 10070 - 29280 PLOUZANE

Tél. : 02 98 22 40 40

Télécopie : 02 98 22 45 35

COMPTE RENDU DE PRESTATION

N° M-DCM-14-132

DELIVRE A : IFREMER – centre de Brest
ZI La Pointe du Diable
CS 10070 – 29280 PLOUZANE

INSTRUMENT ETALONNE

(Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage juillet 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° de série : 30021-20083 // //

N° d'identification : néant // //

Ce compte rendu comprend 11 pages.

Date d'émission : 15/09/14

LE REDACTEUR

Mme N. LAMANDE



LA RESPONSABLE TECHNIQUE DU
LABORATOIRE

Mme F. SALVETAT

PO. LA SUPPLEANTE DU RESPONSABLE
TECHNIQUE DU LABORATOIRE

Mme C. LE BIHAN



LA REPRODUCTION DE CE DOCUMENT N'EST AUTORISEE QUE SOUS LA FORME DE FAC-SIMILE PHOTOGRAPHIQUE INTEGRAL.

Diffusion confidentielle : RDT/DCM – L. Quemener ; C. Le Bihan ; N. Lamandé

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage juillet 2014) ///

Constructeur : NKE ///

Type : MP6 ///

N° Série : 30021-20083 ///

N° Id : néant ///

Matériel utilisé

Mesure de température de référence

- Bain d'eau thermostaté HART 7015 n°A8C100 où l'eau circule en permanence afin de réduire les différences de température :
Volume de travail : 700 × 280 × 300 mm.
Gamme de régulation : - 1,5°C à + 40°C.
La salinité peut varier de l'eau douce à l'eau de mer naturelle.
- Thermomètre Fluke 1560 Black Stack n°: B01977 avec sa sonde Fluke Hart Scientific type 5626, Sn : 3271.

Mesure de salinité de référence

Salinomètre de laboratoire GUIDLINE AUTOSAL 8400B n°70583 (Température de régulation : 21°C).

Le salinomètre est étalonné avec :

- une ampoule d'eau de mer étalon Batch P154 – 20 octobre 2014 - $K_{15} = 0,99990$ - $S = 34,996$;
- une ampoule d'eau de mer étalon IAPSO Batch 10L9 - 22 juillet 2004 - $S = 10,025$.

La salinité est calculée par le salinomètre d'après le rapport de conductivité (mesuré par le salinomètre) en utilisant les formules empiriques conseillées par l'UNESCO "The Practical Salinity Scale 1978".

L'incertitude élargie sur les mesures de salinité est estimée à : $U = \pm 1.10^{-2}$.

Mesure de conductivité de référence

Cette salinité, l'immersion du capteur et la température du bain mesurée par le thermomètre de travail, nous permettent de calculer la conductivité de référence en appliquant la formule itérative préconisée par l'UNESCO en 1980 avec $C_{35,15,0} = 42,914$ mS/cm.

L'incertitude élargie sur les mesures de conductivité est estimée à : $U = \pm 0,01$ mS/cm.

Mesure de turbidité de référence

Des dilutions sont réalisées à partir d'une solution étalon de formazine HACH de 4000 NTU.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage juillet 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30021-20083 // //

N° Id : néant // //

Mesure d'oxygène dissous de référence

- Flacons de prélèvements dont les volumes ont été établis en juillet 2013.
- Titreur automatique METROHM Titrino Plus 848 rempli d'une solution de thiosulfate de sodium normalité 0,02.
- Réactifs nécessaires à la méthode Winkler, méthode décrite dans le livre « Hydrologie des écosystèmes marins, paramètres et analyses » d'Alain Aminot et Roger Kérouel.

Mesure de fluorescence de référence

Une solution mère de concentration égale à 10 mg/l est réalisée à partir de fluorescéine en poudre.

Des dilutions sont réalisées à partir de cette solution mère.

Interfaçage du capteur étalonné

- PC + logiciel "winmemoII".
- Fréquence d'acquisition : 1 mesure / 10 secondes.
- Temps d'acquisition : 20 minutes.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage juillet 2014) ///

Constructeur : NKE ///

Type : MP6 ///

N° Série : 30021-20083 ///

N° Id : néant ///

Mode opératoire

Mesure de température - conductivité

Les capteurs de température et conductivité sont complètement immergés dans le bain.
Le thermomètre de travail est placé à proximité du capteur de température étalonné.

Un débullage de la cellule de conductivité est réalisé par agitation de la sonde.

A chaque palier de température, trois échantillons d'eau sont prélevés. Leur salinité est mesurée avec le salinomètre lorsque leur température est voisine de la température du laboratoire.

La configuration du capteur, l'extraction et le traitement des mesures sont effectués par le personnel du laboratoire.

Ce compte rendu de prestation n'est valable que pour ce capteur de conductivité - température associé à cet appareil.

Pendant les mesures, la stabilité du bain est meilleure que $\pm 0,005^{\circ}\text{C}$ et sa dérive reste inférieure à $0,003^{\circ}\text{C}$.

La température du laboratoire pendant les essais est de $20,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$.

Mesure de turbidité

Le capteur est immergé dans chacune des solutions étalons.

La configuration du capteur, l'extraction et le traitement des mesures sont effectués par le personnel du laboratoire.

Ce compte rendu de prestation n'est valable que pour ce capteur de turbidité associé à cet appareil.

La température du laboratoire pendant les essais est de $20,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$.

Mesure d'oxygène dissous

Le bain thermostaté est rempli en eau douce et mis en régulation à 20°C . Le capteur est immergé dans le bain.

Le thermomètre de travail est placé à proximité du capteur d'oxygène dissous étalonné.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage juillet 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30021-20083 // //

N° Id : néant // //

Trois échantillons ont été prélevés puis analysés selon la méthode Winkler décrite dans le livre « Hydrologie des écosystèmes marins, paramètres et analyses » d'Alain Aminot et Roger Kérouel.

Un dosage du thiosulfate de sodium a été réalisé avant le dosage des échantillons.

La configuration du capteur, l'extraction et le traitement des mesures sont effectués par le personnel du laboratoire.

Ce compte rendu de prestation n'est valable que pour ce capteur d'oxygène dissous associé à cet appareil.

La température du laboratoire pendant les essais est de $20,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$.

Mesure de fluorescence

Le capteur est immergé dans chacune des solutions étalons de fluorescéine.

La configuration du capteur, l'extraction et le traitement des mesures sont effectués par le personnel du laboratoire.

Ce compte rendu de prestation n'est valable que pour ce capteur de fluorescence associé à cet appareil.

La température du laboratoire pendant les essais est de $20,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage juillet 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30021-20083 // //

N° Id : néant // //

Ajustage de la réponse du capteur

Lorsque la demande en a été faite par le client :

- un ajustage du capteur est effectué via son interface et conformément à la notice constructeur.
- un ajustage du capteur est réalisé par calcul d'un polynôme par la méthode des moindres carrés sur les couples (Indication moyenne du capteur ; Indication moyenne de référence) pour modéliser la réponse du capteur.

Si cet ajustage modifie définitivement la réponse du capteur (indication sans ajustage non traçable), **sans ajustage**, les indications du capteur sur l'ensemble des points de mesure sont relevées avant réalisation de l'étalonnage à proprement parlé.

Si le capteur est en mesure de donner simultanément des indications avec et sans ajustage, et si la demande en a été faite par le client, les deux types d'indications sont relevés.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage juillet 2014) ///

Constructeur : NKE ///

Type : MP6 ///

N° Série : 30021-20083 ///

N° Id : néant ///

Résultats

Pour chaque point de mesure, le(s) tableau(x) suivant(s) donne(nt) sans ajustage et avec ajustage :

- L'indication moyenne de référence.
- La moyenne et l'écart-type des indications du capteur.
- La correction correspondante.

Mesures effectuées du 16 au 28 juillet 2014 par C. Le Bihan et N. Lamandé.

CONFORMITE :

CONDUCTIVITE:

Oui

Conformité : +/- 0.300 mS/cm

Résultat : -0.015 mS/cm

TEMPERATURE:

Oui

Conformité : +/- 0.100 °C

Résultat : +0.005 °C

OXYGENE DISSOUS :

Oui

Conformité : +/- 0.20 mg/L

Résultat : - 0,00 mg/l

TURBIDITE:

Oui

Conformité : +/- 10 %

Résultat : + 4 %

FLUORESCENCE:

Oui

Commentaires :

La déclaration de conformité ne tient pas compte des incertitudes de mesures mais seulement de l'erreur de justesse du capteur.

Suite à des problèmes lors des mesures de turbidité, L. Quemener a ouvert la sonde, puis a changé les piles. Tout l'ajustage en conductivité / température ainsi qu'en turbidité a été refait. Quant aux mesures d'oxygène dissous, un point de vérification a été réalisé. Mesures de fluorescence réalisées avant le changement des piles.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage juillet 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30021-20083 // //

N° Id : néant // //

Etalonnage avant campagne

Ensemble de mesure de CONDUCTIVITE - TEMPERATURE

Etalonnage avant ajustage

Référence				Capteur						Correction		
Conductivité	Salinité	T°		Conductivité		Salinité		T°		Conductivité	Salinité	T°
(1)	(2)	(3)	Ecart type	Moyenne (4)	Ecart type	Moyenne (5)	Ecart type	Moyenne (6)	Ecart type	(1) - (4)	(2) - (5)	(3) - (6)
mS/cm	-	°C	°C	mS/cm	mS/cm	-	-	°C	°C	mS/cm	-	°C
33,503	35,051	5,004	0,001	33,527	0,004	35,069	0,004	5,014	0,001	-0,024	-0,018	-0,010
53,033	35,057	24,891	0,001	53,053	0,003	35,071	0,003	24,897	0,002	-0,020	-0,014	-0,006

Etalonnage après ajustage

Référence				Capteur						Correction		
Conductivité	Salinité	T°		Conductivité		Salinité		T°		Conductivité	Salinité	T°
(1)	(2)	(3)	Ecart type	Moyenne (4)	Ecart type	Moyenne (5)	Ecart type	Moyenne (4)	Ecart type	(1) - (4)	(2) - (5)	(3) - (6)
mS/cm	-	°C	°C	mS/cm	mS/cm	-	-	°C	°C	mS/cm	-	°C
33,150	34,641	5,005	0,001	33,157	0,003	34,650	0,004	5,005	0,001	-0,007	-0,009	0,000
37,751	34,641	10,013	0,001	37,762	0,003	34,657	0,004	10,010	0,001	-0,011	-0,017	0,003
42,547	34,643	15,021	0,001	42,558	0,004	34,660	0,004	15,016	0,001	-0,011	-0,017	0,005
52,488	34,652	24,890	0,001	52,499	0,003	34,666	0,003	24,889	0,002	-0,011	-0,014	0,002
33,847	23,758	20,018	0,001	33,862	0,003	23,773	0,002	20,016	0,001	-0,015	-0,015	0,002

Résultat par rapport aux spécifications

Spécification MAREL : +/- 0,300 mS/cm
 +/- 0,100 °C

Correction max obtenue sur la mesure avant la campagne : - 0,015 mS/cm
 0,005 °C

Commentaires :

Mesures réalisées après le changement des piles de la sonde par L. Quemener.
 Durant tous les enregistrements, la sonde est alimentée par une alim externe.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage juillet 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30021-20083 // //

N° Id : néant // //

Étalonnage avant campagne

Ensemble de mesure d'OXYGENE DISSOUS

Étalonnage avant ajustage

Référence		Capteur			Correction
O ₂ dissous (1) mg/l	T° °C	O ₂ dissous Moyenne (2) mg/l	Ecart type mg/l	T° °C	
8,95	20,011	8,37	0,01	20,014	(1) - (2) mg/l 0,58
-	-	-	-	-	-

Étalonnage après ajustage

Référence		Capteur			Correction
O ₂ (1) mg/l	T° °C	O ₂ dissous Moyenne (2) mg/l	Ecart type mg/l	T° °C	
8,95	20,011	8,95	0,00	20,014	(1) - (2) mg/l 0,00
-	-	-	-	-	-

Résultat par rapport aux spécifications

Spécification MAREL : +/- 0,20 mg/l

Correction max obtenue sur la mesure avant la campagne : - 0,00 mg/l

Commentaires :

--

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage juillet 2014) ///

Constructeur : NKE ///

Type : MP6 ///

N° Série : 30021-20083 ///

N° Id : néant ///

Étalonnage avant campagne

Ensemble de mesure de TURBIDITE

Étalonnage avant ajustage

Référence Turbidité (1) NTU	Capteur Turbidité		Correction	
	Moyenne (2) NTU	Ecart type NTU	(1) - (2) NTU	%
10,00	15,01	0,22	-5,01	-50
80,00	104,36	0,59	-24,36	-30

Étalonnage après ajustage

Référence Turbidité (1) NTU	Capteur Turbidité		Correction	
	Moyenne (2) NTU	Ecart type NTU	(1) - (2) NTU	%
-	-	-	-	-
10,00	9,62	0,21	0,38	4
40,00	38,94	0,24	1,06	3
80,00	78,41	0,37	1,59	2

Résultat par rapport aux spécifications

Spécification MAREL : +/- 10 %

Correction max obtenue sur la
mesure avant la campagne : 4 %

Commentaires :

Signal dérivant, quelque soit la concentration de la solution étalon.
La moyenne des mesures réalisées par le capteur a été calculée sur la totalité des
20 minutes d'enregistrement, sans tenir compte de la dérive prononcée.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage juillet 2014) // //
Type : MP6 // //
N° Id : néant // //

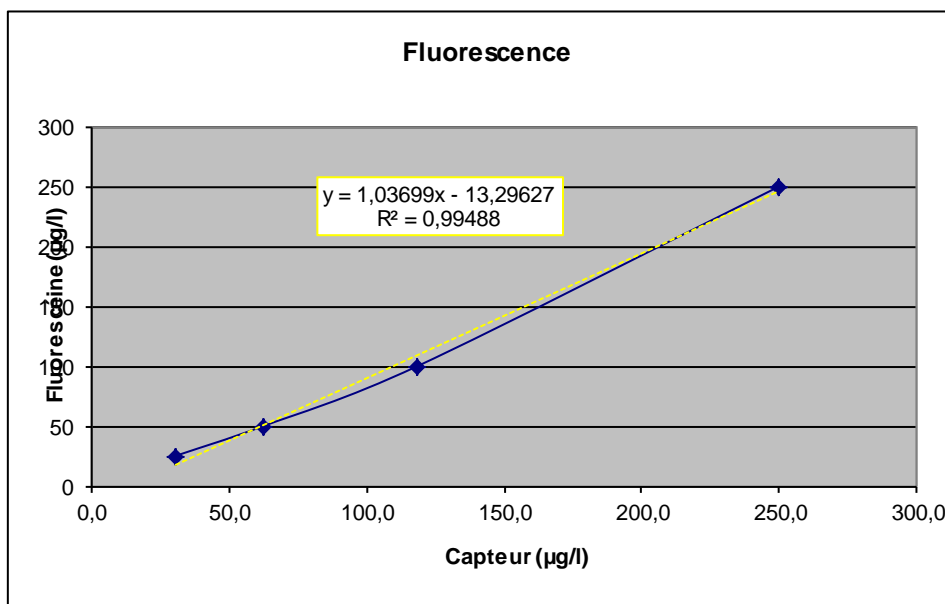
Constructeur : NKE // //
N° Série : 30021-20083 // //

Vérification avant campagne

Ensemble de mesure de FLUORESCENCE

Vérification de la linéarité du capteur avant campagne :

Fluoresceine µg/L	Fluorimètre µg/L
25	30,28
50	62,39
100	118,43
250	250,03
500	250,04
-	-
-	-



Commentaires :



Ifremer

Centre de Brest

Département Recherches et Développements Technologiques
Laboratoire Détection, Capteurs et Mesures

CS 10070 - 29280 PLOUZANE

Tél. : 02 98 22 40 40

Télécopie : 02 98 22 45 35

COMPTE RENDU DE PRESTATION

N° M-DCM-14-151

DELIVRE A : IFREMER
CS 10070 – 29280 PLOUZANE

INSTRUMENT ETALONNE

(Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification novembre 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° de série : 30021-20083 // //

N° d'identification : néant // //

Ce compte rendu comprend 10 pages.

Date d'émission : 06/02/15

LE REDACTEUR

Mme C. LE BIHAN



LA RESPONSABLE TECHNIQUE DU
LABORATOIRE

Mme F. SALVETAT



LA REPRODUCTION DE CE DOCUMENT N'EST AUTORISEE QUE SOUS LA FORME DE FAC-SIMILE PHOTOGRAPHIQUE INTEGRAL.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification novembre 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30021-20083 // //

N° Id : néant // //

Matériel utilisé

Mesure de température de référence

- Bain d'eau thermostaté HART 7050 n°A23002 où l'eau circule en permanence afin de réduire les différences de température :
Volume de travail : 460 × 460 × 790 mm.
Gamme de régulation : - 1,5°C à + 40°C.
La salinité peut varier de l'eau douce à l'eau de mer naturelle.
- Thermomètre Fluke 1560 Black Stack n°: B01977 avec sa sonde Fluke Hart Scientific type 5626, Sn : 3271.

Mesure de conductivité de référence

- Thermo-conductimètre knick 703 n° 1400906 Id TMSIREDEM1 muni de sa sonde knick ZU6985 n° 1555785, étalonné au laboratoire le 30 juillet 2014.

Mesure de turbidité de référence

Des dilutions sont réalisées à partir d'une solution étalon de formazine HACH de 4000 NTU.

Mesure d'oxygène dissous de référence

- Flacons de prélèvements dont les volumes ont été établis en juillet 2013.
- Titreur automatique METROHM Titrino Plus 848 rempli d'une solution de thiosulfate de sodium normalité 0,02.
- Réactifs nécessaires à la méthode Winkler, méthode décrite dans le livre « Hydrologie des écosystèmes marins, paramètres et analyses » d'Alain Aminot et Roger Kérouel.

Mesure de fluorescence de référence

Une solution mère de concentration égale à 10 mg/l est réalisée à partir de fluorescéine en poudre.

Des dilutions sont réalisées à partir de cette solution mère.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification novembre 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30021-20083 // //

N° Id : néant // //

Interfaçage du capteur étalonné

- PC + logiciel "winmemo2".
- Fréquence d'acquisition : 1 mesure / 10 secondes.
- Temps d'acquisition : 20 minutes.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification novembre 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30021-20083 // //

N° Id : néant // //

Mode opératoire

Mesure de température - conductivité

Les capteurs de température et conductivité sont complètement immergés dans le bain.

Le thermomètre de travail est placé à proximité du capteur de température étalonné.

Un débullage de la cellule de conductivité est réalisé par agitation de la sonde.

A chaque palier de température, trois échantillons d'eau sont prélevés. Leur salinité est mesurée avec le salinomètre lorsque leur température est voisine de la température du laboratoire.

La configuration du capteur, l'extraction et le traitement des mesures sont effectués par le personnel du laboratoire.

Ce compte rendu de prestation n'est valable que pour ce capteur de conductivité - température associé à cet appareil.

Pendant les mesures, la stabilité du bain est meilleure que $\pm 0,002^{\circ}\text{C}$ et sa dérive reste inférieure à $0,002^{\circ}\text{C}$.

La température du laboratoire pendant les essais est de $20,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$.

Mesure de turbidité

Le capteur est immergé dans chacune des solutions étalons.

La configuration du capteur, l'extraction et le traitement des mesures sont effectués par le personnel du laboratoire.

Ce compte rendu de prestation n'est valable que pour ce capteur de turbidité associé à cet appareil.

La température du laboratoire pendant les essais est de $20,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$.

Mesure d'oxygène dissous

Le bain thermostaté est rempli en eau douce et mis en régulation à 20°C . Le capteur est immergé dans le bain.

Le thermomètre de travail est placé à proximité du capteur d'oxygène dissous étalonné.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification novembre 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30021-20083 // //

N° Id : néant // //

Trois échantillons ont été prélevés puis analysés selon la méthode Winkler décrite dans le livre « Hydrologie des écosystèmes marins, paramètres et analyses » d'Alain Aminot et Roger Kérouel.

Un dosage du thiosulfate de sodium a été réalisé avant le dosage des échantillons.

La configuration du capteur, l'extraction et le traitement des mesures sont effectués par le personnel du laboratoire.

Ce compte rendu de prestation n'est valable que pour ce capteur d'oxygène dissous associé à cet appareil.

La température du laboratoire pendant les essais est de $20,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$.

Mesure de fluorescence

Le capteur est immergé dans chacune des solutions étalons de fluorescéine.

La configuration du capteur, l'extraction et le traitement des mesures sont effectués par le personnel du laboratoire.

Ce compte rendu de prestation n'est valable que pour ce capteur de fluorescence associé à cet appareil.

La température du laboratoire pendant les essais est de $20,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification novembre 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30021-20083 // //

N° Id : néant // //

Résultats

Pour chaque point de mesure, le(s) tableau(x) suivant(s) donne(nt) sans ajustage :

- L'indication moyenne de référence.
- La moyenne et l'écart-type des indications du capteur.
- La correction correspondante.

Mesures effectuées du 3 au 13 novembre 2014 par C Le Bihan.

CONFORMITE :

OXYGENE DISSOUS :

Oui

Conformité : +/- 0,20 mg/l

Résultat : 0,03 mg/l

CONDUCTIVITE:

Non

Conformité : +/- 0,300 mS/cm

Résultat : 0,530 mS/cm

TEMPERATURE:

Oui

Conformité : +/- 0,100 °C

Résultat : - 0,003 °C

TURBIDITE:

Non

Conformité : +/- 10 %

Résultat : 30 %

Commentaires :

La déclaration de conformité ne tient pas compte des incertitudes de mesures mais seulement de l'erreur de justesse du capteur.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification novembre 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30021-20083 // //

N° Id : néant // //

Etalonnage après campagne

Ensemble de mesure de CONDUCTIVITE - TEMPERATURE

Etalonnage après campagne

Référence		T°		Capteur				Correction				
Conductivité	Salinité		Ecart type	Conductivité		Salinité		T°		Conductivité	Salinité	T°
(1)	(2)	(3)		Moyenne (4)	Ecart type	Moyenne (5)	Ecart type	Moyenne (6)	Ecart type	(1) - (4)	(2) - (5)	(3) - (6)
mS/cm	-	°C	°C	mS/cm	mS/cm	-	-	°C	°C	mS/cm	-	°C
33,260	-	5,005	0,001	32,910	0,003	-	-	5,008	0,001	0,350	-	-0,003
37,870	-	10,014	0,001	37,456	0,003	-	-	10,015	0,001	0,414	-	-0,001
42,620	-	15,025	0,001	42,190	0,003	-	-	15,023	0,001	0,430	-	0,002
47,580	-	20,013	0,001	47,050	0,003	-	-	20,011	0,002	0,530	-	0,002
38,340	-	20,013	0,001	37,899	0,003	-	-	20,012	0,002	0,441	-	0,001

Résultat par rapport aux spécifications

Spécification MAREL : +/- 0,300 mS/cm
 +/- 0,100 °C

Correction max obtenue sur la mesure avant la campagne : 0,530 mS/cm
 - 0,003 °C

Commentaires :

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification novembre 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30021-20083 // //

N° Id : néant // //

Étalonnage après campagne

Ensemble de mesure de TURBIDITE

Étalonnage après campagne

Référence Turbidité (1) NTU	Capteur Turbidité		Correction	
	Moyenne (2) NTU	Ecart type NTU	(1) - (2) NTU	%
0,00	0,00	0,00	0,00	
10,00	6,99	0,06	3,01	30
40,00	34,07	0,08	5,93	15
80,00	70,02	0,19	9,98	12

Résultat par rapport aux spécifications

Spécification MAREL : +/- 10 %

Correction max obtenue sur la
mesure avant la campagne : 30 %

Commentaires :

--

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification novembre 2014) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30021-20083 // //

N° Id : néant // //

Étalonnage après campagne

Ensemble de mesure d'OXYGENE DISSOUS

Étalonnage après campagne

Référence		Capteur			Correction
O ₂ dissous (1) mg/l	T° °C	O ₂ dissous Moyenne (2) mg/l	Ecart type mg/l	T° °C	
8,76	20,01	8,73	0,06	20,02	(1) - (2) mg/l 0,03
-	-	-	-	-	-

Résultat par rapport aux spécifications

Spécification MAREL : +/- 0,20 mg/l

Correction max obtenue sur la mesure avant la campagne : 0,03 mg/l

Commentaires :

--

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification novembre 2014) // //
Type : MP6 // //
N° Id : néant // //

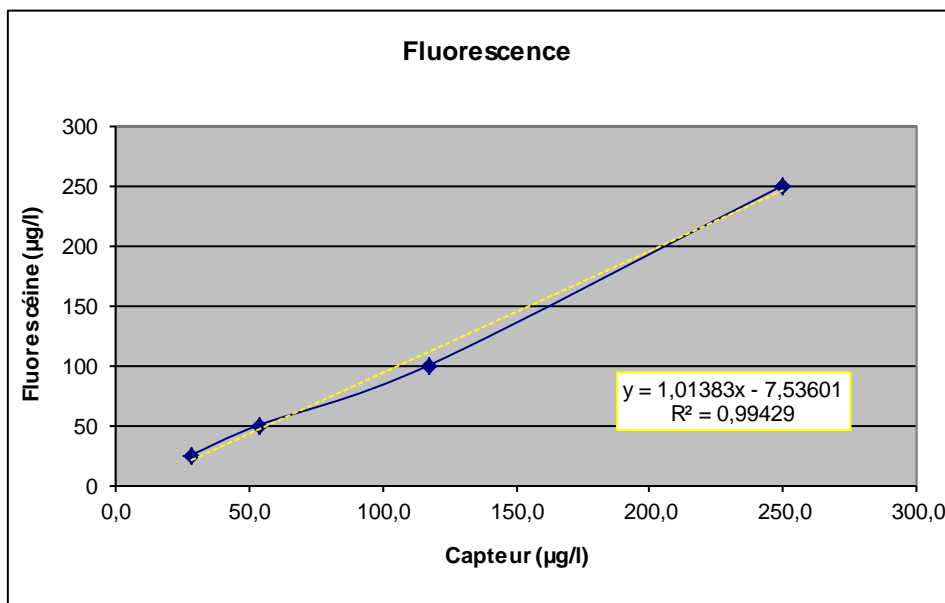
Constructeur : NKE // //
N° Série : 30021-20083 // //

Vérification après campagne

Ensemble de mesure de FLUORESCENCE

Vérification de la linéarité du capteur après campagne :

Fluoresceine	Fluorimètre
µg/L	µg/L
0	-
25	28
50	54
100	117
250	250
500	-
1000	-



Commentaires :