

## Qualification des données acquises par la station de mesure MOLIT en baie de Vilaine entre mars et octobre 2012



bouée Molit – mai 2012

Qualification des données acquises par la  
station de mesure MOLIT en baie de Vilaine  
entre mars et octobre 2012

# sommaire

<b>1. Introduction</b>	<b>4</b>
<b>2. Contrôle <i>in-situ</i> de la sonde multiparamètre</b>	<b>5</b>
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	9
2.3.3. Oxygène dissous	12
2.3.4. Turbidité	13
<b>3. Historique des opérations de maintenance</b>	<b>15</b>
<b>4. Vérification des sondes multiparamètres après campagne</b>	<b>19</b>
<b>5. La mesure de fluorescence</b>	<b>23</b>
5.1. Vérification de la linéarité du capteur de fluorescence avant campagne	23
5.2. Comparaison de la linéarité du capteur de fluorescence avant et après campagne	24
5.3. Relation fluorescence / chlorophylle <i>a</i>	28
<b>6. Conclusion</b>	<b>32</b>

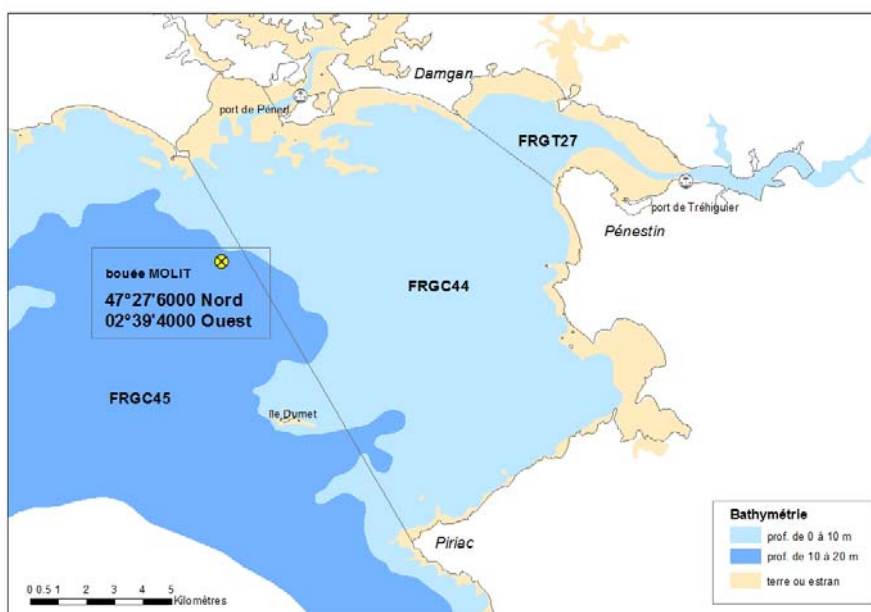
## Annexes

- 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<sup>ère</sup> campagne de mesure
- Annexe 4 : Constats de vérification de la sonde multiparamètre MP6 avant et après la 2<sup>ème</sup> campagne de mesure
- Annexe 5 : Constats de vérification de la sonde multiparamètre MP6 avant et après la 3<sup>ème</sup> campagne de mesure
- Annexe 6 : Constats de vérification de la sonde multiparamètre MP6 avant et après la 4<sup>ème</sup> campagne de mesure

## 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 28 février 2012 au 29 octobre 2012. 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.



*Localisation de la station de mesure MOLIT*

Les données acquises par la bouée MOLIT sont transmises par liaison GSM numérique à la station de gestion Marel Vilaine où elles sont validées.

Les données peuvent être consultées sur 2 sites web :

<http://www.previmer.org/observations>

<http://marelvilaine.ifremer.fr/dif/index.htm>

Un outil de contrôle qualité (OCQ) a été développé pour valider les données : elles peuvent être qualifiées selon 3 états : bon, douteux ou faux. Ils existent différents stades de validation :

- stade T0.5 : pré-qualification automatique sur la base de seuils fixés avec 3 états : bon, douteux et faux.
- Stade T1 : contrôle visuel et modification manuelle de l'état de qualité
- Stade T2 : données corrigées (après étalonnage).

Ce document synthétise les informations permettant de qualifier les données au stade T1 et T2 :

- contrôles *in-situ* de la sonde multiparamètre réalisés par le laboratoire LER/MPL,
- historique des opérations de maintenance pendant la période de déploiement,
- constat de vérification des sondes multiparamètres 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 au stade T1.**

### 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.

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

Les données mesurées par la bouée MOLIT ont ensuite été téléchargées sur le serveur MAREL (<http://marelvilaine.ifremer.fr/>). 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/IC 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 d'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) du laboratoire à savoir :

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

## 2.3.1. Température

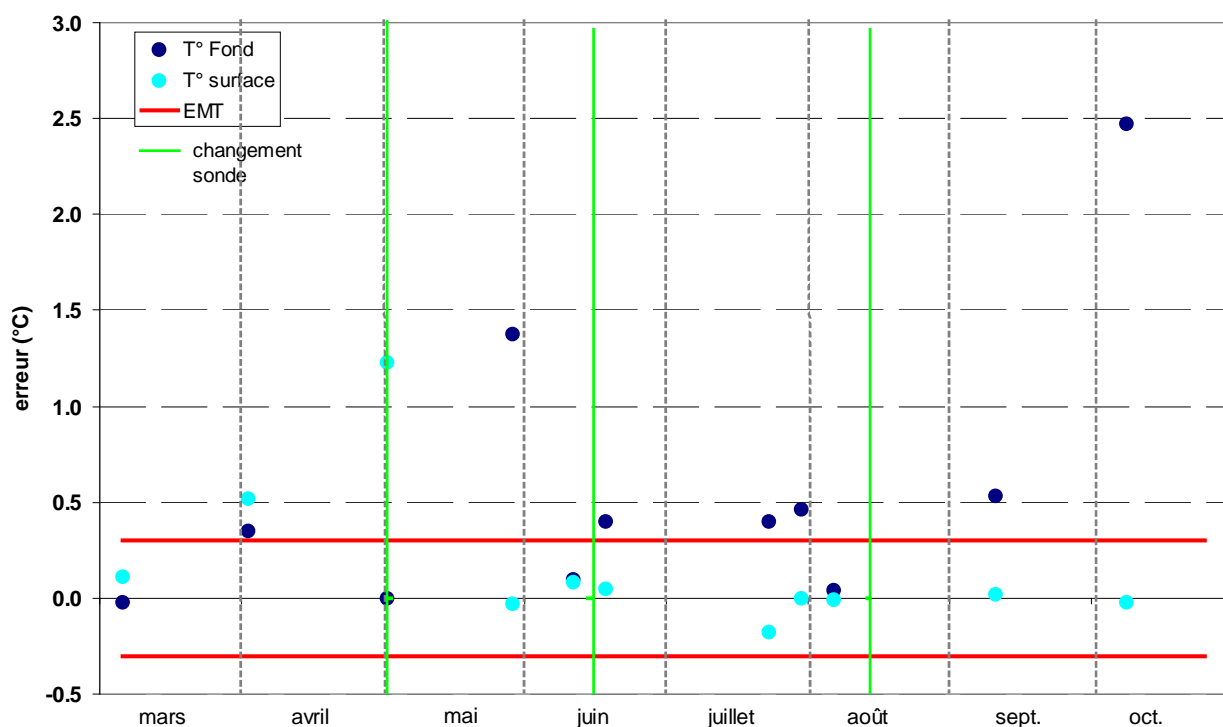


Figure 1 : Evolution de l'erreur en température de la sonde multiparamètre de mars à octobre 2012.

Seuls les contrôles d'avril et début mai font apparaître des écarts supérieurs à 0.5°C en surface. Cependant, l'erreur importante observée début mai ne peut pas être prise en compte car la mesure était très instable (*cf* figure 2).

**Sur la base de ce contrôle, on peut qualifier l'ensemble des données température acquises en SURFACE en BON au stade T1.**

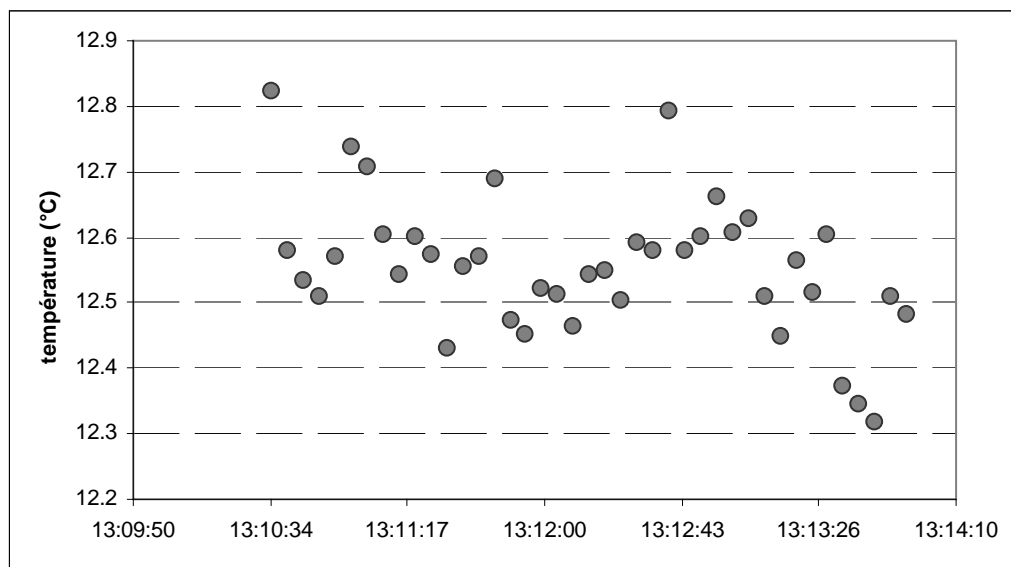


Figure 2 : Evolution de la température mesurée par la sonde multiparamètre MP4 du LER/MPL pendant le contrôle *in-situ* du 2 mai 2012.

De nombreux contrôles sont non conformes pour la température enregistrée au fond. L'erreur n'est pas liée au capteur mais au fait que l'eau du fond est ramenée en surface pour être mesurée. 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 qui avait été détecté en 2011, 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 donc également qualifié en BON.**



## 2.3.2. Salinité

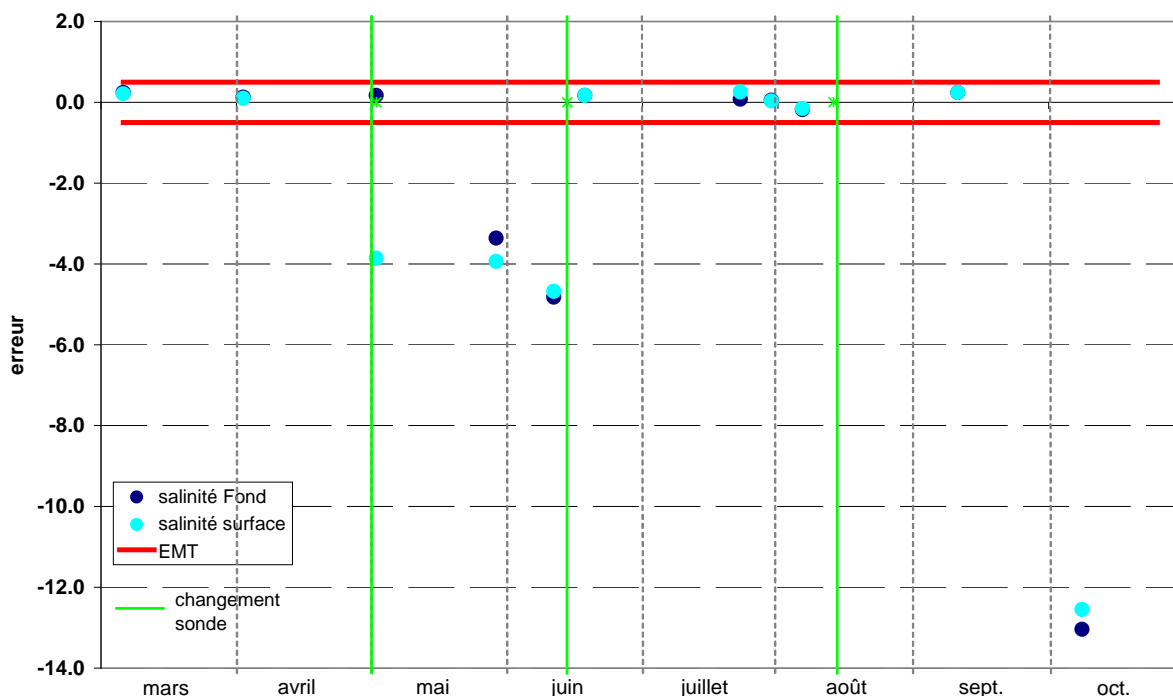


Figure 3 : Evolution de l'erreur en salinité de la sonde multiparamètre de mars à octobre 2012.

Du 28 février au 2 mai, seul le contrôle en surface du 2 mai montre une erreur supérieure à l'EMT. Cependant, comme pour la mesure de température le même jour, la mesure de salinité était très instable en surface (cf figure 4). On ne peut donc pas utiliser ce résultat pour qualifier les données de la station MOLIT. Par ailleurs, le résultat conforme pour la mesure de salinité du fond le même jour, montre que la sonde fonctionne correctement.

**On peut donc qualifier en BON les données acquises du 28 février au 2 mai au stade T1.**

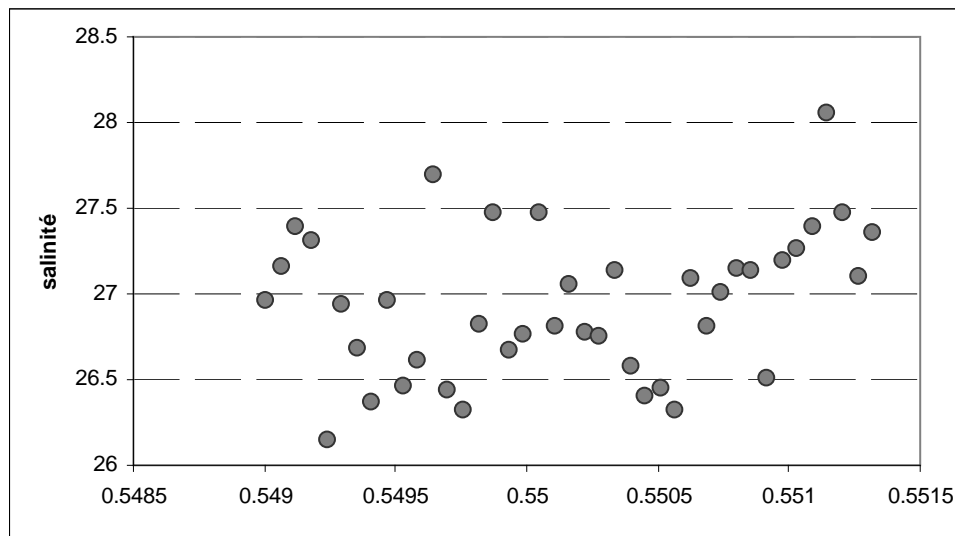


Figure 4 : Evolution de la salinité mesurée par la sonde multiparamètre MP4 du LER/MPL pendant le contrôle *in-situ* du 2 mai 2012.

Le contrôle du 29 mai fait apparaître une erreur très importante en salinité au fond et en surface (> à 3 unités de salinité). Ce mauvais résultat est confirmé le 11 juin avec une erreur encore plus importante.

L'équipe RDT/SMI Brest prévenue de cette dérive, est intervenue le 14 juin. La chloration ne fonctionnait plus (souci lié au chlorateur), ce qui a engendré un développement de bio-salissures très important pendant cette période propice au biofouling.

**Du 29 mai au 14 juin :**  
**Mesures réalisées au fond et en surface à qualifier en FAUX pour le paramètre salinité**

Aucun contrôle *in-situ* n'a été réalisé entre le 2 mai (contrôle conforme) et le 29 mai (erreur de plus de 3 unités de salinité !).

On peut observer les débits de la Vilaine pour voir le lien entre la salinité mesurée par la bouée MOLIT et les apports en eau douce de la Vilaine (*cf figures 5 et 6*).

La chute de salinité en surface observée le 15 mai ne correspond pas à un apport d'eau douce contrairement à celle observée fin avril. De plus, la dessalure de fin avril engendre une salinité très basse en surface mais la salinité enregistrée au fond reste supérieure à 30 unités alors que les salinités basses enregistrées mi-mai en surface sont identiques au fond.

Les faibles salinités enregistrées à partir de mi-mai semblent donc plus liées à une dérive du capteur.

**Du 15 mai au 29 mai :**  
**Mesures réalisées au fond et en surface à qualifier en FAUX pour le paramètre salinité**

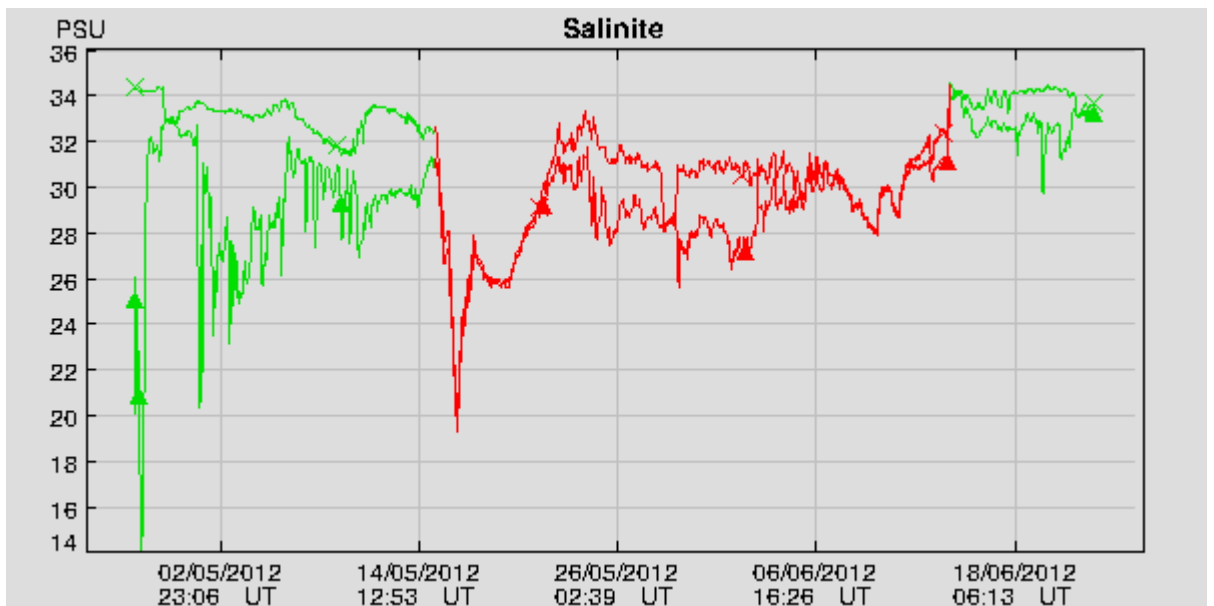


Figure 5 : Salinité enregistrée par la station de mesure Molit en surface (▲) et au fond (▼)

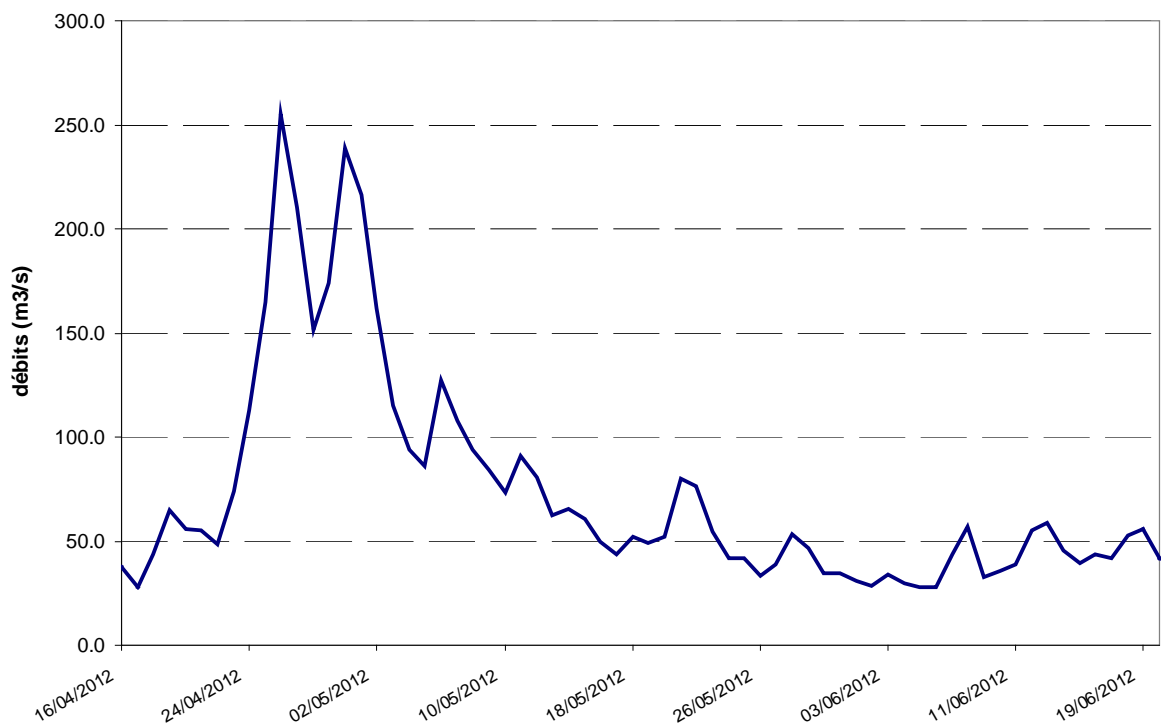


Figure 6 : Evolution du débit de la Vilaine mesuré après le barrage d'Arzal

Du 14 juin au 10 septembre, les contrôles en salinité sont conformes .

**On peut donc qualifier en BON les données de salinité acquises du 14 juin au 10 septembre au stade T1.**

Le contrôle réalisé le 8 octobre est non conforme avec une erreur très importante. En observant l'évolution de la salinité enregistrée par la station MOLIT, on remarque une dérive de la mesure à partir du 7 octobre.

**Du 7 octobre au 29 octobre :**  
**Mesures réalisées au fond et en surface à qualifier en FAUX pour le**  
**paramètre salinité**

### 2.3.3. Oxygène dissous

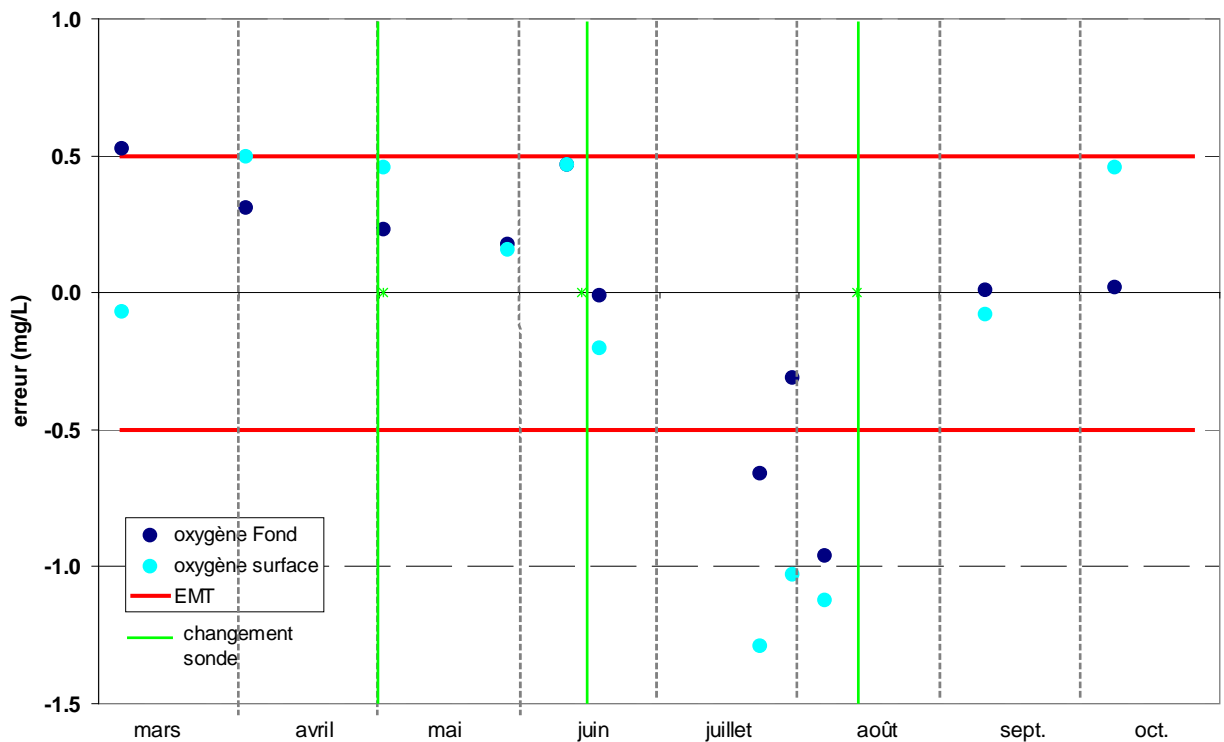


Figure 7 : Evolution de l'erreur en oxygène dissous de la sonde multiparamètre de mars à octobre 2012.

Les contrôles en oxygène dissous sont conformes à l'EMT de 0.5 mg/L jusqu'au 18 juin.

**On peut donc qualifier en BON les données acquises du 28 février au**  
**18 juin au stade T1.**

Le 23 juillet, on note un dépassement important de l'EMT. Une erreur moyenne d'environ 1 mg/L est alors enregistrée dans les 2 contrôles suivants, jusqu'au changement de la sonde multiparamètre le 13 août.

**Les mesures en oxygène dissous enregistrées du 23 juillet au 13 août sont donc qualifiées en FAUX au stade T1**

Entre le 18 juin et le 23 juillet, aucun contrôle *in-situ* n'a été réalisé. Nous n'avons donc pas d'éléments pour juger de la qualité des données.

**Les données acquises du 18 juin au 23 juillet sont qualifiées en DOUTEUX au stade T1**

Après le changement de sonde du 13 août, les contrôles *in-situ* sont conformes.

**On peut donc qualifier en BON les données acquises du 13 août au 29 octobre au stade T1.**

#### 2.3.4. Turbidité

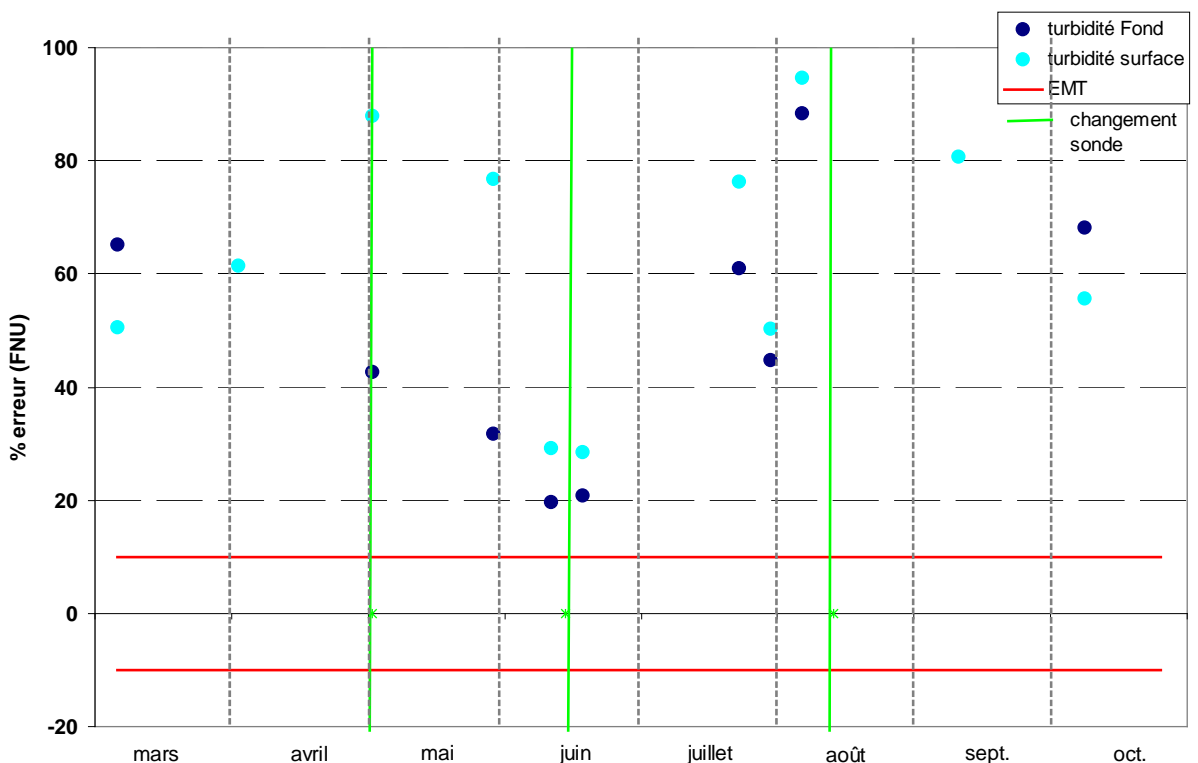


Figure 8 : Evolution de l'erreur en turbidité de la sonde multiparamètre de mars à octobre 2012.

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. La turbidité mesurée par la bouée MOLIT est en moyenne deux fois plus élevée que la turbidité mesurée au laboratoire.

Ces différences importantes avaient déjà été mises en évidence lors de la campagne de mesures 2011. Cependant, les étalonnages des capteurs après campagne de mesures réalisés par l'IDHESA montrent des résultats le plus souvent conformes.

Pour les mesures de turbidité de fond, on utilisera seulement les résultats d'étalonnage des capteurs après campagne pour la qualification des données. En effet, 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.

Pour les mesures de surface, il n'existe pas la même variabilité de turbidité, les données sont donc qualifiées en douteux.

**L'ensemble des données de turbidité acquises en surface en 2012 est donc qualifiée en DOUTEUX**

### 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 au stade T1.

#### ➤ 27 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

#### ➤ 6 mars

Intervention de l'équipe RDT/SMI Brest suite à des mesures en oxygène anormalement élevées. Problème de débit sur le sens surface-fond, où sont réalisées les mesures d'oxygène dissous élevées.

⇒ réglage du problème permettant à nouveau des mesures en oxygène correctes.

**Du 27 février au 7 mars :**  
**Mesures réalisées au fond et en surface à qualifier en FAUX pour le paramètre oxygène dissous**

#### ➤ 25 avril

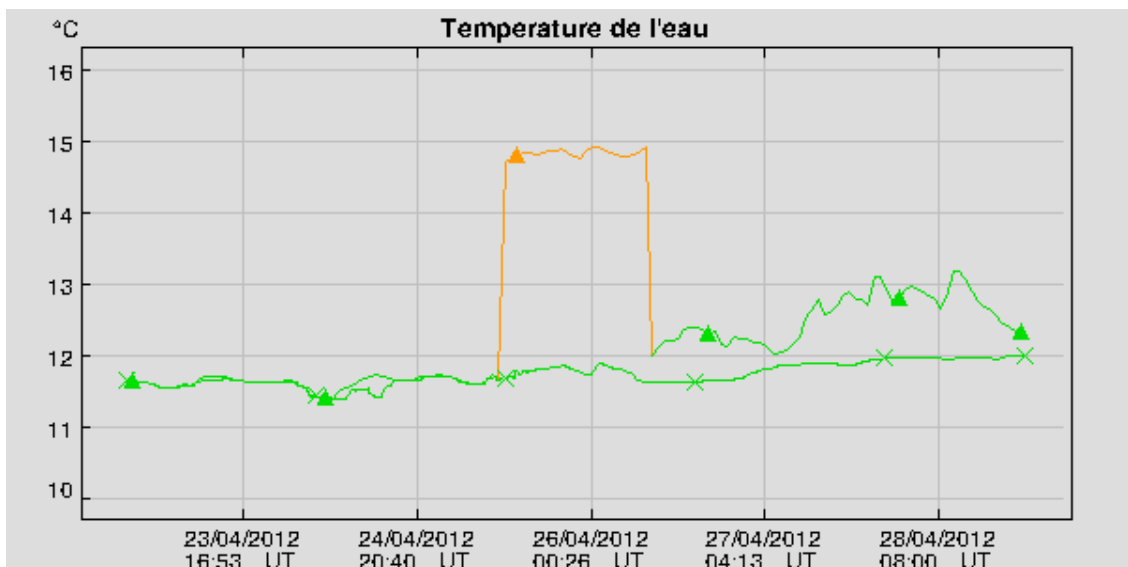


Figure 9 : mesures de température enregistrées par la station de mesure Molit en surface (▲) et au fond (✕) du 23 au 28 avril 2012.

Le 25 avril à 10h30, la température de surface passe de 11.7°C à 14.7°C sans explication avant de revenir brutalement aux environs de 12°C le 26 avril à 9h (cf figure 9). Dans le même temps, les salinités de surface et de fond passent d'environ 34 unités de salinité à environ 27 (cf figure 10).

**Les données de température surface et les mesures de salinité fond et surface sont donc qualifiées en DOUTEUX du 25 au 26 avril.**

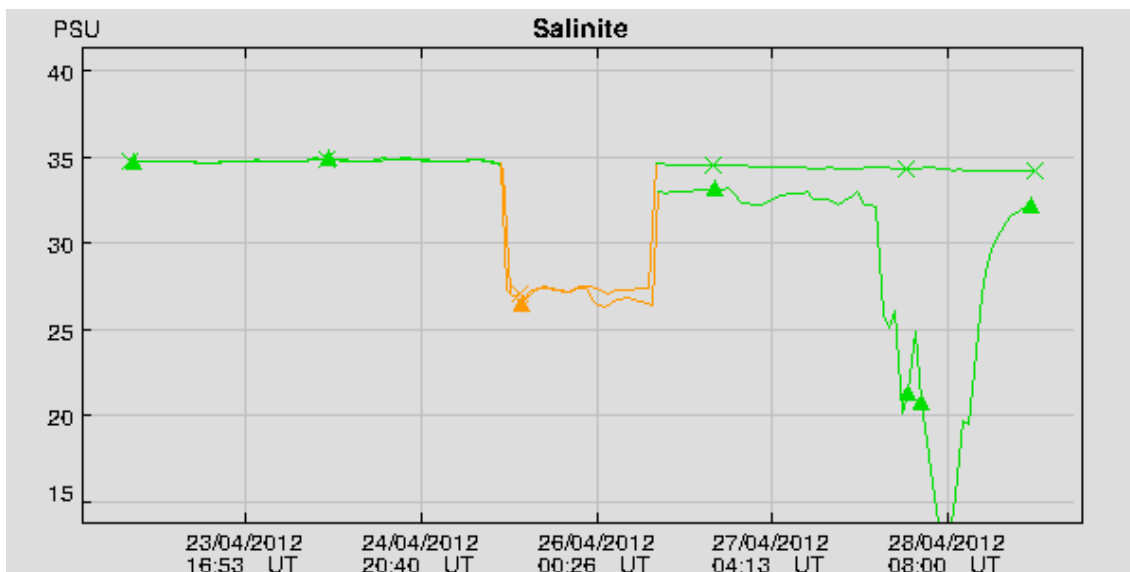


Figure 10 : mesures de salinité enregistrées par la station de mesure Molit en surface (▲) et au fond (×) du 23 au 28 avril 2012.

### ➤ 2 mai

Intervention de l'équipe RDT/SMI Brest pour changer la sonde MP4.

### ➤ 14 juin

Intervention de l'équipe RDT/SMI Brest suite à une grosse dérive de la mesure de salinité observée avec les contrôles *in-situ*.

La chloration ne fonctionnait plus. Souci sur le chlorateur lui-même.

Changement de la perche et de la sonde.

Compte tenu des erreurs de mesure observées les 29 mai et 11 juin lors des contrôles *in-situ* :

**Du 29 mai au 14 juin :**  
**Mesures réalisées au fond et en surface à qualifier en FAUX pour le paramètre salinité**



### ➤ 10 juillet

Intervention de l'équipe RDT/SMI Brest pour inspecter le mouillage. Les données température de la sonde SP2T installée au fond ont été récupérées. Ces données remplaceront les mesures réalisées par la sonde multiparamètre de la bouée MOLIT. En effet, les données renvoyées par la bouée MOLIT ne sont pas exploitables car les mesures de l'eau du fond sont réalisées en surface. 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.

### ➤ 23 juillet

Suite à la baisse significative de la tension de la batterie en service sur Molit et afin de conserver une continuité de service il a été décidé de mettre en service la pile CEGASA de secours. La permutation de la pile a été réalisée par le LER/MPL.

### ➤ 13 août

Intervention de l'équipe RDT/SMI Brest pour changer la sonde MP4.

### ➤ 24 septembre

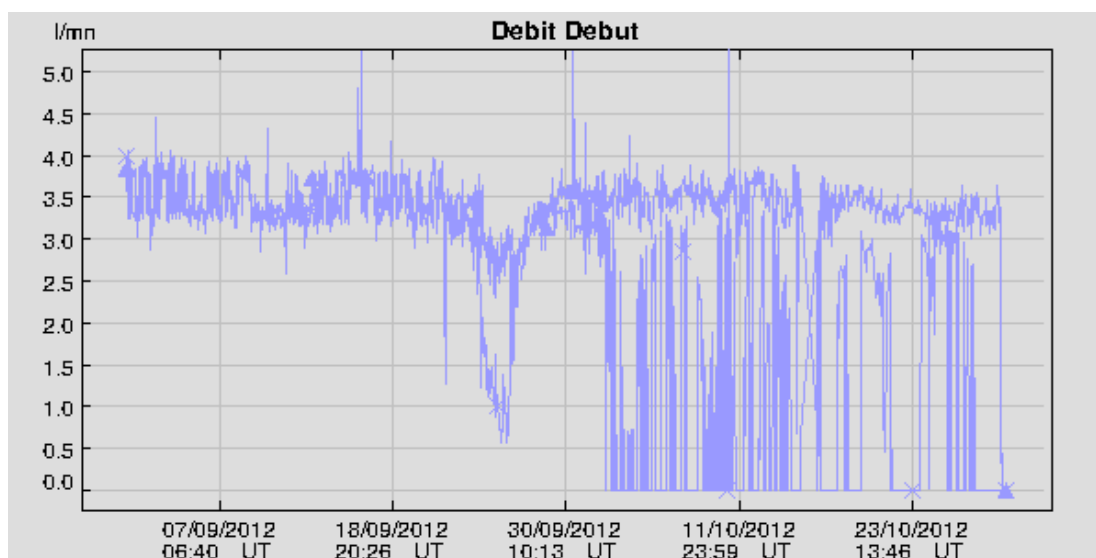


Figure 11 : Evolution des débits de pompage début cycle 1 et début cycle 3

On note un problème de débit de pompage pour les prélèvements de fond à partir du 24 septembre (cf figure 11).

**Les données de turbidité, salinité, oxygène dissous et fluorescence acquises au fond du 24 septembre au 29 octobre sont donc qualifiées en FAUX**

➤ *29 octobre*

Relevage de la bouée MOLIT pour carénage et hivernage au port de La Turballe.

Un problème de masse électrique sur MOLIT a été détecté et doit être à l'origine des mauvais résultats obtenus en conductivité en fin de campagne.

Un problème d'efficacité dans la chloration va faire l'objet d'une modification. Toutes ces nouvelles fonctionnalités devront permettre d'améliorer la qualité des mesures.

## 4. Vérification des sondes multiparamètres après campagne

Les résultats des vérifications métrologiques réalisées après campagne sur les sondes multiparamètres nous permettent de qualifier les données au stade T2.

La sonde multiparamètre a été changée à 3 reprises pendant la période de déploiement de la station de mesure MOLIT (cf tableau 1).

<i>Campagne</i>	<i>n° série sonde</i>	<i>Date début</i>	<i>Date fin</i>
01-2012	30020-20082	28 février	02 mai
02-2012	29009-20048	02 mai	14 juin
03-2012	30020-20082	14 juin	13 août
04-2012	27006-20018	13 août	29 octobre

Tableau 1 : Récapitulatif des différentes campagnes 2012

Les étalonnages ont été réalisés par l'IDHESA au 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. Ces spécifications sont plus restrictives que les EMT du LER/MPL pour les paramètres température, conductivité et oxygène dissous.

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

Le tableau suivant 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>	<b>+/- 0.20</b>	<b>+/- 0.3</b>	<b>+/- 0.10</b>	<b>+/- 10</b>
<i>Campagne</i>				
01-2012	0.02	0.05	-0.01	1
02-2012	<b>0.92</b>	<b>13.35</b>	-0.02	2
03-2012	<b>2.66</b>	0.13	-0.01	<b>-28</b>
04-2012	0.03	<b>7.14</b>	0.09	10

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

### ➤ *Campagne 01-2012 du 28 février au 2 mai*

Les résultats d'étalonnage sont conformes pour les 4 paramètres.

➤ ***Campagne 02-2012 du 2 mai au 14 juin***

Les résultats sont conformes pour les paramètres température et turbidité.

En revanche, une erreur de justesse supérieure à l'EMT est observée en conductivité sur l'ensemble de la gamme d'étalonnage avec un maximum de 13.35 mS/cm. Ces résultats confirment les problèmes de mesures détectés par les contrôles *in-situ* dès le 29 mai. Ce sont d'ailleurs ces mauvais résultats qui ont déclenchés le changement de sonde.

Les données de salinité devraient donc être qualifiées en FAUX sur l'ensemble de cette période. Cependant, comme indiqué dans le paragraphe 2.3.2, l'analyse des données semble indiquer une dérive du capteur à partir du 15 mai.

**Les données de salinité acquises entre le 15 mai et le 14 juin sont donc qualifiées en FAUX.**

Le résultat d'étalonnage en oxygène dissous est également non conforme. Le contrôle *in-situ* du 29 mai était conforme (erreur de 0.2 mg/L) et permet de ne pas qualifier l'ensemble des données oxygène dissous de cette période en faux.

**Les données d'oxygène dissous acquises entre le 2 mai et le 29 mai peuvent être qualifiées en BON.**

Le dernier contrôle *in-situ* du 11 juin montre une erreur plus faible (0.5 mg/L) que celle obtenue lors de l'étalonnage après campagne (0.9 mg/L). Ceci peut s'expliquer par la valeur du point de contrôle qui est différente. L'étalonnage après campagne est réalisé en un seul point et la valeur de référence en oxygène dissous était d'environ 10 mg/L alors que lors du contrôle *in-situ* du 11 juin, la concentration en oxygène dissous était de 8.0 mg/L. La mesure au niveau de concentration du milieu était donc peut-être conforme.

**On propose de qualifier les données du 29 mai au 14 juin en DOUTEUX.**

➤ ***Campagne 03-2012 du 14 juin au 13 août***

Les résultats sont conformes pour les paramètres température et conductivité.

Une erreur de justesse largement supérieure à l'EMT est observée pour le paramètre oxygène dissous. Les mauvais résultats du contrôle *in-situ* du 23 juillet montre que la dérive était déjà effective à cette date.

**Les mesures en oxygène dissous enregistrées du 23 juillet au 13 août sont donc qualifiées en FAUX.**

En revanche, aucun contrôle *in-situ* n'a été réalisé entre le 18 juin (contrôle conforme) et le 23 juillet. Nous n'avons donc pas d'élément pour juger de la qualité des données.

**Les données acquises du 18 juin au 23 juillet sont qualifiées en DOUTEUX**

Les résultats d'étalonnage sont également non conformes pour le paramètre turbidité avec une erreur de justesse de -28% à 10 FNU.

Les contrôles *in-situ* ne sont pas utilisables pour repérer le moment de la dérive du capteur de turbidité puisqu'ils sont réalisés sur échantillon et que nous avons mis en évidence un effet méthode (cf § 2.3.4). Par contre, en observant les données acquises, on note que la mesure de turbidité a commencé à dériver le 31 juillet (cf figure 12).

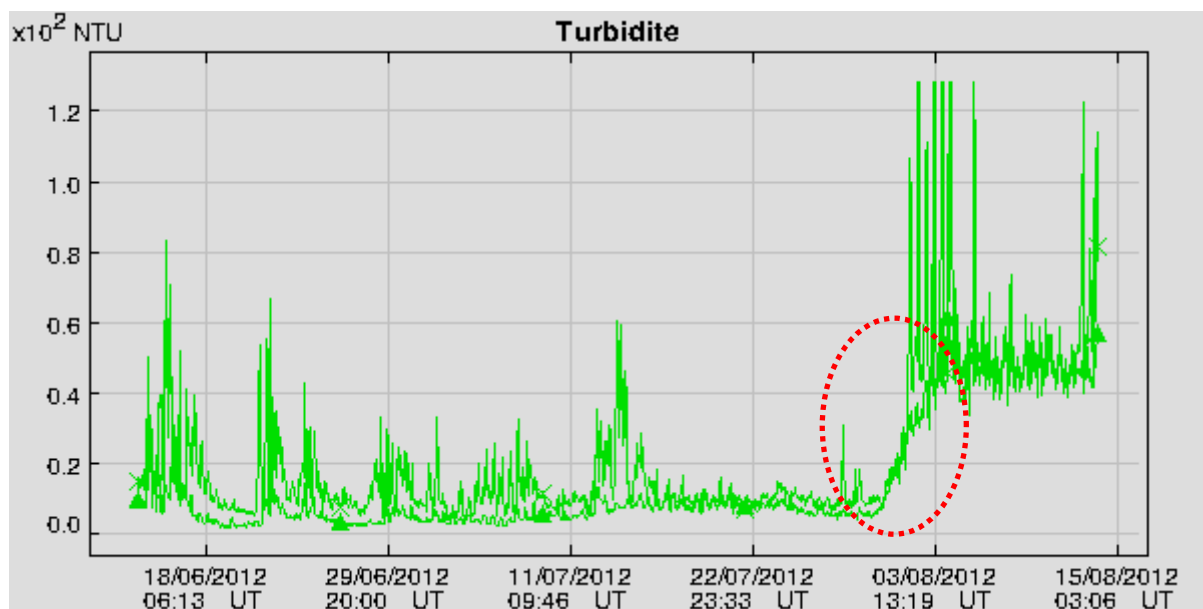


Figure 12 : Mesures de turbidité enregistrées par la station de mesure Molit en surface (▲) et au fond (✱) du 14 juin au 15 août 2012.

**Les mesures de turbidité enregistrées du 31 juillet au 13 août sont donc qualifiées en FAUX.**

### ➤ *Campagne 04-2012 du 13 août au 29 octobre*

Les résultats sont conformes pour tous les paramètres à l'exception de la conductivité.

Le contrôle *in-situ* réalisé le 8 octobre est non conforme avec une erreur très importante. En observant l'évolution de la salinité enregistrée par la station MOLIT, on remarque une dérive de la mesure à partir du 7 octobre. Cette dérive de la mesure de salinité a également des conséquences sur les concentrations en oxygène dissous puisque cette mesure est corrigée en fonction de la salinité.

**Du 7 octobre au 29 octobre :**  
**Mesures réalisées au fond et en surface à qualifier en FAUX pour les**  
**paramètres salinité et oxygène dissous**

## 5. La mesure de fluorescence

Il n'y a pas de contrôles *in-situ* pour la mesure de fluorescence. La vérification métrologique du capteur de fluorescence réalisée après campagne consiste à contrôler la linéarité du capteur en utilisant des solutions de fluorescéine de différentes concentrations. Cette linéarité sera comparée à celle mesurée avant campagne pour détecter une éventuelle dérive du capteur.

### 5.1. Vérification de la linéarité du capteur de fluorescence avant campagne

Dans un premier temps, nous avons comparé la linéarité du capteur de fluorescence des différentes sondes utilisées au cours de la campagne de mesure 2012 (figure 13). Nous avons utilisé les résultats des vérifications avant campagne. Le CRP n°M-IC-12-087 correspondant à la sonde 30020-20082 utilisée pendant la campagne 3 comporte une erreur. Les réponses « Fluorimètre » de 24.580 et 38.460 correspondent respectivement aux concentrations de fluorescéine de 100 µg/L et 150 µg/L.

On observe une linéarité équivalente pour les 4 campagnes de mesure avec une pente moyenne de 3.6. Cette pente est proche de la pente moyenne enregistrée en 2012 qui avait une valeur de 3.3.

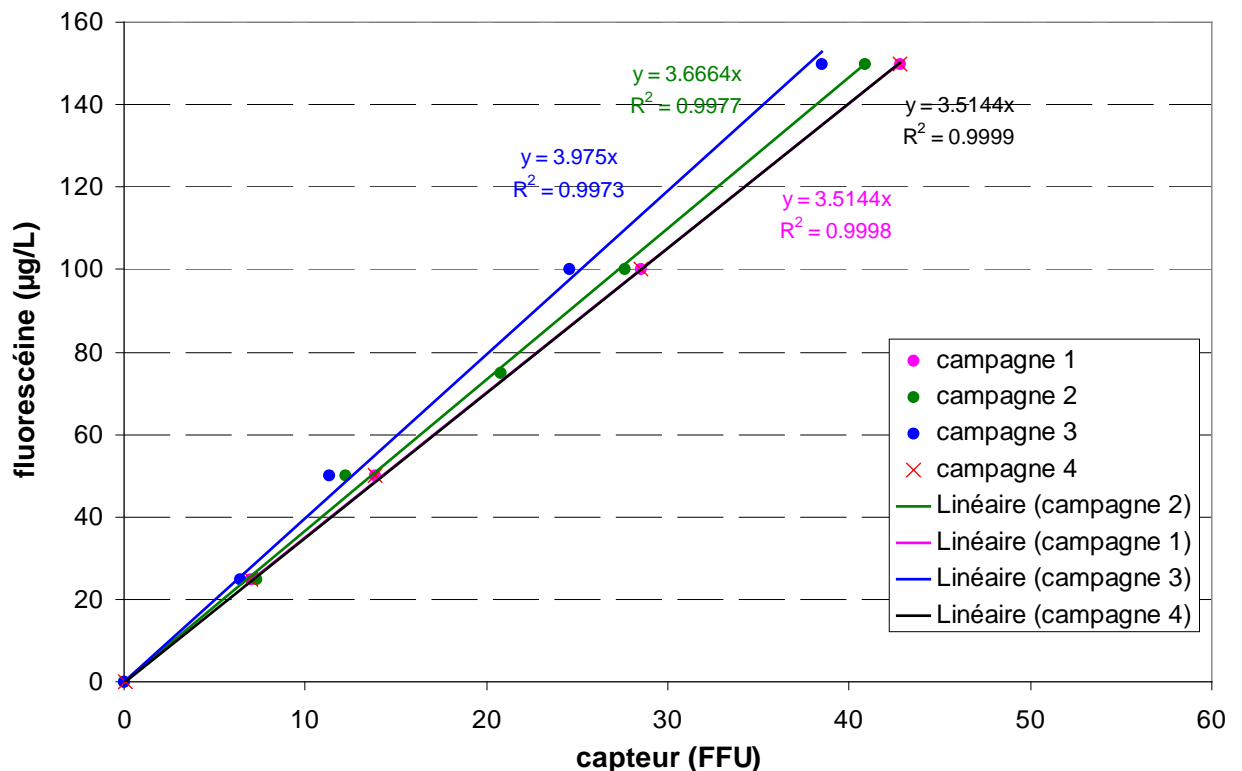


Figure 13 : Linéarité du capteur de fluorescence des différentes sondes utilisées sur la bouée MOLIT en 2012.

## 5.2. Comparaison de la linéarité du capteur de fluorescence avant et après campagne

### ➤ Campagne 01-2012 du 28 février au 2 mai

On observe une légère dérive du capteur dans les fortes concentrations en fluoescéine. Mais, les valeurs de fluorescence mesurées par le capteur durant cette période dépassent rarement 25 FFU. (cf figure 15 et 16).

**Les données de fluorescence acquises entre le 28 février et le 2 mai peuvent être qualifiées en BON.**

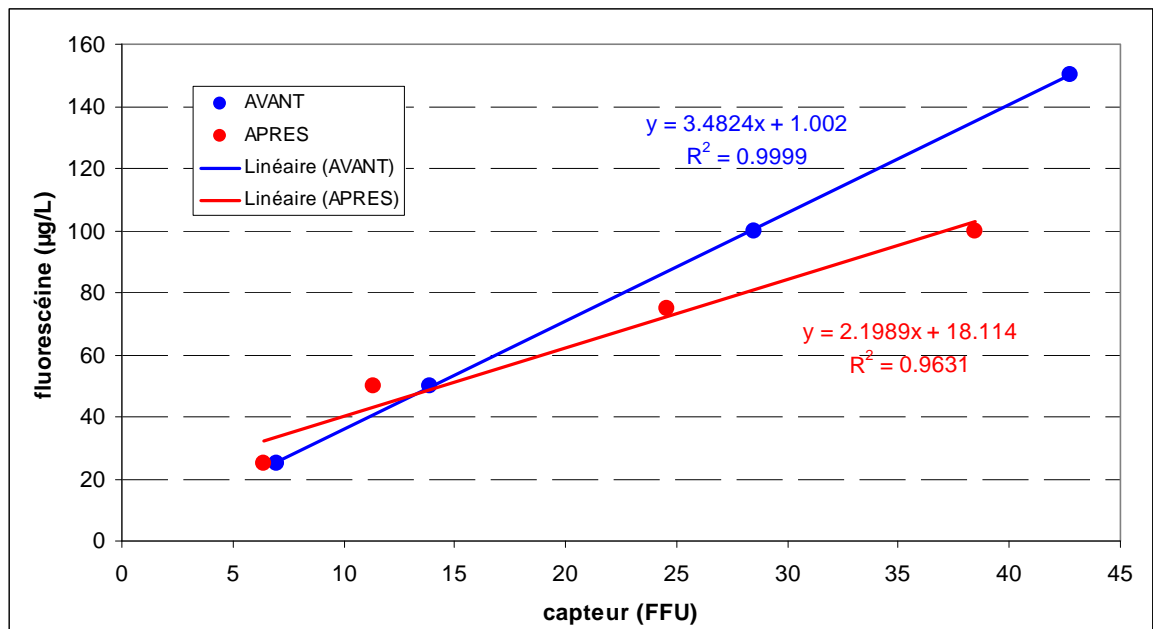


Figure 14 : linéarité du capteur de fluorescence utilisé pendant la campagne n°1



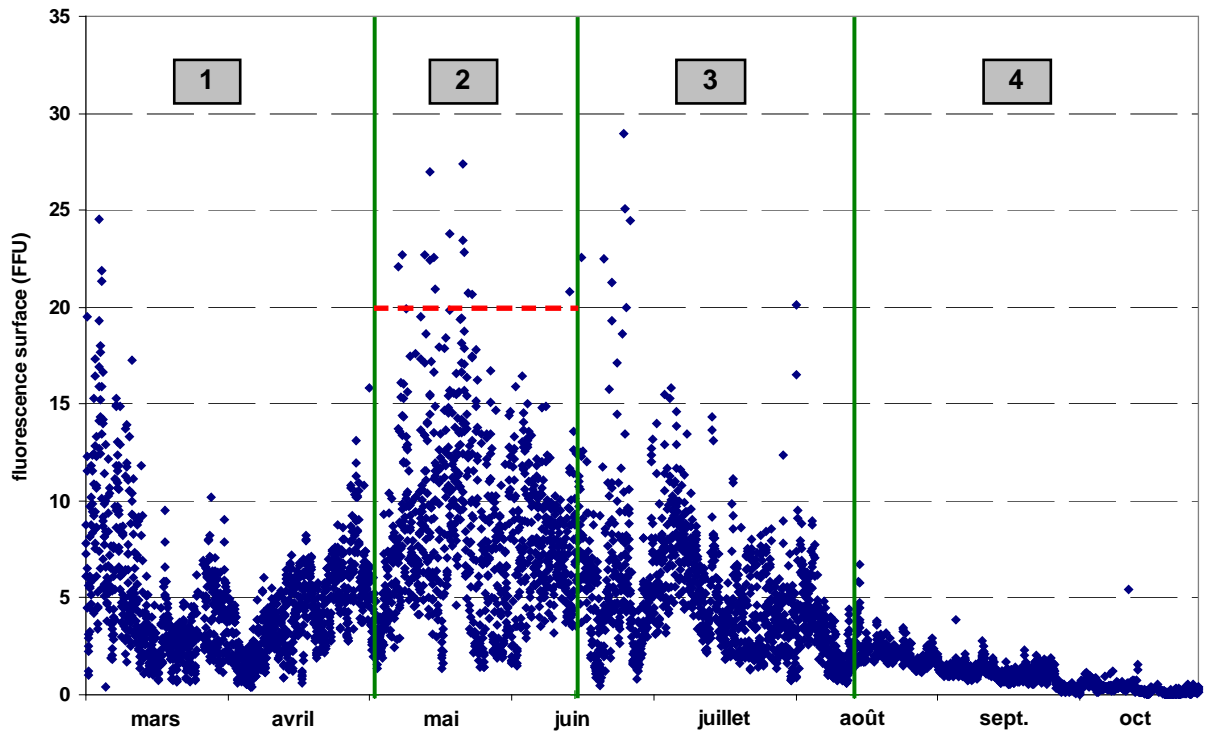


Figure 15 : mesures de fluorescence enregistrées en **surface** sur la station de mesure MOLIT de mars à octobre 2012

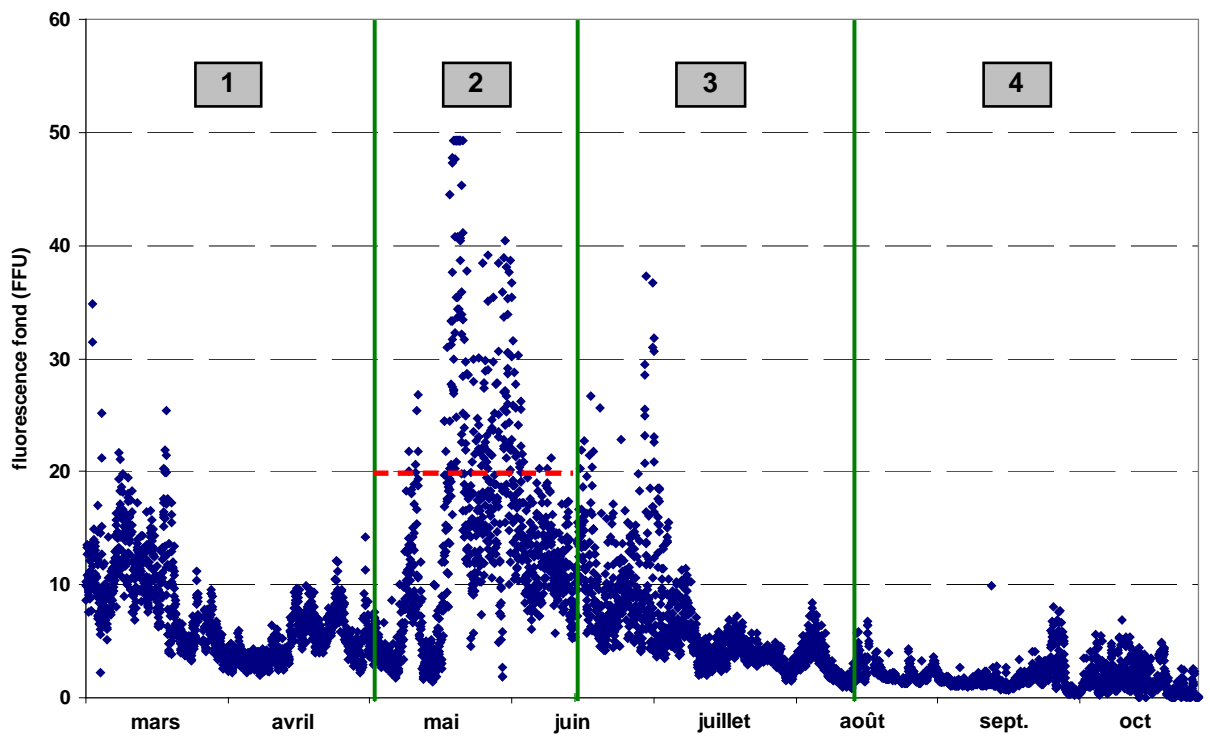


Figure 16 : mesures de fluorescence enregistrées au **fond** sur la station de mesure MOLIT de mars à octobre 2012

➤ *Campagne 02-2012 du 2 mai au 14 juin*

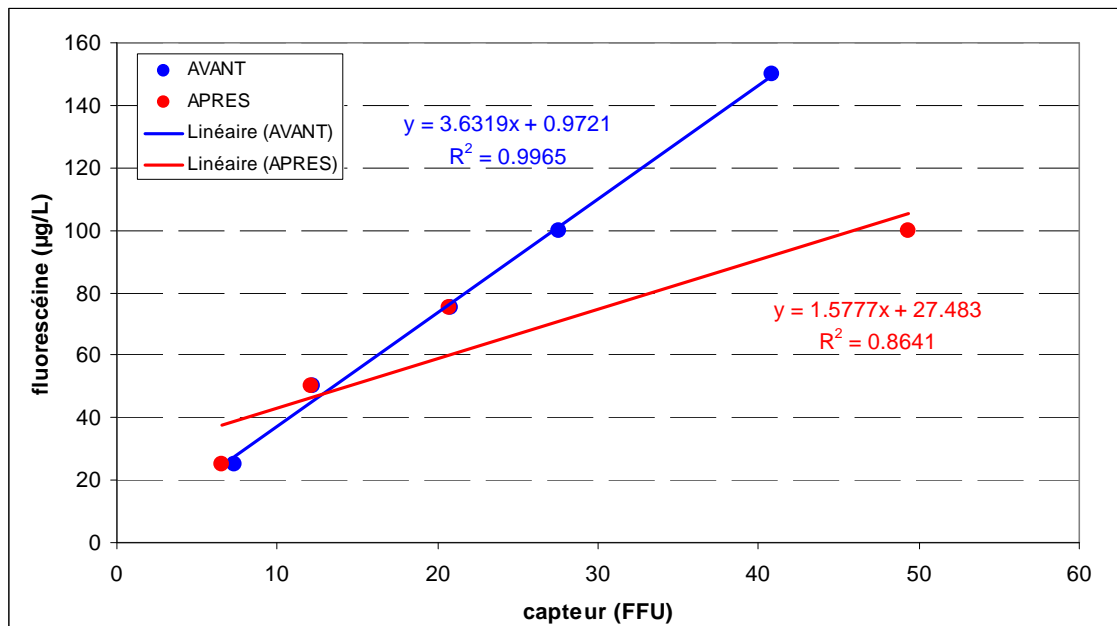


Figure 17 : linéarité du capteur de fluorescence utilisé pendant la campagne n°2

La linéarité du capteur avant et après campagne est identique jusqu'à 20 FFU.

En revanche, la réponse du capteur de fluorescence à la solution de fluorescéine de 100 µg/L est très différente avant et après campagne avec un facteur pratiquement égale à 2 entre les deux.

A partir d'environ 20 FFU, la mesure de fluorescence semble donc être surestimée par la sonde. Peu de données de surface acquises pendant cette période dépassent 20 FFU (cf figure 15) ; elles sont un peu plus nombreuses au fond (cf figure 16). Aucun contrôle intermédiaire ne peut nous permettre de détecter le moment de la dérive.

**Les données de fluorescence supérieures à 20 FFU acquises du 2 mai au 14 juin sont donc qualifiées en DOUTEUX**

➤ *Campagne 03-2012 du 14 juin au 13 août*

La linéarité du capteur après campagne est très bonne.

**Les données de fluorescence acquises entre le 14 juin et le 13 août peuvent être qualifiées en BON.**

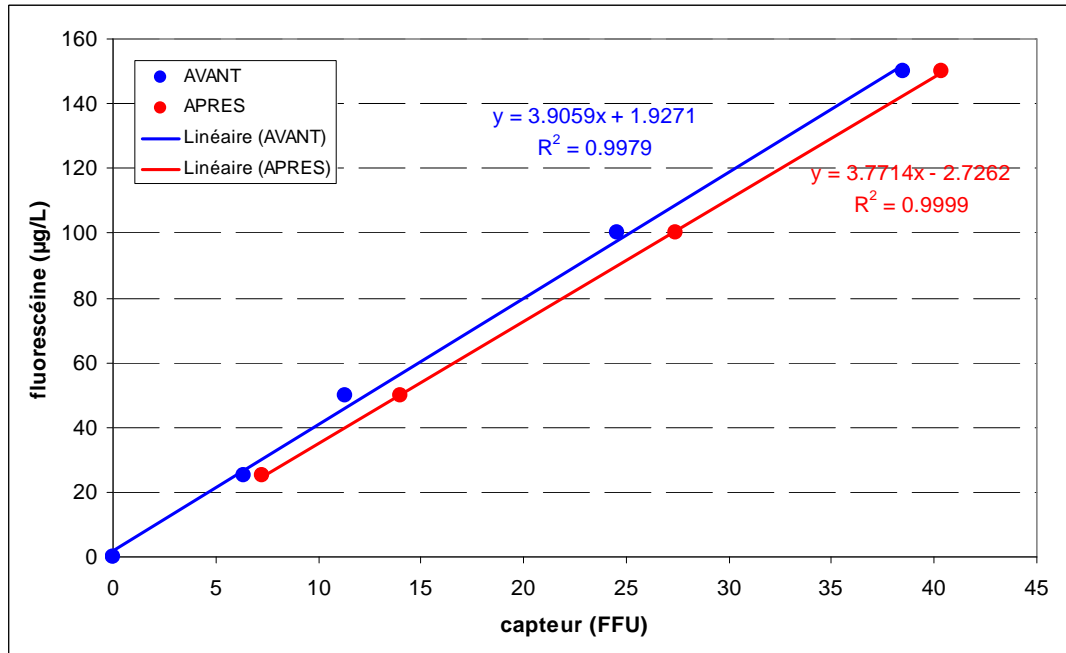


Figure 18 : linéarité du capteur de fluorescence utilisé pendant la campagne n°3

➤ *Campagne 04-2012 du 13 août au 29 octobre*

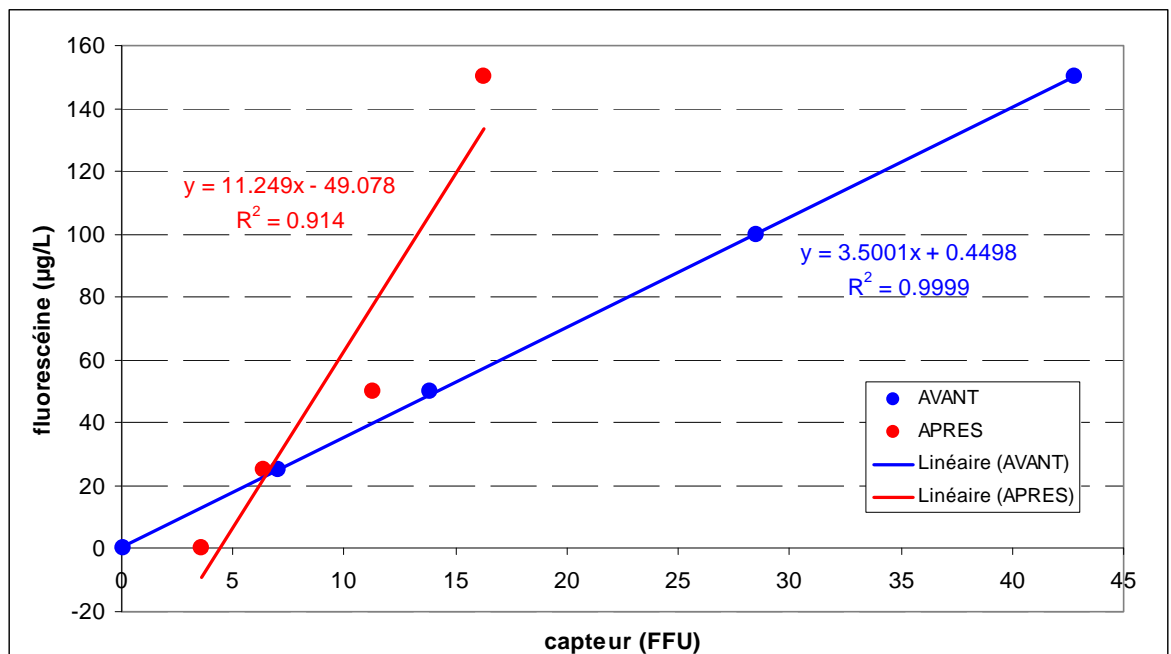


Figure 19 : linéarité du capteur de fluorescence utilisé pendant la campagne n°4

On observe une dérive très importante du capteur de fluorescence en fin de campagne. Aucun contrôle intermédiaire ne peut nous permettre de détecter le moment de la dérive.

**Les données de fluorescence acquises au fond et en surface du 13 août au 29 octobre sont donc qualifiées en DOUTEUX**

### 5.3. Relation fluorescence / chlorophylle a

Le lien entre la fluorescence et la chlorophylle *a* est complexe. En première approche, une relation (chlorophylle *a* = 1.8 x fluorescence) a été déterminée pour transformer la fluorescence en chlorophylle. Ce facteur de 1.8 a été repris sur le site PREVIMER pour estimer la chlorophylle.

Nous avons réalisé en 2012 des prélèvements d'eau en surface et au fond à proximité de la station MOLIT. Ces échantillons ont été filtrés au laboratoire pour analyse de la chlorophylle *a* au spectrophotomètre. Nous avons relevé les valeurs de fluorescence mesurées par la bouée MOLIT au même moment pour pouvoir calculer le rapport chlorophylle *a* / fluorescence.

#### *En surface :*

Le rapport chloro/fluo oscille entre 1 et 3.5 sur les 11 prélèvements effectués en surface avec un rapport moyen de 1.8.

**Le facteur 1.8 semble donc donner une bonne estimation de la concentration en chlorophylle *a*.**

Cependant, tous nos points de comparaison se situent dans des périodes où la fluorescence mesurée par la station de mesure MOLIT n'est pas très élevée (cf figure 20)

date	Mesures MOLIT		Mesures laboratoire		Rapport chloro / fluo
	Heure UT	Fluorescence (FFU)	Heure UT	Chlorophylle a (µg/L)	
06/03/12	13h03	2.4	13h02	8.2	<b>3.5</b>
02/04/12	12h34	0.6	12h34	0.8	<b>1.3</b>
02/05/12	11h18	1.4	11h13	1.9	<b>1.4</b>
29/05/12	12h38	2.2	12h48	5.3	<b>2.4</b>
11/06/12	11h05	7.2	11h05	9.1	<b>1.3</b>
18/06/12	10h03	1.5	10h00	4.4	<b>2.9</b>
02/07/12	12h40	5.6	12h45	5.5	<b>1.0</b>
23/07/12	8h33	1.4	9h15	2.8	<b>2.0</b>
30/07/12	8h01	5.4	8h01	5.1	<b>0.9</b>
06/08/12	9h04	2.1	9h04	2.3	<b>1.1</b>
10/09/12	11h08	1.2	10h45	3.0	<b>2.6</b>
Moyenne					<b>1.8</b>
Ecart type					<b>0.9</b>

Tableau 3 : résultats de la comparaison fluorescence/chlorophylle *a* des mesures de surface

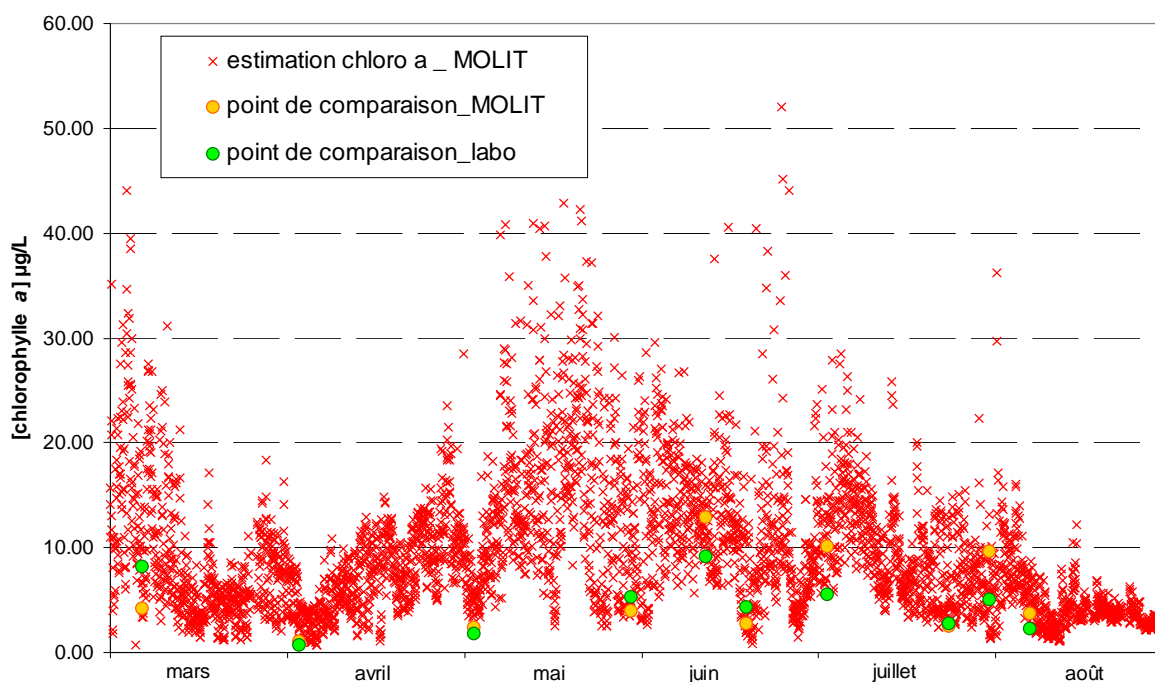


Figure 20 : Estimation de la chlorophylle a mesurée par MOLIT en 2012 et résultats de la comparaison avec les mesures effectuées en laboratoire.

### *Au fond :*

Pour les échantillons du fond, le rapport chloro/fluo est différent. Il oscille entre 0.3 et 0.8 avec un rapport moyen de 0.6.

**Les estimations de chlorophylle a sont donc trop élevées avec le facteur 1.8 pour les mesures de fond.**

date	Mesures MOLIT		Mesures laboratoire		Rapport chloro / fluo
	Heure UT	Fluorescence (FFU)	Heure UT	Chlorophylle a (µg/L)	
02/04/12	12h04	3.4	12h04	2.4	<b>0.7</b>
02/05/12	10h48	4.3	11h08	3.3	<b>0.8</b>
29/05/12	13h08	35.9	12h44	16.6	<b>0.5</b>
11/06/12	10h35	9.5	10h35	7.2	<b>0.8</b>
18/06/12	10h33	12.8	10h30	6.7	<b>0.5</b>
23/07/12	9h03	4.8	9h03	1.7	<b>0.3</b>
30/07/12	8h31	1.7	8h31	1.1	<b>0.7</b>
06/08/12	9h34	2.7	9h30	1.5	<b>0.6</b>
Moyenne					<b>0.6</b>
Ecart type					<b>0.2</b>

Tableau 4 : résultats de la comparaison fluorescence/chlorophylle a des mesures de fond

Ces comparaisons ont été réalisées de jour mais on remarque une oscillation importante des mesures entre le jour et la nuit en surface (cf figure 21). Un minimum est observé vers 12h00 et un maximum la nuit avec un facteur de 4 à 5 entre les deux niveaux de fluorescence.

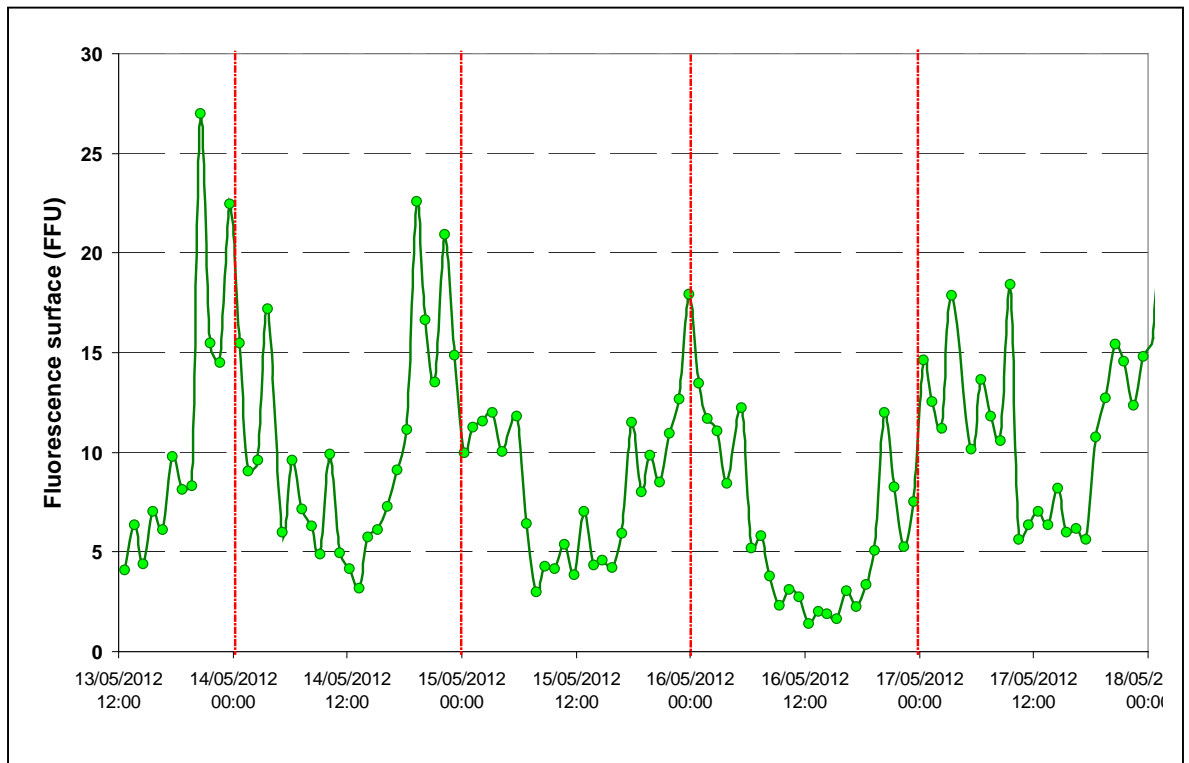


Figure 21 : Evolution du signal de fluorescence mesuré en surface par MOLIT du 13 mai au 17/05/2012

Cette fluctuation face à la lumière est connue : le végétal se protège d'un fort apport de lumière, modifie sa structure et le signal de fluorescence provenant de la chlorophylle diminue.

Le rapport de 1.8 entre la fluorescence et la concentration en chlorophylle *a* calculé en surface lors de nos comparaisons, n'est donc valable que pour les mesures de jour.

En revanche, pour les mesures de fond, le phytoplancton ayant moins de lumière disponible en journée, cette fluctuation des mesures entre le jour et la nuit est moindre (figure 22).

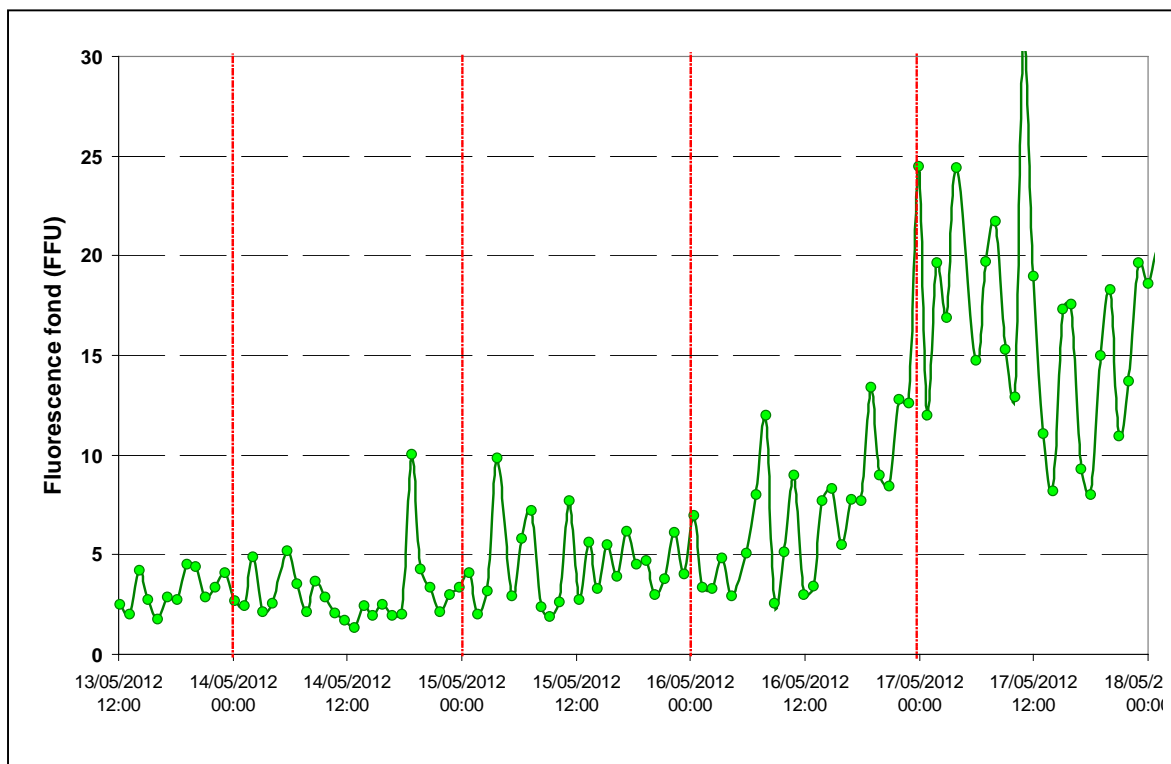


Figure 22 : Evolution du signal de fluorescence mesuré au fond par MOLIT du 13 mai au 17/05/2012

Cette problématique sur l'interprétation des mesures de fluorescence avait déjà été abordée lors des campagnes de mesures MOLIT précédentes. Une expérimentation avait été entreprise en 2011 pour tenter d'apporter des éléments de réponse mais le matériel utilisé pour réaliser les prélèvements de nuit n'avait pas fonctionné correctement.






Il serait intéressant d'utiliser la plateforme technique que représente MOLIT pour renouveler une étude sur cette mesure de fluorescence : étudier les différences de signal entre les capteurs de fluorescence de différents constructeurs, étudier le temps de réaction du plancton à la lumière pour envisager une éventuelle mesure *in-situ* dans la pénombre pour avoir des mesures comparables entre le jour et la nuit en surface. Des mesures d'irradiance solaire pourraient également être réalisées pour voir si une relation simple existe entre les 3 variables : chlorophylle *a*, fluorescence et irradiance.

En effet, la mesure de fluorescence perd un peu de son intérêt si une relation ne peut pas être trouvée avec la chlorophylle *a*, indicateur de production primaire.

## 6. Conclusion

Le calendrier ci-après présente une proposition de validation des données température, salinité, oxygène dissous, turbidité et fluorescence au stade T2 à partir des éléments décrits aux paragraphes précédents.

*Légende du calendrier :*

	BON
	DOUTEUX
	FAUX
	ABSENCE mesures
	BON pour valeurs de fluorescence < 20 FFU DOUTEUX pour valeurs de fluorescence > 20 FFU



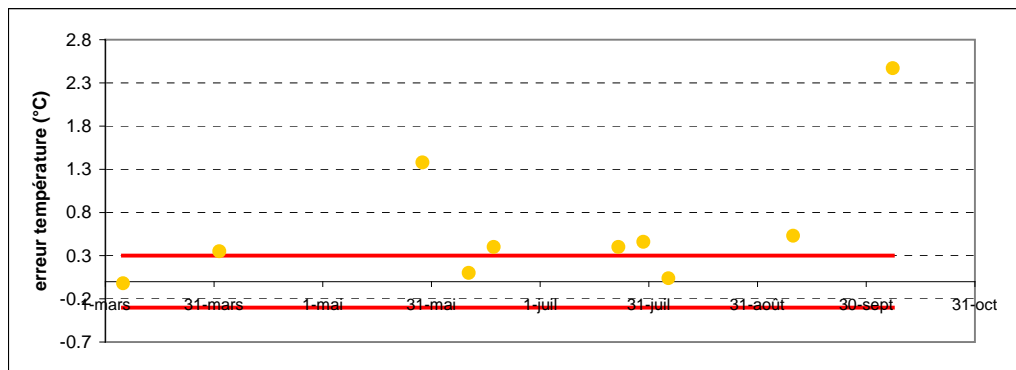
MARS						AVRIL						MAI						JUN												
Surface					Fond					Surface					Fond					Surface					Fond					
T°	Sal	O2	Turb	Fluo	T°	Sal	O2	Turb	Fluo	T°	Sal	O2	Turb	Fluo	T°	Sal	O2	Turb	Fluo	T°	Sal	O2	Turb	Fluo	T°	Sal	O2	Turb	Fluo	
jeu 1																														
ven 2																												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

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

**Annexe 1 : Résultats bruts des contrôles des mesures de fond**

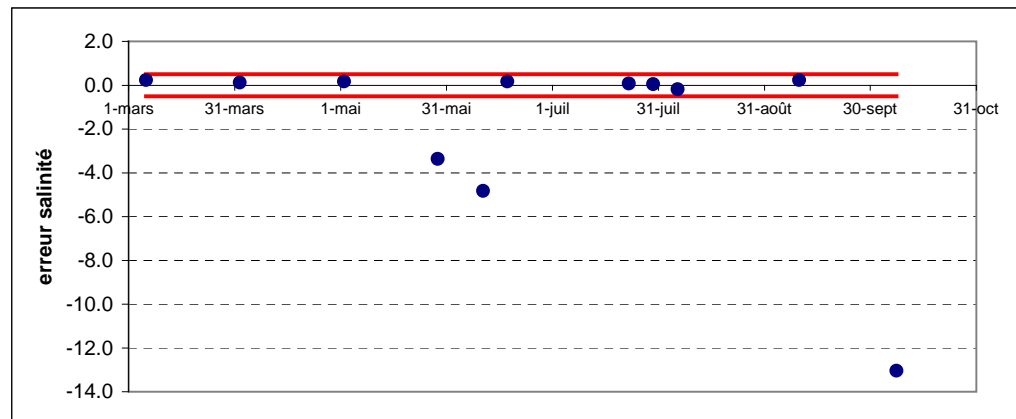
Température (°C)

Date	Heure ut	MOLIT	Heure ut	Référence	Erreur	EMT haute	EMT basse
06/03/2012	12h33	9.4	12h50	9.5	0.0	0.3	-0.3
02/04/2012	12h04	11.3	12h04	11.0	0.4	0.3	-0.3
02/05/2012		-	11h08	11.9		0.3	-0.3
29/05/2012	13h08	14.2	12h44	12.8	1.4	0.3	-0.3
11/06/2012	10h35	15.9	10h35	15.8	0.1	0.3	-0.3
18/06/2012	10h33	15.8	10h33	15.4	0.4	0.3	-0.3
23/07/2012	9h03	18.0	9h03	17.6	0.4	0.3	-0.3
30/07/2012	8h31	17.4	8h31	16.9	0.5	0.3	-0.3
06/08/2012	9h34	19.0	9h30	18.9	0.0	0.3	-0.3
10/09/2012	10h38	18.0	10h35	17.5	0.5	0.3	-0.3
08/10/2012	8h12	16.5	8h15	14.0	2.5	0.3	-0.3



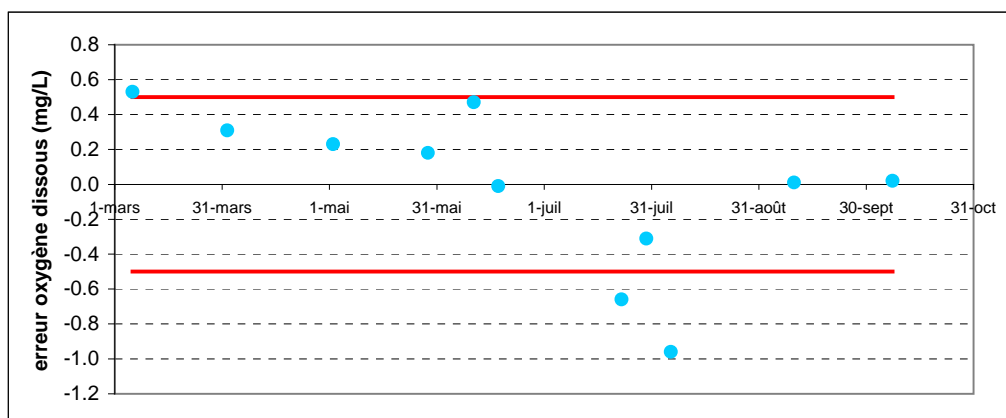
Salinité

Date	Heure ut	MOLIT	Heure ut	Référence	Erreur	EMT haute	EMT basse
06/03/2012	12h33	34.7	12h50	34.5	0.2	0.5	-0.5
02/04/2012	12h04	34.1	12h04	33.9	0.1	0.5	-0.5
02/05/2012	10h48	33.4	11h08	33.2	0.2	0.5	-0.5
29/05/2012	13h08	31.0	12h44	34.3	-3.4	0.5	-0.5
11/06/2012	10h35	28.7	10h35	33.6	-4.8	0.5	-0.5
18/06/2012	10h33	34.1	10h33	34.0	0.2	0.5	-0.5
23/07/2012	9h03	34.4	9h03	34.3	0.1	0.5	-0.5
30/07/2012	8h31	34.4	8h31	34.4	0.0	0.5	-0.5
06/08/2012	9h34	34.0	9h30	34.2	-0.2	0.5	-0.5
10/09/2012	10h38	34.9	10h35	34.7	0.2	0.5	-0.5
08/10/2012	8h12	21.1	8h15	34.1	-13.0	0.5	-0.5



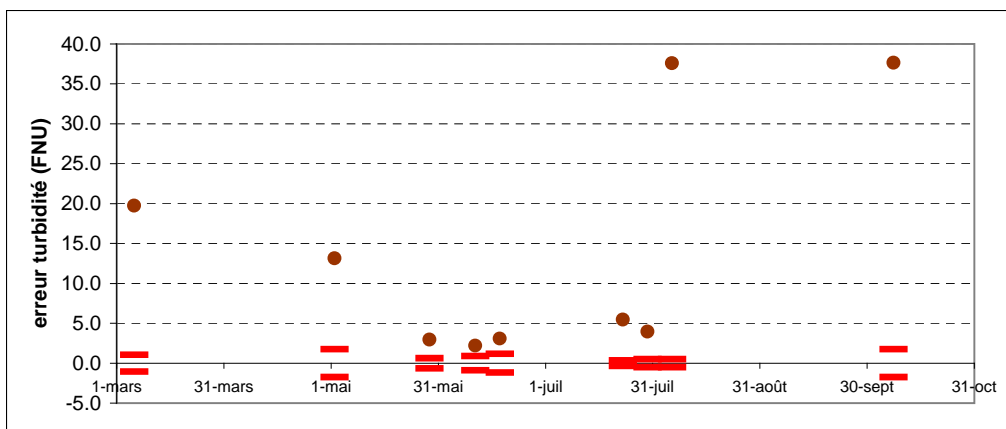
## Oxygène dissous (mg/L)

Date	Heure ut	MOLIT	Heure ut	Référence	Erreur	EMT haute	EMT basse
06/03/2012	12h33	8.9	12h50	8.4	0.5	0.5	-0.5
02/04/2012	12h04	7.9	12h04	7.6	0.3	0.5	-0.5
02/05/2012	10h48	8.4	11h08	8.1	0.2	0.5	-0.5
29/05/2012	13h08	6.2	12h44	6.1	0.2	0.5	-0.5
11/06/2012	10h35	8.0	10h35	7.5	0.5	0.5	-0.5
18/06/2012	10h33	4.7	10h33	4.7	0.0	0.5	-0.5
23/07/2012	9h03	5.3	9h03	6.0	-0.7	0.5	-0.5
30/07/2012	8h31	3.5	8h31	3.9	-0.3	0.5	-0.5
06/08/2012	9h34	5.9	9h30	6.8	-1.0	0.5	-0.5
10/09/2012	10h38	4.3	10h35	4.3	0.0	0.5	-0.5
08/10/2012	8h12	7.4	8h15	7.4	0.0	0.5	-0.5



## Turbidité (FNU)

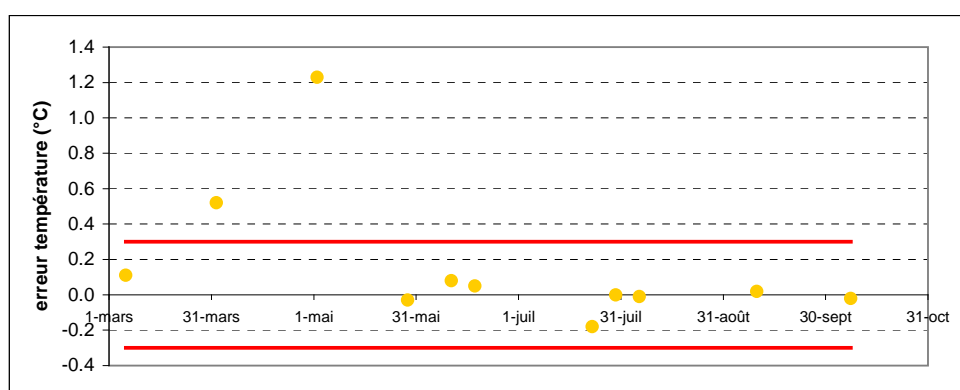
Date	Heure ut	MOLIT	Heure ut	Référence	Erreur	EMT haute	EMT basse
06/03/2012	12h33	30.3	12h50	10.5	19.8	1.1	-1.1
02/05/2012	10h48	30.7	11h08	17.6	13.1	1.8	-1.8
29/05/2012	13h08	9.4	12h44	6.4	3.0	0.6	-0.6
11/06/2012	10h35	11.2	10h35	9.0	2.2	0.9	-0.9
18/06/2012	10h33	14.9	10h33	11.8	3.1	1.2	-1.2
23/07/2012	9h03	9.0	9h03	3.5	5.5	0.4	-0.4
30/07/2012	8h31	8.9	8h31	4.9	4.0	0.5	-0.5
06/08/2012	9h34	42.5	9h30	4.9	37.6	0.5	-0.5
08/10/2012	8h12	55.2	8h15	17.5	37.7	1.8	-1.8



**Annexe 2 : Résultats bruts des contrôles des mesures de surface**

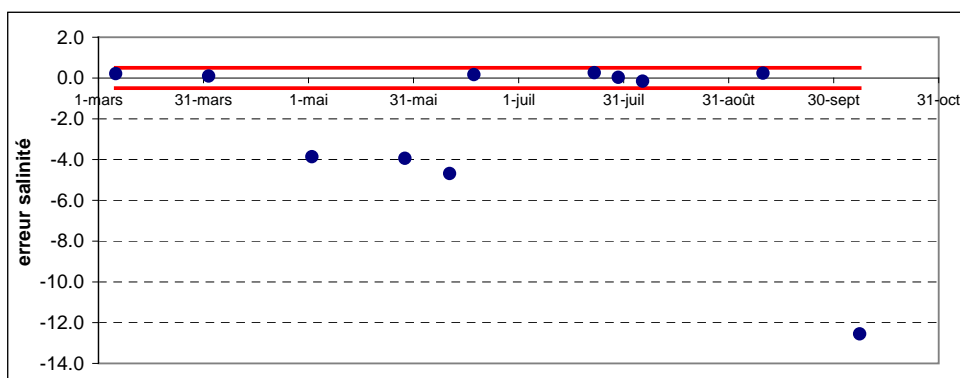
Température (°C)

Date	Heure ut	MOLIT	Heure ut	Référence	Erreur	EMT haute	EMT basse
06/03/2012	13h03	9.4	13h02	9.3	0.1	0.3	-0.3
02/04/2012	12h34	12.5	12h34	12.0	0.5	0.3	-0.3
02/05/2012	11h18	13.7	11h13	12.5	1.2	0.3	-0.3
29/05/2012	12h38	17.5	12h48	17.5	0.0	0.3	-0.3
11/06/2012	11h05	16.1	11h05	16.0	0.1	0.3	-0.3
18/06/2012	10h03	17.0	10h03	16.9	0.0	0.3	-0.3
23/07/2012	8h33	19.0	9h15	19.2	-0.2	0.3	-0.3
30/07/2012	8h01	18.3	8h01	18.3	0.0	0.3	-0.3
06/08/2012	9h04	19.0	9h04	19.0	0.0	0.3	-0.3
10/09/2012	11h08	19.1	10h45	19.1	0.0	0.3	-0.3
08/10/2012	7h42	16.6	8h03	16.6	0.0	0.3	-0.3



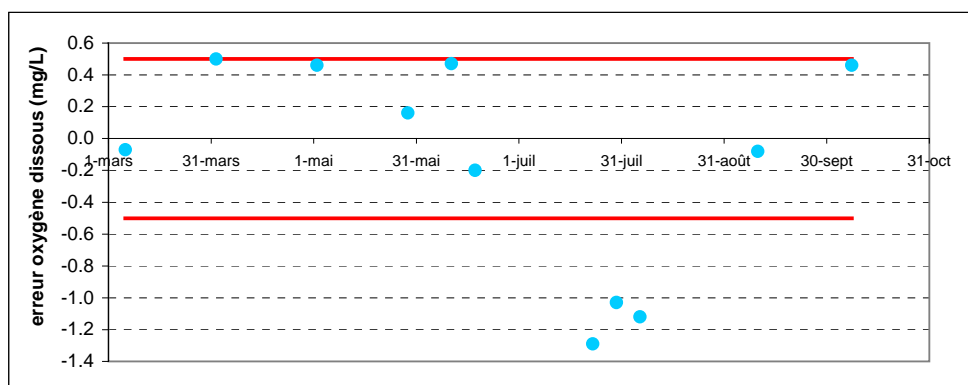
Salinité

Date	Heure ut	MOLIT	Heure ut	Référence	Erreur	EMT haute	EMT basse
06/03/2012	13h03	33.2	13h02	33.0	0.2	0.5	-0.5
02/04/2012	12h34	33.2	12h34	33.1	0.1	0.5	-0.5
02/05/2012	11h18	23.5	11h13	27.4	-3.9	0.5	-0.5
29/05/2012	12h38	28.3	12h48	32.2	-3.9	0.5	-0.5
11/06/2012	11h05	28.7	11h05	33.4	-4.7	0.5	-0.5
18/06/2012	10h03	31.4	10h03	31.2	0.2	0.5	-0.5
23/07/2012	8h33	33.4	9h15	33.1	0.3	0.5	-0.5
30/07/2012	8h01	33.7	8h01	33.6	0.0	0.5	-0.5
06/08/2012	9h04	34.0	9h04	34.1	-0.1	0.5	-0.5
10/09/2012	11h08	34.8	10h45	34.6	0.2	0.5	-0.5
08/10/2012	7h42	20.5	8h03	33.0	-12.6	0.5	-0.5



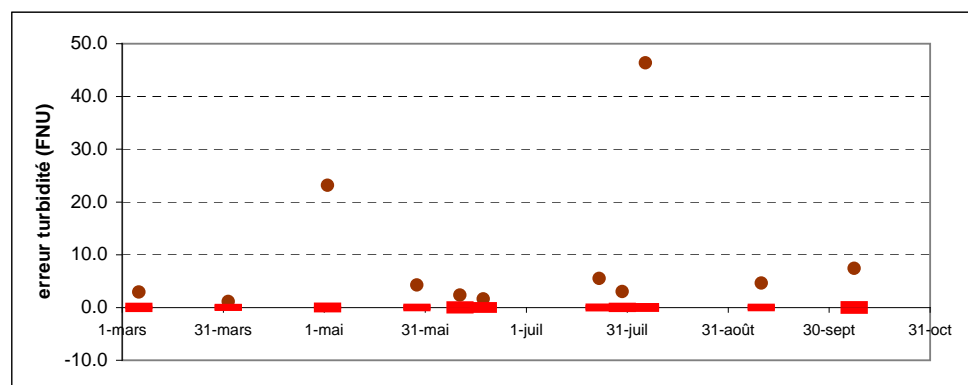
## Oxygène dissous (mg/L)

Date	Heure ut	MOLIT	Heure ut	Référence	Erreur	EMT haute	EMT basse
06/03/2012	13h03	10.2	13h02	10.3	-0.1	0.5	-0.5
02/04/2012	12h34	9.8	12h34	9.3	0.5	0.5	-0.5
02/05/2012	11h18	9.7	11h13	9.2	0.5	0.5	-0.5
29/05/2012	12h38	10.6	12h48	10.4	0.2	0.5	-0.5
11/06/2012	11h05	8.5	11h05	8.0	0.5	0.5	-0.5
18/06/2012	10h03	8.2	10h03	8.4	-0.2	0.5	-0.5
23/07/2012	8h33	7.2	9h15	8.5	-1.3	0.5	-0.5
30/07/2012	8h01	6.1	8h01	7.1	-1.0	0.5	-0.5
06/08/2012	9h04	5.8	9h04	6.9	-1.1	0.5	-0.5
10/09/2012	11h08	8.0	10h45	8.1	-0.1	0.5	-0.5
08/10/2012	7h42	8.0	8h03	7.5	0.5	0.5	-0.5



## Turbidité (FNU)

Date	Heure ut	MOLIT	Heure ut	Référence	Erreur	EMT haute	EMT basse
06/03/2012	13h03	5.9	13h02	2.9	3.0	0.3	-0.3
02/04/2012	12h34	1.8	12h34	0.7	1.1	0.1	-0.1
02/05/2012	11h18	26.4	11h00	3.2	23.2	0.3	-0.3
29/05/2012	12h38	5.6	12h48	1.3	4.3	0.1	-0.1
11/06/2012	11h05	8.1	11h05	5.7	2.4	0.6	-0.6
18/06/2012	10h03	5.6	10h03	4.0	1.6	0.4	-0.4
23/07/2012	8h33	7.2	9h15	1.7	5.5	0.2	-0.2
30/07/2012	8h01	6.1	8h01	3.0	3.1	0.3	-0.3
06/08/2012	9h04	49.0	9h04	2.6	46.4	0.3	-0.3
10/09/2012	11h08	5.7	10h45	1.1	4.6	0.1	-0.1
08/10/2012	7h42	13.3	8h03	5.9	7.4	0.6	-0.6



### *Annexe 3*

Constats de vérification de la sonde multiparamètre MP6  
avant et après la 1<sup>ère</sup> campagne de mesure (28 février au 2 mai)



**Ifremer**

**Centre de Brest**

Département Recherches et Développements Technologiques  
Service Interfaces et Capteurs

B.P. 70 - 29280 PLOUZANE

Tél. : 02 98 22 40 40

Télécopie : 02 98 22 45 35

## COMPTE RENDU DE PRESTATION

N° M-IC-12-064

**DELIVRE A :** IFREMER  
BP 70 – 29280 PLOUZANE

### INSTRUMENT ETALONNE

(Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage Février 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° de série : 30020-20082 // //

N° d'identification : IFR 543 // //

Ce certificat comprend 11 pages.

Date d'émission : 2 août 2012

LE REDACTEUR

LA RESPONSABLE D'UNITE

LA RESPONSABLE TECHNIQUE DU  
LABORATOIRE

Mlle C. LE BIHAN et M D. ORY

Mme C. COMPERE

Mlle F. SALVETAT

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

Diffusion confidentielle : RDT/DSMI – L. Quemener ; RDT/IC - C. Le Bihan



**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage Février 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30020-20082 // //

N° Id : IFR 543 // //

## Matériel utilisé

### **Mesure de température de référence**

- Bain d'eau thermostaté (bain Huber) où l'eau circule en permanence afin de réduire les différences de température :

Volume de travail :  $380 \times 300 \times 120$  mm.

Gamme de régulation :  $- 1,5^{\circ}\text{C}$  à  $+ 40^{\circ}\text{C}$ .

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

- Thermomètre AOIP PN5207P n°120386 1 (id 2) avec sa sonde AOIP (id S<sub>2,1</sub>).

L'incertitude élargie sur les mesures de température est estimée à :  $U = \pm 0,030^{\circ}\text{C}$ .

Les incertitudes élargies mentionnées sont celles correspondant à deux fois l'incertitude type composée.

### **Mesure de salinité de référence**

Salinomètre de laboratoire GUILDLINE AUTOSAL 8400B n°70583 (Température de régulation :  $21^{\circ}\text{C}$ ).

Le salinomètre est étalonné avec :

- une ampoule d'eau de mer étalon IAPSO P148 – 10 octobre 2006 -  $K_{15} = 0,99982$  -  $S = 34,993$ ;
- 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.

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage Février 2012) ///

Constructeur : NKE ///

N° Série : 30020-20082 ///

Type : MP6 ///

N° Id : IFR 543 ///

***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 septembre 2010.
- Titreur automatique METROHM Titrino Plus 848 rempli d'une solution de thiosulfate de sodium normalité 0,02.
- Réactifs nécessaires à la méthode Winkler.

***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 "winmemo".
- Fréquence d'acquisition : 1 mesure / 10 secondes.
- Temps d'acquisition : 20 minutes.

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage Février 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30020-20082 // //

N° Id : IFR 543 // //

## **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.

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  $\pm 0,01^{\circ}\text{C}$  et sa dérive reste inférieure à  $0,01^{\circ}\text{C}$ .

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.

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***

Un bac rempli en eau douce est mis sous agitation durant 24h. L'eau est à la température ambiante du laboratoire. Le capteur est immergé dans ce bac.

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

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.

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage Février 2012) // //

Constructeur : NKE // //

N° Série : 30020-20082 // //

Type : MP6 // //

N° Id : IFR 543 // //

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

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.

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 Février 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30020-20082 // //

N° Id : IFR 543 // //

## 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 Février 2012) ///

Constructeur : NKE ///

Type : MP6 ///

N° Série : 30020-20082 ///

N° Id : IFR 543 ///

## Résultats

Pour chaque point de mesure de chaque paramètre, les tableaux suivants donnent 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 3 au 21 février 2012 par P. Riou de l'IDHESA.

### CONFORMITE :

**OXYGENE DISSOUS :**

**Oui**

Conformité : +/- 0,20 mg/l

Résultat : 0,02 mg/l

**CONDUCTIVITE:**

**Oui**

Conformité : +/- 0,30 mS/cm

Résultat : - 0,02 mS/cm

**TEMPERATURE :**

**Oui**

Conformité : +/- 0,1 °C

Résultat : 0,0 °C

**TURBIDITE:**

**Oui**

Conformité : +/- 10 %

Résultat : - 2 %

**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 Février 2012) // //

Constructeur : NKE // //

N° Série : 30020-20082 // //

Type : MP6 // //

N° Id : IFR 543 // //

**Ensemble de mesure de CONDUCTIVITE - TEMPERATURE**

**Etalonnage avant ajustage**

Référence			Capteur						Correction		
Conductivité (1) mS/cm	Salinité (2) -	T° (3) °C	Conductivité		Salinité		T°		Conductivité (1) - (4) mS/cm	Salinité (2) - (5) -	T° (3) - (6) °C
			Moyenne (4) mS/cm	Ecart type mS/cm	Moyenne (5) -	Ecart type -	Moyenne (6) °C	Ecart type °C			
15,97	15,56	5,00	15,88	0,00	-	-	5,01	0,00	0,09	-	-0,01
25,44	22,27	10,20	25,33	0,00	-	-	10,22	0,00	0,11	-	-0,02
47,52	34,67	20,00	47,37	0,00	-	-	20,05	0,00	0,15	-	-0,05
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Ajustage :

OUI

NON

**Etalonnage après ajustage**

Référence			Capteur						Correction		
Conductivité (1) mS/cm	Salinité (2) -	T° (3) °C	Conductivité		Salinité		T°		Conductivité (1) - (4) mS/cm	Salinité (2) - (5) -	T° (3) - (6) °C
			Moyenne (2) mS/cm	Ecart type mS/cm	Moyenne (5) -	Ecart type -	Moyenne (4) °C	Ecart type °C			
15,41	14,91	5,12	15,41	0,00	-	-	5,12	0,00	0,00	-	0,00
23,15	20,24	10,10	23,16	0,00	-	-	10,10	0,00	-0,01	-	0,00
30,83	24,23	15,01	30,85	0,00	-	-	15,01	0,00	-0,02	-	0,00
40,40	28,92	20,00	40,41	0,00	-	-	20,00	0,00	-0,01	-	0,00
49,63	34,00	22,93	49,63	0,00	-	-	22,92	0,00	0,00	-	0,01

**Résultat par rapport aux spécifications**

Spécification MAREL : +/- 0,30 mS/cm  
 +/- 0,1 °C

Correction max obtenue sur la mesure avant la campagne : - 0,02 mS/cm  
 0,01 °C

**Commentaires :**

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage Février 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30020-20082 // //

N° Id : IFR 543 // //

**Ensemble de mesure de TURBIDITE**

**Étalonnage avant ajustage**

Référence Turbidité (1) NTU	Capteur Turbidité (2)		Correction	
	Moyenne (2) NTU	Ecart type NTU	(1) - (2) NTU	%
10,00	10,07	0,07	-0,07	-1
40,00	40,91	0,21	-0,91	-2
80,00	80,00	0,31	0,00	0

Ajustage :                    OUI                                        NON                   

**Étalonnage après ajustage**

Référence Turbidité (1) NTU	Capteur Turbidité (2)		Correction	
	Moyenne (2) NTU	Ecart type NTU	(1) - (2) NTU	%
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

**Résultat par rapport aux spécifications**

Spécification MAREL :                    +/-                    10                    %

Correction max obtenue sur la  
mesure avant la campagne :                    -                    2                    %

**Commentaires :**

--



**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage Février 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30020-20082 // //

N° Id : IFR 543 // //

**Ensemble de mesure d'OXYGENE DISSOUS**

**Étalonnage avant ajustage**

Référence		Capteur			Correction
O <sub>2</sub> dissous (1) mg/l	T° °C	O <sub>2</sub> dissous		T°	
		Moyenne (2) mg/l	Ecart type mg/l	°C	(1) - (2) mg/l
9,86	16,30	9,90	0,01	16,32	-0,04

Ajustage :

OUI



NON



**Étalonnage après ajustage**

Référence		Capteur			Correction
O <sub>2</sub> (1) mg/l	T° °C	O <sub>2</sub> dissous		T°	
		Moyenne (2) mg/l	Ecart type mg/l	°C	(1) - (2) mg/l
9,86	16,55	9,84	0,00	16,57	0,02

**Résultat par rapport aux spécifications**

Spécification MAREL :

+/- 0,20 mg/l

Correction max obtenue sur la mesure avant la  
campagne :

0,02 mg/l

**Commentaires :**

--

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage Février 2012) // //

Constructeur : NKE // //

N° Série : 30020-20082 // //

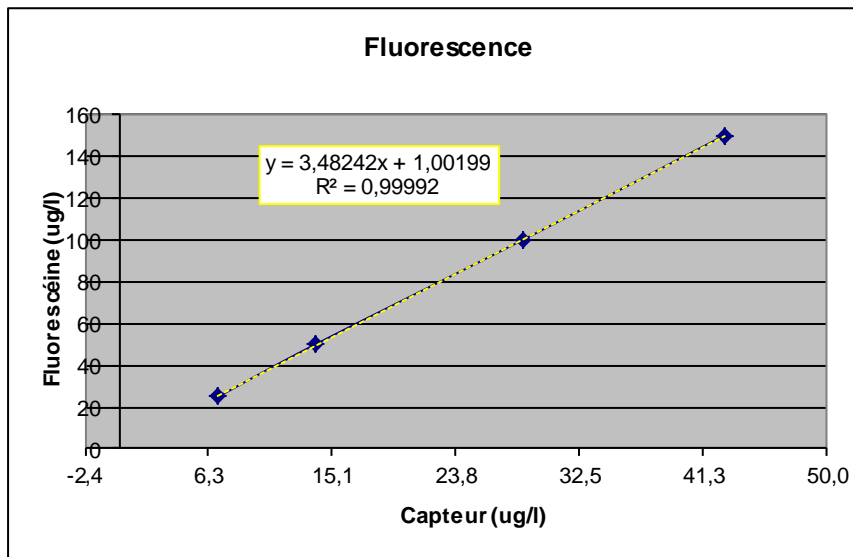
Type : MP6 // //

N° Id : IFR 543 // //

**Ensemble de mesure de FLUORESCENCE**

**Vérification de la linéarité avant campagne :**

Fluoresceine	Fluorimètre
µg/L	µg/L
0	-
25	7,013
50	13,873
75	-
100	28,522
150	42,767
-	-



**Commentaires :**



Centre de Brest  
Département Recherches et Développement Technologiques  
Service Interfaces et Capteurs

B.P. 70 - 29280 PLOUZANE  
Tél. : 02 98 22 40 40  
Télécopie : 02 98 22 45 35

## COMPTE RENDU DE PRESTATION

N° M-IC-12-081

DELIVRE A : IFREMER  
BP 70 – 29280 PLOUZANE

### INSTRUMENT ETALONNE

(Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification Molit mai 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° de série : 30020-20082 // //

N° d'identification : IFR 543 // //

Ce certificat comprend 10 pages.

Date d'émission : 8 août 2012

LE REDACTEUR

Mlle C. LE BIHAN

LA RESPONSABLE D'UNITE

Mme C. COMPERE

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.

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification Molit mai 2012) // //

Constructeur : NKE // //

N° Série : 30020-20082 // //

Type : MP6 // //

N° Id : IFR 543 // //

## 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 AOIP PN5207P n°120386 1 (id 2) avec sa sonde AOIP (id S<sub>2,1</sub>).

L'incertitude élargie sur les mesures de température est estimée à :  $U = \pm 0,030^\circ\text{C}$ .

Les incertitudes élargies mentionnées sont celles correspondant à deux fois l'incertitude type composée.

### **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 IAPSO P148 – 10 octobre 2006 -  $K_{15} = 0,99982$  -  $S = 34,993$ ;
- 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.

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification Molit mai 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30020-20082 // //

N° Id : IFR 543 // //

**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 avril 2012.
- Titreur automatique METROHM Titrino Plus 848 rempli d'une solution de thiosulfate de sodium normalité 0,02.
- Réactifs nécessaires à la méthode Winkler.

**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 "winmemo".
- Fréquence d'acquisition : 1 mesure / 10 secondes.
- Temps d'acquisition : 20 minutes.

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification Molit mai 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30020-20082 // //

N° Id : IFR 543 // //

## 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.

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  $\pm 0,01^{\circ}\text{C}$  et sa dérive reste inférieure à  $0,01^{\circ}\text{C}$ .

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.

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**

Un bac rempli en eau douce est mis sous agitation durant 24h. L'eau est à la température ambiante du laboratoire. Le capteur est immergé dans ce bac.

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

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.

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification Molit mai 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30020-20082 // //

N° Id : IFR 543 // //

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

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.

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 Molit mai 2012) // //  
Constructeur : NKE // //  
N° Série : 30020-20082 // //

Type : MP6 // //  
N° Id : IFR 543 // //

## Résultats

Pour chaque point de mesure de chaque paramètre, les tableaux suivants donnent sans ajustage :

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

Mesures effectuées du 21 au 25 mai 2012 par P. Riou de l'IDHESA.

### CONFORMITE :

OXYGÈNE DISSOUS :

**Oui**

Conformité : +/- 0,20 mg/l

Résultat : 0,02 mg/l

CONDUCTIVITE :

**Oui**

Conformité : +/- 0,30 mS/cm

Résultat : 0,05 mS/cm

TEMPERATURE :

**Oui**

Conformité : +/- 0,10 °C

Résultat : -0,01 °C

TURBIDITE :

**Oui**

Conformité : +/- 10 %

Résultat : 1 %

### Commentaires :

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



**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

**Ensemble de mesure de CONDUCTIVITE - TEMPERATURE**

Étalonnage après campagne :

Conductivité (1) mS/cm	Référence Salinité (2)		T° (3) °C	Conductivité (4)		Capteur Salinité (5)		T° (6)		Conductivité (1) - (4) mS/cm	Correction Salinité (2) - (5)	T° (3) - (6) °C
	Moyenne	Ecart type		Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type					
17,88	14,60	-	11,40	17,89	0,00	-	-	11,39	0,00	-0,01	-	0,01
30,26	23,32	-	15,72	30,26	0,00	-	-	15,72	0,00	0,00	-	0,00
40,40	28,85	-	20,11	40,35	0,02	-	-	20,12	0,00	0,05	-	-0,01
48,33	33,01	-	22,93	48,30	0,00	-	-	22,92	0,00	0,03	-	0,01
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**Résultat par rapport aux spécifications**

Spécification MAREL :	+/-	0,30	mS/cm
	+/-	0,10	°C
Correction max obtenue sur la mesure après la campagne :		0,05	mS/cm
		0,01	°C

**Commentaires :**

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**  
Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification Molit mai 2012) // //  
Constructeur : NKE // //  
N° Série : 30020-20082 // //

Type : MP6 // //  
N° Id : IFR 543 // //

## Ensemble de mesure de TURBIDITE

### Étalonnage après campagne :

Référence Turbidité (1) NTU	Capteur Turbidité		Correction	
	Moyenne (2) NTU	Ecart type NTU	(1) - (2) NTU	(1) - (2) %
10,00	10,07	0,06	-0,07	-1
80,00	79,10	0,36	0,90	1
-	-	-	-	-

### Résultat par rapport aux spécifications

Spécification MAREL : +/- 10 % de la mesure

Correction max obtenue sur  
la mesure après la  
campagne : 1 % de la mesure

### Commentaires :

--

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification Molit mai 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30020-20082 // //

N° Id : IFR 543 // //

**Ensemble de mesure d'OXYGENE DISSOUS****Etalonnage après campagne :**

Référence (winkler)		Capteur		T°	Correction
O <sub>2</sub>	T°	O <sub>2</sub> dissous			
(1)		Moyenne (2)	Ecart type		(1) - (2)
mg/l	°C	mg/l	mg/l	°C	mg/l
8,92	20,01	8,90	0,01	20,00	0,02

**Résultat par rapport aux spécifications**

Spécification MAREL : +/- 0,20 mg/l

Correction max obtenue sur la mesure  
après la campagne : 0,02 mg/l**Commentaires :**

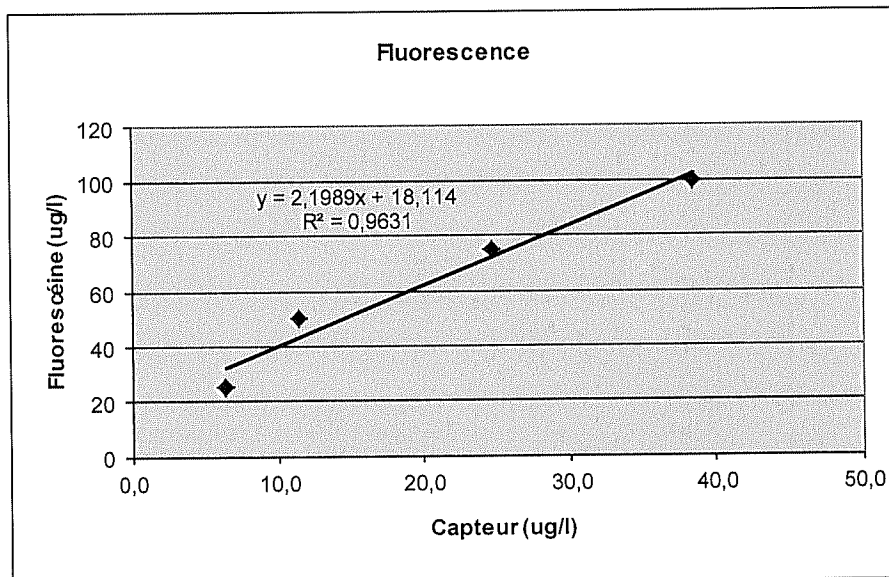
**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**  
Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification Molit mai 2012) // //  
Constructeur : NKE // //  
N° Série : 30020-20082 // //

Type : MP6 // //  
N° Id : IFR 543 // //

### Ensemble de mesure de FLUORESCENCE

Vérification de la linéarité du capteur après campagne :

Fluoresceine	Fluorimètre
µg/L	µg/L
0	
25	6,380
50	11,320
75	24,580
100	38,460
150	-
-	



**Commentaires :**

## *Annexe 4*

Constats de vérification de la sonde multiparamètre MP6  
avant et après la 2<sup>ème</sup> campagne de mesure (2 mai au 14 juin)



**Centre de Brest**  
Département Recherches et Développements Technologiques  
Service Interfaces et Capteurs

B.P. 70 - 29280 PLOUZANE  
Tél. : 02 98 22 40 40  
Télécopie : 02 98 22 45 35

## COMPTE RENDU DE PRESTATION

N° M-IC-12-077

**DELIVRE A :** IFREMER  
BP 70 – 29280 PLOUZANE

### INSTRUMENT ETALONNE

(Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage MOLIT avril 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° de série : 29009-20048 // //

N° d'identification : IFR 957 // //

Ce certificat comprend 11 pages.

Date d'émission : 7 août 2012

LE REDACTEUR

LA RESPONSABLE D'UNITE

LA RESPONSABLE TECHNIQUE DU  
LABORATOIRE

Mlle C. LE BIHAN

Mme C. COMPERE

Mlle F. SALVETAT

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

Diffusion confidentielle : RDT/DSMI – L. Quemener ; RDT/IC - C. Le Bihan

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage MOLIT avril 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 29009-20048 // //

N° Id : IFR 957 // //

## **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 AOIP PN5207P n°120386 1 (id 2) avec sa sonde AOIP (id S<sub>2.1</sub>).

L'incertitude élargie sur les mesures de température est estimée à :  $U = \pm 0,030^\circ\text{C}$ .

Les incertitudes élargies mentionnées sont celles correspondant à deux fois l'incertitude type composée.

### **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 IAPSO P148 – 10 octobre 2006 -  $K_{15} = 0,99982$  -  $S = 34,993$ ;
- 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.

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage MOLIT avril 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 29009-20048 // //

N° Id : IFR 957 // //

***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 avril 2012.
- Titreur automatique METROHM Titrino Plus 848 rempli d'une solution de thiosulfate de sodium normalité 0,02.
- Réactifs nécessaires à la méthode Winkler.

***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 "winmemo".
- Fréquence d'acquisition : 1 mesure / 10 secondes.
- Temps d'acquisition : 20 minutes.



**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage MOLIT avril 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 29009-20048 // //

N° Id : IFR 957 // //

## **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.

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  $\pm 0,01^\circ\text{C}$  et sa dérive reste inférieure à  $0,01^\circ\text{C}$ .

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.

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***

Un bac rempli en eau douce est mis sous agitation durant 24h. L'eau est à la température ambiante du laboratoire. Le capteur est immergé dans ce bac.

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

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.

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage MOLIT avril 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 29009-20048 // //

N° Id : IFR 957 // //

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

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.

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 MOLIT avril 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 29009-20048 // //

N° Id : IFR 957 // //

## 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 MOLIT avril 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 29009-20048 // //

N° Id : IFR 957 // //

## Résultats

Pour chaque point de mesure de chaque paramètre, les tableaux suivants donnent 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 23 au 25 mars 2012 pour les mesures de conductivité – température et du 23 au 25 avril 2012 pour les autres paramètres par P. Riou de l'IDHESA.

### CONFORMITE :

**OXYGENE DISSOUS :**

**Oui**

Conformité : +/- 0,20 mg/l

Résultat : 0,00 mg/l

**CONDUCTIVITE:**

**Oui**

Conformité : +/- 0,30 mS/cm

Résultat : 0,03 mS/cm

**TEMPERATURE:**

**Oui**

Conformité : +/- 0,10 °C

Résultat : - 0,02 °C

**TURBIDITE:**

**Oui**

Conformité : +/- 10 %

Résultat : 8 %

### 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 MOLIT avril 2012) // //

Constructeur : NKE // //

N° Série : 29009-20048 // //

Type : MP6 // //

N° Id : IFR 957 // //

**Ensemble de mesure de CONDUCTIVITE - TEMPERATURE**

**Etalonnage avant ajustage**

Conductivité (1) mS/cm	Référérence		Conductivité		Capteur Salinité		T°		Conductivité (1) - (4) mS/cm	Correction	
	Salinité (2) -	T° (3) °C	Moyenne (4) mS/cm	Ecart type mS/cm	Moyenne (5) -	Ecart type -	Moyenne (6) °C	Ecart type °C		Salinité (2) - (5) -	T° (3) - (6) °C
19,83	19,69	5,00	19,72	0,00	-	-	5,00	0,00	0,11	-	0,00
25,33	22,29	10,02	25,37	0,00	-	-	10,04	0,00	-0,04	-	-0,02
35,88	28,66	15,01	35,95	0,00	-	-	15,06	0,00	-0,07	-	-0,05
46,93	33,56	20,79	47,02	0,00	-	-	20,83	0,00	-0,09	-	-0,04

Ajustage :

OUI

NON

**Etalonnage après ajustage**

Conductivité (1) mS/cm	Référérence		Conductivité		Capteur Salinité		T°		Conductivité (1) - (4) mS/cm	Correction	
	Salinité (2) -	T° (3) °C	Moyenne (2) mS/cm	Ecart type mS/cm	Moyenne (5) -	Ecart type -	Moyenne (4) °C	Ecart type °C		Salinité (2) - (5) -	T° (3) - (6) °C
14,91	14,44	5,00	14,88	0,00	-	-	5,00	0,00	0,03	-	0,00
23,72	20,74	10,02	23,73	0,00	-	-	10,03	0,00	-0,01	-	-0,01
35,06	27,24	16,01	35,09	0,00	-	-	16,03	0,00	-0,03	-	-0,02
47,64	33,70	21,27	47,67	0,00	-	-	21,28	0,00	-0,03	-	-0,01

**Résultat par rapport aux spécifications**

Spécification MAREL : +/- 0,30 mS/cm  
 +/- 0,1 °C

Correction max obtenue sur la mesure avant la campagne : 0,03 mS/cm  
 - 0,02 °C

**Commentaires :**

Ajustage en T° et en conductivité

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage MOLIT avril 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 29009-20048 // //

N° Id : IFR 957 // //

**Ensemble de mesure d'OXYGENE DISSOUS**

**Étalonnage avant ajustage**

Référence		Capteur			Correction
O <sub>2</sub> dissous (1) mg/l	T° °C	O <sub>2</sub> dissous		T°	
		Moyenne (2) mg/l	Ecart type mg/l	°C	(1) - (2) mg/l
9,11	17,23	8,98	0,00	17,26	0,13

Ajustage :

OUI



NON



**Étalonnage après ajustage**

Référence		Capteur			Correction
O <sub>2</sub> (1) mg/l	T° °C	O <sub>2</sub> dissous		T°	
		Moyenne (2) mg/l	Ecart type mg/l	°C	(1) - (2) mg/l
9,11	17,25	9,11	0,01	17,25	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 MOLIT avril 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 29009-20048 // //

N° Id : IFR 957 // //

**Ensemble de mesure de TURBIDITE**

**Étalonnage avant ajustage**

Référence Turbidité (1) NTU	Capteur Turbidité (2)		Correction	
	Moyenne (2) NTU	Ecart type NTU	(1) - (2) NTU	%
10,00	12,33	0,07	-2,33	-23
80,00	79,33	0,48	0,67	1
-	-	-	-	-

Ajustage : OUI  NON

**Étalonnage après ajustage**

Référence Turbidité (1) NTU	Capteur Turbidité (2)		Correction	
	Moyenne (2) NTU	Ecart type NTU	(1) - (2) NTU	%
10,00	9,20	0,10	0,80	8
40,00	38,84	0,32	1,16	3
80,00	78,49	0,46	1,51	2

**Résultat par rapport aux spécifications**

Spécification MAREL : +/- 10 %

Correction max obtenue sur la  
mesure avant la campagne : 8 %

**Commentaires :**

--

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage MOLIT avril 2012) // //

Constructeur : NKE // //

N° Série : 29009-20048 // //

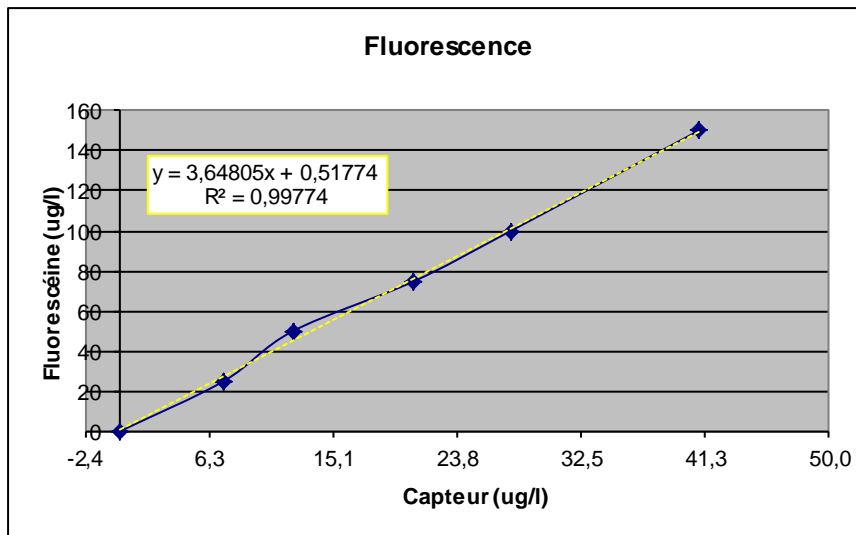
Type : MP6 // //

N° Id : IFR 957 // //

**Ensemble de mesure de FLUORESCENCE**

**Vérification de la linéarité du capteur avant campagne**

Fluoresceine	Fluorimètre
µg/L	µg/L
0	0,000
25	7,330
50	12,220
75	20,794
100	27,600
150	40,852
-	-



**Commentaires :**





Centre de Brest  
Département Recherches et Développement Technologiques  
Service Interfaces et Capteurs

B.P. 70 - 29280 PLOUZANE  
Tél. : 02 98 22 40 40  
Télécopie : 02 98 22 45 35

## COMPTE RENDU DE PRESTATION

N° M-IC-12-086

DELIVRE A : IFREMER  
BP 70 – 29280 PLOUZANE

### INSTRUMENT ETALONNE

(Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification Molit juillet 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //      N° de série : 29009-20048 // //  
N° d'identification : IFR 957 // //

Ce certificat comprend 10 pages.

Date d'émission : 8 août 2012

LE REDACTEUR

Mlle C. LE BIHAN

LA RESPONSABLE D'UNITE

Mme C. COMPERE

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.

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification Molit juillet 2012) // //

Constructeur : NKE // //

N° Série : 29009-20048 // //

Type : MP6 // //

N° Id : IFR 957 // //

## 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 AOIP PN5207P n°120386 1 (id 2) avec sa sonde AOIP (id S<sub>2,1</sub>).

L'incertitude élargie sur les mesures de température est estimée à :  $U = \pm 0,030^\circ\text{C}$ .

Les incertitudes élargies mentionnées sont celles correspondant à deux fois l'incertitude type composée.

### **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 IAPSO P148 – 10 octobre 2006 -  $K_{15} = 0,99982$  -  $S = 34,993$ ;
- 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.

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**  
Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification Molit juillet 2012) // //  
Constructeur : NKE // //  
N° Série : 29009-20048 // //

Type : MP6 // //  
N° Id : IFR 957 // //

### ***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 avril 2012.
- Titreur automatique METROHM Titrino Plus 848 rempli d'une solution de thiosulfate de sodium normalité 0,02.
- Réactifs nécessaires à la méthode Winkler.

### ***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 "winmemo".
- Fréquence d'acquisition : 1 mesure / 10 secondes.
- Temps d'acquisition : 20 minutes.

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification Molit juillet 2012) // //

Constructeur : NKE // //

N° Série : 29009-20048 // //

Type : MP6 // //

N° Id : IFR 957 // //

## **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.

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  $\pm 0,01^{\circ}\text{C}$  et sa dérive reste inférieure à  $0,01^{\circ}\text{C}$ .

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.

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***

Un bac rempli en eau douce est mis sous agitation durant 24h. L'eau est à la température ambiante du laboratoire. Le capteur est immergé dans ce bac.

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

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.

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification Molit juillet 2012) // //

Constructeur : NKE // //

N° Série : 29009-20048 // //

Type : MP6 // //

N° Id : IFR 957 // //

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

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.

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 Molit juillet 2012) // //

Constructeur : NKE // //

N° Série : 29009-20048 // //

Type : MP6 // //

N° Id : IFR 957 // //

## Résultats

Pour chaque point de mesure de chaque paramètre, les tableaux suivants donnent sans ajustage :

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

Mesures effectuées du 4 au 25 juillet 2012 par P. Riou de l'IDHESA.

### CONFORMITE :

**OXYGENE DISSOUS :**

**Non**

Conformité : +/- 0,20 mg/l

Résultat : 0,92 mg/l

**CONDUCTIVITE :**

**Non**

Conformité : +/- 0,30 mS/cm

Résultat : 13,35 mS/cm

**TEMPERATURE :**

**Oui**

Conformité : +/- 0,10 °C

Résultat : - 0,02 °C

**TURBIDITE :**

**Oui**

Conformité : +/- 10 %

Résultat : 2 %

### Commentaires :

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

Compte rendu de prestation n°M-IC-12-086  
 Prestation n°MB033-12

Page 7/10  
 N° Analytique : A030803DP

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification Molit juillet 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 29009-20048 // //

N° Id : IFR 957 // //

**Ensemble de mesure de CONDUCTIVITE - TEMPERATURE**

Étalonnage après campagne :

Conductivité (1) mS/cm	Référence Salinité (2)		T° (3) °C	Conductivité (4)		Capteur Salinité (5)		T° (6)		Conductivité (1) - (4) mS/cm	Correction Salinité (2) - (5) -	T° (3) - (6) °C
	Moyenne mS/cm	Ecart type mS/cm		Moyenne -	Ecart type -	Moyenne °C	Ecart type °C					
27,13	21,04		15,02	39,21	0,16	-	-	15,04	0,00	-12,08	-	-0,02
32,30	24,82		16,11	35,66	0,01	-	-	16,12	0,00	-3,36	-	-0,01
41,09	30,16		19,03	35,57	0,03	-	-	19,05	0,00	5,52	-	-0,02
48,62	34,77		20,98	35,28	0,02	-	-	20,99	0,00	13,35	-	-0,01

**Résultat par rapport aux spécifications**

Spécification MAREL :  
 +/- 0,30 mS/cm  
 +/- 0,10 °C

Correction max obtenue sur la mesure après la campagne :  
 13,35 mS/cm  
 0,02 °C

**Commentaires :**

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification Molit juillet 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 29009-20048 // //

N° Id : IFR 957 // //

**Ensemble de mesure de TURBIDITE**

**Étalonnage après campagne :**

Référence Turbidité (1) NTU	Capteur Turbidité (2)		Correction	
	Moyenne (2) NTU	Ecart type NTU	(1) - (2) NTU	(1) - (2) %
10,00	10,07	0,07	-0,07	-1
40,00	40,91	0,21	-0,91	-2
80,00	80,00	0,31	0,00	0

**Résultat par rapport aux spécifications**

Spécification MAREL : +/- 10 % de la mesure

Correction max obtenue sur  
la mesure après la  
campagne : 2 % de la mesure

**Commentaires :**

--



**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification Molit juillet 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 29009-20048 // //

N° Id : IFR 957 // //

## Ensemble de mesure d'OXYGENE DISSOUS

### Étalonnage après campagne :

Référence (winkler)		Capteur			Correction
O <sub>2</sub>	T°	O <sub>2</sub> dissous		T°	
(1)		Moyenne (2)	Ecart type		(1) - (2)
mg/l	°C	mg/l	mg/l	°C	mg/l
9,86	20,00	8,94	0,01	20,02	0,92

### Résultat par rapport aux spécifications

Spécification MAREL : +/- 0,20 mg/l

Correction max obtenue sur la mesure  
après la campagne : 0,92 mg/l

### Commentaires :

--

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification Molit juillet 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

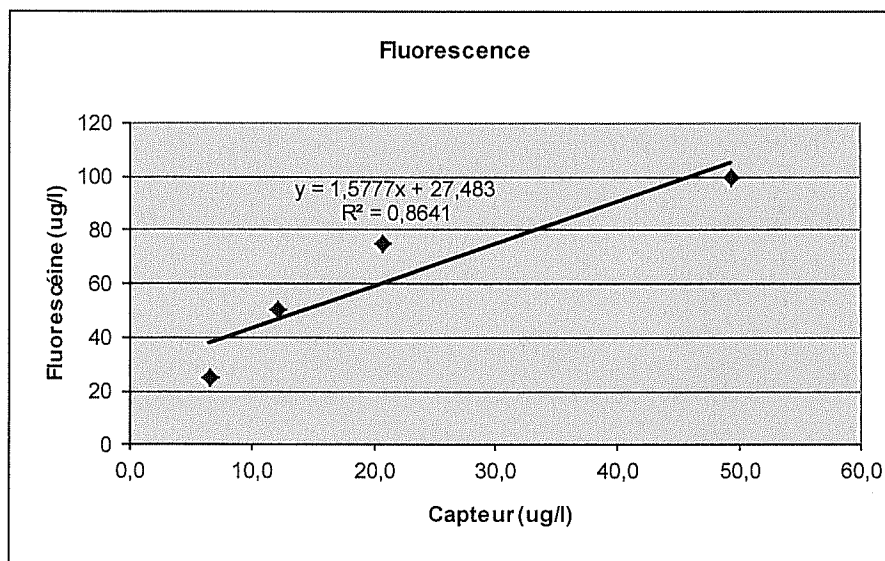
N° Série : 29009-20048 // //

N° Id : IFR 957 // //

**Ensemble de mesure de FLUORESCENCE**

**Vérification de la linéarité du capteur après campagne :**

Fluoresceine µg/L	Fluorimètre µg/L
0	
25	6,570
50	12,140
75	20,720
100	49,350
150	-
-	-



**Commentaires :**

## *Annexe 5*

Constats de vérification de la sonde multiparamètre MP6  
avant et après la 3<sup>ème</sup> campagne de mesure (14 juin au 13 août)



**Ifremer**

**Centre de Brest**

Département Recherches et Développements Technologiques  
Service Interfaces et Capteurs

B.P. 70 - 29280 PLOUZANE

Tél. : 02 98 22 40 40

Télécopie : 02 98 22 45 35

## COMPTE RENDU DE PRESTATION

N° M-IC-12-087

**DELIVRE A :** IFREMER  
BP 70 – 29280 PLOUZANE

### INSTRUMENT ETALONNE

(Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage Molit mai 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° de série : 30020-20082 // //

N° d'identification : IFR 543 // //

Ce certificat comprend 11 pages.

Date d'émission : 8 août 2012

LE REDACTEUR

LA RESPONSABLE D'UNITE

LA RESPONSABLE TECHNIQUE DU  
LABORATOIRE

Mlle C. LE BIHAN

Mme C. COMPERE

Mlle F. SALVETAT

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

Diffusion confidentielle : RDT/DSMI – L. Quemener ; RDT/IC - C. Le Bihan

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage Molit mai 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30020-20082 // //

N° Id : IFR 543 // //

## **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 AOIP PN5207P n°120386 1 (id 2) avec sa sonde AOIP (id S<sub>2.1</sub>).

L'incertitude élargie sur les mesures de température est estimée à :  $U = \pm 0,030^\circ\text{C}$ .

Les incertitudes élargies mentionnées sont celles correspondant à deux fois l'incertitude type composée.

### **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 IAPSO P148 – 10 octobre 2006 -  $K_{15} = 0,99982$  -  $S = 34,993$ ;
- 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.

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage Molit mai 2012) // //

Constructeur : NKE // //

N° Série : 30020-20082 // //

Type : MP6 // //

N° Id : IFR 543 // //

***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 avril 2012.
- Titreur automatique METROHM Titrino Plus 848 rempli d'une solution de thiosulfate de sodium normalité 0,02.
- Réactifs nécessaires à la méthode Winkler.

***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 "winmemo".
- Fréquence d'acquisition : 1 mesure / 10 secondes.
- Temps d'acquisition : 20 minutes.

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage Molit mai 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30020-20082 // //

N° Id : IFR 543 // //

## **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.

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  $\pm 0,01^{\circ}\text{C}$  et sa dérive reste inférieure à  $0,01^{\circ}\text{C}$ .

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.

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***

Un bac rempli en eau douce est mis sous agitation durant 24h. L'eau est à la température ambiante du laboratoire. Le capteur est immergé dans ce bac.

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

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.

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage Molit mai 2012) // //

Constructeur : NKE // //

N° Série : 30020-20082 // //

Type : MP6 // //

N° Id : IFR 543 // //

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

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.

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 Molit mai 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30020-20082 // //

N° Id : IFR 543 // //

## 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 Molit mai 2012) // //

Constructeur : NKE // //

N° Série : 30020-20082 // //

Type : MP6 // //

N° Id : IFR 543 // //

## Résultats

Pour chaque point de mesure de chaque paramètre, les tableaux suivants donnent 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 1<sup>er</sup> au 8 juin 2012 par P. Riou de l'IDHESA.

### CONFORMITE :

**OXYGENE DISSOUS :**

**Oui**

Conformité : +/- 0,20 mg/l

Résultat : 0,02 mg/l

**CONDUCTIVITE:**

**Oui**

Conformité : +/- 0,30 mS/cm

Résultat : 0,05 mS/cm

**TEMPERATURE:**

**Oui**

Conformité : +/- 0,10 °C

Résultat : - 0,01 °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 Molit mai 2012) // //

Constructeur : NKE // //

N° Série : 30020-20082 // //

Type : MP6 // //

N° Id : IFR 543 // //

**Ensemble de mesure de CONDUCTIVITE - TEMPERATURE**

**Étalonnage avant ajustage**

Référence			Capteur						Correction		
Conductivité (1) mS/cm	Salinité (2) -	T° (3) °C	Conductivité		Salinité		T°		Conductivité (1) - (4) mS/cm	Salinité (2) - (5) -	T° (3) - (6) °C
			Moyenne (4) mS/cm	Ecart type mS/cm	Moyenne (5) -	Ecart type -	Moyenne (6) °C	Ecart type °C			
16,04	15,63	5,00	16,04	0,00	-	-	5,01	0,00	0,00	-	-0,01
17,88	11,60	11,40	17,89	0,00	-	-	11,39	0,00	-0,01	-	0,01
30,26	23,32	15,72	30,26	0,00	-	-	15,72	0,00	0,00	-	0,00
40,40	28,85	20,11	40,35	0,02	-	-	20,12	0,00	0,05	-	-0,01
48,33	33,01	22,93	48,30	0,00	-	-	22,92	0,00	0,03	-	0,01

Ajustage :

OUI



NON



**Étalonnage après ajustage**

Référence			Capteur						Correction		
Conductivité (1) mS/cm	Salinité (2) -	T° (3) °C	Conductivité		Salinité		T°		Conductivité (1) - (4) mS/cm	Salinité (2) - (5) -	T° (3) - (6) °C
			Moyenne (2) mS/cm	Ecart type mS/cm	Moyenne (5) -	Ecart type -	Moyenne (4) °C	Ecart type °C			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**Résultat par rapport aux spécifications**

Spécification MAREL : +/- 0,30 mS/cm  
+/- 0,10 °C

Correction max obtenue sur la mesure avant la campagne : 0,05 mS/cm  
- 0,01 °C

**Commentaires :**

--

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage Molit mai 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30020-20082 // //

N° Id : IFR 543 // //

**Ensemble de mesure de TURBIDITE**

**Étalonnage avant ajustage**

Référence Turbidité (1) NTU	Capteur Turbidité Moyenne (2) NTU		Correction (1) - (2) NTU	
	Ecart type NTU			%
10,00	10,07	0,06	-0,07	-1
40,00	38,85	0,25	1,15	3
80,00	79,10	0,36	0,90	1

Ajustage :                    OUI                                        NON                   

**Étalonnage après ajustage**

Référence Turbidité (1) NTU	Capteur Turbidité Moyenne (2) NTU		Correction (1) - (2) NTU	
	Ecart type NTU			%
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

**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 Molit mai 2012) // //

Constructeur : NKE // //

N° Série : 30020-20082 // //

Type : MP6 // //

N° Id : IFR 543 // //

**Ensemble de mesure d'OXYGENE DISSOUS**

**Étalonnage avant ajustage**

Référence		Capteur			Correction
O <sub>2</sub> dissous (1) mg/l	T° °C	Moyenne (2) mg/l	Ecart type mg/l	T° °C	
8,92	20,01	8,90	0,01	20,00	(1) - (2) mg/l 0,02

Ajustage :

OUI



NON



**Étalonnage après ajustage**

Référence		Capteur			Correction
O <sub>2</sub> (1) mg/l	T° °C	Moyenne (2) mg/l	Ecart type mg/l	T° °C	
-	-	-	-	-	(1) - (2) mg/l -

**Résultat par rapport aux spécifications**

Spécification MAREL :

+/- 0,20 mg/l

Correction max obtenue sur la mesure avant la  
campagne :

0,02 mg/l

**Commentaires :**

--

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage Molit mai 2012) // //

Constructeur : NKE // //

N° Série : 30020-20082 // //

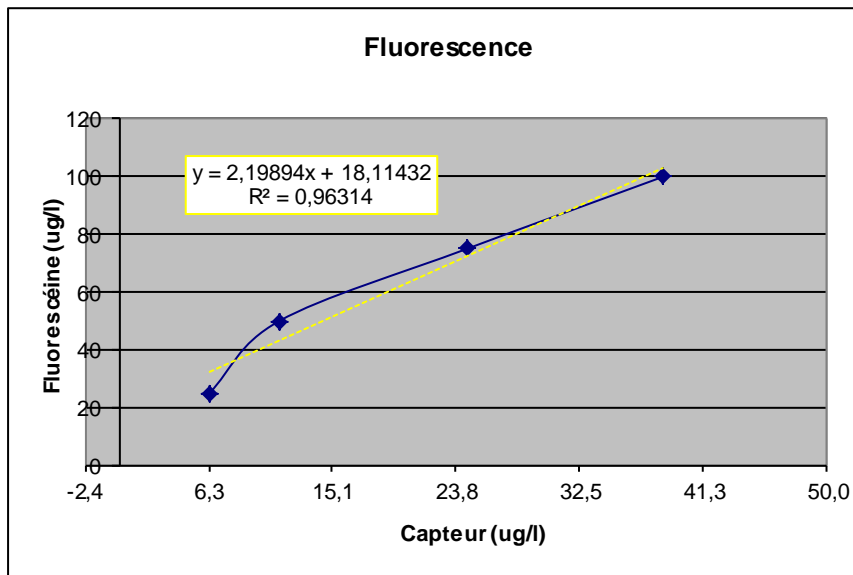
Type : MP6 // //

N° Id : IFR 543 // //

**Ensemble de mesure de FLUORESCENCE**

**Vérification de la linéarité avant campagne :**

Fluoresceine	Fluorimètre
µg/L	µg/L
0	0,000
25	6,380
50	11,320
75	24,580
100	38,460
150	
-	-



**Commentaires :**



Centre de Brest  
Département Recherches et Développement Technologiques  
Service Interfaces et Capteurs

B.P. 70 - 29280 PLOUZANE  
Tél. : 02 98 22 40 40  
Télécopie : 02 98 22 45 35

## COMPTE RENDU DE PRESTATION

N° M-IC-12-096

DELIVRE A : IFREMER  
BP 70 – 29280 PLOUZANE

### INSTRUMENT ETALONNE

(Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification MOLIT septembre 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° de série : 30020-20082 // //

N° d'identification : IFR 543 // //

Ce certificat comprend 10 pages.

Date d'émission : 19 septembre 2012

LE REDACTEUR

Mlle C. LE BIHAN

LA RESPONSABLE D'UNITE

Mme C. COMPERE

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.

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification MOLIT septembre 2012) // //

Constructeur : NKE // //

N° Série : 30020-20082 // //

Type : MP6 // //

N° Id : IFR 543 // //

## **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 AOIP PN5207P n°120386 1 (id 2) avec sa sonde AOIP (id S<sub>2.1</sub>).

L'incertitude élargie sur les mesures de température est estimée à :  $U = \pm 0,030^\circ\text{C}$ .

Les incertitudes élargies mentionnées sont celles correspondant à deux fois l'incertitude type composée.

### **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 IAPSO P148 – 10 octobre 2006 -  $K_{15} = 0,99982$  -  $S = 34,993$ ;
- 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.



**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**  
Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification MOLIT septembre 2012) // //  
Constructeur : NKE // //  
N° Série : 30020-20082 // //

Type : MP6 // //  
N° Id : IFR 543 // //

### ***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 avril 2012.
- Titreur automatique METROHM Titrino Plus 848 rempli d'une solution de thiosulfate de sodium normalité 0,02.
- Réactifs nécessaires à la méthode Winkler.

### ***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 "winmemo".
- Fréquence d'acquisition : 1 mesure / 10 secondes.
- Temps d'acquisition : 20 minutes.

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification MOLIT septembre 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30020-20082 // //

N° Id : IFR 543 // //

## 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.

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  $\pm 0,01^{\circ}\text{C}$  et sa dérive reste inférieure à  $0,01^{\circ}\text{C}$ .

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.

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**

Un bac rempli en eau douce est mis sous agitation durant 24h. L'eau est à la température ambiante du laboratoire. Le capteur est immergé dans ce bac.

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

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.

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification MOLIT septembre 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30020-20082 // //

N° Id : IFR 543 // //

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

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.

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 MOLIT septembre 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30020-20082 // //

N° Id : IFR 543 // //

## Résultats

Pour chaque point de mesure de chaque paramètre, les tableaux suivants donnent sans ajustage :

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

Mesures effectuées du 17 août au 10 septembre 2012 par P.Riou de l'IDHESA.

## CONFORMITE :

OXYGENE DISSOUS :

**Non**

Conformité : +/- 0,20 mg/l

Résultat : 2,66 mg/l

CONDUCTIVITE :

**Oui**

Conformité : +/- 0,30 mS/cm

Résultat : 0,13 mS/cm

TEMPERATURE :

**Oui**

Conformité : +/- 0,10 °C

Résultat : - 0,01 °C

TURBIDITE :

**Non**

Conformité : +/- 10 %

Résultat : - 28 %

### Commentaires :

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

Compte rendu de prestation n°M-IC-12-096  
 Prestation n°MB040-12

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification MOLLIT septembre 2012) // //

Constructeur : NKE // //

N° Série : 30020-20082 // //

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Page 7/10

N° Analytique : A030803DP

Type : MP6

N° Id : IFR

**Ensemble de mesure de CONDUCTIVITE - TEMPERATURE**

Etalonnage après campagne :

Conductivité (1) mS/cm	Référence		T° (3) °C	Conductivité		Capteur		T°		Conductivité (1) - (4) mS/cm	Correction Salinité (2) - (5)	T° (3) - (6) °C
	Salinité (2)			Moyenne (4) mS/cm	Ecart type mS/cm	Moyenne (5)	Ecart type	Moyenne (6) °C	Ecart type °C			
26,33	20,31		15,13	26,25	0,02	-	-	15,14	0,00	0,08	-	-0,01
34,55	25,47		18,06	34,42	0,01	-	-	18,06	0,00	0,12	-	0,00
42,16	29,44		21,27	42,03	0,00	-	-	21,27	0,00	0,13	-	0,00

**Résultat par rapport aux spécifications**

Spécification MAREL :

+/- 0,30 mS/cm  
 +/- 0,10 °C

Correction max obtenue sur la mesure après la campagne :

0,13 mS/cm  
 0,01 °C

**Commentaires :**

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification MOLIT septembre 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30020-20082 // //

N° Id : IFR 543 // //

## Ensemble de mesure de TURBIDITE

### Étalonnage après campagne :

Référence Turbidité (1) NTU	Capteur Turbidité (2)		Correction	
	Moyenne NTU	Ecart type NTU	(1) - (2) NTU	(1) - (2) %
10	12,75	0,28	-2,75	-28
40	42,49	0,19	-2,49	-6
80	76,41	0,31	3,59	4

### Résultat par rapport aux spécifications

Spécification MAREL : +/- 10 % de la mesure

Correction max obtenue sur  
la mesure après la  
campagne : - 28 % de la mesure

### Commentaires :

--

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification MOLIT septembre 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30020-20082 // //

N° Id : IFR 543 // //

## Ensemble de mesure d'OXYGENE DISSOUS

### Étalonnage après campagne :

Référence (winkler)		Capteur			Correction
O <sub>2</sub>	T°	O <sub>2</sub> dissous		T°	
(1)		Moyenne (2)	Ecart type		(1) - (2)
mg/l	°C	mg/l	mg/l	°C	mg/l
9,17	18,26	6,51	0,01	18,33	2,66

### Résultat par rapport aux spécifications

Spécification MAREL : +/- 0,20 mg/l

Correction max obtenue sur la mesure  
après la campagne : 2,66 mg/l

### Commentaires :

--

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification MOLIT septembre 2012) // //

Constructeur : NKE // //

N° Série : 30020-20082 // //

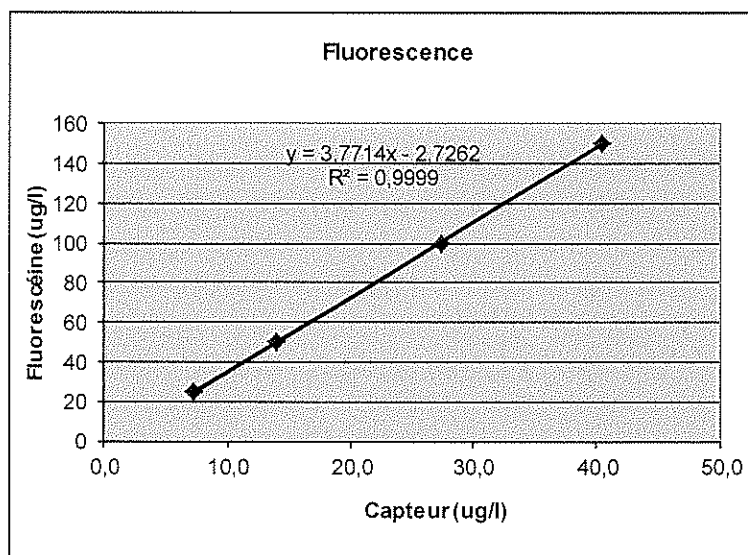
Type : MP6 // //

N° Id : IFR 543 // //

**Ensemble de mesure de FLUORESCENCE**

**Vérification de la linéarité du capteur après campagne :**

Fluoresceine	Fluorimètre
µg/L	µg/L
0	
25	7,239
50	14,026
100	27,434
150	40,367



**Commentaires :**



## *Annexe 6*

Constats de vérification de la sonde multiparamètre MP6  
avant et après la 4<sup>ème</sup> campagne de mesure (13 août au 29 octobre)



Centre de Brest  
Département Recherches et Développement Technologiques  
Service Interfaces et Capteurs

B.P. 70 - 29280 PLOUZANE  
Tél. : 02 98 22 40 40  
Télécopie : 02 98 22 45 35

## COMPTE RENDU DE PRESTATION

N° M-IC-12-091

DELIVRE A : IFREMER  
BP 70 – 29280 PLOUZANE

### INSTRUMENT ETALONNE

(Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage Molit juillet 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° de série : 27006-20018 // //

N° d'identification : IFR 746 // //

Ce certificat comprend 11 pages.

Date d'émission : 9 août 2012

LE REDACTEUR

Mlle C. LE BIHAN

LA RESPONSABLE D'UNITE

Mme C. COMPERE

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/DSMI – L. Quemener ; RDT/IC - C. Le Bihan

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage Molit juillet 2012) // //

Constructeur : NKE // //

N° Série : 27006-20018 // //

Type : MP6 // //

N° Id : IFR 746 // //

## **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 AOIP PN5207P n°120386 1 (id 2) avec sa sonde AOIP (id S<sub>2,1</sub>).

L'incertitude élargie sur les mesures de température est estimée à :  $U = \pm 0,030^\circ\text{C}$ .

Les incertitudes élargies mentionnées sont celles correspondant à deux fois l'incertitude type composée.

### **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 IAPSO P148 – 10 octobre 2006 -  $K_{15} = 0,99982$  -  $S = 34,993$ ;
- 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.

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage Molit juillet 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 27006-20018 // //

N° Id : IFR 746 // //

**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 avril 2012.
- Titreur automatique METROHM Titrino Plus 848 rempli d'une solution de thiosulfate de sodium normalité 0,02.
- Réactifs nécessaires à la méthode Winkler.

**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 "winmemo".
- Fréquence d'acquisition : 1 mesure / 10 secondes.
- Temps d'acquisition : 20 minutes.

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage Molit juillet 2012) // //

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.

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  $\pm 0,01^{\circ}\text{C}$  et sa dérive reste inférieure à  $0,01^{\circ}\text{C}$ .

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.

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**

Un bac rempli en eau douce est mis sous agitation durant 24h. L'eau est à la température ambiante du laboratoire. Le capteur est immergé dans ce bac.

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

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.

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage Molit juillet 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 27006-20018 // //

N° Id : IFR 746 // //

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

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.

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 Molit juillet 2012) ///

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 Molit juillet 2012) // //

Constructeur : NKE // //

N° Série : 27006-20018 // //

Type : MP6 // //

N° Id : IFR 746 // //

## Résultats

Pour chaque point de mesure de chaque paramètre, les tableaux suivants donnent 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 4 au 27 juillet 2012 par P. Riou de l'IDHESA.

### CONFORMITE :

**OXYGENE DISSOUS :**

**Oui**

Conformité : +/- 0,20 mg/l

Résultat : 0,02 mg/l

**CONDUCTIVITE:**

**Oui**

Conformité : +/- 0,30 mS/cm

Résultat : 0,05 mS/cm

**TEMPERATURE:**

**Oui**

Conformité : +/- 0,10 °C

Résultat : - 0,01 °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 Molit juillet 2012) // //

Constructeur : NKE // //

N° Série : 27006-20018 // //

Type : MP6 // //

N° Id : IFR 746 // //

**Ensemble de mesure de CONDUCTIVITE - TEMPERATURE**

Étalonnage avant ajustage

Conductivité (1) mS/cm	Référence Salinité (2)		T° (3) °C	Conductivité (4)		Capteur Salinité		T°		Conductivité (1) - (4) mS/cm	Correction Salinité (2) - (5)	T° (3) - (6) °C
	Moyenne mS/cm	Ecart type mS/cm		Moyenne (5)	Ecart type	Moyenne (6) °C	Ecart type °C					
27,13	21,04	21,04	15,02	26,98	0,00	-	-	15,09	0,00	0,15	-	-0,07
32,30	24,82	24,82	16,11	32,15	0,00	-	-	16,17	0,00	0,16	-	-0,06
41,09	30,16	30,16	19,03	40,92	0,00	-	-	19,08	0,00	0,17	-	-0,05
48,62	34,77	34,77	20,98	48,45	0,01	-	-	21,01	0,00	0,18	-	-0,03
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Ajustage :

OUI

NON

Étalonnage après ajustage

Conductivité (1) mS/cm	Référence Salinité (2)		T° (3) °C	Conductivité (2)		Capteur Salinité		T°		Conductivité (1) - (4) mS/cm	Correction Salinité (2) - (5)	T° (3) - (6) °C
	Moyenne (2) mS/cm	Ecart type mS/cm		Moyenne (5)	Ecart type	Moyenne (4) °C	Ecart type °C					
32,30	24,82	24,82	16,11	32,31	0,00	-	-	16,12	0,00	-0,01	-	0,00
38,44	28,13	28,13	18,84	38,43	0,00	-	-	18,85	0,00	0,01	-	-0,01
47,91	34,16	34,16	21,02	47,91	0,00	-	-	21,02	0,00	0,00	-	0,00

**Résultat par rapport aux spécifications**

Spécification MAREL :

+/- 0,30 mS/cm  
 +/- 0,10 °C

Correction max obtenue sur la mesure avant la campagne :

0,01 mS/cm  
 0,01 °C

**Commentaires :**

Ajustage en température et en conductivité

La sonde n'ayant plus de batteries, la fin de l'étalonnage en conductivité-température a été réalisé avec la sonde branchée sur secteur.

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage Molit juillet 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 27006-20018 // //

N° Id : IFR 746 // //

**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	10,23	0,09	-0,23	-2
40,00	38,85	0,29	1,15	3
80,00	81,45	0,39	-1,45	-2

Ajustage :            OUI                        NON           

**Étalonnage après ajustage**

Référence Turbidité (1) NTU	Capteur Turbidité		Correction	
	Moyenne (2) NTU	Ecart type NTU	(1) - (2) NTU	%
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

**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 Molit juillet 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 27006-20018 // //

N° Id : IFR 746 // //

**Ensemble de mesure d'OXYGENE DISSOUS**

**Étalonnage avant ajustage**

Référence		Capteur			Correction (1) - (2) mg/l
O <sub>2</sub> dissous (1) mg/l	T° °C	O <sub>2</sub> dissous Moyenne (2) mg/l	Ecart type mg/l	T° °C	
8,83	20,00	8,86	0,00	20,05	-0,03

Ajustage : OUI  NON

**Étalonnage après ajustage**

Référence		Capteur			Correction (1) - (2) mg/l
O <sub>2</sub> (1) mg/l	T° °C	O <sub>2</sub> dissous Moyenne (2) mg/l	Ecart type mg/l	T° °C	
-	-	-	-	-	-

**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 (ajustage Molit juillet 2012) // //

Constructeur : NKE // //

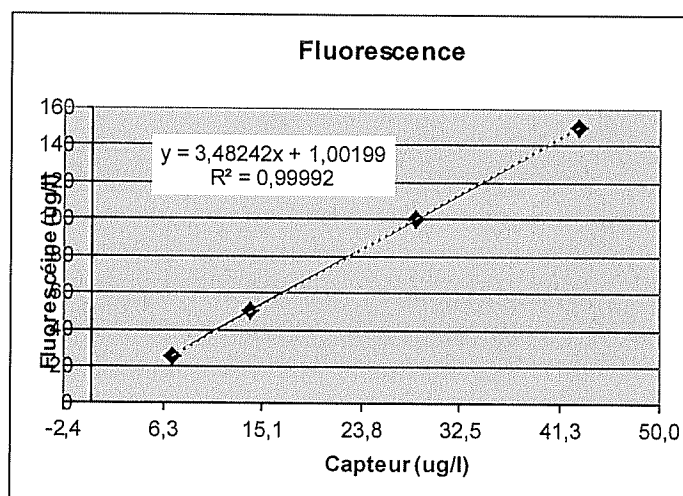
Type : MP6 // //

N° Série : 27006-20018 // //

N° Id : IFR 746 // //

**Ensemble de mesure de FLUORESCENCE****Vérification de la linéarité avant campagne :**

Fluoresceine	Fluorimètre
µg/L	µg/L
0	0,038
25	7,013
50	13,873
100	28,522
150	42,767

**Commentaires :**



Centre de Brest  
Département Recherches et Développement Technologiques  
Service Interfaces et Capteurs

B.P. 70 - 29280 PLOUZANE  
Tél. : 02 98 22 40 40  
Télécopie : 02 98 22 45 35

## COMPTE RENDU DE PRESTATION

N° M-IC-12-113

DELIVRE A : IFREMER  
BP 70 – 29280 PLOUZANE

### INSTRUMENT ETALONNE

(Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification Novembre 2012) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° de série : 27006-20018 // //

N° d'identification : IFR 746 // //

Ce certificat comprend 10 pages.

Date d'émission : 22 novembre 2012

LE REDACTEUR

Mr T. QUERE

LA RESPONSABLE D'UNITE

Mme C. COMPERE

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/DSMI – L. Quemener ; RDT/IC - C. Le Bihan

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**  
Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification Novembre 2012) // //  
Constructeur : NKE // //  
N° Série : 27006-20018 // //

Type : MP6 // //  
N° Id : IFR 746 // //

## Résultats

Pour chaque point de mesure de chaque paramètre, les tableaux suivants donnent sans ajustage :

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

Mesures effectuées du 15 au 22 novembre 2012 par T.Quéré.

## CONFORMITE :

### OXYGENE DISSOUS :

**Oui**

Conformité : +/- 0,200 mg/l

Résultat : 0,033 mg/l

### CONDUCTIVITE :

**Non**

Conformité : +/- 0,300 mS/cm

Résultat : 7,142 mS/cm

### TEMPERATURE :

**Oui**

Conformité : +/- 0,100 °C

Résultat : 0,090 °C

### TURBIDITE :

**Oui**

Conformité : +/- 10 %

Résultat : 10 %

### FLUORESCENCE :

**Oui**

### Commentaires :

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

Compte rendu de prestation n°M-IC-12-113  
 Prestation n°MB054-12

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification Novembre 2012) // //

Constructeur : NKE // //

N° Série : 27006-20018 // //

Page 7/10

N° Analytique : A030803DP

Type : MP6 // //

N° Id : IFR 746 // //

**Ensemble de mesure de CONDUCTIVITE - TEMPERATURE**

Étalonnage après campagne :

Conductivité (1) mS/cm	Référence Salinité (2)		T° (3) °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	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type
47,642	34,769	0,001	20,006	0,001	42,227	0,190	30,378	0,152	20,013	0,001	5,415	4,391	-	-0,007		
34,790	27,613	0,001	15,131	0,001	41,494	0,190	33,589	0,172	15,137	0,001	-6,704	-5,976		-0,006		
38,066	34,787	0,001	10,196	0,001	40,482	0,204	37,289	0,210	10,171	0,001	-2,416	-2,502		0,025		
33,372	34,785	0,001	5,113	0,001	40,519	0,213	43,313	0,255	5,023	0,001	-7,147	-8,528		0,090		

**Résultat par rapport aux spécifications**

Spécification MAREL :

+/- 0,30 mS/cm  
 +/- 0,1 °C

Correction max obtenue sur la mesure après la campagne :

7,147 mS/cm  
 0,090 °C

**Commentaires :**

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**  
Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification Novembre 2012) // //  
Constructeur : NKE // //  
N° Série : 27006-20018 // //

Type : MP6 // //  
N° Id : IFR 746 // //

## Ensemble de mesure de TURBIDITE

### Étalonnage après campagne :

Référence Turbidité (1) NTU	Capteur Turbidité (2)		Correction	
	Moyenne (2) NTU	Ecart type NTU	(1) - (2) NTU	(1) - (2) %
0,000	0,237	0,084	-0,237	0,000
10,000	11,038	0,125	-1,038	-10,380
40,000	39,977	0,141	0,023	0,058
80,000	80,695	0,201	-0,695	-0,869

### Fonctionnement du balai :

Pas de balai

### Résultat par rapport aux spécifications

Spécification MAREL : +/- 10 % de la mesure

Correction max obtenue sur  
la mesure après la  
campagne : 10 % de la mesure

### Commentaires :

--



**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**  
Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification Novembre 2012) // //  
Constructeur : NKE // //  
N° Série : 27006-20018 // //

Type : MP6 // //  
N° Id : IFR 746 // //

## Ensemble de mesure d'OXYGENE DISSOUS

Étalonnage après campagne :

Référence (winkler)		Capteur		T° °C	Correction (1) - (2) mg/l
O <sub>2</sub> (1) mg/l	T° °C	O <sub>2</sub> dissous Moyenne (2) mg/l	Ecart type mg/l		
8,899	2,006	8,866	0,007	20,014	0,033

### Résultat par rapport aux spécifications

Spécification MAREL : +/- 0,200 mg/l

Correction max obtenue sur la mesure  
après la campagne : 0,033 mg/l

**Commentaires :**

--

**Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)**  
Désignation : Sonde multi-paramètres (vérification Novembre 2012) // //

Constructeur : NKE // //

N° Série : 27006-20018 // //

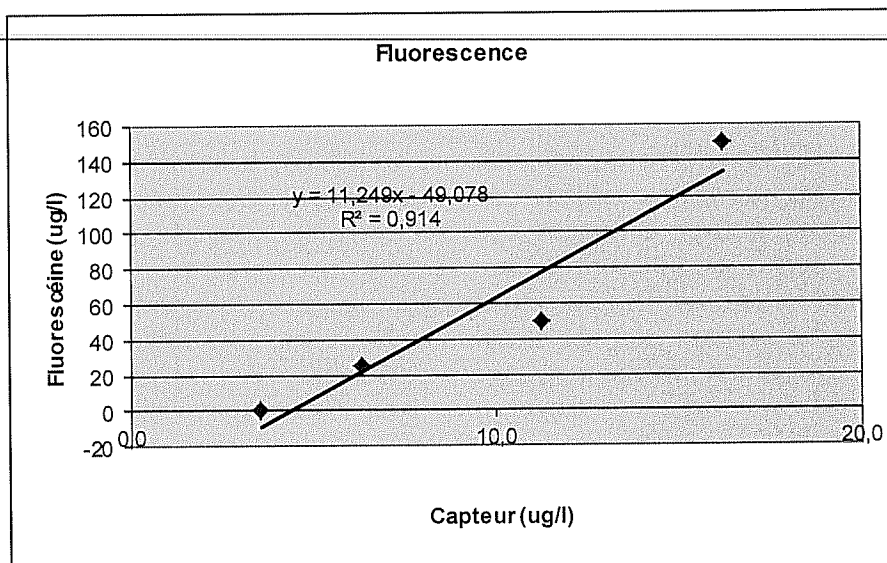
Type : MP6 // //

N° Id : IFR 746 // //

### Ensemble de mesure de FLUORESCENCE

Vérification de la linéarité du capteur après campagne :

Fluoresceine	Fluorimètre
µg/L	µg/L
0	3,570
25	6,362
50	11,267
150	16,254



**Commentaires :**

--