



Centre de Brest
Unité Recherches et Développements Technologiques
Laboratoire Détection, Capteurs et Mesures

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

COMPTE RENDU DE PRESTATION

N° M-DCM-22-059

DELIVRE A : IFREMER
CS 10070 – 29280 PLOUZANE

INSTRUMENT ETALONNE

(Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage Carnot mai 2022) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° de série : 30020/20082 // //

N° d'identification : // //

Ce compte rendu comprend 11 pages.

REDACTEUR

Nom : Christian Le Gall

Date de rédaction : 2 juin 2022

RESPONSABLE TECHNIQUE

Nom : Florence Salvetat

Date de validation : 3 juin 2022

RESPONSABLE DU LABORATOIRE
p.i. le responsable d'unité

Nom : Craneguy Philippe

Date d'approbation et émission : 5 juil. 2022

Christian Le Gall
Christian Le Gall (2 juin 2022 15:53 GMT+2)

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

Diffusion confidentielle : RDT/LDCM – L. Quemener

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage Carnot mai 2022) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30020/20082 // //

N° Id : // //

Matériel utilisé

Mesure de température de référence

- Bain d'eau thermostaté HART 7009 n°B7C058 (id. Georges) où l'eau circule en permanence afin de réduire les différences de température :
Volume de travail du bain : 600 × 440 × 250 mm.
Gamme de régulation : - 1,5°C à + 60°C.
La salinité peut varier de l'eau douce à l'eau de mer naturelle.
- Thermomètre Fluke Black Stack avec modules type 2560 n° B01208 et type 1560 n°B01148, muni de sa sonde Fluke Hart scientific type 5626 n°3271 identifié Fluke 1.

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 P162 - K15 = 0,99983 - S = 34,993;

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 : $U = 1.10^{-2}$.

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 : $U = 0,01$ mS/cm.

Mesure d'oxygène dissous de référence

Réalisation d'un titrage potentiométrique à l'aide de :

- Flacons de prélèvements dont les volumes ont été établis en décembre 2016.
- Titreur automatique METROHM Titrino Plus 848 rempli d'une solution de thiosulfate de sodium normalité 0,02.

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage Carnot mai 2022) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30020/20082 // //

N° Id : // //

- Réactifs nécessaires à la méthode Winkler, méthode décrite dans le livre « Hydrologie des écosystèmes marins, paramètres et analyses » d'Alain Aminot et Roger Kérouel.

Mesure de turbidité de référence

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

Mesure de fluorescence de référence

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

Des dilutions sont réalisées à partir de cette solution mère.

Interfaçage du capteur étalonné

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

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage Carnot mai 2022) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30020/20082 // //

N° Id : // //

Mode opératoire

Mesure de température - conductivité

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

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

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

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

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

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

Mesure d'oxygène dissous

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

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

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

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

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

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

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

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage Carnot mai 2022) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30020/20082 // //

N° Id : // //

Mesure de turbidité

Le capteur est immergé dans chacune des solutions étalons.

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

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

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

Mesure de fluorescence

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

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

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

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

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage Carnot mai 2022) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30020/20082 // //

N° Id : // //

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 Carnot mai 2022) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30020/20082 // //

N° Id : // //

Résultats

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

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

Mesures effectuées du 20 au 31 mai par C. Le Gall.

CONFORMITE :

OXYGENE DISSOUS :

Oui

Conformité : 0,20 mg/l

Résultat : 0,00 mg/l

CONDUCTIVITE:

Oui

Conformité : 0,300 mS/cm

Résultat : 0,021 mS/cm

TEMPERATURE:

Oui

Conformité : 0,100 °C

Résultat : 0,006 °C

TURBIDITE:

Oui

Conformité : 10 %

Résultat : 2 %

FLUORESCENCE:

Oui

Non

Commentaires :

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

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

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage Carnot mai 2022) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30020/20082 // //

N° Id : // //

Ensemble de mesure de CONDUCTIVITE - TEMPERATURE

Etalonnage avant ajustage

Référence				Capteur						Correction		
Conductivité (1) mS/cm	Salinité (2) -	T° (3) °C	Ecart type °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			
41,155	33,240	15,185	0,000	41,189	0,002	33,269	0,002	15,178	0,001	-0,035	-0,029	0,007
50,664	33,259	24,949	0,000	50,723	0,002	33,304	0,001	24,941	0,001	-0,058	-0,045	0,008
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Etalonnage après ajustage

Référence				Capteur						Correction		
Conductivité (1) mS/cm	Salinité (2) -	T° (3) °C	Ecart type °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 (4) °C	Ecart type °C			
41,171	33,254	15,186	0,001	41,180	0,002	33,258	0,001	15,182	0,001	-0,009	-0,004	0,004
45,844	33,256	20,063	0,001	45,859	0,001	33,266	0,002	20,060	0,001	-0,015	-0,010	0,003
50,677	33,265	24,954	0,000	50,691	0,002	33,273	0,002	24,952	0,001	-0,013	-0,008	0,002
32,085	33,255	5,159	0,000	32,101	0,002	33,267	0,002	5,153	0,001	-0,016	-0,011	0,006
23,728	20,621	10,234	0,000	23,748	0,002	20,631	0,002	10,238	0,001	-0,021	-0,010	-0,004

Résultat par rapport aux spécifications

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

Correction max (en valeur absolue) obtenue sur la mesure avant la campagne : 0,021 mS/cm
 0,006 °C

Commentaires :

--

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage Carnot mai 2022) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30020/20082 // //

N° Id : // //

Ensemble de mesure d'OXYGENE DISSOUS

Étalonnage avant ajustage

Référence		Capteur			Correction
O ₂ dissous (1) mg/l	T° °C	Moyenne (2) mg/l	Ecart type mg/l	T° °C	
9,18	20,06	9,24	0,01	20,05	(1) - (2) mg/l -0,06
-	-	-	-	-	-

Étalonnage après ajustage

Référence		Capteur			Correction
O ₂ (1) mg/l	T° °C	Moyenne (2) mg/l	Ecart type mg/l	T° °C	
9,18	20,06	9,18	0,00	20,05	(1) - (2) mg/l 0,00
-	-	-	-	-	-

Résultat par rapport aux spécifications

Spécification MAREL : 0,20 mg/l

Correction max (en valeur absolue) obtenue sur
la mesure avant la campagne : 0,00 mg/l

Commentaires :

--

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage Carnot mai 2022) // //

Constructeur : NKE // //

Type : MP6 // //

N° Série : 30020/20082 // //

N° Id : // //

Ensemble de mesure de TURBIDITE

Étalonnage avant ajustage

Référence Turbidité (1) NTU	Capteur Turbidité		Correction	
	Moyenne (2) NTU	Ecart type NTU	(1) - (2) NTU	%
25,00	106,19	0,62	-81,19	-325
100,00	34,36	0,19	65,64	66
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

Étalonnage après ajustage

Référence Turbidité (1) NTU	Capteur Turbidité		Correction	
	Moyenne (2) NTU	Ecart type NTU	(1) - (2) NTU	%
25,00	25,50	0,10	-0,50	-2
50,00	48,80	0,15	1,20	2
75,00	76,37	0,18	-1,37	-2
100,00	100,38	0,18	-0,38	0

Résultat par rapport aux spécifications

Spécification MAREL : 10 %

Correction max (en valeur absolue) obtenue sur la mesure avant la campagne : 2 %

Commentaires :

--

Instrument étalonné (Sonde // Capteur // Indicateur)

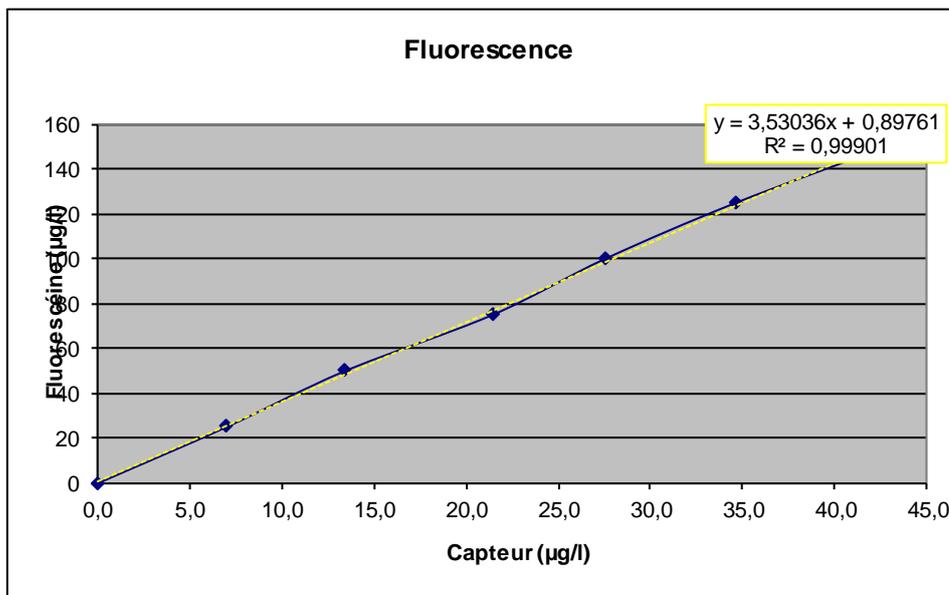
Désignation : Sonde multi-paramètres (ajustage Carnot mai 2022) // //
Type : MP6 // //
N° Id : // //

Constructeur : NKE // //
N° Série : 30020/20082 // //

Ensemble de mesure de FLUORESCENCE

Vérification de la linéarité du capteur avant campagne :

Fluoresceine	Fluorimètre
µg/L	µg/l
0	0,00
25	6,98
50	13,42
75	21,44
100	27,56
125	34,68
150	42,85



Commentaires :