

# GUIDE TECHNIQUE POUR LE SUIVI DE LA TURBIDITE EN GUYANE

VERSION FEVRIER 2014



# Guide technique pour le suivi de la turbidité en Guyane

<b>1</b>	<b><u>INTRODUCTION</u></b>	<b>5</b>
<b>1.1</b>	<b>PERIMETRE DU GUIDE</b>	<b>5</b>
A)	POURQUOI LA TURBIDITE ?	5
B)	UN GUIDE PRATIQUE : POURQUOI ET POUR QUI ?	6
C)	SITUATION ACTUELLE DE LA SURVEILLANCE	8
<b>1.2</b>	<b>DEFINITIONS – PARAMETRES MESURES</b>	<b>9</b>
A)	QU’EST-CE QUE LA TURBIDITE ET MES ?	9
B)	QUELLE EST L’ORIGINE DE LA TURBIDITE?	10
C)	COMMENT MESURE T ON LA TURBIDITE ?	11
D)	EXISTE-T-IL DES NORMES ET DES SEUILS A NE PAS DEPASSER ?	13
E)	QUELLE EST L’UNITE DE MESURE?	14
<b>2</b>	<b><u>LE TURBIDIMETRE</u></b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>LES DIFFERENTS TYPES DE TURBIDIMETRE</b>	<b>15</b>
A)	GENERALITES	15
B)	QUELS TYPES DE TURBIDIMETRE UTILISE-T-ON EN GUYANE ?	16
<b>2.2</b>	<b>ETALONNAGE DE L’APPAREIL</b>	<b>18</b>
A)	POURQUOI ETALONNER?	18
B)	COMMENT PROCEDER ?	19
C)	LES ETALONS : ATTENTION !	20
<b>2.3</b>	<b>ENTRETIEN GENERAL DU MATERIEL</b>	<b>20</b>
A)	COMMENT NETTOYER LES CUVETTES ?	20
B)	OU ACHETER DES NOUVEAUX ETALONS ?	21
C)	DYSFONCTIONNEMENT DU MATERIEL	22
<b>3</b>	<b><u>PREPARATION DE LA MISSION</u></b>	<b>23</b>
A)	CHECK LIST	23
B)	FICHE DE TERRAIN	23
<b>4</b>	<b><u>MESURE DE LA TURBIDITE IN SITU</u></b>	<b>25</b>

<b>4.1</b>	<b>PROCEDURE.....</b>	<b>25</b>
A)	OU MESURER ?.....	25
B)	COMBIEN DE MESURES PAR POINT?.....	26
C)	QUAND MESURER ?.....	27
D)	COMMENT PRELEVER?.....	27
<b>4.2</b>	<b>LES RESULTATS .....</b>	<b>30</b>
A)	MEMO DES VALEURS TYPES EN GUYANE.....	30
B)	ENREGISTREMENT ET DIFFUSION DES DONNEES .....	30
<b>5</b>	<b><u>REFERENCES – CONTACTS .....</u></b>	<b><u>31</u></b>
<b>5.1</b>	<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>31</b>
<b>5.2</b>	<b>ABREVIATIONS .....</b>	<b>31</b>
<b>5.3</b>	<b>LEXIQUE .....</b>	<b>32</b>
<b>5.4</b>	<b>CONTACTS.....</b>	<b>33</b>
<b>6</b>	<b><u>ANNEXES.....</u></b>	<b><u>34</u></b>
<b>6.1</b>	<b>COMMENT CALIBRER LE TURBIDIMETRE TN-100/ T-100 ? .....</b>	<b>34</b>
<b>6.2</b>	<b>COMMENT CALIBRER LE TURBIDIMETRE ODEON ?.....</b>	<b>36</b>
<b>6.3</b>	<b>COMMENT CALIBRER LE TURBIDIMETRE 430 IR ?.....</b>	<b>38</b>
<b>6.4</b>	<b>COMMENT CALIBRER LE TURBIDIMETRE HANNA HI 98713 ?.....</b>	<b>40</b>
<b>Liste des figures</b>		
	Figure 1 : Localisation des stations de mesures .....	8
	Figure 2 : Relation entre les mesures de turbidité (NTU) et les teneurs en MES (mg/L d'eau filtrée) dans un bassin versant guyanais.....	10
	Figure 3 : Fonctionnement du disque de Secchi .....	12
	Figure 4 : Fonctionnement du néphélomètre .....	12
	Figure 5 : seuils d'aptitude à la biologie pour les paramètres MES et turbidité. D'après le SEQ-EAU version 2, 2001. valeurs non réglementaires.....	13
	Figure 6 : TABLEAU DE SYNTHESE DES TURBIDIMETRE UTILISE EN GUYANE (situation debut 2013).....	17
	Figure 7 : Différentes concentrations de formazine.....	18
	Figure 8 : Principe général de l'étalonnage .....	19
	Figure 9 : Etalons du turbidimètre HI 98712 (0/15/100/750 NFU) .....	19

Figure 10 : Nettoyage des cuvettes ..... 21

Figure 11 : Précaution température ..... 22

Figure 12 : Station de pompage de mariapoula ..... 25

Auteurs : A. Guiraud (Kaliteo), A. Blum (BRGM) avec la participation de la DEAL (Myriam Debris, Stéphanie Rey) et des partenaires du projet (FAG, ONF, OEG, PAG, IRD, ARS, Gendarmerie, HYDRECO).

# 1 INTRODUCTION

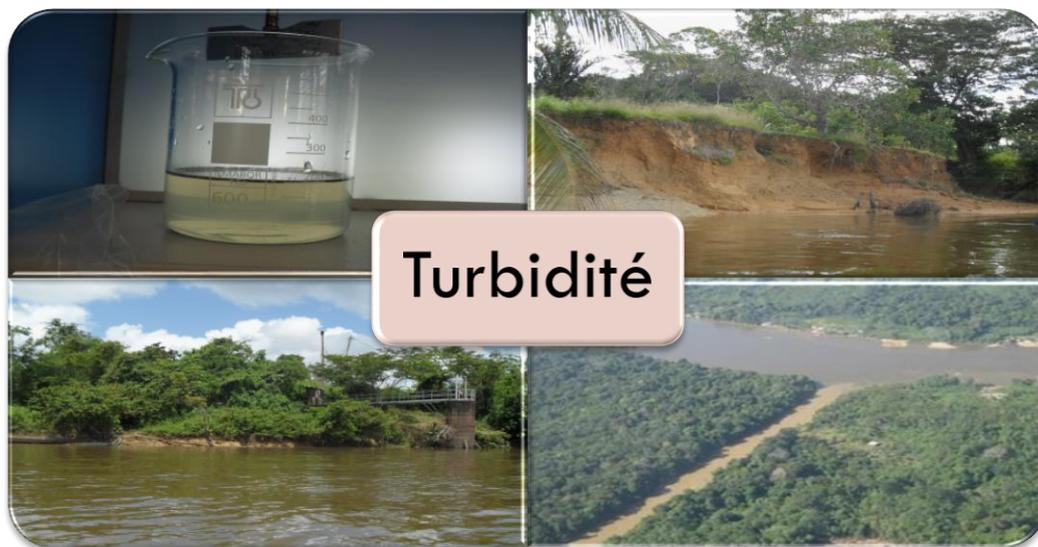
## 1.1 Périmètre du guide

### a) *Pourquoi la turbidité ?*

La transparence de l'eau – et, son contraire, la turbidité – constitue un paramètre essentiel de sa qualité. L'apport plus ou moins important de matières solides en suspension dans l'eau vient en effet détériorer son état, pouvant perturber très significativement le milieu aquatique (allant jusqu'à le rendre inapte aux conditions de vie pour la faune et la flore) et son aptitude à la potabilisation pour la consommation humaine.

En Guyane, la grande majorité de la population est alimentée en eau potable par les eaux de surface prélevées dans les différents fleuves que compte le département. Par rapport à la turbidité, cette eau peut être rendue impropre i) du fait du marnage au niveau des zones d'influence de la marée dans les fleuves, ce qui provoque une remise en mouvement importante des sédiments fluviaux et/ou marins, et ii) du fait de l'activité minière, essentiellement alluvionnaire, qui peut induire dans le réseau hydrographique en aval des sites d'orpaillage, le transfert d'énormes quantités de boues.

**En 2011-2012, la DEAL, avec le soutien du BRGM et de Kaliteo, a rassemblé l'ensemble de mesures turbidité disponibles et a dressé un premier état des lieux de la donnée turbidité en Guyane.<sup>1</sup>**



<sup>1</sup> Blum A., Guiraud A., Rouzeau O. (2014), Suivi de la turbidité des eaux de Guyane. Etat des lieux et recommandations. Approche par télédétection. Rapport BRGM/RP-61632-FR.

## *b) Un guide pratique : pourquoi et pour qui ?*

De nombreux acteurs (OEG, DEAL, IRD, ONF, Police de l'eau, PAG, HYDRECO, BRGM, FAG, ARS...) mesurent depuis quelques années la turbidité des cours d'eau dans des secteurs spécifiques, au niveau de stations de surveillance, etc., avec un pas de temps plus ou moins régulier. Malgré la variété des objectifs poursuivis par chacun (police de l'eau, lutte contre l'orpaillage illégal, suivi réglementaire en application de la directive cadre sur l'eau, protection des captages d'eau potable, etc...), la mutualisation des données et le partage d'expériences entre organismes a suscité l'intérêt de tous.

Cet exercice de mutualisation des données a par ailleurs montré que le matériel utilisé pour le suivi de la turbidité, sa gestion ainsi que les pratiques sur le terrain étaient relativement disparates et pouvait impacter la représentativité des données collectées. Par ailleurs, les agents en charge de la réalisation des mesures ne sont pas toujours des spécialistes du suivi des eaux.

Devant ces constats, il est apparu nécessaire d'harmoniser les protocoles de mesure, de les exposer dans un guide pratique et d'accompagner cet effort d'une formation des agents directement impliqués dans les suivis.

C'est dans ce contexte que le présent guide a été rédigé.

**Ce document a pour vocation d'être un guide pratique à usage de tous. Il n'est ni une norme ni une méthode unique de suivi de la turbidité. Son propos est d'être adapté aux besoins et au contexte spécifique de la Guyane.**

Cette première version -Avril 2013- rassemble un premier ensemble de conseils et de recommandations. Le retour d'expériences des organismes partenaires et en particulier des agents de terrain permettra de l'enrichir et de l'affiner dans une deuxième version.

Principaux organismes		Synthèse des données disponibles
	DEAL	-Réseau DCE ; -Evaluation de l'impact de l'orpaillage alluvionnaire sur l'environnement ; - <b>Mesures ponctuelles version papier avant 2000.</b>
	PAG	-Evaluation de la perturbation aurifère sur certaines criques et fleuves.
	BRGM	-Réseau DCE de suivi de l'état physico-chimique des cours d'eau (partenariat ONEMA, suivi DEAL/OEG)
	ARS	-Contrôle sanitaire pour le captage des eaux superficielles;
	OEG	-Réseau DCE de suivi de l'état écologique des cours d'eau; -Réservoirs biologiques de Guyane Française.
	ONF	-Etude de la qualité des eaux de surface sur des anciens sites miniers. -Suivi de la qualité des petites masses d'eau.
	IRD	-Elaboration de l'indice biotique de qualité des milieux continentaux.

c) *Situation actuelle de la surveillance*

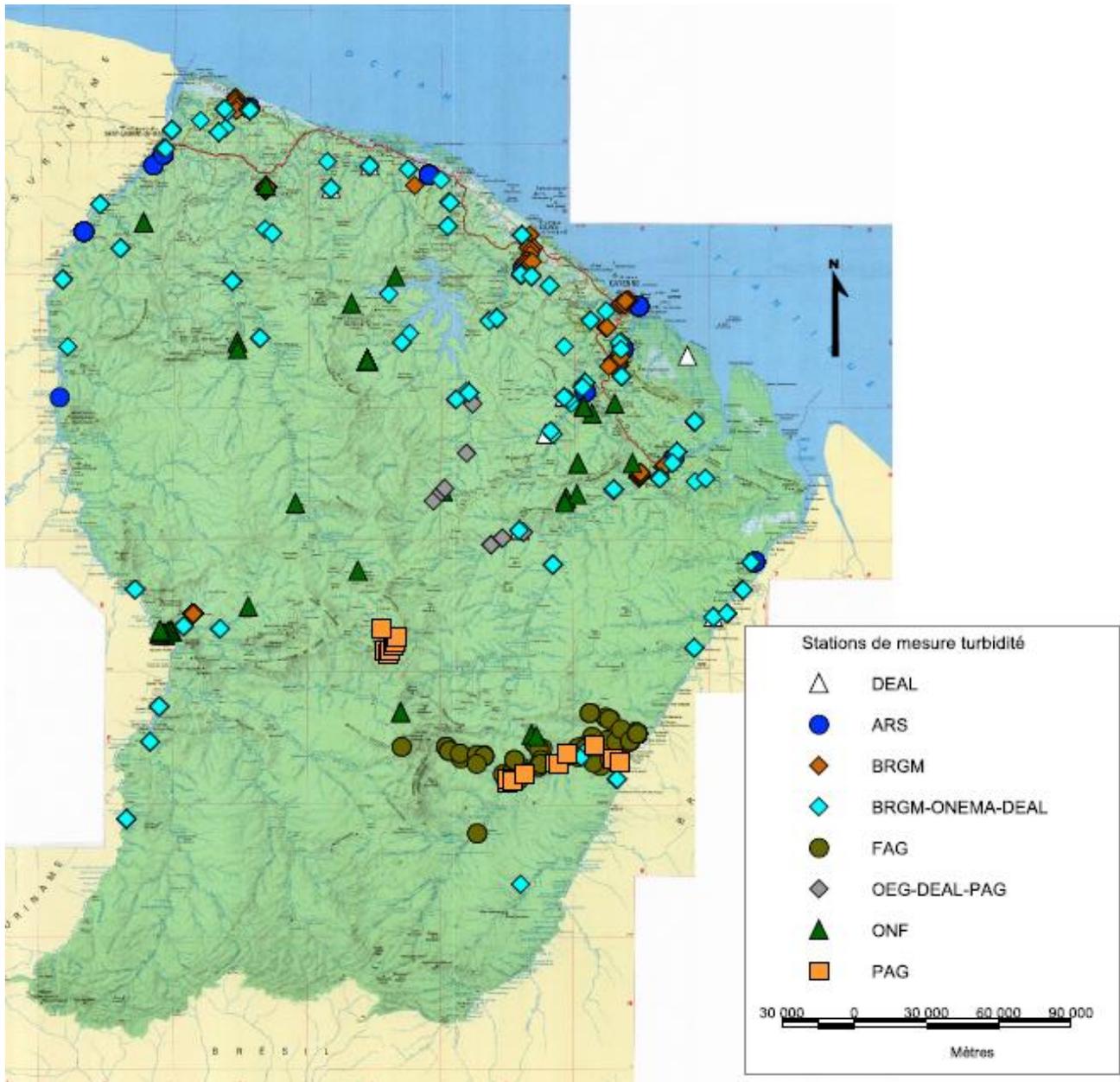


FIGURE 1 : LOCALISATION DES STATIONS DE MESURES

## 1.2 Définitions – paramètres mesurés

### a) *Qu'est-ce que la turbidité et les MES ?*

#### ➔ **Matières En Suspension:**

Les matières en suspension (MES) correspondent à des **particules de faible taille et/ou densité qui limitent leur chute par gravité dans l'eau**. Les MES représentent les matières non dissoutes maintenues en suspension dans le liquide par effet d'agitation.

La mesure des MES est intéressante pour apprécier, voire quantifier si la mesure du débit est disponible, la charge de sédiments qui transite dans le cours d'eau, soit naturellement du fait du ruissellement et de l'érosion des sols, soit du fait des activités humaines (déforestation, rejet de STEP ou industriel, activités minières, activités agricoles, urbanisation....). La chimie de l'eau est par ailleurs intimement liée aux teneurs en MES. C'est donc une information complémentaire de la turbidité présentée ci-après.

La concentration en MES s'exprime en mg/L. L'analyse est généralement faite en laboratoire après prélèvement d'un volume d'eau non filtré.

#### ➔ **Turbidité :**

La turbidité désigne la **réduction de la transparence d'un liquide** par la présence de matières non dissoutes. La turbidité correspond à la **propriété optique de l'eau** qui fait que la lumière incidente est diffusée ou absorbée. Il s'agit d'un paramètre dont la signification dépend de la technique de mesure utilisée. Plusieurs mesures optiques rendent compte de la turbidité comme la néphélométrie, l'opacimétrie et la turbidimétrie.

#### ➔ **Relation entre turbidité et MES**

La turbidité exprime donc la concentration en MES. Tout en notant que des particules, en concentrations très différentes, peuvent avoir les mêmes valeurs de turbidité si elles sont de types très différents. La mesure néphélométrique de turbidité est, en effet, fonction de la concentration, de la taille, de la forme et des coefficients de réfraction des particules présentes.

C'est donc la nature des particules qui guide la relation entre turbidité et MES. La corrélation entre le coefficient de diffusion  $b$ , calculé en mesure NTU, et la masse totale des MES dépend donc de :

- la répartition en taille des particules
- la relation entre le volume total et la masse totale. Le coefficient de diffusion  $b$  dépend du volume de l'ensemble des particules rencontrées. Pour obtenir la conversion en termes de masse, il faut connaître la valeur moyenne de la masse volumique du volume d'eau échantillonné.

La figure suivante illustre la relation turbidité-MES dans un bassin versant de Guyane et met en évidence la variabilité de cette relation d'une saison à l'autre.

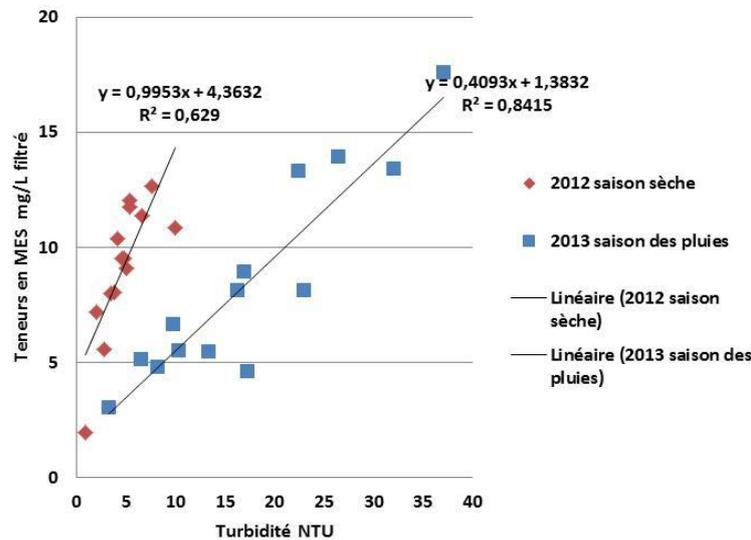


FIGURE 2 : RELATION ENTRE LES MESURES DE TURBIDITE (NTU) ET LES TENEURS EN MES (MG/L D'EAU FILTREE) DANS UN BASSIN VERSANT GUYANAIS.

En définitive, pour obtenir **une relation cohérente entre la turbidité et les matières en suspension, les mesures doivent se faire dans un même milieu avec un même appareil, calibré avec les mêmes étalons.**

### b) *Quelle est l'origine de la turbidité?*

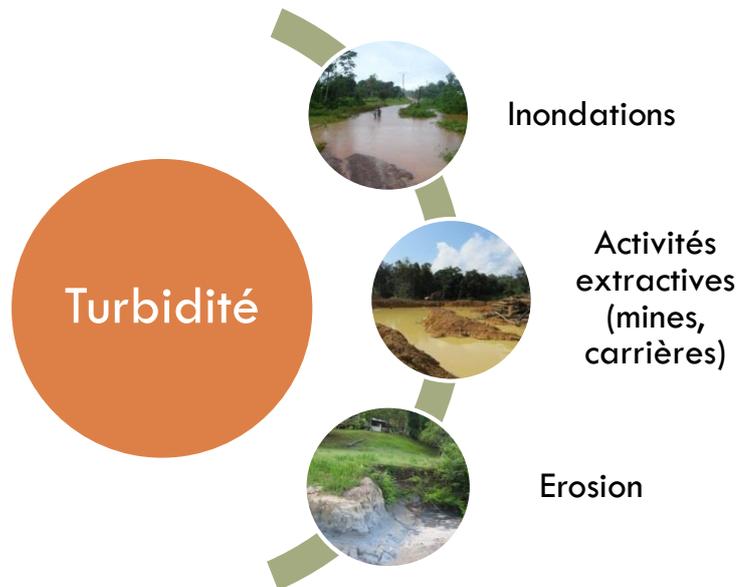
La turbidité peut être causée des phénomènes naturels mais également anthropiques.

En Guyane, par exemple, la turbidité peut augmenter naturellement à cause des phénomènes :

- d'inondations et de ruissellement,
- de marnage,
- glissement de terrain,
- alluvions de l'Amazone, etc.

Cependant la turbidité est souvent un marqueur d'une pression anthropique telle que :

- la déforestation,
- la présence de bateaux du type dragage, le trafic fluvial,
- l'activité humaine perturbant la terre (par exemple la construction),
- les activités extractives (carrières, mines)
- etc.



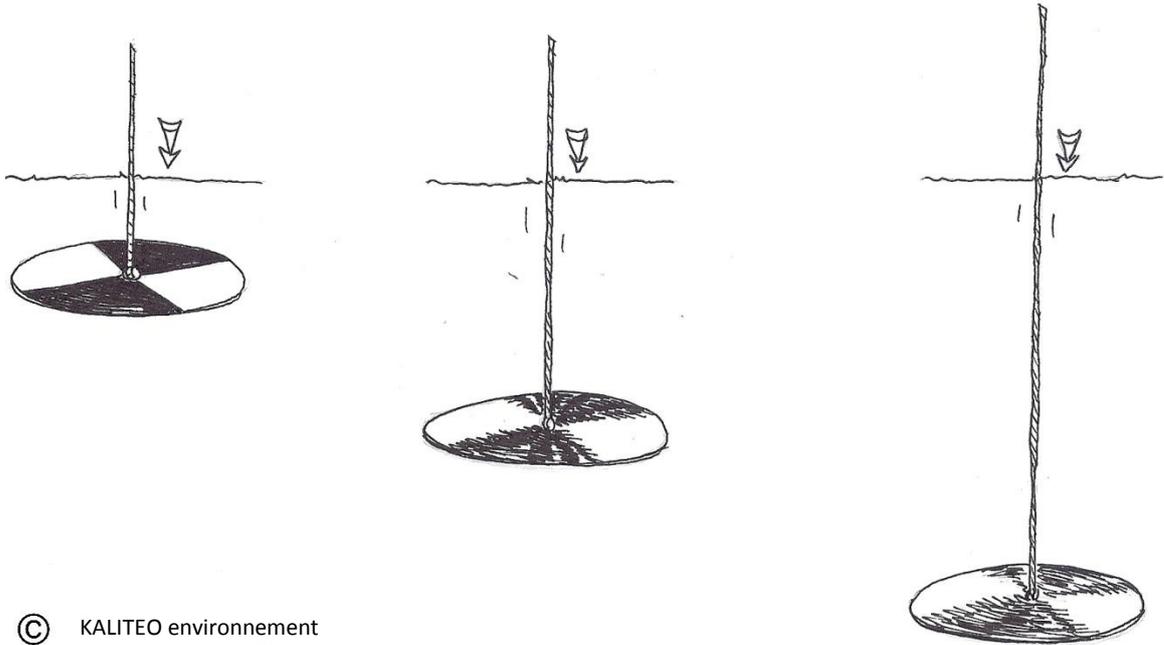
### c) *Comment mesure t on la turbidité ?*

Plusieurs mesures optiques rendent compte de la turbidité, on trouve par exemple:

- **Des méthodes visuelles comme le disque de Secchi** qui permet d'apprécier la transparence de l'eau vue par un œil humain.

Le disque (d'une vingtaine de centimètre) est fixé au bout d'une corde et on le laisse descendre jusqu'à sa disparition, puis on note la longueur de la corde. On remonte ensuite la corde jusqu'à réapparition puis on note à nouveau la longueur. La profondeur du disque de Secchi est le point médian entre ces deux mesures. Cet exercice est répété plusieurs fois de suite. **On retient la moyenne des mesures.**

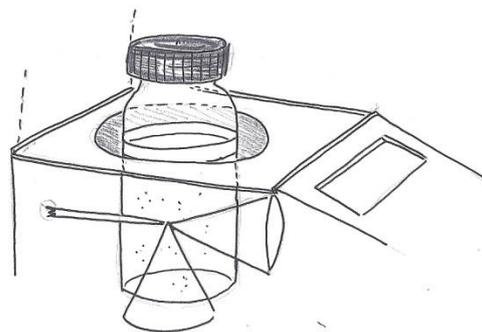




© KALITEO environnement

FIGURE 3 : FONCTIONNEMENT DU DISQUE DE SECCHI

- Des méthodes plus précises comme le **néphélomètre** qui mesure l'intensité de la lumière dispersée à un angle de 90 degrés par rapport au trajet de la lumière incidente.



© KALITEO environnement

FIGURE 4 : FONCTIONNEMENT DU NEPHELOMETRE

**d) Existe-t-il des normes et des seuils à ne pas dépasser ?**

Les normes et seuils s’appliquent distinctement aux milieux (cours d’eau, eaux littorales, eaux souterraines) et aux rejets (rejets de stations d’épuration, rejets miniers....).

- **Normes et valeurs guides pour les cours d’eau**

A chaque usage de l’eau (eau potable, suivi environnemental...) correspond des normes et des objectifs. Concernant le **suivi général de l’état chimique et écologique des cours d’eau exigé par la Directive cadre sur l’eau 2000/60/CE qui organise la gestion de l’eau dans les Etats membres, il n’existe aucune norme ou valeur seuil imposée**. Ce texte ne prend cependant pas en compte les spécificités des régions d’outre-mer et dans le cas de la Guyane, le contexte amazonien et équatorial impose un suivi régulier de la turbidité et des MES. L’impact de certaines activités et notamment l’orpaillage illégal le confirme.

Lorsqu’il s’agit de prélever de l’eau pour la production d’eau potable, des normes de qualité de l’eau brute prélevée existent. Elles sont inscrites dans l’arrêté du 11 janvier 2007. Ce texte exige ainsi que **la concentration en MES des eaux superficielles prélevées pour la consommation humaine ne dépasse pas 25 mg/L. Pour la turbidité aucune limite sur eau brute n’est fixée**.

Les MES et la couleur de l’eau font partie des paramètres qui contribuent à l’altération de la qualité de l’eau et pénalise ainsi potentiellement les **fonctions biologiques**. Sans que des valeurs seuils ou normes n’aient pu être déterminées, le SEQ-Eau (Système d’Evaluation de la Qualité des eaux) développé à la fin des années 90 et début des années 2000 par les agences de l’eau et le ministère de l’environnement prévoyait un classement des eaux pour les paramètres MES et turbidité selon les valeurs suivantes. **Ces valeurs peuvent être utilisées comme des valeurs guides. Elles ne sont nullement réglementaires**. Elles ont par ailleurs été définies pour des cours d’eau métropolitains et ne prennent pas en compte les spécificités de nos cours d’eau.

		Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Classe d’aptitude →						
Indice d’aptitude →		80	60	40	20	
<b>Biologie</b>	PARTICULES EN SUSPENSION					
	MES (mg/l)	25	50	100	150	
	Turbidité (NTU)	15	35	70	100	
	Transparence (m)	2	1	0,5	0,25	

FIGURE 5 : SEUILS D’APTITUDE A LA BIOLOGIE POUR LES PARAMETRES MES ET TURBIDITE. D’APRES LE SEQ-EAU VERSION 2, 2001. VALEURS NON REGLEMENTAIRES

- Normes pour les rejets d'eaux usées

L'arrêté du 22 juin 2007 exige que les concentrations en **MES** dans les eaux rejetées par les stations d'épuration ne dépassent pas **35 mg/L**. Cette norme s'applique également aux rejets miniers.

### e) *Quelle est l'unité de mesure?*

Il existe plusieurs unités qui dépendent du matériel utilisé :

- La mesure utilisant la *formazine* comme étalon. Elle possède deux unités de mesure de la turbidité normalisées en (NF EN ISO 7027) :
  - **FNU** (Formazine Nephelometric Unit), ou NFU.
  - **FAU** (Formazine Attenuation Unit) mesure la lumière transmise à 180 °.
- L'unité de mesure la plus couramment utilisée est le **NTU** (*Nephelometric Turbidity Unit*).
- Les mesures plus anciennes sont :
  - la chandelle de Jackson **JTU** (Jacksons turbidity Units)
  - Le disque de Secchi (**mg/L SiO<sub>2</sub>**)

#### Vérifier votre matériel et identifier l'unité de votre appareil

Des correspondances ont été établies entre ces différentes unités :

- 1 NFU = 1 FAU.
- 1 JTU = 19 NFU
- 1 mg/L SiO<sub>2</sub> = 7,5 NFU



- Pour des turbidités inférieures à 10 - 20 NFU la relation entre unité de mesure est **1 NFU = 1 NTU**.
- Pour des turbidités supérieures à 20 NFU, la correspondance entre les deux types d'unité devient **1 NFU = 0,6 NTU**.

## 2 LE TURBIDIMÈTRE

### 2.1 Les différents types de turbidimètre

#### a) Généralités

La turbidité est causée par la présence de matières non dissoutes, mais finement dispersées. La turbidité peut être déterminée par la mesure de l'atténuation d'un faisceau lumineux lors de son passage à travers le liquide ou par la mesure de l'intensité du rayonnement diffusé.

Le rayonnement diffusé, qui est une propriété des liquides, est utilisé pour obtenir les mesures de turbidité.

Les Etats-Unis et l'Europe ne s'entendent toutefois pas sur l'utilisation d'une méthode normalisée :

- L'USEPA et les «Standard Methods» recommandent l'utilisation d'une source de lumière visible selon une longueur d'onde de 400 à 600 nm pour la turbidité,
- tandis que l'Union européenne adhère à la méthode à infrarouge (norme ISO 7027). Cette dernière méthode a l'avantage de présenter une faible sensibilité à la couleur.



Cuvette



Turbidimètre



Étalons



Sonde

**b) Quels types de turbidimètre utilise-t-on en Guyane ?**

En Guyane, il n'existe pas une grande diversité de turbidimètres utilisés. Cependant, ils n'utilisent pas la même unité car le modèle HI 98713 conforme ISO 7027 utilise un infra rouge et le résultat est donné en NFU contrairement au modèle EUTCH Instrument qui propose un résultat en NTU. Pour une meilleure exploitation de données, les unités doivent figurer **IMPERATIVEMENT**.

En plus de ces turbidimètres légers de terrain, des systèmes de mesure en continu peuvent être installés. Avec l'avantage d'avoir plusieurs mesures dans le temps qui peuvent être corrélées aux facteurs climatiques ou aux marées. L'inconvénient principal est le risque de vandalisme d'un tel dispositif.

**Matériels utilisés**

**Organismes (2013)**

	<p style="text-align: center;"><b>Hanna instrument</b></p> <p><b>HI 98713</b> conforme à la norme ISO 7027. La gamme de mesure est de 0.00 à 1 000 <b>FNU</b> (Formazine Nephelometric unit)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ONF</li> <li>- Kaliteoenvironnement</li> <li>- NBC</li> </ul>
	<p style="text-align: center;"><b>ODEON</b></p> <p>Mesure directe dans le milieu, sans prélèvement. De 0 à 4 500 NTU.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PAG</li> </ul>
	<p style="text-align: center;"><b>EUTECH instrument</b></p> <p><b>TN-100/ T-100</b>. La gamme de mesure est de 0 à 1 000 <b>NTU</b> (Nephelometric Turbidity Unit.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PAG</li> <li>- Hydreco</li> <li>- BRGM</li> </ul>



**WTW**

**Turb 430 IR.** La gamme de mesure est de 0  
à 1 100 NTU

– DEAL (police de l'eau)

FIGURE 6 : TABLEAU DE SYNTHÈSE DES TURBIDIMÈTRES UTILISÉS EN GUYANE (SITUATION DÉBUT 2013)

## 2.2 Etalonnage de l'appareil

### a) *Pourquoi étalonner?*

Lorsque les composants vieillissent et que les équipements sont soumis à des variations de température ou à des contraintes mécaniques, leurs performances peuvent être altérées. Après un temps d'exploitation, les indications d'un appareil de mesure sont erronées, il faut apporter aux mesures des corrections. De plus, il est nécessaire que les mesures de turbidité puissent être comparables, elles nécessitent de faire référence à un étalon ou matériau de référence international, c'est le cas de la **formazine**.

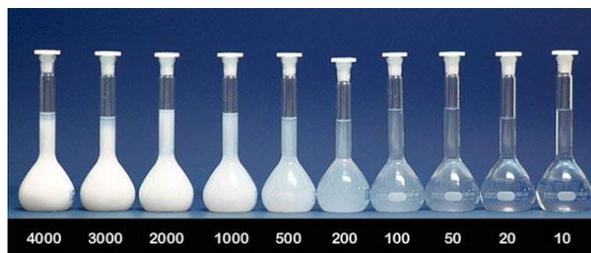


FIGURE 7 : DIFFERENTES CONCENTRATIONS DE FORMAZINE

Elle a été proposée comme étalon en 1926, mais elle ne fut reconnue qu'en 1960. Elle présente l'avantage de pouvoir être reproduite à partir de produits chimiques purs servant de matériau de référence et permettant d'obtenir une incertitude certifiée.



Avant l'adoption de la formazine, d'autres « étalons » ont existé comme la silice, la terre de foulon, le kaolin, la terre de diatomées ainsi que des sédiments purifiés à l'acide. Les résultats n'étaient pas très satisfaisants mais cela permettait « d'étalonner » les turbidimètres en fonction des applications. De plus, ces étalons n'étaient pas internationaux.

**L'étalonnage d'un appareil de mesure est l'opération qui consiste à contrôler les indications par comparaison avec une solution dite « étalon ».**

## b) Comment procéder ?

Chaque appareil de mesure propose sa méthodologie pour étalonner l'appareil mais le principe reste le même. Plusieurs étalons avec différentes concentrations connues sont introduits dans l'appareil afin d'apporter les corrections nécessaires.

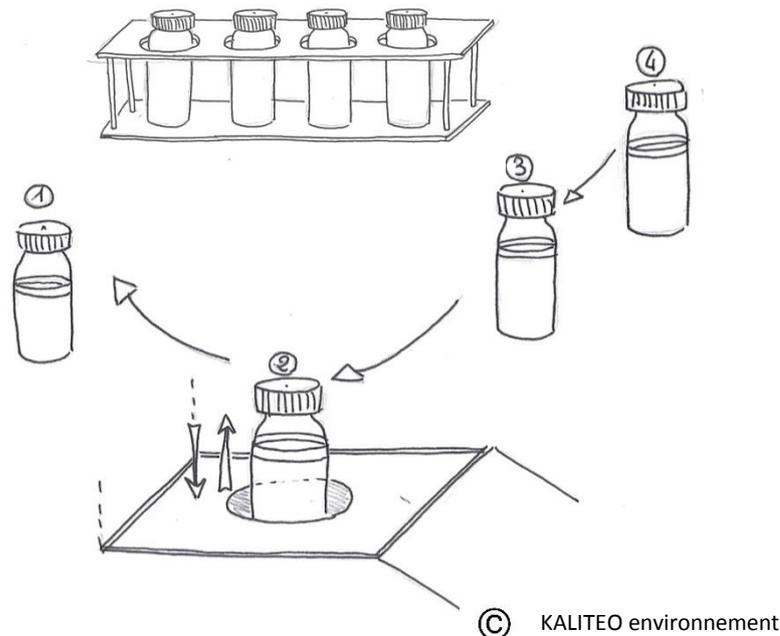


FIGURE 8 : PRINCIPE GENERAL DE L'ETALONNAGE

Les fabricants conseillent un étalonnage minimum tous les 3 mois. **Il semble plus pertinent d'étalonner avant chaque campagne de mesure afin de permettre une plus grande fiabilité des mesures.**

Concernant le turbidimètre avec immersion de la sonde (par exemple ODEON), le capteur NTU ne nécessite que peu d'étalonnage. Celui-ci doit être réalisé à partir d'une solution de formazine qui a une durée de vie limitée.

Les différents modes opératoires sont proposés pour les turbidimètres mentionnés ci-dessus.

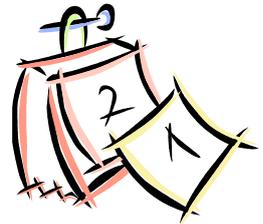


FIGURE 9 : ETALONS DU TURBIDIMETRE HI 98712 (0/15/100/750 NFU)

### c) Les étalons : **Attention !**

Les étalons ont un rôle essentiel dans la qualité et la fiabilité des données, il faut donc respecter quelques règles essentielles:

- Ne stocker et n'utiliser les étalons standards de turbidité que dans les cuvettes originales.
- Stocker les cuvettes autant que possible debout.
- Stocker les étalons standards à une température comprise entre 5 et 25 °C.
- Eviter impérativement les températures supérieures à 35 °C.
- Ne pas exposer les étalons standards de turbidité à un rayonnement solaire direct.
- Les étalons standards de turbidité doivent s'être adaptés à la température ambiante du turbidimètre avant leur utilisation (ne pas dépasser 35 °C).
- **La durée de conservation des étalons standards de turbidité est de 12 mois** dans le cas d'un stockage correct



Afin d'anticiper les changements d'étalons prévoir une période dans l'année où vous aller systématiquement commander de nouveaux étalons même si vous les avez peu utilisés. En effet, compte tenu des délais nécessaires pour acheminer le matériel en Guyane, il faudrait anticiper la commande 1 mois avant la mission de terrain.

## 2.3 Entretien général du matériel

### a) Comment nettoyer les cuvettes ?

La cuvette est une partie très importante du système optique. Le faisceau lumineux atteint l'échantillon en passant à travers la cuvette en verre. Ainsi le faisceau lumineux peut être perturbé par des imperfections diverses. Les cuvettes doivent donc être propres et exemptes de dépôt, de tache, de buée ou de marques susceptibles d'affecter le faisceau lumineux. Attention : proscrire l'utilisation de liquide vaisselle pour le nettoyage des cuvettes. Prévenir l'apparition de rayures qui peuvent fausser la mesure. Remplacer les cuvettes qui seraient rayées.

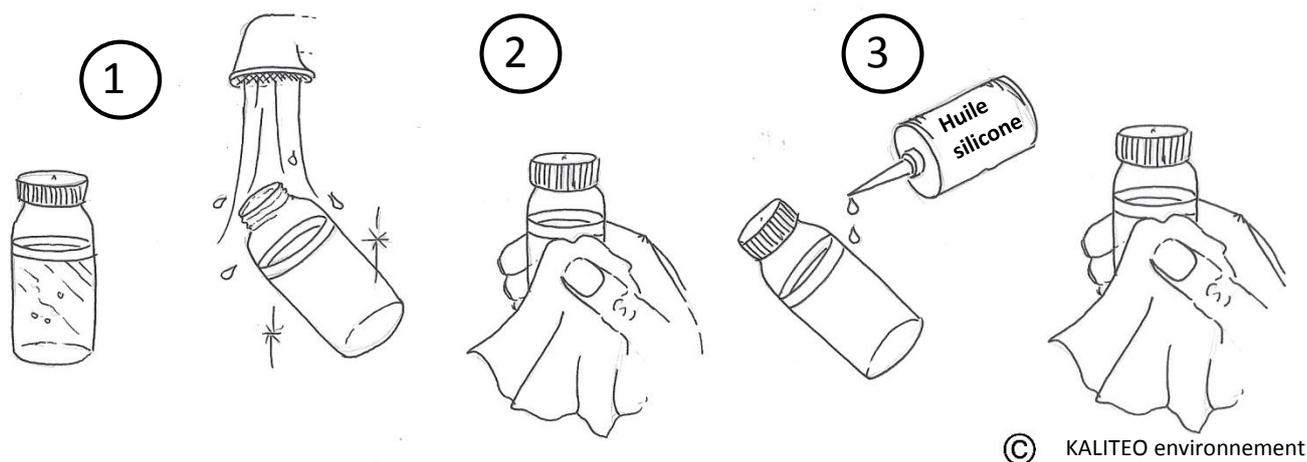


FIGURE 10 : NETTOYAGE DES CUVETTES

- 1 Après usage, les cuvettes sont rincées à plusieurs reprises avec de l'eau chaude et déminéralisée. Certains fabricants conseillent de laver les cuvettes avec un peu d'acide permettant d'enlever le biofilm (bactéries, champignons, algues) pouvant être présent à l'intérieur des cuvettes.
- 2 Elles peuvent ensuite être placées dans un support de façon à permettre à l'eau de s'écouler et au tube de sécher ou simplement avec un tissu propre.
- 3 Pour gommer les imperfections mineures, la cuvette doit être huilée à l'extérieur avec de l'huile silicone spécialement pour des mesures de turbidité inférieures à 1 NFU.

Les étalons sont contenus dans des cuvettes scellées. Ils ne nécessitent aucun entretien particulier sauf le remplacement des étalons chaque année.

Concernant la sonde, le capteur NTU doit être maintenu propre surtout au niveau de la tête contenant les fibres optiques. Toute trace de biofilm ou d'encrassement pourrait induire des erreurs de mesure.

Après chaque utilisation, procéder au rinçage du capteur avant de le stocker.

Si la tête du capteur présente un encrassement, nettoyer la avec un peu d'eau tiède et de l'eau savonneuse. Une éponge pourra être utilisé mais ne pas employer d'éponge abrasive type éponge verte. Ensuite rincer le capteur avant de le stocker.

## b) Où acheter des nouveaux étalons ?

Plusieurs fournisseurs possibles :

- HANNA instruments
- FISCHER Scientific
- AVANTEC

Contact pour la Guyane : Autour et Compagnie, Rémire-Montjoly.

### c) *Dysfonctionnement du matériel*

Sur chaque appareil lorsque vous observez un dysfonctionnement celui-ci délivre un message d'erreur.



Sur le terrain, il est impératif de toujours se munir du mode d'emploi afin de connaître la nature des messages d'erreurs et de résoudre rapidement les problèmes rencontrés.

Généralement les messages affichés concernent la batterie ou indiquent que le niveau de pile est faible. Parfois si vous n'avez pas renouvelé vos étalons, votre matériel vous indique un message d'erreur pouvant empêcher l'étalonnage.

Cependant, spécifiquement en Guyane, les conditions climatiques entraînent parfois des températures très élevées ce qui empêche le bon fonctionnement de l'appareil et entraîne subitement des valeurs erronées.



© KALITEO environnement

FIGURE 11 : PRECAUTION TEMPERATURE

# 3 PREPARATION DE LA MISSION

## a) Check list

Il s'agit ici d'une liste indicative que chacun est libre d'adapter.

<b>Matériel de base</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ GPS</li> <li>⇒ piles de rechange (pour le turbidimètre et le GPS)</li> <li>⇒ carte imprimée du secteur</li> <li>⇒ appareil photo</li> <li>⇒ fiche terrain</li> <li>⇒ crayons</li> <li>⇒ eau distillée (pour le rinçage)</li> <li>⇒ essuie-tout (pour essuyer après le rinçage !)</li> <li>⇒ bécher ou sceau pour prélever l'eau et opérer les triplicats</li> <li>⇒ parapluie ou bâche de protection pour protéger le turbidimètre de la pluie pendant la mesure et pendant le transport</li> <li>⇒ touque ou mallette étanche pour protéger le matériel</li> <li>⇒ carnet de terrain</li> </ul>	
<b>Matériel optionnel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ canne de prélèvement ou corde (selon conditions d'accès)</li> <li>⇒ flacons pour faire un échantillon au cas où le turbidimètre ne fonctionne pas</li> <li>⇒ gants de protection (selon la nature de l'eau mesurée ou prélevée, en particulier s'il s'agit d'un rejet d'eau usée)</li> <li>⇒ débitmètre</li> <li>⇒ télémètre (pour mesurer la largeur de la rivière)</li> </ul>	
<b>Ne pas oublier !</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Entrer les point GPS dans son appareil</li> <li>⇒ S'informer des conditions météorologiques (pluie, soleil, vent, etc.)</li> <li>⇒ Les horaires des marées</li> </ul>	

## b) Fiche de terrain

Préalablement à la campagne de mesures, il est nécessaire de réaliser une fiche de terrain qui sera adaptée en fonction des objectifs. A titre d'exemple et de support, la fiche suivante est proposée.



# 4 MESURE DE LA TURBIDITE IN SITU

## 4.1 Procédure

### a) Où mesurer ?

Faut-il réaliser les mesures le long des berges ? Au milieu du cours d'eau ? Selon un transect longitudinal ? Transversal ? Depuis un pont ? Une embarcation ?

La réponse à toutes ces questions dépend de l'objectif visé. Très schématiquement, on peut identifier 3 grands types d'objectifs en Guyane (comme dans les autres régions) :

- Le suivi de la turbidité au titre de la **DCE et à des fins de connaissance générale** de l'état des cours d'eau ; Dans ce cas, c'est la turbidité « moyenne » de l'eau dans un bassin versant qui intéresse l'organisme en charge du suivi. Sur un cours d'eau, la mesure sera faite de préférence au milieu et en plusieurs points en fonction de points particuliers, notamment des confluences. Mesures à faire en aval de confluence + 2 en amont sur chaque bras.
- le **contrôle sanitaire des captages d'eau potable** : il s'agit de mesures faites par l'ARS et la SGDE qui visent à suivre la conformité des eaux prélevées pour l'alimentation en eau potable ; Dans ce cas une mesure (ou plutôt un triplicat) au droit du point de pompage suffit et est approprié à l'objectif visé.
- le suivi **des impacts de l'activité humaine** : agriculture, activités extractives légales ou illégales, déforestation, activités portuaires, ... Dans ce cas, c'est l'effet des rejets dans le milieu qui est à surveiller. La mesure de la turbidité se fera donc au plus près de l'exhaure. Des points supplémentaires à pas réguliers en aval permettront de compléter le bilan et d'apprécier l'éventuelle dilution des rejets dans le cours d'eau étudié.



FIGURE 12 : STATION DE POMPAGE DE MARIPASOULA

Lorsque la mesure s'effectue sur un site suivi régulièrement, veiller à bien respecter les coordonnées X et Y de la campagne précédente et la localisation exacte de la mesure. Il est important pour interpréter les

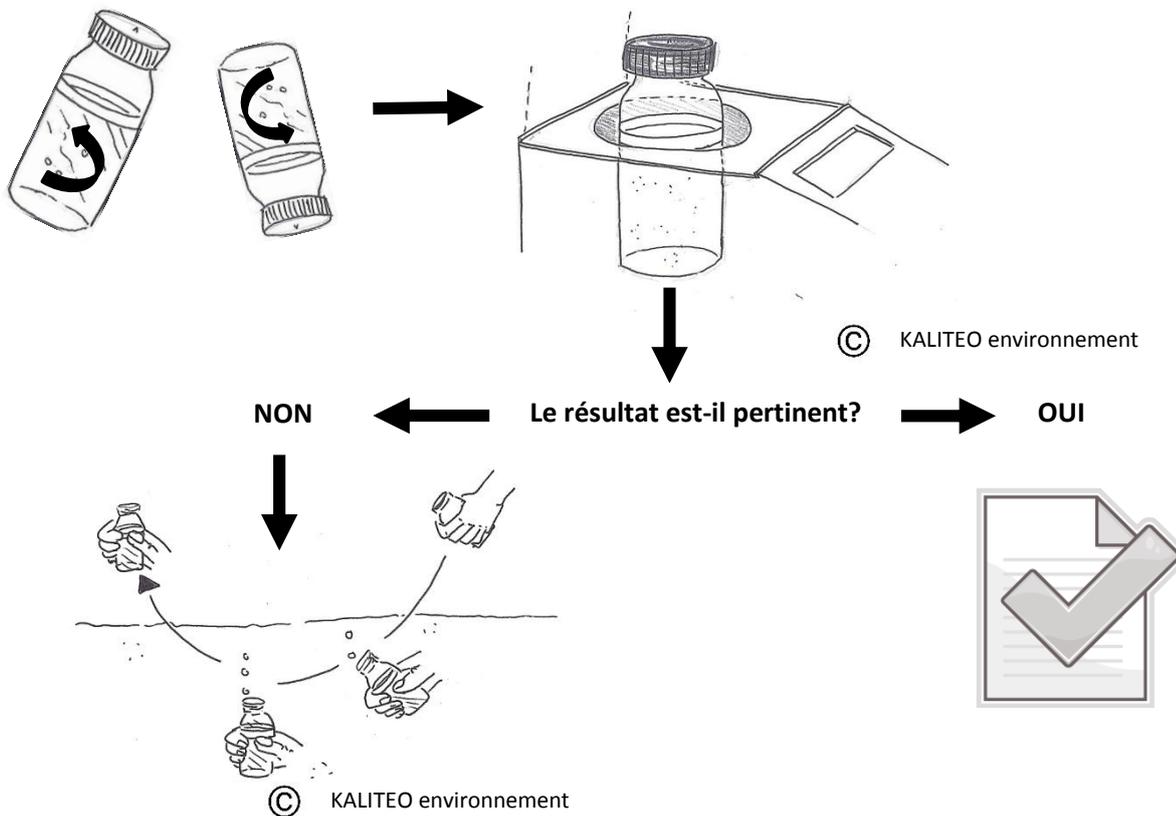
données et suivre l'évolution saisonnière ou interannuelle de la turbidité que le point de mesure soit exactement le même. D'une manière générale il est important de pérenniser des points.

Le point de mesure doit être choisi sur une zone sans chablis, sans rocher, sans obstacle qui perturbe l'écoulement.

**b) Combien de mesures par point?**

Sur le terrain, il est indispensable de réaliser les mesures en **triplicata** car il arrive souvent que des éléments grossiers, une matière en suspension plus importante, faussent le résultat. Par conséquent si sur vos 3 analyses, vous en avez une qui est sensiblement différente des autres :

**Agiter doucement la cuvette et réaliser une nouvelle mesure :**



**Réaliser une nouvelle mesure**

### **c) Quand mesurer ?**

La turbidité peut être mesurée à n'importe quel moment cela dépend parfois de l'objectif visé. La saison (saison des pluies / saison sèche) et dans certains cas l'heure de la journée (notamment sous influence de la marée) sont des paramètres à considérer potentiellement.

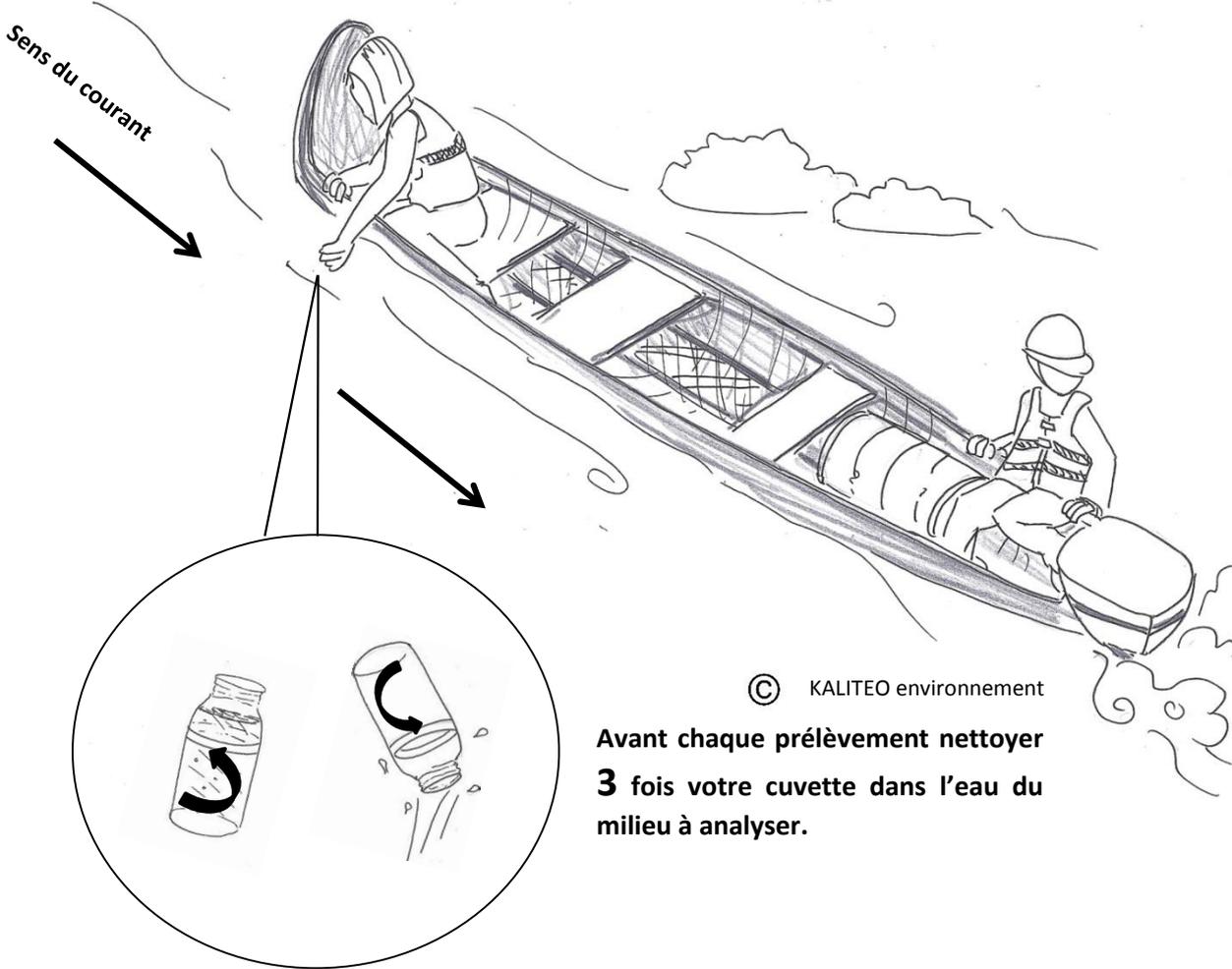
Par exemple :

- si l'on souhaite évaluer la qualité des eaux brutes destinées à l'alimentation en eau potable, il est préférable de réaliser les mesures pendant la marée haute : la période la plus critique.
- Que ce soit pour le suivi des activités humaines ou pour le réseau DCE, des mesures doivent si possible être réalisées en saison sèche et en saison des pluies afin d'apprécier la variabilité saisonnière de la turbidité. Cette dernière n'est pas constante. Il est intéressant d'avoir sur un point donné les valeurs extrêmes caractéristiques (après une longue période sèche par exemple et après des pluies abondantes). De fortes pluies accentuent bien évidemment le ruissellement des pentes mises à nues par la déforestation pour l'agriculture ou les activités extractives. Suivre les pics de turbidité après ces événements peut être intéressant.

### **d) Comment prélever?**

Les lieux de prélèvement d'eau peuvent être divers, ils dépendent là aussi des informations que l'on cherche à obtenir. En fonction des lieux préalablement identifiés et de l'accessibilité de ces sites, les méthodes de prélèvement doivent être adaptées:

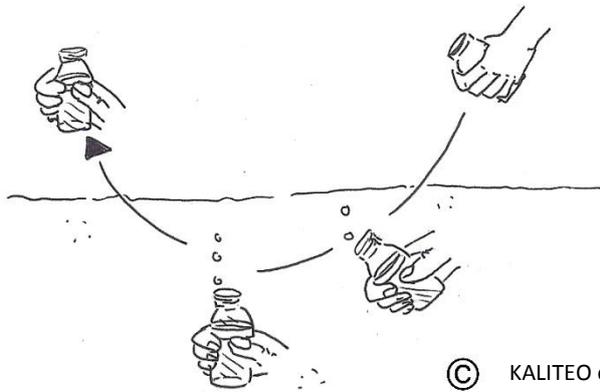
- Si l'agent préleveur avance dans l'eau, il doit faire attention à éviter la remise en suspension des dépôts, attendre la fin des perturbations et prélever en amont de lui, toujours face au courant.
- Si l'on prélève dans le cours d'eau à partir d'un bateau, on prélève toujours face au courant afin d'éviter de prélever dans le remou produit par le moteur. Le préleveur se positionne à l'avant du bateau et prélève ces échantillons.



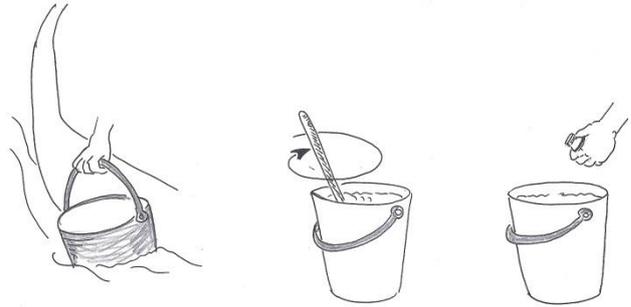
© KALITEO environnement

**Avant chaque prélèvement nettoyer  
3 fois votre cuvette dans l'eau du  
milieu à analyser.**

**Choix 1 : Prélèvement des échantillons directement dans le milieu**



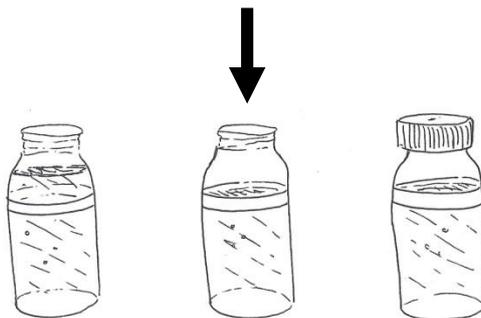
**Choix 2 : Prélèvement des échantillons à l'aide d'un seau**



© KALITEO environnement

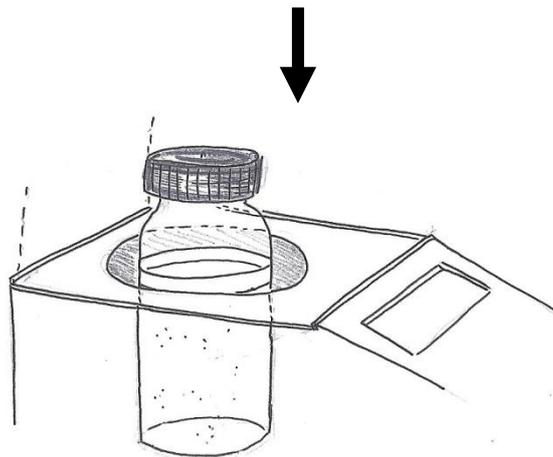
Le prélèvement de l'échantillon doit être effectué à une profondeur d'environ 30 cm sous la surface et à environ 50 cm au-dessus du fond, sinon à mi-profondeur.

Le prélèvement effectué à l'aide d'un seau doit être homogénéisé et éviter une décantation trop rapide des matières en suspension.



© KALITEO environnement

Remplir l'échantillon jusqu'au trait indiqué sur la cuvette.



© KALITEO environnement

Procéder à l'analyse.

## 4.2 Les résultats

### a) *Mémo des valeurs types en Guyane*

L'objet de ce guide n'est pas d'aider à l'interprétation mais d'avoir un œil critique sur le terrain afin de déceler d'éventuelles dérives de l'appareil.

#### **A titre d'exemple :**

- Estuaires – zone de marnage : 10-100 NFU
- Cours d'eau non impacté : 5-15 NFU
- Cours d'eau impacté par orpaillage illégal : 50-150 NTU



### b) *Enregistrement et diffusion des données*

Dans le cadre du réseau des acteurs mesurant la turbidité, un fichier Excel a été établi afin de réunir sous un même format l'ensemble des mesures turbidité. Ce tableau peut être fourni aux différentes structures afin de travailler sur une base commune.

Les données ainsi compilées pourront être envoyées à la DEAL.

# 5 REFERENCES – CONTACTS

## 5.1 Bibliographie

**Agence de l'eau Loire-Bretagne, Novembre 2006.** *Guide du prélèvement d'échantillon en rivière.* P 130.

**Aqualytic, Révision 1 Février 2007.** *Turbidimètre Turbidirect.* Allemagne. P 47.

**Blum A., Guiraud A., Rouzeau O. (2014),** Suivi de la turbidité des eaux de Guyane. Etat des lieux et recommandations. Approche par télédétection. Rapport BRGM/RP-61632-FR.

**Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Révision 4 du 23 Septembre 2009.** *Méthode d'analyse, Détermination de la turbidité dans l'eau : méthode néphélométrique.* P 10.

**Manitoba, Mars 2011.** *La turbidité dans les sources d'approvisionnement en eau au Manitoba.* Canada. P 3.

**Fisher Bioblock Scientific, version 0-1 Mai 2003.** *Manuel d'instruction TN = 100/ T-100 Turbidimètre de terrain.* P 37.

**Ponsel Mesure, version 3.2 Octobre 2010.** *GAMME ODEON Equipement portable de terrain pour la mesure et l'enregistrement des paramètres pour le suivi de la qualité des eaux- Guide de l'utilisateur.* P 61.

**Ponsel Mesure, Juillet 2011.** *ODEON Physicochimie numérique portable- Fiabilité et simplicité extrêmes des mesures de terrain.* P 4.

**Fisher Bioblock Scientific, version 0-1 Mai 2003.** *Instruction Manual TN = 100/ T-100 Portable Turbidimeter.* P 32.

**WTW, Juin 2009.** *Manuel mode d'emploi Turb 430 IR/T – Turbidimètre de poche.* P 70.

**AFNOR, 2000.** *Qualité de l'eau – Détermination de la turbidité.* P 11.

## 5.2 Abréviations

**AFNOR** : Association Française de Normalisation

**ARS** : Agence Régionale de Santé

**BRGM** : Bureau de Recherches Géologiques et Minières

**DEAL** : Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

**FAG** : Forces armées de Guyane

**IRD** : Institut de Recherche pour le Développement

**MES** : Matières en Suspension

**OEG** : Office de l'Eau de la Guyane

**ONF** : Office National des Forêts

**PAG** : Parc Amazonien de Guyane

## 5.3 Lexique

**Eau de surface**: Désigne l'eau qui s'écoule ou qui stagne à la surface de l'écorce terrestre. Désigne également les sources, puits et autres collecteurs directement influencés par l'eau de surface. Également définies d'après la directive 2000/60/CE du 23/10/2000 comme les eaux douces superficielles, les estuaires et les eaux côtières.

**Marnage** : Est le dénivelé entre les niveaux d'une marée haute et d'une marée basse successives. Ce terme est aussi employé pour désigner d'autres variations de niveau d'eau dans les cours et plans d'eau.

**Alluvion** : Dépôts constitués par des matériaux solides transportés et déposés par les eaux courantes (cailloux, graviers, sables, limons).

**Réseau hydrographique** : Ensemble des cours d'eau (fleuves, rivières et canaux) d'une région déterminée qui assurent le drainage superficiel, permanent ou temporaire d'un bassin versant ou d'une région donnée.

**Néphélomètre** : Appareil qui, par utilisation de la diffusion de la lumière par les suspensions, permet d'évaluer la concentration de substances en suspension dans un liquide.

**Biofilm** : Communauté de microbes qui forme généralement une mince couche visqueuse sur une surface naturelle ou artificielle.

**Estuaire** : Portion de l'embouchure d'un fleuve où l'effet de la mer ou de l'océan dans lequel il se jette est perceptible. C'est une zone de mélange entre eaux douces et eaux marines. Par convention, on ne parle pas d'estuaires pour les fleuves qui se jettent dans des mers fermées qui n'ont pas de marée.

**Sédiment** : C'est une matière particulaire solide, minérale et organique, qui se dépose au fond de l'eau, par sédimentation, quand les conditions hydrologiques ne la maintiennent plus en suspension dans la couche d'eau.

## 5.4 Contacts

### Renseignements techniques :

#### **Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) - Direction régionale Guyane**

Domaine de Suzini, Route de Montabo,  
B.P. 552, 97333 Cayenne Cedex 2  
Tél. : 05 94 30 06 24 - Fax : 05 94 31 49 07

### Renseignements résultats turbidité :

#### **Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DEAL)**

Rue du Vieux port, BP 6003  
97300 CAYENNE  
Tel : 05 94 39 80 00  
Fax : 05 94 31 74 20

#### *DEAL Service Milieux Naturel, Biodiversité, Sites et Paysages*

Impasse Buzaré- BP 6003  
97306 CAYENNE CEDEX  
Tel : 05 94 29 66 54

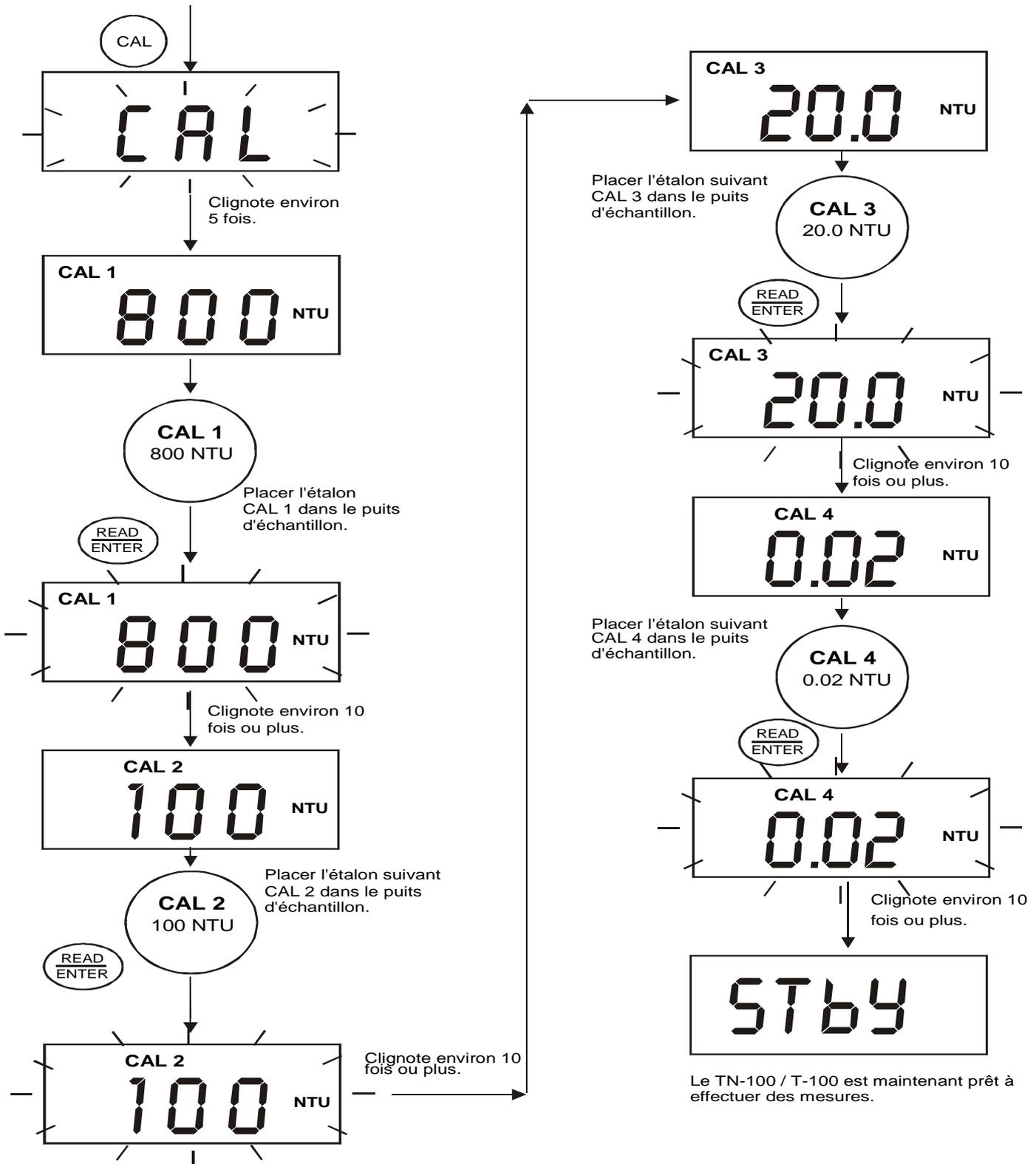
# 6 ANNEXES

## 6.1 Comment calibrer le turbidimètre TN-100/ T-100 ?

1. Placer le turbidimètre TN-100 / T-100 sur une surface plane et horizontale.
2. Sélectionner la fonction d'étalonnage de l'appareil en appuyant une fois sur la touche CAL (étalonnage).  
L'indicateur [CAL] clignote brièvement et l'appareil demande le premier étalon [CAL 1] (800 NTU).
3. Insérer l'étalon CAL 1 (800 NTU) dans le puits d'échantillon standard (CAL 1), en alignant la marque sur la cuvette avec le repère sur l'appareil.
4. Abaisser la cuvette jusqu'à ce qu'elle s'enclenche dans l'appareil.
5. Appuyer sur la touche READ/ENTER (mesure/entrée).
6. L'indicateur [CAL 1 800 NTU] clignote pendant environ 12 secondes. Lorsque l'appareil a terminé l'étalonnage pour ce point, il demande à l'utilisateur d'insérer l'étalon suivant dans le puits d'échantillon [CAL 2 (100 NTU)].
7. Répéter la séquence d'étalonnage pour chaque étalon.
8. Après avoir réussi l'étalonnage de l'étalon CAL 4 (0,02 NTU), l'affichage indique [STbY] (veille).
9. L'appareil est à présent prêt à effectuer la mesure suivante.

### **REMARQUES :**

1. *S'il le désire, l'utilisateur peut quitter le mode d'étalonnage à la fin de chaque étape en appuyant sur la touche CAL. L'appareil accepte uniquement les valeurs ayant été étalonnées avant d'avoir quitté le mode.*
2. *L'utilisateur peut passer un point d'étalonnage en appuyant sur les touches ▲ ou ▼ et passer ainsi au point d'étalonnage suivant.*
3. *Après avoir réussi l'étalonnage d'un point, l'appareil sélectionne automatiquement le point d'étalonnage suivant. Il quitte automatiquement le mode d'étalonnage après le quatrième point.*
4. *En cas d'erreur pendant l'étalonnage, l'écran affiche un message d'erreur. L'appareil annule l'étalonnage et repasse en mode de mesure sans enregistrer la dernière valeur d'étalonnage.*



## 6.2 Comment calibrer le turbidimètre ODEON ?

L'étalonnage peut être effectué sur 1 capteur UNIQUE ou sur plusieurs capteurs (MULTIPLE) en même temps.

L'étalonnage de ces capteurs est réalisé en 2 étapes : offset et pente. Ces paramètres pouvant être étalonné selon la gamme de travail, une étape intermédiaire proposera le choix de la gamme.

Valider le départ du processus d'étalonnage en validant avec OK.

### CHOIX DE LA GAMME DE TRAVAIL

#### Cas de la Turbidité

Avant de rentrer dans les menus d'étalonnage, l'opérateur doit choisir la gamme dans laquelle il veut étalonner son capteur.

Positionner le curseur si la gamme choisie, à l'aide des flèches haut/bas, et valider avec OK

### ETALONNAGE TURBIDITE : ETAPE 1

La première partie de l'étalonnage consiste à régler l'offset en utilisant une solution d'eau claire.

La valeur de ce premier étalon est fixé à 0 NTU.

La seconde ligne présente la mesure effectuée par le capteur [Mesure].

Lorsque la mesure se stabilise, le message «Patientez, mes. non stable» devient «mesure stable Valider avec OK».

Valider cette première étape avec la touche OK.

Le message «succes ecriture etalon» apparaît alors.

### ETALONNAGE CONDUCTIVITE : ETAPE 1

Placer le capteur à l'air afin d'effectuer la première étape de l'étalonnage.

La valeur de ce premier étalon est fixé à 0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

La seconde ligne présente la mesure effectuée par le capteur [Mesure].

Lorsque la mesure se stabilise, le message «Patientez, mes. non stable» devient «mesure stable Valider avec OK».

Valider cette première étape avec la touche OK.

Le message «succes ecriture etalon» apparaît alors.

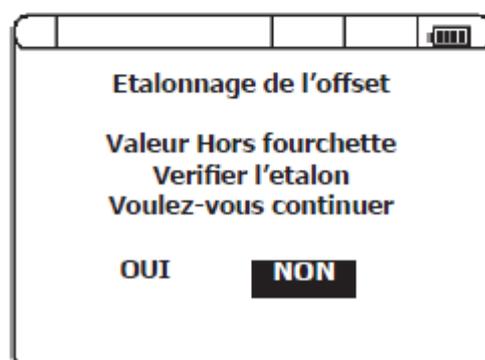
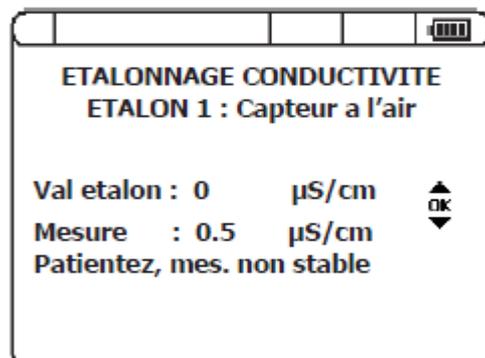
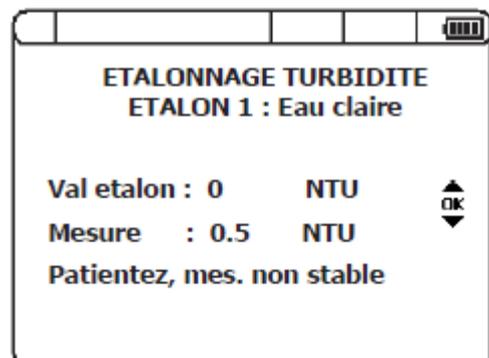
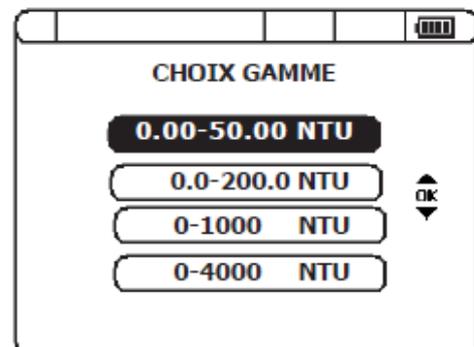
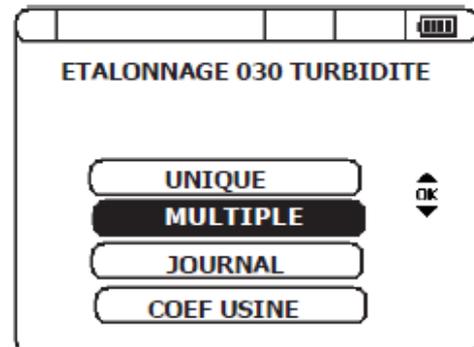
Si la première étape s'est déroulée normalement, l'ODEON passe à la seconde étape d'étalonnage.

Si l'étalonnage n'a pas réussi, un message annonçant que l'étalonnage a échoué apparaît.

Si l'opérateur souhaite abandonner l'étalonnage, placer le curseur sur NON, à l'aide des touches droite/gauche, et valider votre choix par OK.

L'ODEON revient à l'écran du TYPE D'ETALONNAGE.

Si l'opérateur souhaite continuer le processus d'étalonnage, placer le curseur sur OUI et valider avec OK.



**ETALONNAGE TURBIDITE : ETAPE 2**

La seconde partie de l'étalonnage consiste à régler la pente du capteur avec une solution de Formazine préparée à partir d'une solution mère à 4000 NTU.

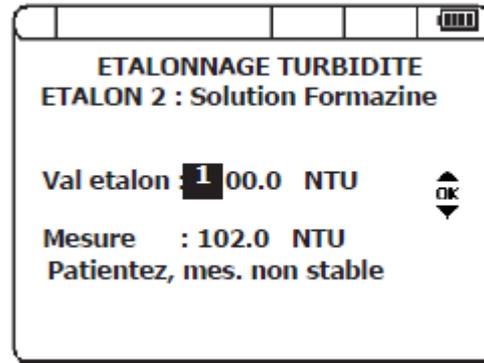
Le second étalon [Val etalon] est défini par défaut à une valeur égale à la moitié de la gamme de travail choisie. Cette valeur peut être modifiée à l'aide des flèches droite/gauche pour se déplacer sur les chiffres et des touches haut/bas pour incrémenter la valeur.

La seconde ligne présente la mesure effectuée par le capteur [Mesure].

Lorsque la mesure se stabilise, le message «Patientez, mes. non stable» devient «mesure stable Valider avec OK».

Valider cette seconde étape avec la touche OK.

Le message «succes ecriture etalon» apparaît alors.



Gamme	Valeur étalon 2
0.00-50.00 NTU	25.00 NTU
0.0-200.0 NTU	100.0 NTU
0 - 1000 NTU	500 NTU
0 - 4000 NTU	2000 NTU

**Etalonnage Turbidité**

Le capteur NTU est un capteur optique qui ne nécessite que peu d'étalonnage. Sur un capteur propre, vérifier de temps en temps la valeur 0 NTU en plongeant le capteur dans de l'eau distillée dépourvue de bulles. Si le point 0 est décalé, procéder à l'étalonnage complet du capteur (sur 1 ou 4 gammes). Pour cette procédure une solution de formazine, de concentration égale à la moitié de la gamme de mesure, sera nécessaire. Cette solution sera préparée à partir d'une solution mère à 4000 NTU.

Pour la préparation des solutions, prendre une fiole jaugée de 200 mL. Introduire le volume de Formazine nécessaire (cf. tableau ci-dessous) et compléter à 200 mL avec de l'eau distillée.

Les solutions de formazine de concentrations inférieures à 1000 NTU se dégradent assez rapidement, ne pas garder de solution pendant plusieurs jours.

La solution à 2000 NTU peut être conservée 2 à 3 semaines dans un flacon ne laissant pas passer la lumière placé au réfrigérateur.

Pour une meilleure précision, effectuer les opérations d'étalonnage en flacon opaque.

Gammes de mesure NTU	Concentration solution étalon de formazine NTU	Volume de formazine (mL)
0,00-50,00	25,00	1,25
0,0-200,0	100,0	5
0-1000	500,0	25
0-4000	2000	100

## 6.3 Comment calibrer le turbidimètre 430 IR ?

### Exécution de la calibration

- 1 Appuyer sur la touche **<CAL/ZERO>**.  
La calibration guidée par menu commence.  
Suivre les indications affichées au visuel.

*Turbid. calibration*

- i Insérer étalon  
1000 FNU/NTU
- i Tenir **<MARCHE>** enf.
- i Aligner échantillon

- 2 Insérer dans le porte-tube le tube contenant l'étalon de calibration indiqué (dans notre exemple: 1000 FNU/NTU) (voir paragraphe 4.2).

- 3 Orienter le tube:
  - Tube marqué:
    - Faire coïncider le repère du couvercle du tube avec le repère du porte-tube.
    - Appuyer sur la touche **<START/ENTER>** et la maintenir enfoncée jusqu'à ce que la valeur de mesure s'affiche.
  - tube non marqué (voir page 33)
    - Appuyer sur la touche **<START/ENTER>** et la maintenir enfoncée.
    - Faire faire lentement un tour complet au tube (360 °), par petits pas.
    - Après chaque pas, attendre un peu jusqu'à ce que la valeur de mesure affichée soit stable.
    - Ramener le tube dans la position correspondant à la valeur de mesure la plus basse.

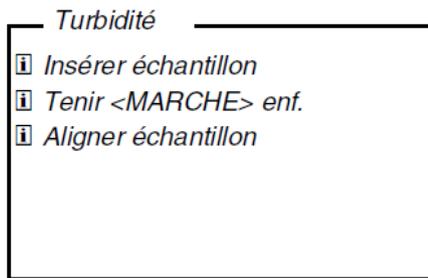
*Turbid. calibration*

- i Turb. = 1000 FNU/NTU
- i Lancer calibration en relâchant **<MARCHE>**

- 4 Relâcher la touche **<START/ENTER>**.  
La mesure de l'étalon de calibration commence.

- |   |   |
|---|---|
| 5 | <p>Répéter les pas 4 - 6 avec les étalons de calibration 10,0 FNU/NTU et 0,02 NTU/FNU.</p> <p>Après la mesure de l'étalon de calibration 0,02 FNU/NTU, le résultat de la procédure de calibration est affiché.</p> <p>La calibration est achevée.</p> |
| 6 | <p>Avec &lt;<b>START/ENTER</b>&gt;, valider le résultat de la procédure de calibration.</p> <p>Le protocole de calibration s'affiche.</p>   |

- |   |   |
|---|---|
| 7 | <p>Avec &lt;<b>START/ENTER</b>&gt;, valider le protocole de calibration.</p> <p>Le visuel affiche des instructions pour la première mesure.</p> |
|---|---|



**Remarque**

Si  *Erreur calibration!* s'est affiché comme résultat de la procédure de calibration, le visuel affiche un message prescrivant une nouvelle procédure de calibration avant d'effectuer la mesure.

S'il n'est pas possible d'effectuer une calibration valable, l'appareil propose également de poursuivre les mesures avec les dernières données de calibration valables.

## 6.4 Comment calibrer le turbidimètre HANNA HI 98713 ?

### PROCEDURE D'ETALONNAGE

HI 98713 possède une procédure d'étalonnage qui compense le vieillissement de la LED. L'étalonnage peut être réalisé à l'aide des solutions étalons fournies avec l'appareil ou avec d'autres solutions standards préparées par l'utilisateur.

HI 98713 est livré avec 4 solutions étalons standard AMCO : <math>0.1\text{ FNU}</math>, 15 FNU, 100 FNU et 750 FNU. Les solutions standards HANNA sont spécialement étudiées pour cet instrument. Elles possèdent une durée de vie limitée et ne doivent pas être utilisées au delà de la date de péremption. Alternativement, des solutions formazine peuvent être utilisées. Il est recommandé de préparer les solutions formazine avec des valeurs aussi voisines que possible des valeurs par défaut reconnues par l'instrument. Le 1er point d'étalonnage peut être proche de 0 FNU. Le second point peut être choisi entre 10 et 20 FNU, le 3ème point entre 50 et 150 FNU et le 4ème point entre 600 et 900 FNU.

### ETALONNAGE

Pour des résultats corrects, les techniques de mesure doivent également être appliquées pour la procédure d'étalonnage. Si des solutions standards formazine sont utilisées, mélangez délicatement la solution pendant environ 1 mn puis laissez décanter 1 mn supplémentaire avant de procéder à l'étalonnage qui pourra être réalisé en 1, 2 ou 3 points. Il est possible d'interrompre une procédure d'étalonnage à tout moment en appuyant sur CAL ou ON/OFF.

#### PREPARATION DE FORMAZINE :

Pour préparer une solution mère de formazine 4000 FNU, suivez la procédure ci-dessous :

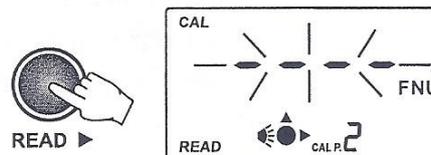
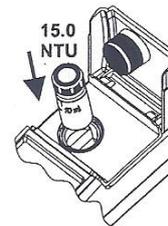
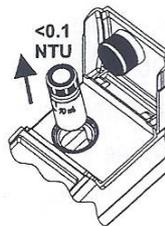
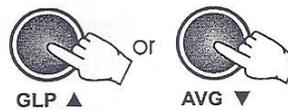
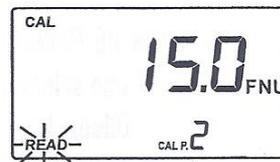
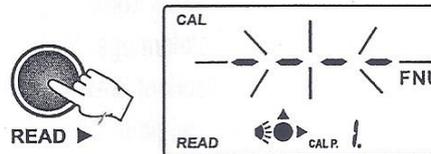
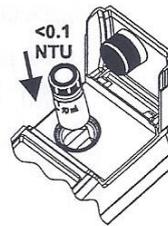
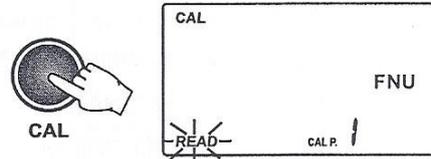
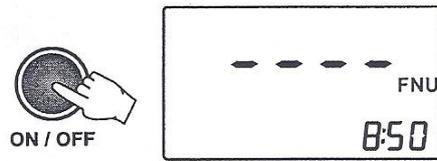
**Solution 1 :** Diluez 1 gr de sulfate d'hydrazine  $(\text{NH}_2)_2\text{H}_2\text{SO}_4$  dans de l'eau déminéralisée et désionisée et diluez dans 100 ml dans un récipient gradué. Manipulez le sulfate d'hydrazine avec précaution. Ne pas inhaler, ingurgiter ou mettre en contact avec la peau. La solution d'hydrazine peut également contenir quelques traces d'hydrazine.

**Solution II** Dissoudre 10 gr d'hexamethylenetetramine  $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$  dans de l'eau distillée et désionisée et diluez dans 100 ml dans un récipient gradué.

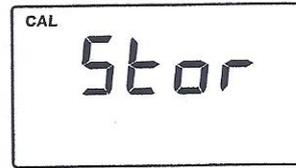
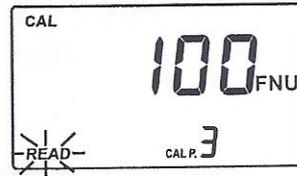
**Solution mère :** Mélangez 10 ml de la solution 1 et 10 ml de la solution 2 dans un récipient. Laissez la solution mère pendant 48 heures à une température de  $25\text{ }^\circ\text{C}$  ( $\pm 3\text{ }^\circ\text{C}$ ). De cela résultera une solution de formazine en suspension à 4000 FNU. Il est très important pour la formation du polymère formazine de maintenir la même température. La solution mère (4000 FNU) peut être stockée jusqu'à 1 an dans des conditions saines. Stockez la solution de formazine dans une boîte anti-UV. Pour obtenir une bonne qualité de formazine, utilisez toujours des réactifs purs et une eau très pure. Pour préparer la solution standard, diluez la solution mère avec la même eau très pure que vous avez utilisé lors de la confection de la solution mère. La solution de formazine diluée n'est pas stable. Elle doit être utilisée immédiatement après sa préparation et détruite immédiatement après.

### ETALONNAGE EN DEUX POINTS

- Allumez l'instrument par la touche ON/OFF. Lorsque l'afficheur indique des tirets, il est prêt pour l'étalonnage.
- Entrez en mode étalonnage par appui sur CAL. L'instrument affiche un message "CAL P.1" sans valeur. Le 1er point d'étalonnage est utilisé pour vérifier le système optique.
- Placez la cuvette contenant la solution inférieure à  $<0.1$  FNU dans le logement en respectant l'ergot d'alignement.
- Fermez le capot de protection et appuyez sur READ ►. L'instrument indique des tirets clignotants ainsi que les icônes cuvette, détecteur et lampe. Pour ne pas effectuer cet étalonnage, appuyez sur LOG/CFM.
- Le 2ème point d'étalonnage (15.0 FNU) est affiché sur la partie principale, tandis que le message, "CAL P.2" est affiché dans la partie secondaire.
- Si une solution de formazine est utilisée, affichez la valeur de la solution tampon à l'aide des touches UP et DOWN
- Placez la 2ème solution 15.0 FNU (ou la solution préparée) dans le logement en respectant l'ergot d'alignement.
- Fermez le capot de protection et appuyez sur READ ►. L'instrument indique des tirets clignotants ainsi que les icônes, cuvette, détecteur et lampe.



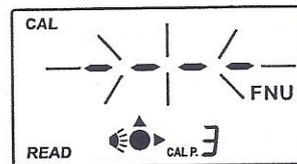
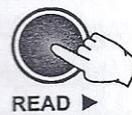
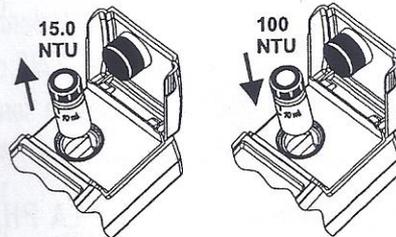
- A la fin de la procédure de mesure, le 3ème point d'étalonnage (100 FNU) est affiché dans la partie primaire et l'information "CAL P.3" dans la partie secondaire "READ".
- A ce moment, il est possible de quitter le mode étalonnage en appuyant sur CAL. L'instrument met en mémoire les deux points d'étalonnage réalisés et retournera en mode mesure normal.



### ETALONNAGE EN 3 POINTS :

Pour réaliser un étalonnage en 3 points, procédez comme suit :

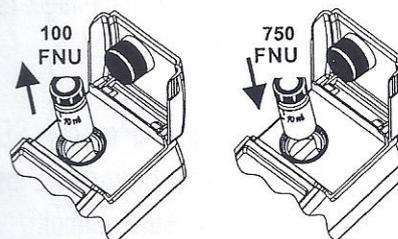
- Ôtez la cuvette correspondant à la 2ème solution étalon
- Placez dans l'instrument une cuvette contenant la solution 100 FNU ou la solution de formazine préparée. Veillez à respecter l'ergot d'alignement.
- Fermez le capot de protection et appuyez sur READ ►. L'instrument indique des tirets clignotants ainsi que les icônes cuvette, détecteur et lampe.
- A la fin de la procédure de mesure, le 4ème point d'étalonnage (750 FNU) est affiché en même temps que l'information CAL P.4".
- A ce moment, il est possible de quitter le mode étalonnage en appuyant sur CAL. L'instrument mettra en mémoire les 3 points d'étalonnage et retournera en mode normal de mesure.



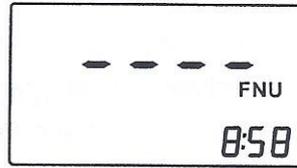
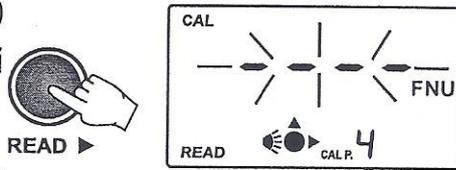
### ETALONNAGE EN 4 POINTS

Pour réaliser un étalonnage en 4 points, continuez de la manière suivante :

- Ôtez le standard correspond au 3ème point.
- Placez dans le logement la cuvette contenant la solution 750 FNU (ou la solution préparée) en respectant l'ergot d'alignement.

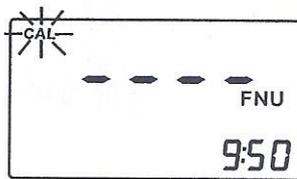


- Fermez le capot de protection et appuyez sur READ  
 ►. L'instrument indiquera des tirets clignotants ainsi que les icônes cuvette, détecteur et lampe.
- A la fin de la procédure de mesure, le 4ème point d'étalonnage est réalisé et l'instrument retourne automatiquement en mode de mesure.



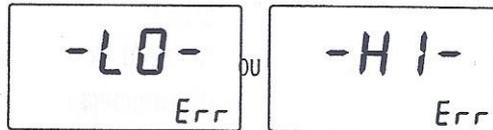
### FONCTIONNEMENT HORS GAMME ETALONNAGE

L'instrument possède une fonction qui permet d'indiquer à l'utilisateur que des mesures en dehors de la gamme d'étalonnage sont réalisées. La gamme pour laquelle l'instrument indiquera des mesures correctes jusqu'à 40 FNU pour un étalonnage en deux points et jusqu'à 150 % du 3ème point d'étalonnage pour un étalonnage en 3 points. Une icône "CAL" clignotante sera affichée chaque fois qu'une mesure sera réalisée au delà de la gamme d'étalonnage.



### ERREURS PENDANT LA PHASE D'ETALONNAGE

- Si pendant la phase d'étalonnage, la valeur mesurée est trop éloignée de la valeur attendue, l'instrument indiquera un message "-LO-" ou "-HI-".
- Si le coefficient d'étalonnage calculé est en-dehors d'une certaine gamme, un message "CAL Err" sera affiché.



### EFFACEMENT DES DONNEES D'ETALONNAGE

HI 98713 est étalonné en usine. Il est possible de rappeler à tout moment les données d'étalonnage usine en effaçant les données d'étalonnage réalisées par l'utilisateur.

Pour ceci :

- Appuyez sur la touche GLP. La date du dernier étalonnage sera affichée.
- Appuyez sur la touche READ pour lire les informations concernant cet étalonnage. Le dernier message affiché sera un message DEL ▲.
- Appuyez sur la touche SETUP/DEL pour effacer l'étalonnage courant. L'instrument retournera en mode de mesure normal.

