

Détermination des relations turbidité – MES pour les stations du réseau SYVEL

Sommaire

1.	Contexte	3
1.1	Localisation du réseau	3
1.2	Utilisation des données	4
1.3	Les paramètres	4
2.	Objectif de la prestation	4
3.	Déroulement de la prestation	5
3.1	Prestations en laboratoire	5
3.2	Prestations <i>in situ</i>	7
3.2.1	Présentation	8
3.2.2	Informations complémentaires	8
3.2.3	Déroulement	9
3.2.4	Spécificités	10
4.	Restitution des résultats	12

Liste des annexes au CCTP

Annexe 1 : Fonctionnement des installations

Annexe 2 : Protocole de calibration des capteurs

Annexe 3 : Coordonnées des gestionnaires de sites

Annexe 4 : Fiche à remplir pour les vérifications et les calibrations de capteurs

Annexe 5 : Exemple de couverture pour les documents à restituer en fin d'étude

1. CONTEXTE

Les deux siècles d'aménagement de l'estuaire de la Loire pour faciliter la navigation au-delà de Nantes ont profondément modifié la géométrie du fleuve. La morphologie actuelle favorise le stockage des sédiments qui s'accumulent au sein du bouchon vaseux, sur le fond et les berges de l'estuaire.

La position et la masse du bouchon vaseux varient selon le débit de la Loire et les coefficients de marée. Lors des étiages marqués, le bouchon vaseux se densifie et s'étale sur plusieurs dizaines de kilomètres. Dans ces conditions, les périodes à forte turbidité sont souvent accompagnées par des déficits en oxygène dissous allant jusqu'à l'anoxie, d'autant plus quand la température et l'ensoleillement sont forts.

Afin de suivre ces phénomènes, le GIP Loire Estuaire s'est équipé fin 2006 - mise en service en 2007 - d'un réseau de mesures en continu nommé SYstème de Veille dans l'Estuaire de la Loire (SYVEL).

Quatre paramètres physico-chimiques sont enregistrés toutes les 10 minutes : la conductivité, la concentration en oxygène dissous, la température et la turbidité.

1.1 Localisation du réseau

Le réseau SYVEL compte six stations (5 stations propriété du GIPLE et 1 station propriété d'EDF), devant fonctionner en synergie de manière à fournir des données exploitables pour répondre aux besoins des utilisateurs.

L'évolution du réseau est engagée en 2018 et se poursuivra jusqu'en 2020. Dans sa configuration actuelle (septembre 2018), il est composé de :

- deux stations estuariennes de type MAREL basées sur les installations portuaires de Donges, et sur le quai du Navibus à Trentemoult ;
- une sonde multiparamètres SMATCH fixée sur une pile du pont de Bellevue ;
- deux sondes multiparamètres SAMBAT fixées sur un chaland au niveau des installations portuaires de Paimboeuf et sur le ponton du bac au Pellerin ;
- une station industrielle d'EDF à Cordemais.

La station MAREL de Trentemoult sera remplacée par une sonde multiparamètres SAMBAT en 2019. La station de Donges sera également remplacée par une (ou 2) sonde multiparamètres SAMBAT en 2020.

Le GIP LE possède également deux sondes SAMBAT de remplacement. Une sonde sera dédiée aux sites de Donges et Paimboeuf. L'autre sonde sera dédiée aux sites de Trentemoult et Le Pellerin.

Une station de gestion, dans les locaux du GIP Loire Estuaire, permet l'administration des données, leur validation et leur diffusion.

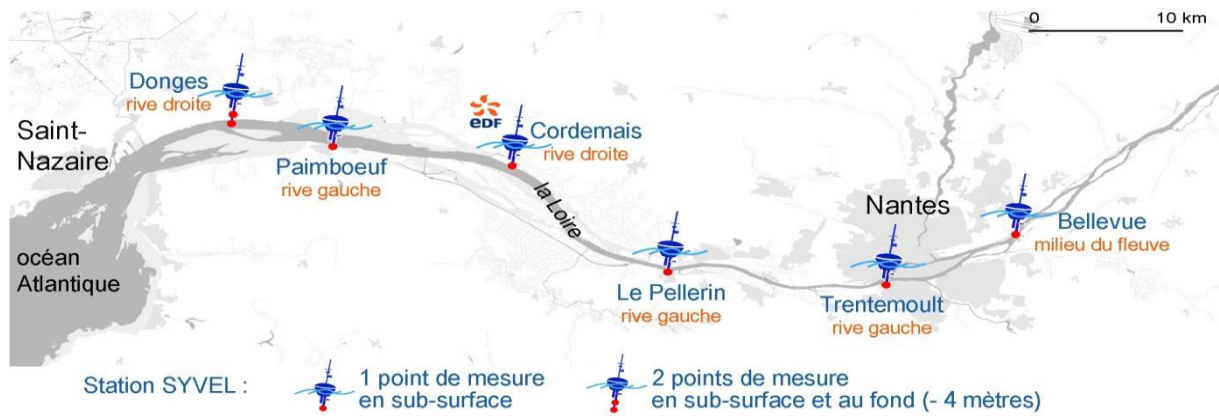


Figure 1 : Localisation des stations du réseau SYVEL

1.2 Utilisation des données

Un contrôle, avec plusieurs niveaux de qualité disponibles, est exercé sur chaque donnée. Après validation, les données sont mobilisées par les gestionnaires (Syndicats de marais, Port, pêcheurs...), pour des programmes de recherche, pour configurer des aménagements...

1.3 Les paramètres

Le suivi en continu et à haute fréquence se fait par la mesure d'un certain nombre de paramètres physiques et chimiques.

Les paramètres mesurés sont :

- La température, donnée de référence pour toute analyse
- La conductivité pour le calcul de la salinité
- La concentration en oxygène dissous (et la saturation)
- Les matières en suspension, calculées à partir de la mesure de la turbidité NTU

Afin de déterminer la concentration en matières en suspension (MES) à partir de la turbidité, il est nécessaire d'établir une loi liant ces deux paramètres, à partir de mesures *in situ* ou laboratoire.

2. OBJECTIF DE LA PRESTATION

L'objectif de cette prestation est d'obtenir une relation entre la turbidité (en NTU) et la concentration en matières en suspension (en g/l), pour les stations de Le Pellerin (station remplacée en 2018), Paimboeuf (station remplacée en 2018), Trentemoult (station remplacée en 2019), et Donges surface (station remplacée en 2020) ainsi que pour les deux sondes de remplacement (cf point 1.1), et pour une large gamme de concentrations.

Il s'agit d'établir, une loi pour chaque station. Les conditions locales et le type de capteur induisent des « contextes » différents d'un site à l'autre.

Pour les stations de Bellevue et Donges fond, la détermination des lois turbidité-MES est en option. Une des deux stations, ou les deux pourront être réalisées.

Le turbidimètre des sondes multi-paramètres SAMBAT est une sonde Turner designs CYCLOPS-7 couvrant la gamme 0 à 3500 NTU.

Le turbidimètre de la sonde multi-paramètres SMATCH de Bellevue est un Seapoint STM couvrant la gamme 0 à 2000 NTU.

Les turbidités mesurées depuis la mise en service des stations sont :

Station	Turbidité (NTU)	
	Min	Max
Bellevue	0	1000
Trentemoult	0	9500
Le Pellerin	0	9999
Paimboeuf	0	9999
Donges surface	0	9999
Donges fond	0	9999

Il est probable que les concentrations en MES à Trentemoult dépassent les valeurs mesurées jusqu'à présent. Le GIP Loire Estuaire souhaite donc établir une loi sur la plage de 0 à 9999 NTU pour les stations de Donges à Trentemoult et de 0 à 1000 NTU pour la station de Bellevue.

3. DEROULEMENT DE LA PRESTATION

La relation entre la turbidité et les MES sera réalisée, pour chaque capteur, entre 2019 et 2020 (selon le calendrier de remplacement de stations précisé au point 1.1).

La première prestation consiste à prélever des échantillons de sédiments *in situ* et à réaliser en laboratoire les mélanges nécessaires pour établir une première proposition de loi de correspondance turbidité-MES.

Une deuxième prestation sera réalisée *in situ*, au sein du bouchon vaseux et donnera lieu à une nouvelle loi de correspondance turbidité-MES.

3.1 Prestations en laboratoire

Cette première série de prestations consiste à réaliser une loi turbidité-MES pour les différents capteurs, et permet de couvrir de façon certaine la totalité de la gamme souhaitée.

Etape 1 : Des sédiments et de l'eau de Loire seront prélevés à proximité de la station de mesure.

Le prestataire devra s'assurer d'avoir prélevé suffisamment de sédiments pour effectuer la totalité des essais nécessaires. Ces prélèvements seront déclenchés par le GIP Loire Estuaire pour les sondes de Paimboeuf, Le Pellerin et Bellevue (si option levée). Pour les stations de Trentemoult et de Donges, les prélèvements auront lieu une fois le capteur mis en place, en 2019 pour Trentemoult et 2020 pour Donges (même échantillon pour surface et fond).

Station	Date
Bellevue	Optionnel en 2019
Le Pellerin	Janvier 2019
Paimboeuf	Janvier 2019
Trentemoult	2 ^{ème} trimestre 2019
Donges surface	2020
Donges fond	Optionnel en 2020

Etape 2: Le GIP Loire Estuaire dispose d'un capteur pour chaque station. Deux sondes de remplacement sont utilisées et couplées à deux stations : Trentemoult/Le Pellerin et

Paimboeuf/Donges. Le changement de capteur en place est réalisé environ tous les trois mois. Le prestataire utilisera pour cette étude les capteurs juste après leur démontage et leur calibration.

Comme il apparaît dans l'annexe 1, les différents capteurs sont intégrés à la sonde multi-paramètres.

Le prestataire récupérera donc l'ensemble des capteurs (température, conductivité, oxygène dissous et turbidité) et réalisera les vérifications de dérive et calibrations pour chaque capteur, suivant le protocole décrit dans l'annexe 2. Toutes les sondes (celles en place sur les différentes stations et les sondes de remplacement) devront être vérifiées et calibrées.

La vérification des dérives de l'ensemble des capteurs en début de prestation fera l'objet d'un rapport d'essai qui comprendra a minima les fiches de l'annexe 3 remplies et le rappel du protocole suivi.

Le prestataire devra s'organiser pour récupérer en début d'étude et rapporter en fin d'étude les capteurs au prestataire en charge de la maintenance du réseau. Un calendrier sera établi afin de coordonner le démontage des capteurs avec les opérations trimestrielles de maintenance. Les capteurs devront être renvoyés au prestataire de maintenance avant la maintenance trimestrielle suivante.

Le prestataire disposera de dix jours calendaires après réception d'un ordre de service pour organiser l'acheminement des capteurs et réaliser la vérification des dérives/calibrations de l'ensemble des sondes.

Etape 3 : A partir des sédiments et de l'eau de Loire prélevés lors de la première étape, des dosages précis seront réalisés pour créer des solutions de concentration connue. Pour chacune de ces solutions, dix mesures de turbidité seront réalisées. La valeur médiane sera retenue.

Les mélanges devront suivre les paliers suivants, jusqu'à atteindre la saturation du turbidimètre :

- 1^{er} palier : à 0,01 g/l
- 2nd palier : à 0,05 g/l
- 3^{ème} palier : à 0,1 g/l
- 5 paliers de 0,2 g/l : de 0,2 à 1 g/l
- 8 paliers de 0,5 g/l : de 1,5 à 5 g/l
- Paliers de 1 g/l : au-delà de 5 g/l jusqu'à saturation du turbidimètre

Avant toute mesure, l'homogénéité de la solution doit être obtenue.

Une fois le seuil maximal des sondes atteint, trois solutions plus concentrées (+0,5 g/l à chaque fois) seront testées, afin de vérifier si les turbidimètres restent à saturation ou si une nouvelle loi de correspondance turbidité – MES apparaît pour les concentrations les plus fortes.

A l'issue de cette prestation, une loi de correspondance entre la turbidité et la concentration en MES sera proposée pour chaque turbidimètre.

Cette étape devra être réalisée dans un délai de 10 jours calendaires à compter de la fin de l'étape 2.

Etape 4 : Le prestataire dispose de 10 jours calendaires après la fin de l'étape 3 pour remettre au GIP Loire Estuaire un rapport validé récapitulatif : la campagne de prélèvement, la calibration des turbidimètres, les mesures réalisées en laboratoire et la courbe de relation entre la turbidité et la concentration en MES déduite pour chaque turbidimètre.

Etape 5 :

En fin de prestation, une nouvelle calibration des capteurs sera effectuée, avant leur réintégration dans les stations.

La prestation se déroulera comme suit, en respectant les délais précisés :

N°	Etape	Délais
1	Prélèvements de sédiments et d'eau de Loire	2 semaines après la notification du marché
2	Acheminement des capteurs et vérification de la dérive de l'ensemble des capteurs. Rédaction d'un rapport d'essai	Sur ordre, 10 jours calendaires
3	Calibration des turbidimètres et mesures. Etablissement de la loi de correspondance turbidité – MES	10 jours calendaires, à compter de la fin de l'étape 2
4	Remise du rapport	10 jours calendaires, à compter de la fin de l'étape 3
5	Calibration de l'ensemble des capteurs et retour des sondes. Rédaction d'un rapport d'essai.	Sur ordre, 10 jours calendaires

Les échantillons de sédiments devront être conservés jusqu'à la validation du rapport par le GIP Loire Estuaire.

Synthèse des prestations en laboratoire

Prestation	Station	Analyse	Date	Statut
1	Le Pellerin	Laboratoire	1 ^{er} trimestre 2019	Obligatoire
2	Paimboeuf	Laboratoire	1 ^{er} trimestre 2019	Obligatoire
3	« remplacement » Trentemoult/Le Pellerin	Laboratoire	1 ^{er} trimestre 2019	Obligatoire
4	« remplacement » Paimboeuf/Donges	Laboratoire	1 ^{er} trimestre 2019	Obligatoire
5	Trentemoult	Laboratoire	2 ^{ème} trimestre 2019	Obligatoire
6	Donges	Laboratoire	2020	Obligatoire
7	Donges fond	Laboratoire	2020	Optionnel
8	Bellevue	Laboratoire	1 ^{er} trimestre 2019	Optionnel

3.2 Prestations *in situ*

Le marché comprend également dix autres prestations dont 3 optionnelles. Chacune de ces prestations concerne une station et sera entièrement réalisée *in situ*, au sein du bouchon vaseux et donnera lieu à une nouvelle loi de correspondance turbidité-MES pour la station. Les lois pour les deux sondes de remplacement seront également vérifiées.

3.2.1 Présentation

La méthode permettant d'avoir la meilleure représentation des sédiments de la Loire consiste à réaliser des prélèvements *in situ*, au plus proche des capteurs et au moment des enregistrements des sondes de turbidité, puis de comparer les concentrations obtenues aux mesures de turbidité.

Cette approche permet de bien suivre les sédiments dans leur milieu, mais est sujette à la dispersion des mesures à cause des bouffées turbides, d'où la nécessité de doubler les prélèvements.

Chacune des prestations correspond à une campagne au droit d'une station.

Synthèse des prestations *in situ*

Prestation	Station	Analyse	Date	Statut
1	Le Pellerin	<i>In situ</i>	2019	Obligatoire
2	Paimboeuf (étiage)	<i>In situ</i>	2019	Obligatoire
3	Paimboeuf (hautes eaux)	<i>In situ</i>	2019	Obligatoire
4	« remplacement » Trentemoult/Le Pellerin	<i>In situ</i>	2019	Obligatoire
5	« remplacement » Paimboeuf/Donges	<i>In situ</i>	2019	Obligatoire
6	Trentemoult	<i>In situ</i>	2019	Obligatoire
7	Donges (étiage)	<i>In situ</i>	2020	Obligatoire
8	Donges (hautes eaux)	<i>In situ</i>	2020	Optionnel
9	Donges fond	<i>In situ</i>	2020	Optionnel
10	Bellevue	<i>In situ</i>	2019	Optionnel

Pour chacune de ces prestations, la campagne sera exécutée en présence du bouchon vaseux, pendant un demi-cycle de marée. La campagne débutera environ une heure avant la pleine mer locale en fonction du cycle de la station et se terminera après l'étale de basse mer.

3.2.2 Informations complémentaires

L'attention du prestataire est attirée sur le fait que la marée n'est pas symétrique dans l'estuaire (le jusant est plus long que le flot) et que l'onde de marée se déplace avec l'amont, nécessitant de considérer pour chaque site, une basse mer locale.

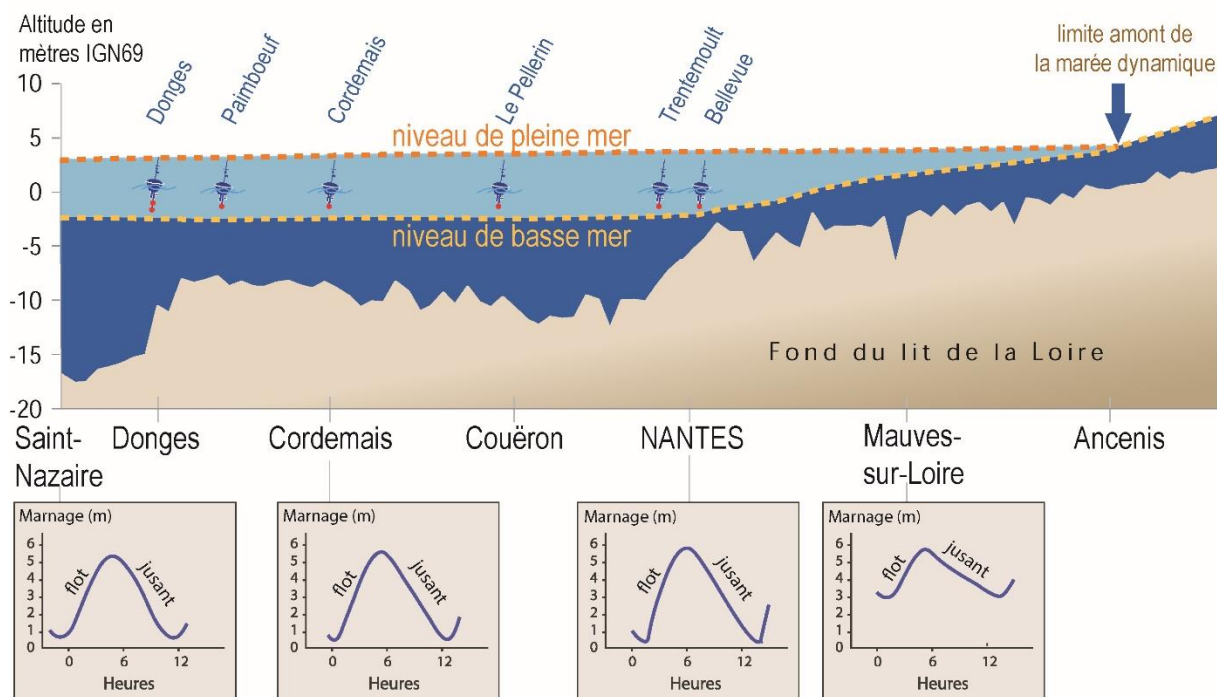


Figure 1 : Représentation des niveaux d'eau dans l'estuaire de la Loire, en conditions de vives eaux et étiage

La position du bouchon vaseux est fortement conditionnée par le débit de la Loire et les coefficients de marée. Les campagnes de mesure du bouchon vaseux de tous les sites ne seront donc pas concomitantes.

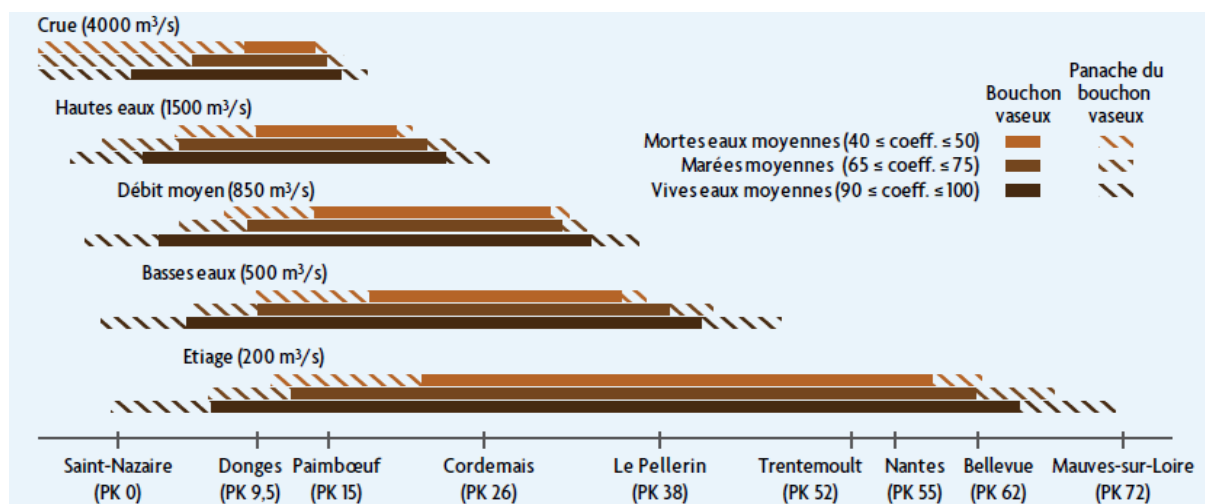


Figure 3 : Localisation du bouchon vaseux en conditions hydrologiques

3.2.3 Déroulement

Lors des prélèvements, il faudra se situer au milieu du bouchon vaseux, et pas seulement en queue de panache où les concentrations en MES sont moins importantes.

Les prélèvements se feront un mètre sous la surface, au plus proche du capteur.

Chaque mesure correspondra à l'instant d'un enregistrement de la station SYVEL associée. Le GIP Loire Estuaire fournira les heures au moment de l'intervention. Un échantillon de 50 cl sera prélevé toutes les 30 minutes.

Les campagnes de prélèvement sont soumises à des conditions hydrologiques particulières (débit, coefficient de marée, position du bouchon vaseux). Le déclenchement de chaque prestation sera donné sur ordre de service avec un préavis de 5 jours.

Les échantillons prélevés seront ensuite analysés en laboratoire, afin de connaître leur concentration. A partir de ces mesures et des données enregistrées par la station, une nouvelle loi de relation entre la turbidité et la concentration en MES sera établie.

Chacune des 10 prestations se déroulera comme suit, en respectant les délais précisés :

N°	Etape	Délais
1	Préparation de la campagne de prélèvement d'échantillons <i>in situ</i>	Sur ordre, 5 jours calendaires
2	Campagne de prélèvement d'échantillons au droit de la station SYVEL	1 jour calendaire
3	Détermination de la concentration des échantillons et établissement de la loi de correspondance	10 jours calendaires à compter de fin de l'étape 2
4	Remise du rapport	10 jours calendaires à compter de fin de l'étape 3

3.2.4 Spécificités

Station de Bellevue (optionnelle)

La sonde de Bellevue est installée sur une pile du pont de Bellevue. Toute intervention sur ce site nécessite l'utilisation d'un moyen nautique. La proposition devra impérativement en tenir compte (chiffage en conséquence).

La campagne aura lieu pour un débit à Montjean-sur-Loire inférieur à 200 m³/s et un coefficient de marée supérieur à 90.

Station de Trentemoult

La station de Trentemoult est installée sur le ponton du Navibus, propriété de Nantes Métropole et en gestion auprès de la TAN. Le prestataire préviendra le gestionnaire du site de l'opération prévue et conviendra avec lui des formalités nécessaires. La proposition devra tenir compte des conditions d'accès (le prestataire est donc invité à en prendre connaissance pour chiffrer au mieux sa proposition).

La campagne aura lieu pour un débit à Montjean-sur-Loire inférieur à 300 m³/s et un coefficient de marée supérieur à 90.

Station du Pellerin

La station du Pellerin est installée sur le ponton du bac, propriété du Conseil Départemental 44 et en gestion auprès de la Compagnie des Bacs de Loire. Le prestataire préviendra le gestionnaire du site de l'opération prévue et conviendra avec lui des formalités nécessaires.

La campagne aura lieu pour un débit à Montjean-sur-Loire inférieur à 300 m³/s et un coefficient de marée supérieur à 90.

La proposition devra tenir compte des conditions d'accès (le prestataire est donc invité à en prendre connaissance pour chiffrer au mieux sa proposition).

Station de Paimboeuf

La station de Paimboeuf est installée sur les infrastructures du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire. Le prestataire préviendra le gestionnaire du site de l'opération prévue et conviendra avec lui des formalités nécessaires.

Deux campagnes sont prévues pour étudier les MES qui peuvent avoir des caractéristiques différentes lors des étiages et des hautes-eaux. La campagne « étiage » aura lieu pour un débit à Montjean-sur-Loire inférieur à 300 m³/s et un coefficient de marée supérieur à 90. La campagne « hautes eaux » aura lieu pour un débit à Montjean-sur-Loire supérieur à 1500 m³/s.

La proposition devra tenir compte des conditions d'accès (le prestataire est donc invité à en prendre connaissance pour chiffrer au mieux sa proposition).

Station de Donges (optionnelle pour le fond)

La station de Donges est installée sur les infrastructures du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire. Cette station a la particularité d'avoir deux points de mesures, à -1m et -4m sous la surface. Le prestataire préviendra le gestionnaire du site de l'opération prévue et conviendra avec lui des formalités nécessaires.

La campagne « étiage » aura lieu pour un débit à Montjean-sur-Loire inférieur à 500 m³/s et un coefficient de marée supérieur à 90. La campagne « hautes eaux » aura lieu pour un débit à Montjean-sur-Loire supérieur à 1500 m³/s et un coefficient de marée supérieur à 65.

La proposition devra tenir compte des conditions d'accès (le prestataire est donc invité à en prendre connaissance pour chiffrer au mieux sa proposition).

Sondes de remplacement

La sonde de « remplacement » Trentemoult/Le Pellerin sera testée au niveau de la station du Pellerin, dans les conditions citées ci-dessus pour cette station.

La sonde de « remplacement » Paimboeuf/Donges sera testée au niveau de la station de Paimboeuf, dans les conditions citées ci-dessus pour cette station.

Récapitulatif des conditions hydrologiques nécessaires pour chacune des mesures in-situ.

Station	Débit (m ³ /s)	Coefficient de marée
Bellevue	Q < 200	> 90
Trentemoult	Q < 300	> 90
Le Pellerin (x2)	Q < 300	> 90
Paimboeuf (x2)	Q < 300	> 90
Paimboeuf (x2)	Q > 1500	
Donges	Q < 500	> 90
Donges	Q > 1500	> 65

Une nouvelle loi turbidité-MES sera fournie à l'issue de chacune des prestations sur les stations, ainsi qu'une comparaison avec la loi obtenue lors de la prestation en laboratoire.

Pour chacune des prestations, le déroulement des prélèvements, l'analyse des échantillons, l'établissement de la relation turbidité-MES, feront l'objet d'un rapport, qui sera remis au plus tard deux semaines après la campagne *in situ*.

4. RESTITUTION DES RESULTATS

Chaque prestation fera l'objet de rapport validé au GIP Loire Estuaire.

Le rapport de vérification/calibration en laboratoire récapitulera :

- Le rappel des protocoles de vérification des dérives / calibration
- Les fiches de l'annexe 3 dûment remplies

Le rapport de la prestation en laboratoire récapitulera :

- Les lieux et conditions de prélèvement des sédiments (coordonnées, date, heures, ...)
- Les mesures en laboratoire et le protocole de suivi
- L'établissement de la loi de correspondance turbidité-MES
- Les fiches de synthèse de calibration-vérification des dérives des capteurs
- Les protocoles de calibration-vérification des dérives des capteurs

Le rapport de chacune des autres prestations *in situ* comportera :

- Les lieux (coordonnées géographiques), dates, heures, conditions météorologiques, conditions hydrologiques de chaque campagne de prélèvement
- Le résultat des analyses des échantillons prélevés
- L'établissement des nouvelles courbes de relation turbidité-MES
- La comparaison de ces lois avec les premières obtenues

Les différents rapports seront remis sous format papier et sous format numérique :

- Les fichiers texte sous Microsoft Word et au format pdf haute définition
- Les tableaux et graphiques sous Microsoft Excel
- Les diaporamas sous Microsoft Powerpoint

Les documents remis devront respecter les indications de l'annexe 4.

Annexe 1 : Fonctionnement des installations

La mesure est réalisée environ un mètre sous la surface de l'eau. Les paramètres mesurés sont la température, la conductivité, la turbidité et la concentration en oxygène dissous. Des mesures sont réalisées toutes les 10 minutes.

Les sondes multi-paramètres sont de conception NKE. Elles sont installées sur des structures (ponton, barges, plate-forme flottante) qui maintiennent en permanence les capteurs en sub-surface.

La communication avec les sondes sont effectuées à l'aide du logiciel WINMEMO et une antenne de communication.

Annexe 2 : protocole de calibration des capteurs

Les communications avec les sondes multi-paramètres se font via un logiciel appelé WINMEMO. Ce logiciel ainsi que la notice de la sonde seront fournis au prestataire.

Calibration du capteur de température

Deux bains de températures différentes (+5°C et +25°C) doivent être préparés. La température du bain doit être stable pendant la durée de l'enregistrement (bain thermostaté).

Les données fournies par la sonde sont comparées avec celles d'un thermomètre de grande précision (0,03 °C).

Calibration : une fois la mesure de la température du bain réalisée avec les instruments de laboratoire, la valeur lue par la sonde doit être ajustée en entrant dans le menu de calibration pour obtenir la conformité du capteur.

Vérification : une fois la mesure de la température du bain réalisée avec les instruments de laboratoire, la différence entre la mesure de référence et la valeur lue par la sonde est calculée pour déterminer la conformité ou la non-conformité de la sonde.

Calibration du capteur de conductivité

Le capteur de conductivité doit être étalonné en conductivité, à partir de bains de salinité connue.

La salinité des bains est obtenue par dilution de sel de cuisine dans de l'eau douce. Elle doit être contrôlée à l'aide d'un salinomètre de précision de l'ordre de $\pm 0,1\text{‰}$ pour la salinité et de $\pm 0,5\%$ pour la conductivité. La température du bain doit être stable pendant la durée des mesures.

Entre deux mesures, le capteur de conductivité doit être rincé à l'eau claire.

Deux bains de salinité précisée par le GIP Loire Estuaire au moment des mesures, seront testés.

Calibration : une fois la mesure de la conductivité du bain réalisée avec les instruments de laboratoire, la valeur lue par la sonde doit être ajustée en entrant dans le menu de calibration pour obtenir la conformité du capteur.

Vérification : une fois la mesure de la conductivité du bain réalisée avec les instruments de laboratoire, la différence entre la mesure de référence et la valeur lue par la sonde est calculée pour déterminer la conformité ou la non-conformité de la sonde.

Calibration du capteur d'oxygène dissous

Le capteur d'oxygène doit être étalonné en concentration et non en saturation.

Un premier bain doit être à une oxygénation élevée. Il peut être obtenu à partir d'eau du robinet agitée afin d'obtenir un taux d'oxygénation constant. La stabilisation doit prendre au moins 24h. La teneur de ce bain doit être déterminée par la méthode iodométrique ISO 5813.

Le second bain est une solution d'eau sans oxygène, obtenu par barbotage de N2 pur gazeux ou par méthode chimique (norme ISO 5814).

Calibration : une fois la mesure d'oxygène dissous du bain réalisée avec la méthode chimique de référence, la valeur lue par la sonde doit être ajustée en entrant dans le menu de calibration pour obtenir la conformité du capteur.

Vérification : une fois la mesure d'oxygène dissous du bain réalisée avec la méthode chimique de référence, la différence entre la mesure de référence et la valeur lue par la sonde est calculée pour déterminer la conformité ou la non-conformité de la sonde.

Calibration du capteur de turbidité

Trois solutions de calibration de formazine, dont les seuils seront précisés par le GIP Loire Estuaire au moment des essais, doivent être préparées, à partir d'une solution standard HACH.

Calibration : une première série de mesures effectuées sur les trois solutions de calibration est réalisée. Les couples de valeurs théoriques et des valeurs mesurées sont rentrés en mode calibration sur le transmetteur. La validation de ces couples entraîne le calcul par le transmetteur d'une nouvelle courbe de calibration.

Une seconde série de mesures est réalisée pour vérifier la conformité à l'aide de la moyenne des erreurs observées.

Vérification : au retour du terrain, une série de mesures est réalisée sur les trois solutions standard. L'écart moyen mesuré par rapport aux valeurs théoriques détermine la conformité ou la non-conformité.

Conformité des capteurs

La conformité des capteurs est validée quand la réponse de la sonde par rapport à l'instrument ou la méthode de référence est de :

- $\pm 0,1$ mS/cm pour la conductivité
- $\pm 0,05$ °C pour la température
- ± 2 % pour l'oxygène
- ± 10 % en NTU pour la turbidité

Annexe 3 : Coordonnées des gestionnaires de sites

Bellevue : Voies Navigables de France

175 rue Ludovic Boutleux - BP 820 - 62408 BETHUNE CEDEX

Tel : 03 21 63 24 24

Pascal Jullière, DIR Ouest – District de Nantes : 02 51 80 69 55

Trentemoult : Semitan

3 rue Bellier, BP 64605, 44046 NANTES CEDEX 1

Michel MAZOUÉ : 02 51 81 79 76

Le Pellerin : Conseil Départemental 44

Hôtel du Département, 3 quai Ceineray - BP 94109, 44041 NANTES CEDEX 1

Pierre E.I Marais, Chargé de mission Service transport : 02 40 99 13 88

Guillaume Du Fontenieux, Cie des Bacs de Loire : 02 40 86 01 29

Paimboeuf / Donges : GPMNSN

Olivier Barnabé, chef du service Accès Nautiques, 02.40.00.45.53

Bruno Cozler : 02 40 27 62 82 / 06 79 20 85 96

DR-Chantiers@nantes.port.fr

Annexe 4 : fiche à remplir pour les vérifications et les calibrations de capteurs

STATION DE

OXYGENE DISSOUS -

Date installation des bancs de mesure :

Date de fin de calibration :

Transducteur :

Transmetteur :

Opérateurs :

Etalonnage

O2 du bain*	T° bain**	O2 du capteur	T° capteur	Différence O2	
mg/L	°C	mg/L	°C	mg/L	%

Conformité (+/- 2%)

--

Commentaires :

--

STATION DE

CONDUCTIVITE -

Date installation des bancs de mesure :

Date de fin de calibration :

Transducteur :

Transmetteur :

Opérateurs :

Etalonnage

Salinité du bain	C _{25°C} du bain	T° bain	C _{25°C} du capteur	T° capteur	delta C _{25°C}	delta T°
‰	mS/cm	°C	mS/cm	°C	mS/cm	°C

Erreur de mesure conductivité	Conformité (+/-0,3 mS/cm)	Erreur de mesure température	Conformité (+/- 0,1°C)
mS/cm		°C	

Commentaires :

STATION DE

TURBIDITE –

Date installation des bancs de mesure :

Date de fin de calibration :

Transducteur :

Transmetteur :

Opérateurs :

Etalonnage

Turbidité étalons	T° étalons	Turbidité du capteur	T° capteur	Différence Turbidité	
				NTU	%
NTU	°C	NTU	°C		

Conformité (+/-10%)

Commentaires :

Annexe 5 : exemple de couverture pour les documents à restituer en fin d'étude



Insérer les logos des prestataires

TITRE

Sous-titre



Date

