



Institut de Physique du Globe de Paris
1 rue Jussieu
75005 Paris
France

Cahier des clauses techniques particulières
(C.C.T.P)

Achat et installation de matériels scientifiques en bord de Seine
Projet PHRESQUES

Mode de passation :

Appel d'offres ouvert conformément aux articles 42.1 de l'Ordonnance n°2015-899 du 23/07/2015 et 67 du décret n° 2016-360 du 25/03/2016 relatif aux marchés publics.

Forme du marché :

Le marché est alloti.

Le présent C.C.T.P est composé de vingt six (26) pages.

Cahier des clauses pour l'achat et l'installation de matériels scientifiques en bord de Seine

Sommaire

I.	Contexte	2
II.	Objet du marché	4
III.	Exigences techniques et prestations à fournir pour l'ensemble des lots	7
III.1.	Documents et matériels attendus	7
III.2.	Compatibilité	8
III.3.	Fréquence de mesure	8
III.4.	Fréquence et opération de maintenance	8
III.5.	Validation de l'endurance	8
III.6.	Garantie	9
III.7.	Les pannes	9
III.8.	Recette usine	10
III.9.	Formation	10
III.10.	Assistance technique	10
IV.	Planning et budget	11
V.	Décomposition des lots	11
V.1.	Lot 1. Infrastructure et travaux	11
V.2.	Lot 2. Intégration, centrale d'acquisition et installation sur site	17
V.2.1.	Intégration et centrale d'acquisition	17
V.2.2.	Installation	21
V.3.	Lot 3. Sonde Multi-paramètre	21
V.4.	Lot 4. Station météorologique	22
V.5.	Lot 5. Analyseur de phosphore dissous in situ	23
V.6.	Lot 6. Sonde de pCO ₂	24
VI.	Sigles utilisés	25

Nota : Ce document nécessite une mise à jour avant la diffusion des parties IV Planning et budget et V.1 Lot 1. Infrastructure et travaux (photo site d'implantation).

I. Contexte

Le bassin versant de la Seine (78 600 km²) est soumis à une forte pression anthropique liée aux activités industrielles, agricoles et urbaines. Au sein de ce bassin, plusieurs projets visent à développer et structurer le territoire tel que le Grand Paris, GIE HAROPA et l'axe Seine. Le bassin versant de la Seine est également soumis à des forçages hydro climatiques, qui évoluent avec le temps (température, pluviométrie, niveau marin) mais aussi avec les différents aménagements qu'il subit (grand lacs, projet de la Bassée).

Les différents usages de l'eau sur le bassin de la Seine modifient le fonctionnement de l'écosystème et vice et versa. Cela signifie que l'utilisation et le fonctionnement de l'écosystème Seine sont interdépendants.

Pour préserver l'écosystème et en assurer ses durabilités fonctionnelles et ses usages par la société, il est nécessaire de suivre et de mieux comprendre le fonctionnement et la trajectoire du système Seine.

Dans cette optique, différents réseaux indépendants de mesures ont été installés, par des partenaires différents, le long du continuum en différents endroits du bassin (Figure 1) :

- En aval proche de Paris : CarboSeine géré par l'IPGP, MeSeine géré par le SIAAP
- De Rouen jusqu'en estuaire: SYNAPSES géré par le GIP Seine-Aval et D4 La Carosse (nouvellement SCENES) géré par l'IFREMER,
- En baie de Seine : SMILE, cogéré par l'université de Caen Normandie et l'IFREMER.

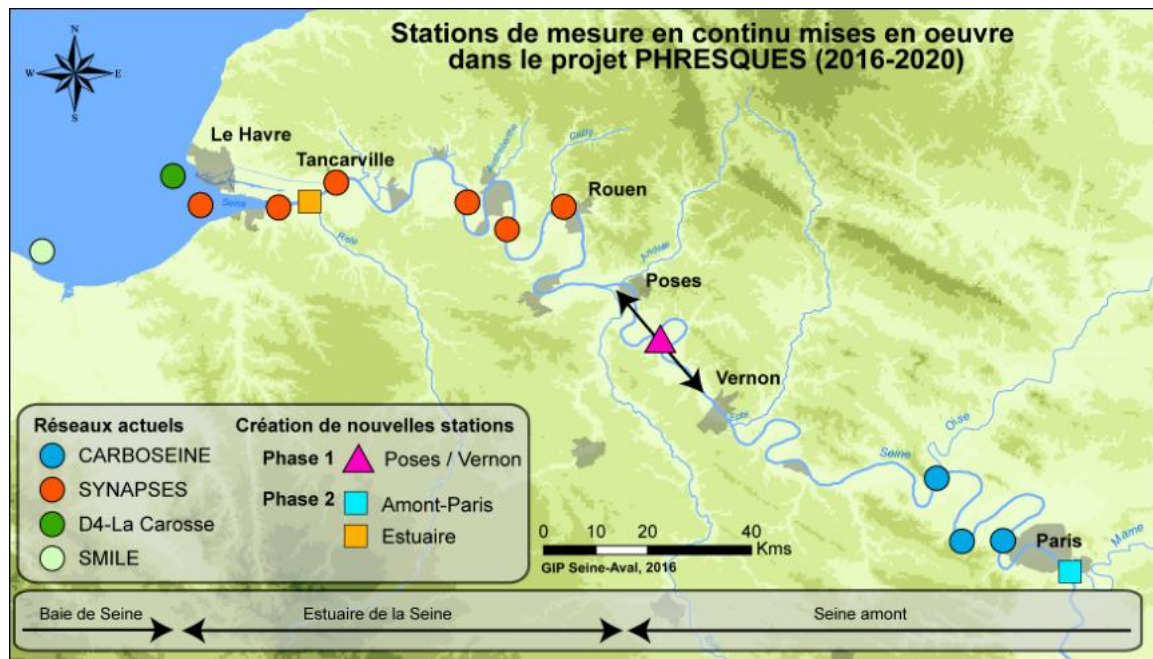


Figure 1 Répartition des 4 réseaux sur le continuum Seine

Les réseaux existant visent à étudier deux thématiques :

- CarboSeine & SMILE : Cycles biogéochimiques
- SYNAPSES & D4-La Carosse : Flux sédimentaires

Il apparaît dès lors pertinent de développer une démarche amont-aval cohérente, permettant de caractériser le fonctionnement global du système. L'objectif du projet PHRESQUES, dans lequel s'inscrit ce marché, est ainsi de mettre en place un suivi en continu de la qualité de l'eau cohérent et innovant du continuum Seine.

Le projet PHRESQUES est un projet organisé en deux phases (2016-2018 et 2018-2020) et s'articule autour de 4 grandes actions :

- L'**harmonisation** des approches métrologiques et méthodologiques appliquées sur les réseaux existants,
- Le **renforcement** spatial des réseaux et l'instrumentation de certains sites clefs non suivis pour le moment,
- L'**innovation** et le test de nouvelles technologies de capteurs permettant le suivi de nouveaux paramètres, qui amélioreront notre connaissance des processus sur le continuum de la rivière Seine,
- La **coordination** et la valorisation des données acquises dans le cadre du projet.

Le GIP Seine Aval est le porteur de ce projet, en coordination avec le programme PIREN Seine.

Ce cahier des charges s'inscrit dans le cadre des actions « renforcement » et « innovation ».

L'action de renforcement concerne l'installation d'une station de mesure à l'amont du barrage de Poses. Cette station permettra de compléter le réseau de mesures amont (zone en amont de l'estuaire) afin de mieux comprendre l'influence à large échelle de l'agglomération parisienne sur l'écosystème de la Seine. De plus, elle peut être considérée représentative de la limite amont de l'estuaire de Seine.

La partie innovation concerne le suivi du cycle du carbone en continu. L'utilisation en continu en milieu naturel de capteurs de carbone organique dissous et de capteurs de pression partielle de CO₂, permettra de quantifier plus finement les processus de transfert du carbone dans le système Seine. Cependant nous ne possédons aucun retour d'expérience sur ces capteurs sur ce type d'environnement. Ces capteurs seront intégrés à la station, citée précédemment, afin de les tester et de montrer leur adéquation avec la mesure dans l'écosystème.

II. Objet du marché

Au sein de ce projet, l'IPGP a pour objectif de mettre en place et de maintenir en fonctionnement une station de mesure de la qualité de l'eau sur la Seine.

D'un point de vue capteurs, cette station aura des caractéristiques similaires aux stations CarboSeine déjà présentes sur la Seine (voir l'exemple Figure 2). Cette station sera installée sur un ponton flottant et devra **impérativement être en place et en fonctionnement dans un délai de 6 (six) mois après la notification du marché.**

Cette station comportera :

- Une sonde multi-paramètres (pH, conductivité, O₂ dissous, température, turbidité et le CDOM),
- Une station météorologique (anémomètre, girouette, température de l'air, hygromètre, pluviomètre, capteur d'irradiance, capteur de pression atmosphérique),
- Un analyseur en continu de phosphate,
- Un capteur de pression partielle de CO₂,
- Un ADCP Channel Master H-ADCP de Teledyne RD Instruments (en notre possession) à intégrer,
- Une sonde Fluoroprobe III de BBE Moldaenke (en notre possession) à intégrer,
- Un analyseur de nitrates, nitrites et ammoniac, WIZ de Systea (en notre possession) à intégrer.

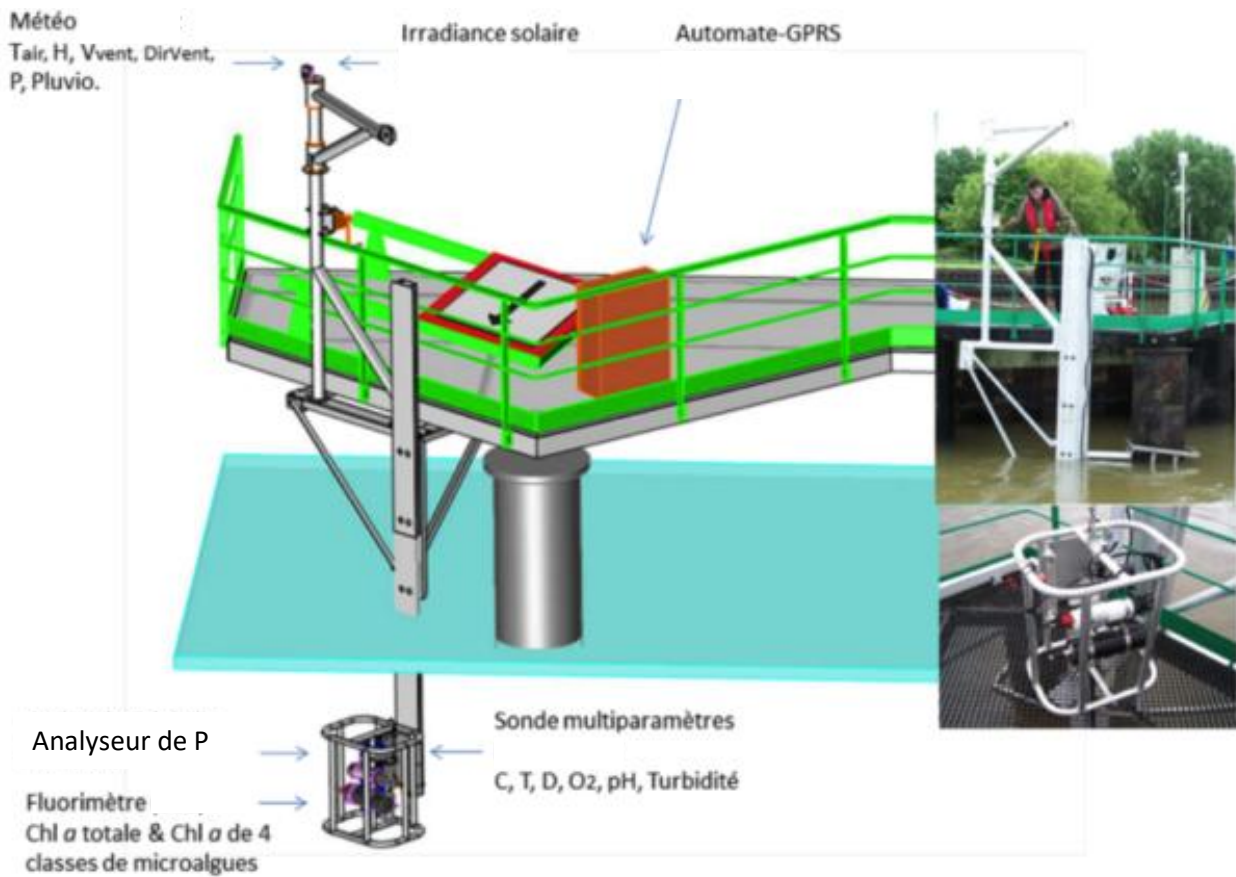


Figure 2 Station CarboSeine déjà en place sur la Seine

L'ensemble de cette instrumentation devra être reliée à une centrale d'acquisition permettant la gestion et la télétransmission des données vers un ordinateur au laboratoire et un serveur dédié suivant le schéma conceptuel en Figure 3. L'ordinateur au laboratoire devra permettre le suivi à distance de la centrale (via des interfaces de visualisations), la vérification de son fonctionnement ainsi que certains paramétrages. Le serveur dédié est destiné à une sauvegarde systématique et sûre de toutes les données, ainsi qu'à la visualisation des données.

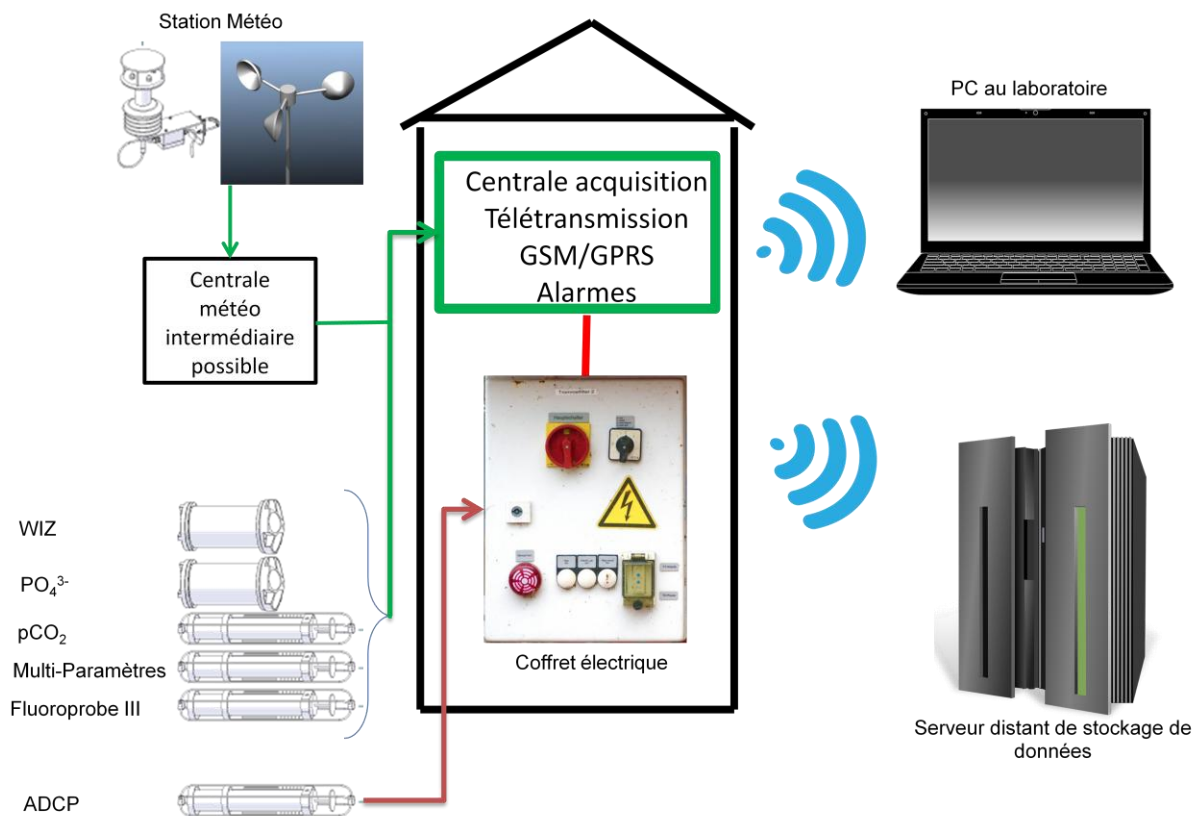


Figure 3 Schéma conceptuel de la station de mesure

Il est attendu à l'issue de ce marché d'avoir conçu et déployé sur le terrain un système automatisé de suivi haute fréquence du fleuve intégré à une station capable de télétransmettre ses données.

L'objectif de ce marché est donc de permettre à l'IPGP et au projet PHRESQUES d'acquérir une station de mesure clé en main et fonctionnelle au travers l'achat du matériel, de l'infrastructure, de la mise place et de l'installation.

L'ensemble des besoins est détaillé dans la suite de ce cahier des charges.

III. Exigences techniques et prestations à fournir pour l'ensemble des lots

III.1. Documents et matériels attendus

L'ensemble des documents suivants devra être fourni pour chacun des lots et pour chacun des matériels :

- Le manuel d'installation,
- Le manuel d'utilisation,
- La notice technique comprenant les caractéristiques techniques de tous les équipements (limites de détection, de quantification des capteurs, précision, dérive, conditions d'utilisation, capacité de stockage, protocoles de transmission etc.), y compris celles de l'infrastructure d'accueil (capacité de flottabilité, hauteur d'eau minimale et maximale, résistance au choc et au courant),
- La liste de tous les consommables, leur fréquence de remplacement ainsi que leurs prix et suggestions de fournisseurs,
- Un descriptif des opérations de maintenance (nettoyage, calibration, changement de consommable, révision, mise à jour, etc.), précisant la fréquence conseillée des interventions, la durée et le niveau de technicité requis ainsi que le coût matériel induit et les délais de fourniture des pièces,
- Le logiciel, s'il existe, possédant les dernières mises à jour et permettant d'interroger le ou les matériels,
- Une décomposition détaillée des coûts pour chacun des lots, y compris le matériel, la livraison, l'installation et la mise en service.

Les matériels nécessaires à la calibration, programmation, récupération de données stockées devront être fournis pour la centrale et pour chacun des capteurs, avec :

- Le matériel (connectique...) et le logiciel nécessaire pour intervenir sur les capteurs et sur la centrale (programmation, calibration, tests...) à partir d'un PC.
- Le cas échéant un terminal de terrain spécifique pour remplir les fonctions précédentes. Dans ce cas le terminal doit pouvoir être connecté sur un PC (notamment pour le transfert de données) et être fourni avec le logiciel et câblage nécessaire.

Avec chacun des matériels de mesure devra être fourni un jeu de solution de calibration (si nécessaire), ainsi qu'un câble submersible suffisamment long pour les branchements entre les capteurs et la centrale et les capteurs et un PC de contrôle (5 mètres minimum).

III.2. Compatibilité

Une attention particulière sera portée sur la compatibilité des Lots 3 à 6 en termes de connectiques, de protocoles de communication, de conditions d'installation afin que l'ensemble du système puisse être installé et puisse dialoguer de manière cohérente et sans qu'il n'y ait de gêne ni de perturbations entre les différents instruments de mesure.

III.3. Fréquence de mesure

La fréquence d'acquisition des mesures doit pouvoir être modifiée et doit pouvoir varier de la minute à l'heure en passant au minimum par ces paliers (excepté pour le Lot 4 où la fréquence d'acquisition des mesures demandée sera de 4h maximum) :

- 1, 5, 15, 30, 45, 60 minutes.

Pour chaque paramètre, la donnée acquise pourra résulter d'une mesure immédiate, d'une mesure ponctuelle après un temps d'équilibration, ou d'une série de mesures immédiates moyennées (type burst). Il appartiendra au proposant de justifier le choix du ou des modes de production des données en fonction des capteurs et des caractéristiques physiques de la mesure, et de définir les modalités de programmation de la centrale qui soient compatibles avec les exigences des différents capteurs.

III.4. Fréquence et opération de maintenance

Le système doit être conçu afin de minimiser la maintenance des appareils et de la station (calibration, étalonnage, nettoyage etc.) et afin de garantir la qualité métrologique des données pour une période d'au moins un mois. Une attention particulière sera portée aux solutions de lutte ou de prévention du bio-fouling. L'objectif fixé de maintenance est une fréquence mensuelle. Une fréquence de visite plus élevée (hebdomadaire par exemple) n'est pas souhaitée.

III.5. Validation de l'endurance

Après l'installation complète du système, le candidat devra démontrer la capacité de tous les composants de la station et de la station dans son ensemble (y compris la transmission des données) à fonctionner correctement. L'objet du marché sera considéré comme livré, après une période de bon fonctionnement d'au moins 2 mois consécutifs. La définition du bon fonctionnement est : « toutes les fonctionnalités attendues sont opérantes simultanément durant 90 % du temps et les erreurs de mesures des capteurs n'excéderont pas 10% en moyenne », avec des mesures validées par des évaluations effectuées par l'IPGP et ses partenaires. La période de validation de l'endurance pourra s'étendre au delà de deux mois, jusqu'à ce que la station soit pleinement fonctionnelle.

III.6. Garantie

Cette partie concerne l'ensemble des lots.

Le candidat devra indiquer la durée de la garantie de leurs appareils et celle-ci devra être au minimum de **2 (deux) ans**. Il devra fournir également le contenu et les conditions générales de celle-ci.

Les candidats devront également indiquer s'ils proposent des extensions de garantie et, le cas échéant, le prix, le contenu et les conditions générales de celles-ci.

La date de prise effet de la garantie débutera dès la date de réception sur site des matériels.

La garantie mettra à la charge du candidat tous les frais liés à la réparation ou au remplacement des matériels, notamment tous les frais d'expédition, de déplacement et de transport, de main d'œuvre ainsi que les coûts des pièces se substituant au matériel défectueux.

Une visite de maintenance sera effectuée à la fin de la période de garantie.

III.7. Les pannes

Cette partie concerne l'ensemble des lots.

Le diagnostic de la panne se fera soit par intervention d'un technicien du fournisseur sur site, soit par entretien téléphonique entre l'IPGP ou un partenaire et le candidat responsable de l'entretien du matériel défectueux.

En cas de pannes du ou des matériels durant la période de garantie, le candidat retenu devra respecter certains délais d'intervention :

- Si la panne nécessite l'intervention d'un technicien sur le terrain, celle-ci devra être réalisée sous **15 (quinze) jours ouvrés**,
- Si la panne nécessite un renvoi du ou des matériels, le renvoi sera effectué par le personnel de l'IPGP aux frais du candidat,
- Si la panne nécessite un renvoi du ou des matériels et des compétences spécifiques quant au démontage et stockage du ou des matériels, le candidat devra faire intervenir une personne habilitée, afin de réaliser la dépose et l'envoi du ou des matériels sous un délai de **15 (quinze) jours ouvrés** à partir de l'observation de la panne,
- Si la panne nécessite le changement du ou des matériels, le candidat disposera de **1 (un) mois**, à partir de l'émission de la demande de remplacement du ou des matériels par l'IPGP et ces partenaires, pour réaliser l'envoi du matériel de remplacement.

Tout frais occasionné par le renvoi du matériel sera pris en charge financièrement par le candidat.

Si la panne et le remplacement du ou des matériels nécessitent de reconfigurer l'appareil, le candidat devra soit faire intervenir une personne habilitée, soit donner la marche à suivre à une personne de l'IPGP ou affiliée.

Hors période de garantie, l'ensemble des démarches décrites ci-dessus s'effectueront par bon de commande et seront à la charge du demandeur.

III.8. Recette usine

Le candidat s'engage à effectuer une recette usine à la fin du processus de conception/développement de la station afin de présenter et tester l'ensemble de la station en condition réelle en présence de l'IPGP et ces partenaires.

Cette recette usine sera accompagnée d'un « cahier de recette » qui recensera la liste des tests effectués. Elle pourra durer plusieurs jours si besoin pour valider que la livraison corresponde à la commande.

Une fois la recette usine terminée, elle fera l'objet d'un compte rendu et d'un procès verbal relatant le résultat de l'ensemble des tests effectués.

III.9. Formation

Le candidat sélectionné devra s'engager à former le personnel qui interviendra sur la station de mesure. Cette formation se déroulera en deux temps.

Une première formation aura lieu au cours de la Recette usine. La formation portera sur l'utilisation et la gestion globale de la station de manière à effectuer un transfert complet des compétences. Cette formation comprendra une partie théorique sur les fonctionnements et principes de mesures des matériels/sondes/capteurs/centrale d'acquisition ainsi qu'une partie pratique au niveau de l'entretien courant et maintenance.

Une formation complémentaire sera réalisée un mois après l'installation et la mise en route de la station sur site. Ce délai d'un mois permettra aux utilisateurs d'avoir une première prise en main de la station et ainsi de bénéficier d'un complément de formation vis-à-vis des difficultés rencontrées.

Au terme de ces formations, le personnel qui interviendra sur la station de mesure devra être autonome.

III.10. Assistance technique

Le candidat sélectionné devra s'engager à assurer le suivi matériel et logiciel de la station à partir de la date de mise en route des matériels, en couvrant l'ensemble de leurs éléments (logiciels, consommables etc.). L'assistance technique comprendra de plus un support technique (via téléphone, mail, visite sur site du constructeur)

pour les paramétrages des appareils et les mises à jour des logiciels, ainsi que pour l'assistance dépannage éventuelle.

IV. Planning et budget

Partie planning à remplir lorsque le calendrier sera défini.

En terme de budget, les montants hors taxes indiqués sont des ordres de grandeur des enveloppes allouées pour chaque lot :

- Lot 1 : 100 000 € (cent mille euros) : Infrastructure et travaux
- Lot 2 : 90 000 € (quatre vingt dix mille euros) : Intégration, centrale d'acquisition et installation sur site
- Lot 3 : 17 000 € (dix sept mille euros) : sonde multi-paramètre
- Lot 4 : 5 000 € (cinq mille euros) : station météorologique
- Lot 5 : 21 000 € (vingt et un mille euros) : analyseur de phosphore
- Lot 6 : 27 000 € (vingt sept mille euros) : sonde pCO₂

V. Décomposition des lots

V.1. Lot 1. Infrastructure et travaux

Pour cette partie, les candidats devront se déplacer sur le site afin de proposer une solution adéquate. Pour des raisons d'organisations, une seule visite sera organisée pour l'ensemble des candidats.

De plus, les candidats devront fournir un compte rendu de la visite comprenant plusieurs plans d'installations avec les raccordements électriques, les cotes, emplacements, encombrement et localisation des appareils proposés.

La mise en place de la station de mesure s'effectuera en berge de Seine en amont de la commune de Poses. Afin de pouvoir l'installer, des travaux de mise en place d'une plate forme stable et rigide devront être effectués. Les travaux et la plate forme devront être esthétiques sans dénaturer le paysage.

Photos, coordonnées GPS à ajouter une fois le site d'implantation identifié.

Au niveau du site d'installation des caractéristiques d'implantation spécifiques doivent être prises en compte. Le site est situé en bord de Seine. La puissance du courant et la hauteur d'eau peuvent fortement varier au cours de l'année. En période de crue des matériaux flottants transportés par le cours d'eau pourront provoquer des chocs sur la future station et aussi la formation d'embâcles sur la structure.

D'après la configuration des lieux une structure, sur laquelle reposera l'ensemble du système, sous forme de pont flottant semble le plus approprié (Figure 8, Figure 9). Néanmoins, nous laissons aux candidats la possibilité d'émettre tout autre type de suggestions quant à la structure d'accueil et son mode d'ancrage (bras articulés...). **Il est demandé aux candidats de proposer au moins deux projets de structure d'accueil dont un projet qui reprend la structure suggérée.**

Cette structure devra être suffisamment stable pour éviter de subir des mouvements trop importants suite aux passages de différents véhicules aquatiques (péniche, jet ski etc.) et solide/rigide pour encaisser divers chocs (notamment des embâcles). Les installations devront être sécurisées pour le personnel qui interviendra sur site, pour toute autre personne se situant à l'extérieur (garde corps de sécurité etc.), ainsi que pour le matériel. De plus, aucun accès depuis l'extérieur de l'infrastructure d'accueil ne devra être possible par la publique.

Les Figure 4 à 7 permettent d'avoir une représentation quantitative des variations de débit et hauteur d'eau sur la Seine à Vernon 2012 à 2017 (une crue importante de la Seine a été enregistrée en juin 2016, période de retour décennale environ) et le Tableau 1 indique les vitesses de courant minimum, moyenne et maximum à Vernon en profondeur et en surface de la colonne d'eau (données de la DRIEE Ile de France). Le prestataire devra préciser les conditions hydrologiques dans lesquelles le dispositif qu'il propose restera opérationnel, ne sera plus opérationnel mais pourra rester sur place, ou devra être enlevé en totalité ou en partie.

	Minimum	Moyenne	Maximum
Profondeur	0.055	0.43	1.4
Surface	0.056	0.46	2.9

Tableau 1 Valeurs des vitesses de courant (m/s) à Vernon pour les années 2016 à 2018

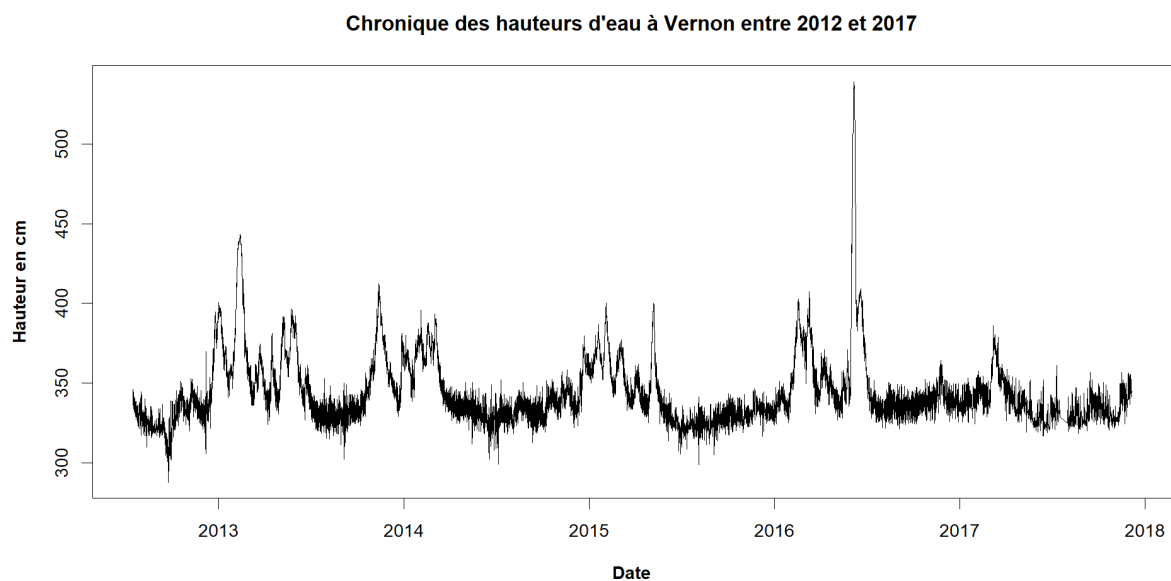


Figure 4 Chronique de hauteur d'eau de la Seine à Vernon (zéro de l'échelle = 9.16 m IGN69)

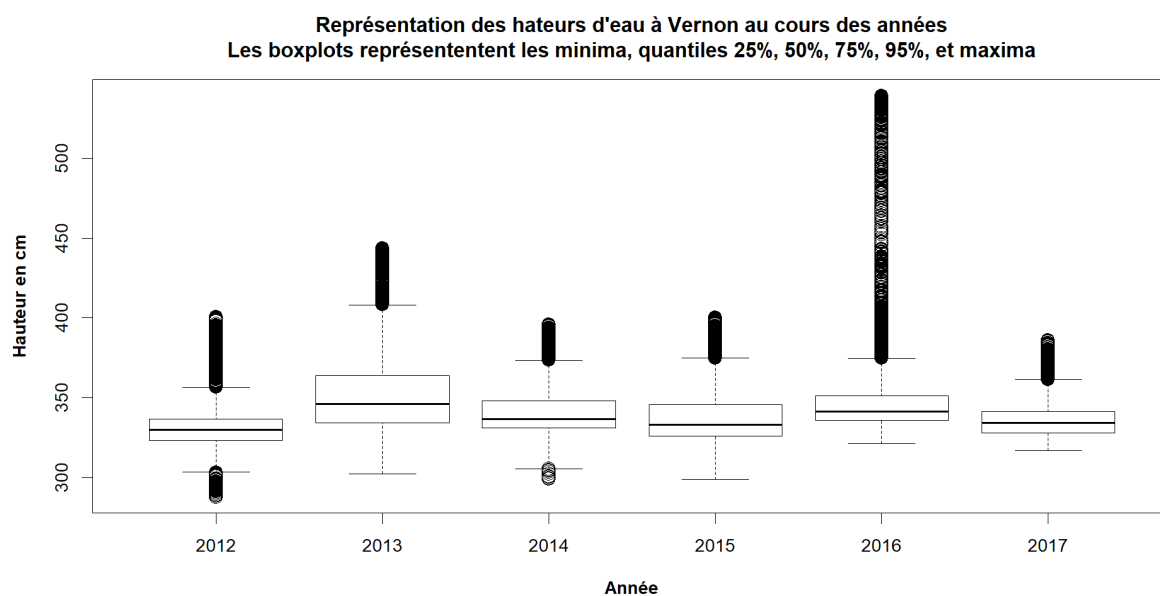


Figure 5 Répartition des hauteurs d'eau de la Seine à Vernon

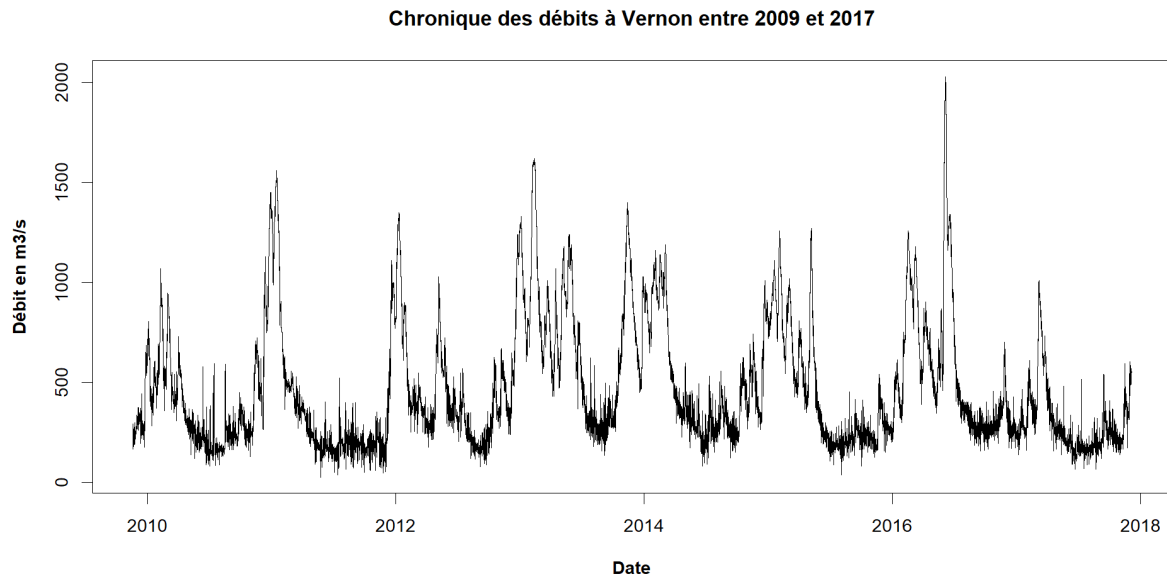


Figure 6 Chronique de débit de la Seine à Vernon

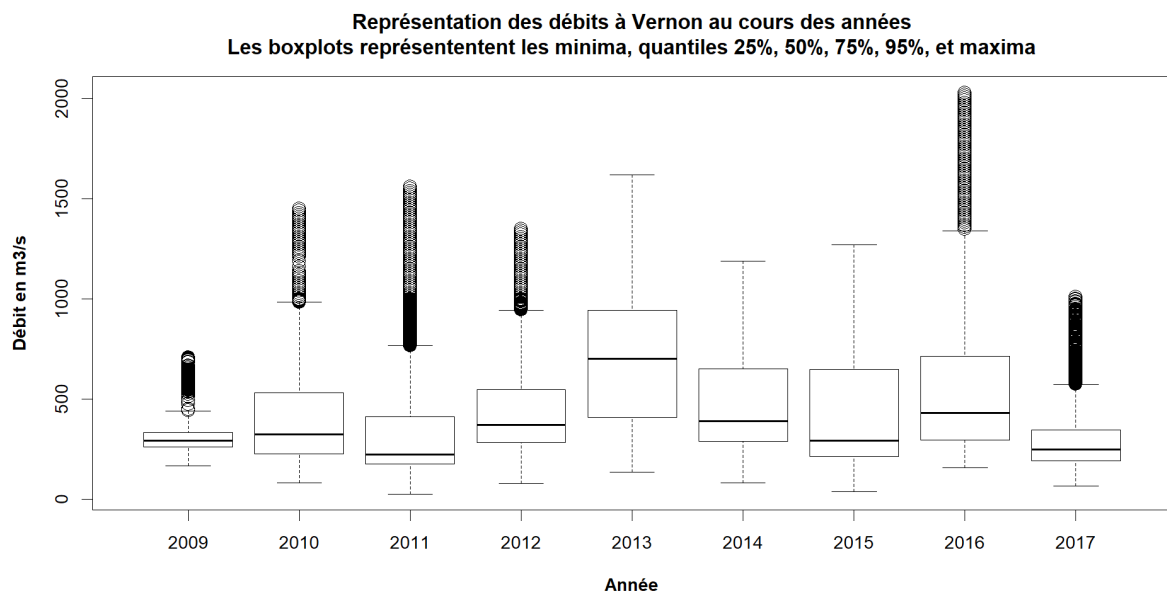


Figure 7 Répartition des débits de la Seine à Vernon

Il est à noter que l'année 2016 a été une année hydrologique particulière marquée par une crue exceptionnelle. Ces données permettent d'avoir un cas extrême des conditions hydrologiques.

L'infrastructure d'accueil et l'ensemble du système devront fonctionner pour des débits ayant une période de retour d'au moins 10 ans. Cette période de retour correspond à un débit de 2100 m³/s à la station de Poissy en amont du barrage d'Amfreville sous les Monts (les statistiques des périodes de retour ne sont pas disponibles pour la station de Vernon), correspondant à une hauteur d'eau de 550 cm à Vernon.

La structure devra s'intégrer au mieux au paysage, entre autre, à l'aide d'une végétation de masquage (Figure 8 et Figure 9).

Une passerelle sécurisée permettra d'accéder à la structure depuis le bord de Seine. Cette passerelle devra être suffisamment longue de manière à placer l'infrastructure d'accueil dans une zone ayant une profondeur suffisante pour le bon déroulement des mesures.

Sur cette structure sera installé un abri renforcé dans lequel seront placés la centrale d'acquisition ainsi que celles des autres capteurs non compris dans le marché, le coffret électrique et un onduleur capable de maintenir le système en fonctionnement durant quelques heures et tous les autres appareils nécessitant d'être abrités des intempéries et du vandalisme, à l'exception des capteurs. Cet abri devra être suffisamment spacieux pour que deux adultes de taille moyenne puissent se tenir debout et se mouvoir pour effectuer des opérations de maintenance sans gêne ou difficulté.

Sera également installé sur la structure, un système permettant d'immerger à une profondeur comprise entre **0.5 (zéro virgule cinq) et 1 (un) mètre** l'ensemble des appareils de mesures (rosette, treuil, bras déporté etc.) et de les remonter simplement et facilement. Ceux-ci devront être situés au minimum à **1 (un) mètre** au dessus du fond. Afin de mieux dimensionner la structure et l'accès à la partie flottante de la structure, nous pouvons fournir aux candidats la bathymétrie des lieux.

Les deux schémas ci-dessous (Figure 8 et Figure 9) sont des représentations de la station telle que nous l'envisageons mais nous sommes ouverts à toutes propositions.

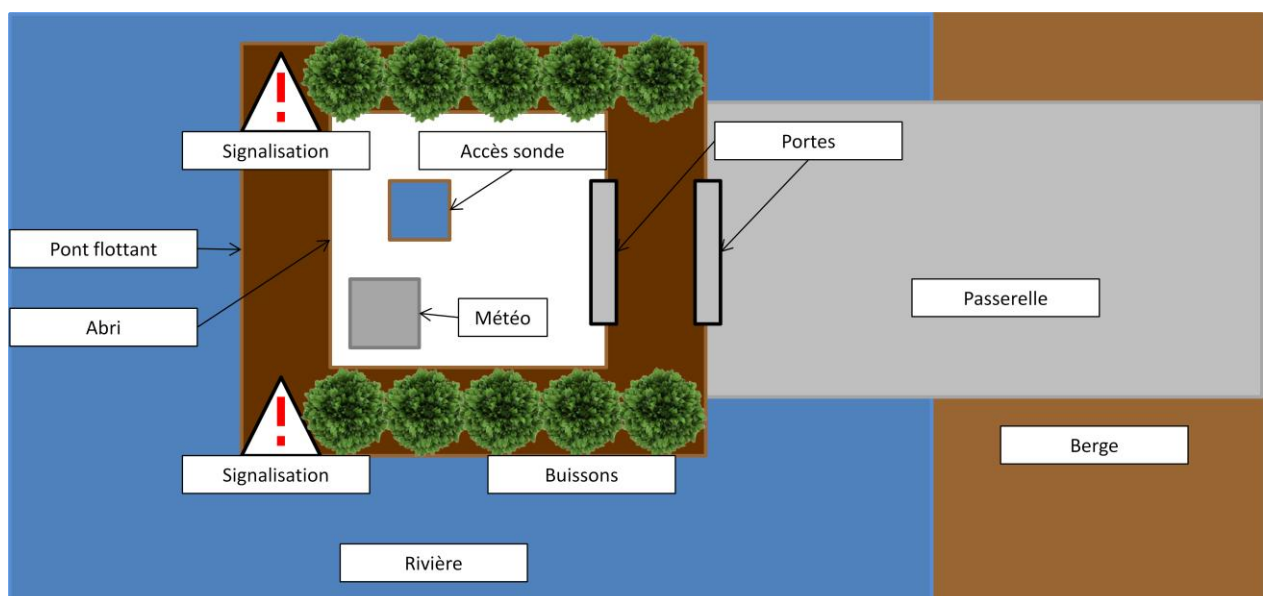


Figure 8 Schéma de la station (vue du dessus)

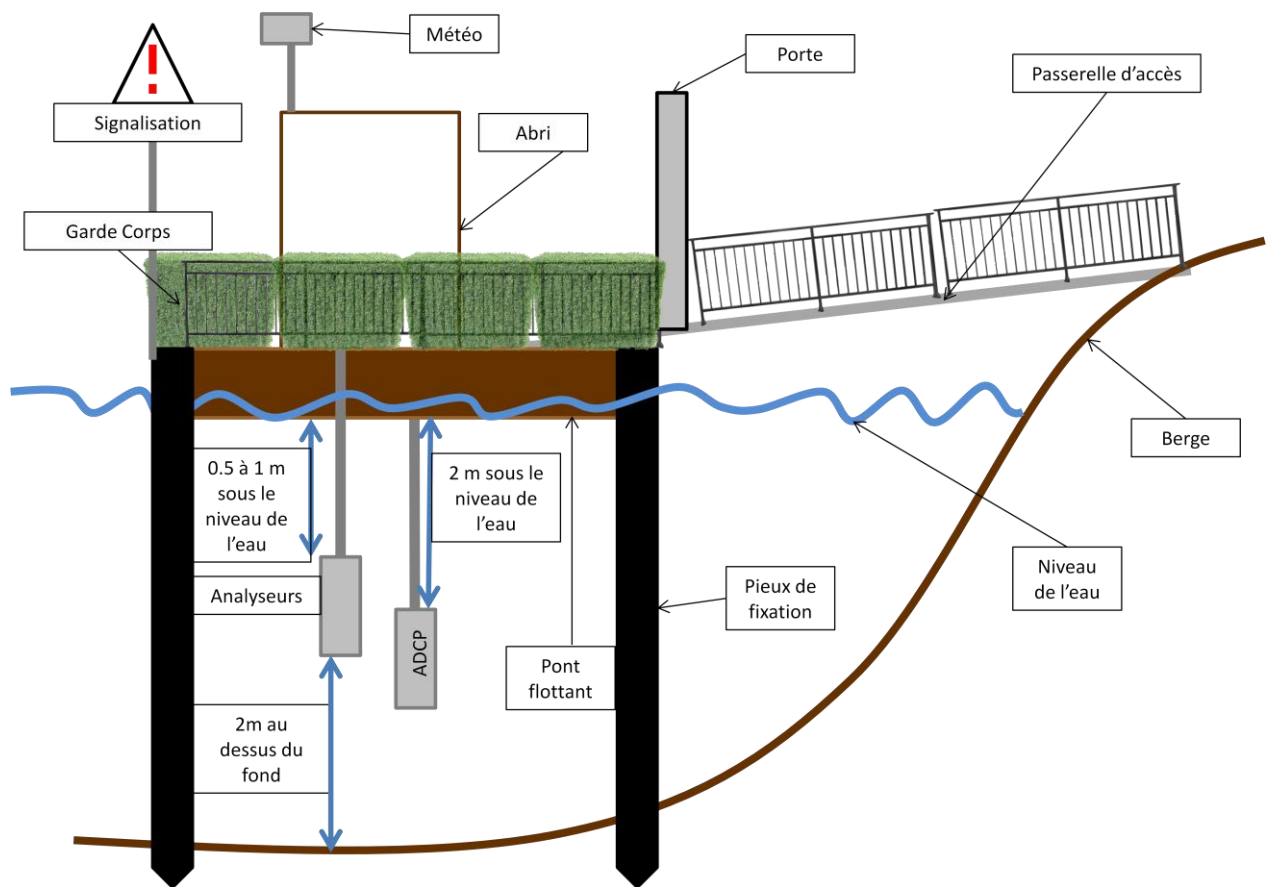


Figure 9 Schéma de profil de la station (profil bathymétrique schématique ne représentant pas la réalité)

Cette partie du marché concerne également :

- le raccordement électrique au réseau EDF pour alimenter la station en 220V,
- le tirage d'une ligne électrique du boîtier EDF vers la station,
- la mise en place et l'ouverture d'une ligne téléphonique en GPRS ou 4G pour l'envoi de données,
- la mise en place d'une signalisation pour le trafic fluvial (panneaux, écho radar, etc.),
- la remise en place de la végétation,
- la préparation des demandes administratives liées aux travaux engendrés par le raccordement électrique,
- la préparation des demandes administratives concernant les autorisations d'occupation du domaine public fluvial,
- la préparation des demandes administratives concernant les autorisations d'appontement,
- les demandes d'autorisations pour effectuer des travaux sur la berge.

Il est à noter que tout problème administratif majeur non résolvable lié aux autorisations d'implantations ou d'occupation de la station et aux différents travaux entrainera la suspension du marché.

V.2. Lot 2. Intégration, centrale d'acquisition et installation sur site

V.2.1. Intégration et centrale d'acquisition

L'intégration concerne l'interfaçage via une centrale d'acquisition et l'intégration mécanique de l'ensemble du matériel scientifique faisant partie des Lots 3 à 6 en plus d'une sonde BBE Fluoroprobe III, d'un ADCP et d'un WIZ. Il est à noter que l'ADCP ne devra être intégré que mécaniquement et électriquement (prévoir deux alimentations 12V), il possède son propre module de communication indépendant.

Les caractéristiques des capteurs déjà en notre possession à connecter à la centrale d'acquisition sont présentées dans le Tableau 2 ci-dessous :

	Alimentation et consommation d'énergie	Protocole de com./type de com.	Plage du pas de temps de mesure
Fluoroprobe III (BBE Moldaenke)	12 V	RS485 USB	1min à 30 jours
WIZ (Systea)	12Vcc 4W en stand by 8W en analyses maximum 1.5A	RS232	1h (durée de l'analyse : 40 min)

Tableau 2 Caractéristiques des capteurs hors marché susceptibles d'être connectés à la centrale d'acquisition

Si besoin, nous pouvons fournir les documentations liées aux capteurs en notre possessions.

Le candidat s'engage à connecter les autres appareils (Tableau 2) non compris dans le marché à la centrale d'acquisition et de faire les modifications logicielles nécessaires au bon fonctionnement de l'ensemble. Afin que le candidat puisse faire des tests de connexion centrale d'acquisition/matériels non compris dans le marché, ces capteurs lui seront fournis. Dans le cas où les capteurs du Tableau 2 posséderaient déjà une centrale d'acquisition propre, il sera envisagé de la relier à la centrale d'acquisition acquise dans ce marché.

D'une part, cette intégration devra s'effectuer grâce à un concentrateur de données ou une centrale d'acquisition. Cette centrale d'acquisition permettra :

- De centraliser l'ensemble des données émises par les différentes sondes et appareils de mesure sur la station,
- De modifier la fréquence d'acquisition des données, d'interroger la centrale et de la programmer à distance,
- De récupérer ces données sur un ordinateur portable et/ou une clé USB par une connexion directe,
- D'envoyer en parallèle les données sur un serveur dédié,
- De recevoir les données par mail à la fréquence choisie par l'utilisateur (la fréquence de réception pourra varier au cours de l'étude),
- De recevoir par mail des alarmes indiquant un défaut sur la station et le matériel scientifique (par exemple : dépassement de valeur seuil sur les paramètres mesurés, coupure de courant, perte de signal d'un appareil, message d'erreur d'un appareil, perte de communication avec un appareil etc.).

Il est également nécessaire que cette centrale d'acquisition dispose de voies supplémentaires pour y ajouter d'autres futurs capteurs. Un minimum de **4 (quatre) voies** supplémentaires devra être disponible pour l'ajout de futurs capteurs. Ces **4 (quatre) voies** devront avoir des connectiques correspondant aux standards du marché (UBS/RS232, ModBus/SDI-12 par exemple). Tout développement logiciel de la centrale d'acquisition pour la communication avec de futurs capteurs s'effectuera au cas par cas et sur bon de commande.

Une formation sur le paramétrage et la gestion globale de la centrale d'acquisition devra être proposée, permettant à l'utilisateur d'être autonome.

En cas de panne, le candidat retenu devra respecter certains délais :

- Si la panne provient de la mise à jour de tout ou partie de l'instrumentation (software interne aux appareils par exemple), la mise à jour de la centrale d'acquisition devra s'effectuer sous **1 (un) mois maximum**.

D'autre part, l'intégration devra permettre la mise à l'eau et à l'air de l'ensemble du matériel scientifique faisant partie des Lots 3 à 6 en plus d'une sonde BBE Fluoroprobe III, d'un ADCP et d'un WIZ déjà en notre possession.

La structure de mise à l'eau telle que nous l'imaginons est similaire à celle présentée dans la Figure 2 sous forme d'une « cage » en acier inoxydable. A ce sujet, nous sommes ouverts à toutes suggestions.

Néanmoins, l'emplacement des capteurs au sein de la structure de mise à l'eau devra respecter les conditions d'installation de chaque capteur. Il ne devra en aucun cas y avoir des interférences de mesure entre les capteurs.

Pour la mise à l'air des capteurs du Lot 4 la structure sera sous forme d'un mât suffisamment en hauteur pour ne pas subir les interférences d'un potentiel abri ou de la végétation tout en permettant aux utilisateurs un accès simple pour la maintenance

par exemple (un système de bras à bascule pourra être envisagé). Comme pour la structure de mise à l'eau, l'emplacement des capteurs aériens ne devra pas générer d'interférences entre eux. Ils devront être installés suivant les conditions d'installation recommandées par le fabricant.

L'installation comprendra également la mise en place d'une structure permettant le bon fonctionnement d'un ADCP, déjà en notre possession.

Une installation d'un dispositif sous forme de rail peut être envisagée (Figure 10), permettant de positionner l'appareil jusqu'à la profondeur de 2m. Ce dispositif permettra également de remonter l'instrument en surface au niveau de la plateforme pour la maintenance de l'appareil.

L'ADCP nécessite également d'être parfaitement positionné suivant deux axes, l'axe X parallèle à l'écoulement et qui définit le « roll » de l'appareil, l'axe Y perpendiculaire à l'écoulement qui définit le « pitch » de l'appareil (Figure 11). Le dispositif de fixation permettra de régler ces axes depuis la surface sans avoir à remonter systématiquement l'appareil.

Ce dispositif devra être fixé à la structure du ponton, soit sur l'un des pieux de fixation constitutifs de la partie flottante, soit par l'ajout d'une plateforme verticale soudée au pont flottant et/ou au garde-corps (Figure 2). Ce dispositif ne devra en aucunement gêner l'acquisition des autres appareils de mesures. Les matériaux utilisés pour le dispositif de fixation devront prendre en compte les problèmes de bio-fouling. Le développement d'algues ou de micro-organismes peuvent empêcher la mise en place de l'appareil sur le rail. Une solution peut être envisagée en recouvrant le dispositif de bandes de cuivre.

De plus, l'ADCP fourni par RDI, possède son propre module d'acquisition et de télétransmission qui seront installés par RDI. Il est nécessaire de prévoir deux branchements 12V pour alimenter l'ADCP, le module d'acquisition et de télétransmission.

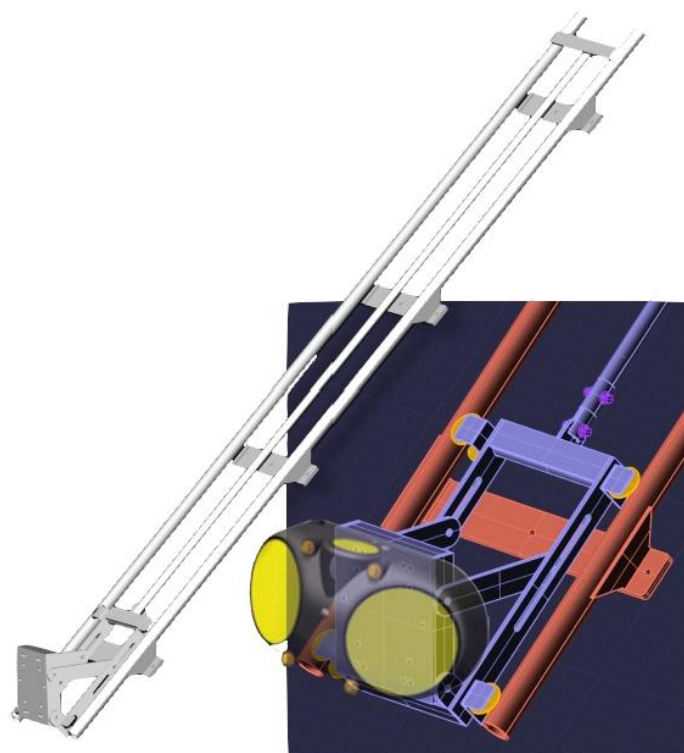


Figure 10 Exemple de dispositif de fixation de l'ADCP

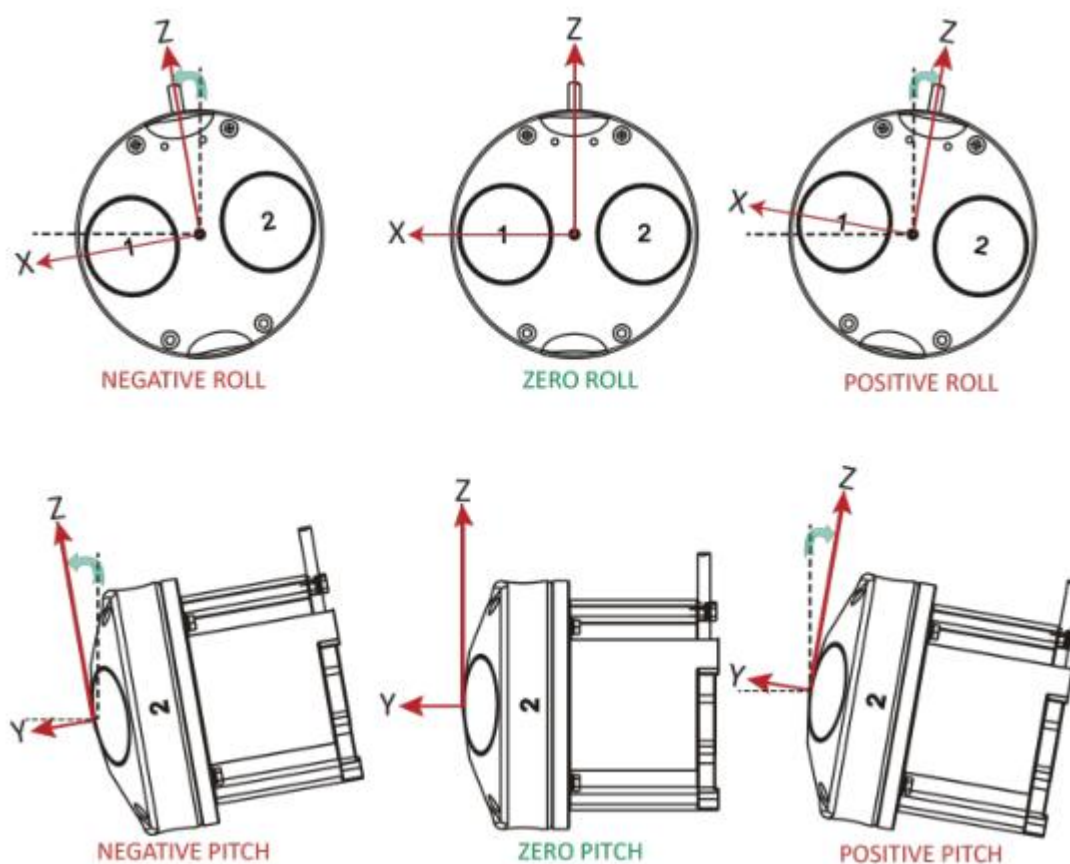


Figure 11 Exemples de bonnes orientations (vert) et de mauvaises orientations (rouge) de l'ADCP

V.2.2. Installation

L'installation et la mise en service du matériel devront être effectuées dès que la l'infrastructure d'accueil sera mise en place.

L'installation et la mise en service comprennent :

- La fixation de l'ensemble des appareils à l'infrastructure d'accueil (y compris les appareils déjà en notre possession), pour la mise à l'eau et la mise à l'air comme indiqué dans la partie intégration,
- La mise à l'abri de la centrale d'acquisition, des centrales d'acquisitions propres à certains appareils s'il y a et du coffret électrique, si besoin,
- La réalisation des branchements électriques (prévoir 4 prises électriques supplémentaires),
- La mise en place d'un système d'alarme en cas de vandalisme ou intrusion,
- La connexion entre les différents appareils et la centrale d'acquisition,
- La mise sous tension du système,
- La livraison d'un jeu standard de pièces de rechanges permettant l'installation et le démarrage des appareils de mesures.

Le candidat s'engage en outre à assister l'IPGP pendant toutes les phases d'installation et de vérification jusqu'à l'admission des matériels (fin de la période de validation de l'endurance).

V.3. Lot 3. Sonde Multi-paramètre

Ce lot vise à la fourniture d'une sonde multi-paramètres permettant la mesure du pH, de la conductivité normalisée à 25°C, la température, la turbidité, de l'oxygène dissous via un capteur optique ainsi que la mesure de la CDOM.

Cette sonde devra comporter un système de nettoyage actif (type balai) et passif (revêtement biocide) afin de limiter le bio-fouling sur les capteurs et sur la sonde.

Les plages de mesures pour les capteurs sont indiquées dans le Tableau 3.

Paramètre	Gamme de valeurs	Précisions attendues
pH	7 à 9	0.02
Température (°C)	-5 à +30	0.01
Conductivité (mS/cm)	0.3 à 3	0.001
Turbidité (NTU)	0 à 300	0.1
Oxygène dissous (mg/L % saturation)	0 à 16 0 à 120	0.1 mg/L
CDOM (mg/L)	0 à 10	0.2 mg/L

Tableau 3 Gammes de mesure souhaitées pour les paramètres associés à la sonde multi-paramètres

V.4. Lot 4. Station météorologique

Ce lot vise la fourniture d'une station météo. La station devra être la plus compacte et la moins encombrante possible.

Les paramètres de mesure souhaités sont la pression atmosphérique, la température de l'air, la vitesse et direction du vent, l'humidité relative, la pluviométrie et l'irradiance solaire. Ce lot comprend le dispositif de fixation sur l'infrastructure. Les mesures devront être réalisées à une altitude suffisante pour ne pas être impactées par la végétation environnante.

Les plages de mesures pour chacun des paramètres sont listées dans le Tableau 4.

Paramètre	Gamme de valeurs	Précisions attendues
Pression atmosphérique (hPa)	900 à 1100	1
Température de l'air (°C)	-20 à +35	0.01
Vitesse du vent (m/s)	0 à 60	
Direction du vent (°)	0 à 360	
Humidité relative (%)	0 à 100	1%
	Plage de mesure	Gamme spectrale
Irradiance solaire	0 à 4000 W/m ²	300 à 3000 nm

Tableau 4 Gammes de mesures souhaitées pour les paramètres météorologiques

Pour la pluviométrie, le capteur devra donner les informations suivantes :

- Durée de la pluie,
- Intensité de la pluie,
- Quantité cumulée de pluie sur le pas de temps.

V.5. Lot 5. Analyseur de phosphore dissous in situ

Ce lot vise l'achat d'un analyseur de phosphore dissous in situ.

La technologie d'analyse souhaitée est l'analyse du phosphore réactif dissous (assimilé au phosphate ou ortho-phosphate) par colorimétrie avec la formation du bleu de phospho-molybdène et spectrophotométrie classique avec une mesure du signal de transmission optique du complexe à 880 nm après comparaison avec le signal de transmission relevé dans l'eau ambiante.

L'analyseur devra pouvoir prélever de manière autonome l'échantillon. L'échantillon devra subir un prétraitement, notamment une filtration, permettant de se rapprocher le plus d'une mesure efficace du phosphore réactif dissous.

Une calibration automatique de l'appareil ainsi qu'un nettoyage (eau brute ou détergent léger) de la fenêtre optique doivent pouvoir être effectués afin d'éviter toutes dérive et/ou encrassement.

L'autonomie de l'analyseur, en termes de réactifs, doit permettre une durée d'acquisition de **15 (quinze) à 30 (trente) jours** à raison d'une analyse toutes les **4 heures**.

Les spécifications techniques de l'appareil sont listées dans le Tableau 5 :

Limite de détection	25 nmol/L = 0.0024 mg PO_4^{3-} /L
Limite de quantification	75 nmol/L = 0.0071 mg PO_4^{3-} /L
Précision	50 nmol/L = 0,0047 mg PO_4^{3-} /L
Gamme de mesure	0 à 10 $\mu\text{mol/L}$ = 0 à 1 mg PO_4^{3-} /L
Nombre d'analyses pour un jeu de réactifs	1000 à 1500
Pas de temps de mesures	4 heures

Tableau 5 Spécifications techniques demandées pour l'analyseur de phosphore dissous in situ

Une formation sur l'utilisation, la maintenance, la fréquence de nettoyage etc. de l'appareil est requise.

V.6. Lot 6. Sonde de pCO₂

Ce lot vise la fourniture d'une sonde permettant la mesure de la pCO₂ (pression partiel de CO₂) dans l'eau.

Cette sonde permettra de quantifier la pCO₂ via dans un premier temps une membrane semi-perméable assurant l'équilibre entre le CO₂ dissous et le CO₂ gazeux puis un capteur de spectroscopie infra rouge non dispersive (NDIR).

Cette sonde devra comporter un système anti-fouling.

Les spécifications techniques de l'appareil sont listées dans le Tableau 6:

Gamme de mesure	0 à 6000 ppm CO ₂
Résolution	0.01 ppm CO ₂
Précision	1% de la valeur lue
Temps de réponse	1 minute

Tableau 6 Spécification techniques demandées pour la sonde de pression partielle de CO₂

VI. Sigles utilisés

ADCP : Acoustic Doppler Current Profiler

CarboSeine : résilienCe et vulnérABilité de l'écOsystème Seine

CDOM : Colored Dissolved Organic Mater (Matière Organique Dissoute Colorée)

COD : Carbone Organique Dissous

COT : Carbone Organique Total

GIE HAROPA : Groupement d'Intérêt Economique Havre Rouen Paris

GIP Seine Aval : Groupement d'Intérêt Public Seine Aval

IPGP : Institut de Physique du Globe de Paris

PHRESQUES : Projet d'Harmonisation et de Renforcement du Suivi haute-fréquence de la Qualité de l'Eau de la vallée de la Seine

PIREN Seine : Programme Interdisciplinaire de Recherche en Environnement Seine

SIAAP : Syndicat Interdépartemental d'Assainissement de l'Agglomération Parisienne

SYNAPSES : Système de Surveillance automatisé de la physico-chimie en Estuaire de Seine

SMILE : Système de Mesure Instrumenté pour l'Environnement Littoral

UV : Ultra-Violet