



CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

(CCTP)

Personne publique :

UNIVERSITE DE RENNES

Pôle des Achats

2 rue du Thabor CS 46510

35065 RENNES CEDEX

Objet de la consultation :

Acquisition, Livraison et Mise en service d'équipements scientifique pour les laboratoires d'OSUR-OSERen de l'Université de Rennes (CPER GLAZ PHASE 4a et 4b)

Echanges sols-atmosphère et Qualité de l'air

Lot 17 : Impacteur pour la collecte d'aérosols

Lot 18 : Analyseur de concentrations de gaz à effet de serre

Lot 19 : Echantillonneur d'air pour aérosols biologiques

Lot 20 : SODAR

Lot 21 : Lot d'un réseau de 25 stations météorologiques multi-paramètres

établi en application du code de la commande publique
(ordonnance 2018-1074 du 26 novembre 2018 et décret 2018-1075 du 3 décembre 2018)

La procédure de consultation utilisée est la suivante :
Appel d'offres ouvert européen en application du code de la commande publique
Articles L. 2124-2, R. 2124-2 1° et R. 2161-2 à R. 2161-5

Référence Consultation : 2024075AOF

Version établie en date du 29/01/2025

Objet de la consultation :

Cette consultation a pour objet la fourniture, la livraison, la mise en service et la formation à la mise en œuvre d'équipements pour échantillonner les aérosols et analyser les gaz impliqués dans la qualité de l'air et étudier le microclimat à l'interface sol-atmosphère.

Contenu du CCTP

Le présent cahier des clauses techniques particulières comprend **cinq lots** visant à acquérir : i) un impacteur pour la collecte de particules, ii) un échantillonneur d'aérosols biologiques, iii) un analyseur de gaz à effet de serre ; iv) un sodar pour le profilage thermique 3D de la couche limite et v) un réseau de stations météorologiques pour l'étude spécifique des îlots de chaleur urbain (ICU).

Contexte des investissements susvisés

Les investissements susvisés répondent à la nécessité de renforcer les capacités techniques dédiées à l'étude du compartiment AIR situé à l'interface sol-atmosphère. Ce compartiment de l'environnement est au cœur d'enjeux climatiques et de préoccupations sanitaires croissantes (changement climatique, îlots de chaleur, pollutions, ...) pour lesquels la production de connaissances scientifiques et d'observations long-terme sont requises à des fins de remédiation et/ou de limitations des effets.

Les équipements susvisés seront rattachés au pôle EXPAIR, un des six espaces expérimentaux et analytiques de la halle expérimentale Buffon dédiée aux recherches en Environnement à Rennes.

Parmi les équipements ciblés, certains ont vocation à être installés de façon pérenne ou temporaire en extérieur pour équiper des sites d'observation de terrain d'autres visent un usage mixte entre portabilité sur le terrain et utilisation en halle expérimentale.

Le matériel sera livré à :

Observatoire en Environnement de Rennes (OSUR-OSERen)

Bâtiment 14C - Halle expérimentale BUFFON - pôle EXPAIR

CAMPUS DE BEAULIEU

263 Avenue du Général Leclerc

35042 RENNES cedex

Lot 17 : Impacteur pour la collecte d'aérosols

Lot 18 : Analyseur de concentrations de gaz à effet de serre

Lot 19 : Echantillonneur d'air pour aérosols biologiques

Lot 20 : SODAR

Lot 21 : Lot d'un réseau de 25 stations météorologiques multi-paramètres

1. Lot 17 : Impacteur pour la collecte d'aérosols

Contexte, description générale

Ce premier lot vise à acquérir un impacteur en cascades permettant de collecter des particules en suspension (aérosols) dans l'air ambiant extérieur en fonction de leur taille granulométrique. L'objectif est d'effectuer ensuite une caractérisation physico-chimique et/ou biogéochimique des différentes fractions granulométriques ainsi collectées.

Cet investissement s'inscrit dans un projet visant à étudier les émissions d'aérosols à l'interface sol-atmosphère « sol-air ». Les aérosols organiques secondaires (AOS) sont un type de particules fines impliquées dans le bilan thermique de l'atmosphère. En outre la présence de particules très fines, de diamètre de l'ordre du micromètre voire inférieur, ont la particularité de pénétrer très profondément dans le système pulmonaire, entraînant d'importants effets néfastes sur la santé. Afin de réaliser des analyses physico-chimiques et/ou biochimiques des aérosols présents dans l'air ambiant, nous souhaitons faire l'acquisition d'un impacteur conçu pour la collecte de particules à fractionnement par taille.

a. Spécificités techniques

L'équipement devra répondre précisément aux exigences fonctionnelles et techniques suivantes :

- L'impacteur devra disposer d'au moins une dizaine d'étages d'impacts avec des diamètres de coupure nominaux idéalement compris entre 50 nm et 10 μm , intervalle qui représente l'éventail de tailles d'intérêt pour nos études. L'ajout d'un filtre final constituerait un avantage supplémentaire.
- L'impacteur devra disposer d'étages rotatifs pendant la collecte pour garantir un dépôt de particules le plus uniforme possible à chaque étage
- L'impacteur devra posséder un microprocesseur pour contrôler et enregistrer les mesures de pression différentielles à plusieurs étages de collectes et d'une interface permettant 1) de programmer des séquences et des protocoles de collecte, 2) d'enregistrer les données relatives au processus d'échantillonnage.
- Un port de communication ethernet ainsi que la possibilité de manipuler à distance l'impacteur ((démarrage/arrêt via internet) seraient fortement appréciés
- L'impacteur devra impérativement être livré avec une ligne de prélèvement, un système de pompage, un débitmètre d'air thermique de haute performance (0-300 $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$), et d'un porte filtre facilitant à la fois le remplacement des filtres au sein même de l'impacteur et leur conservation au cours du transport vers le laboratoire afin de minimiser leur éventuelle contamination.
- La ligne de prélèvement incluant une tête devra accepter des débits de plusieurs dizaines de L/min afin de garantir une basse limite de détection.

b. Documents à fournir en réponse à l'appel d'offres

- Des fiches techniques de l'appareil et des contraintes techniques liées
- Un descriptif des opérations de maintenance.

- Un estimatif des coûts en consommables et maintenance (en base annuelle) des différents équipements.
- Le fournisseur devra décrire explicitement le fonctionnement de son service après-vente (implantation, sous-traitance, délais, support téléphonique le cas échéant).
- Pour les éléments susmentionnés, le fournisseur devra fournir les valeurs des limites de détection et de quantification et les précisions qui seront atteignables avec le matériel proposé ainsi que les méthodes qui ont permis l'obtention de ces valeurs.
- Le fournisseur indiquera les tests qui seront réalisés lors de l'installation pour s'assurer du bon fonctionnement de l'équipement et de sa fidélité par rapport aux prestations proposées.

c. Fournitures

1. Un Impacteur à étages pour la collecte d'aérosols par fraction granulométrique
2. Une pompe à vide adaptée aux exigences de débit et de pression de l'impacteur
3. Une ligne et tête de prélèvement d'air
4. Un débitmètre massique thermique à air de haut débit
5. Une colonne complète de platines d'impaction et porte-filtres
6. Des accessoires et consommables pour la mise en fonctionnement de l'ensemble et l'utilisation de l'impacteur.
7. Une documentation complète de l'équipement, des protocoles de maintenance et des protocoles de récupération des données.

d. Livraison et installation

Le fournisseur devra s'engager sur une série de dispositions liées à la livraison et à l'installation de l'équipement.

- Délai de livraison : le délai de livraison est **de 3 mois** après la notification du marché.
- Les fournitures seront livrées à destination franco de port.
- Le transport s'effectuera sous la responsabilité du titulaire du marché jusqu'au lieu de livraison. Le conditionnement, le chargement, et le déchargement seront effectués sous sa responsabilité et à ses frais.
- La vérification de la livraison et l'installation de l'équipement complet seront à la charge du titulaire du marché. Si des fournitures se révélaient non conformes, elles seraient refusées et devraient être remplacées immédiatement par le titulaire.
- La date de l'installation sera fixée en accord avec Madame Binet Françoise, responsable scientifique et technique de l'achat susmentionné, dans un délai maximum **de 1 mois** après la livraison.
- Le titulaire du marché s'engagera à fournir à la livraison toute la documentation technique nécessaire à une utilisation correcte et optimale du matériel et à son entretien courant.

a. Formation

Une formation sur site pour **quatre personnes** sera dispensée par le titulaire à la suite de

l'installation permettant de prendre totalement en main l'équipement.

b. Garanties

Le fournisseur proposera une garantie (pièce, main d'œuvre, transport et déplacement) de l'ensemble du matériel d'au moins 1 an à compter de la date à partir de laquelle la vérification de l'instrument aura été réalisée après son installation sur le site et la formation du personnel.

Les délais maxima de dépannage et de fourniture de pièces devront être spécifiés clairement dans la proposition effectuée. Une visite de maintenance sera effectuée avant la fin de cette période de garantie.

Lot 18 : Analyseur de concentrations de gaz à effet de serre

Contexte, description générale

Ce deuxième lot vise à acquérir un analyseur de concentrations de gaz à effet de serre émis à l'interface sol-atmosphère par les sols et/ou la végétation dans divers écosystèmes terrestres anthropisés. Nous souhaitons acquérir un instrument capable de mesurer simultanément plusieurs gaz à effet de serre dont les quatre gaz carbonés et azotés suivants : CH₄, CO₂, N₂O et le NH₃. L'instrument sera utilisé pour la recherche sur les gaz à effet de serre émis par les sols utilisés en agriculture et/ou par ceux de zones humides afin de comprendre leur dynamique d'émissions pour à terme réduire leur impact néfaste sur le changement climatique et la qualité de l'air.

L'équipement sera déployé directement sur le terrain ou utilisés pour des expérimentations en halles expérimentales. Deux possibilités de mesure sont recherchées : i) des mesures de concentrations de gaz en temps réel dans l'air à l'interface avec le sol avec une sensibilité et une résolution temporelle élevées, ii) des mesures discontinues des gaz à partir d'échantillons d'air de volumes contraints (de 0,5 à 6 litres) préalablement prélevés au terrain ou issus d'expérimentations. L'équipement doit être robuste et fonctionnel dans une large gamme normale de température et d'humidité ambiante dans l'environnement.

a. Spécificités techniques

L'analyseur devra répondre précisément aux différentes exigences fonctionnelles et techniques recherchées pour chacun des gaz d'intérêt. Les exigences en termes de limite de détection diffèrent selon les gaz. Les spécificités techniques particulières pour chaque gaz complètent les spécificités techniques générales

Spécificités techniques générales

Nous recherchons un instrument mesurant les quatre gaz simultanément avec :

- des sensibilités élevées (ordre du ppb) pour le CH₄, le N₂O, le NH₃ et le CO₂
- en particulier une large gamme pour le méthane CH₄ est souhaitée (jusqu'à 800 ppm)
- en particulier, une capacité démontrée pour quantifier l'ammoniac (NH₃) ;
- l'instrument doit pouvoir fonctionner avec des concentrations ambiantes de vapeur d'eau sans séchage de l'échantillon ni filtrage de l'eau, et le logiciel doit inclure une correction automatisée de la vapeur d'eau.
- l'équipement doit permettre un passage rapide de l'échantillon de gaz pour minimiser les effets de mémoire et réduire les processus d'adsorption pour le NH₃.
- les temps de réponse doivent être courts et au maximum (<2 minutes) et le débit d'échantillonnage doit être >1 L/min.
- le fournisseur devra produire au moins une référence documentaire sur les tests d'interférence.

- la proposition d'équipement accessoire pour permettre des mesures discrètes sur des échantillons d'air de petits volumes sera fortement apprécié.
- l'instrument doit être robuste, adapté aux expériences de laboratoire comme de terrain et aisément transportable.
- les mesures et l'acquisition des données doivent être gérées par un processeur et un logiciel intégré pour mesurer simultanément les gaz NH₃, CH₄, N₂O et CO₂ et intégrer les mesures en temps réel. Des protocoles alternatifs d'intégration de données et de calculs de concentrations seront fortement appréciés dans le cas d'échantillonnages discrets de gaz.
- la conception globale de l'équipement doit permettre une prise en main et une utilisation en routine par un technicien formé sans avoir à procéder à des réglages très spécialisés.

Spécificités techniques pour chaque gaz ciblé

Limite de détection (ppb) au-dessus du niveau ambiant à une minute d'intégration : <20 ppb pour le méthane CH₄ et l'oxyde nitreux N₂O, <5 ppb pour l'ammoniac (NH₃), <1000 ppb pour le dioxyde de Carbone (CO₂).

b. Documents à fournir en réponse à l'appel d'offres

- Des fiches techniques de l'appareil et des contraintes techniques liées
- Un descriptif des opérations de maintenance.
- Un estimatif des **coûts en consommables et maintenance** (en base annuelle) de l'ensemble de l'équipement ainsi que le **cout de contrats d'entretien** spécifiés au paragraphe « Garanties ».
- Le fournisseur devra décrire explicitement le fonctionnement de son service après-vente (implantation, sous-traitance, délais, support téléphonique le cas échéant).
- Pour les éléments susmentionnés, le fournisseur devra fournir les valeurs des limites de détection et de quantification et les précisions qui seront atteignables avec le matériel proposé ainsi que les méthodes qui ont permis l'obtention de ces valeurs.
- Le fournisseur indiquera les tests qui seront réalisés lors de l'installation pour s'assurer du bon fonctionnement de l'équipement et de sa fidélité par rapport aux prestations proposées.

c. Fournitures

- Analyseur de concentration de gaz pour l'analyse simultanée de N₂O, CH₄, CO₂, NH₃ et H₂O, inclus les processeur et logiciel intégrés pour l'intégration des données et le pilotage de l'instrument
- Une pompe à vide externe adaptée
- Un multi-sampler pour permettre une routine d'échantillonnages discrets sur des échantillons d'air-gaz prélevés
- Accessoires informatiques et divers consommables pour le raccordement et la mise en fonctionnement (tubes, filtres, swagelocks,...)

d. Livraison et installation

- Délai de livraison : le délai de livraison est de 3 mois après la notification du marché.

- Les fournitures seront livrées à destination franco de port.
- Le transport s'effectuera sous la responsabilité du titulaire du marché jusqu'au lieu de livraison. Le conditionnement, le chargement, et le déchargement seront effectués sous sa responsabilité et à ses frais.
- La vérification de la livraison et l'installation de l'équipement complet seront à la charge du titulaire du marché. Si des fournitures se révélaient non conformes, elles seraient refusées et devraient être remplacées immédiatement par le titulaire.
- La date de l'installation sera fixée en accord avec Mme Françoise Binet, susmentionnée, dans un délai maximum de 1 mois après la livraison
- Le titulaire du marché s'engagera à fournir à la livraison toute la documentation technique nécessaire à une utilisation correcte et optimale du matériel et à son entretien courant.

e. Formation et assistance

- Une formation sur site pour cinq personnes sera dispensée par le titulaire à la suite de l'installation permettant de prendre totalement en main l'équipement.
- Une assistance technique clientèle en ligne sera fortement appréciée pour toute la durée de vie du produit.

f. Garanties

- Le fournisseur proposera une garantie (pièces mécaniques, optiques et électroniques, main d'œuvre, transport et déplacement) de l'ensemble du matériel d'au moins 1 an à compter de la date à partir de laquelle la vérification de l'instrument aura été réalisée après son installation sur le site et la formation du personnel.
- Les délais maxima de dépannage et de fourniture de pièces devront être spécifiés clairement dans la proposition effectuée.
- Une visite de maintenance sera effectuée avant la fin de cette période de garantie.
- Le coût de contrats de maintenance sera spécifié pour prestation éventuelle

Lot 19: Echantillonneur d'air pour aérosols biologiques

Ce troisième lot vise à acquérir un échantillonneur d'air pour la collecte d'aérosols biologiques émis à l'interface sol-atmosphère dans divers écosystèmes de l'environnement. L'équipement sera utilisé sur le terrain ou utilisés pour des expérimentations en halles expérimentales. L'équipement doit permettre la collecte de microorganismes aérosolisés, présents de façon diffuse dans l'air pour des analyses génomiques et/ou microbiologiques.

a. Spécificités techniques

L'échantillonneur devra répondre précisément aux exigences fonctionnelles et techniques suivantes :

- L'équipement doit être adapté à la collecte de microorganismes aérosolisés dans leur intégrité cellulaire.
- L'équipement doit permettre de prélever à haut-débit (minimum 300L.min) et de réaliser des débits variables.
- Une durée d'échantillonnage d'air d'au moins 16 heures en continu.
- L'efficacité de collecte doit être élevée (> 50%) pour les particules de taille petite (micronique <2 μ) à très petite comprises (submicronique < 1 μ)
- L'équipement doit être énergétiquement autonome et facilement transportable par cheminement sur le terrain.
- L'équipement fonctionne dans une gamme de température et d'humidité de l'air rencontrée en milieu tempéré comme en milieu froid subpolaire.
- Une décontamination aisée de l'équipement est indispensable.
- Un équipement capable de communiquer avec un poste informatique

a. Documents à fournir en réponse à l'appel d'offres

- Des fiches techniques de l'appareil et des contraintes techniques liées
- Un descriptif des opérations de maintenance.
- Un estimatif des coûts en consommables et maintenance (en base annuelle) des différents équipements.
- Le fournisseur devra décrire explicitement le fonctionnement de son service après-vente (implantation, sous-traitance, délais, support téléphonique le cas échéant).
- Pour les éléments susmentionnés, le fournisseur devra fournir les valeurs des limites de collecte et de quantification et les précisions qui seront atteignables avec le matériel proposé ainsi que les méthodes qui ont permis l'obtention de ces valeurs ainsi que fournir des références documentaires.
- Le fournisseur indiquera les tests qui seront réalisés lors de l'installation pour s'assurer du bon fonctionnement de l'équipement et de sa fidélité par rapport aux prestations proposées.

b. Fournitures

- Un échantillonneur d'air à haut débit portable et autonome (avec batteries) pour la collecte de microorganismes

- Un logiciel et les connectiques adaptées (port ...) pour faire communiquer l'instrument avec un PC
- Un chargeur pour batteries de longue-durée
- Accessoires (porte-filtre) et consommables (filtres) pour la mise en fonctionnement et utilisation de l'ensemble
- Une mallette de transport antichoc pour un transport et usage en extérieur
- Une documentation complète de l'équipement, un manuel d'utilisation (fonctionnement, pilotage) et de maintenance de l'équipement.

c. Livraison et installation

Le fournisseur devra s'engager sur une série de dispositions liées à la livraison et à l'installation de l'équipement analytique.

- Délai de livraison : le délai de livraison est de 3 mois après la notification du marché.
- Les fournitures seront livrées à destination franco de port.
 - Le transport s'effectuera sous la responsabilité du titulaire du marché jusqu'au lieu de livraison. Le conditionnement, le chargement, et le déchargement seront effectués sous sa responsabilité et à ses frais.
 - Le titulaire du marché s'engagera à fournir à la livraison toute la documentation technique nécessaire à une utilisation correcte et optimale du matériel et à son entretien courant.

d. Formation

- Néant

e. Garanties

- Le fournisseur proposera une garantie (pièce, main d'œuvre, transport et déplacement) de l'ensemble du matériel d'au moins 1 an à compter de la date à partir de laquelle la vérification de l'instrument aura été réalisée après son installation sur le site.
- Les délais maxima de dépannage et de fourniture de pièces devront être spécifiés clairement dans la proposition effectuée.

Lot 20 : SODAR

Contexte, description générale

Ce lot vise à acquérir un profileur thermique vertical de la couche limite atmosphérique par effet Doppler. L'objectif est de comprendre comment sont structurées les masses d'air dans les basses couches de l'atmosphère et comment ces structures sont dépendantes du paysage et de l'occupation du sol notamment à l'interface urbain/rural.

Cet investissement s'inscrit dans un projet visant à étudier les îlots de chaleur atmosphérique dans un contexte d'extension et de densification des surfaces urbanisées. En outre la connaissance du fonctionnement physique des basses couches de l'atmosphère est nécessaire pour comprendre certaines propriétés chimiques étudiées dans les lots précédents de ce présent appel d'offres et entraînant d'importants effets néfastes sur la santé humaine et des écosystèmes.

a. Spécificités techniques

L'équipement devra répondre précisément aux exigences fonctionnelles et techniques suivantes :

- L'équipement devra être compatible avec les instruments déjà utilisés à l'OSUR notamment le profileur de vent SFAS (scintec instruments).
- Le Sodar restituera des profils verticaux entre 40 et 600 mètres avec une résolution verticale minimale de 10 mètres à une fréquence de 1290 MHz.
- Le Sodar devra pouvoir opérer dans une large gamme de températures (-30 à +50°C) et détecter des variations de +/- 0,2°C entre -40 et +60°C.
- Le pas de mesures et ou d'échantillonnage devra être programmable entre une et 60 minutes.
- Un port de communication ethernet ainsi que la possibilité de manipuler à distance l'appareil (démarrage/arrêt via internet) seraient fortement appréciés

b. Documents à fournir en réponse à l'appel d'offres

- Le coût HT des accessoires et équipements
- Des fiches techniques de l'appareil et des contraintes techniques liées
- Un descriptif des opérations de maintenance.
- Un estimatif des coûts en consommables et maintenance (en base annuelle) des différents équipements.
- Le fournisseur devra décrire explicitement le fonctionnement de son service après-vente (implantation, sous-traitance, délais, support téléphonique le cas échéant).
- Pour les éléments susmentionnés, le fournisseur devra fournir les valeurs des limites de détection et les précisions qui seront atteignables avec le matériel proposé.
- Le fournisseur indiquera les tests qui seront réalisés lors de l'installation pour s'assurer du bon fonctionnement de l'équipement et de sa fidélité par rapport aux prestations proposées.

f. Fournitures

L'appareil devra être livré avec un kit complet d'alimentation sur secteur et possibilité de fonctionnement sur batteries.

e. Livraison et installation

Le fournisseur devra s'engager sur une série de dispositions liées à la livraison de l'équipement.

- Délai de livraison : le délai de livraison est de 3 mois après la notification du marché.
- Les fournitures seront livrées à destination franco de port.
- Le transport s'effectuera sous la responsabilité du titulaire du marché jusqu'au lieu de livraison. Le conditionnement, le chargement, et le déchargement seront effectués sous sa responsabilité et à ses frais.
- La vérification de la livraison et la première mise en service de l'équipement complet seront à la charge du titulaire du marché. Si des fournitures se révélaient non conformes, elles seraient refusées et devraient être remplacées immédiatement par le titulaire.
- La date de la première mise en service sera fixée en accord avec Vincent Dubreuil et/ou Jean Nabucet, responsables scientifiques et techniques de l'achat susmentionné, dans un délai maximum de 1 mois après la livraison.
- Le titulaire du marché s'engagera à fournir à la livraison toute la documentation technique nécessaire à une utilisation correcte et optimale du matériel et à son entretien courant.

a. Formation

Une formation pour trois personnes sera dispensée par le titulaire permettant de prendre totalement en main l'équipement.

b. Garanties

Le fournisseur proposera une garantie (pièce, main d'œuvre, transport et déplacement) de l'ensemble du matériel d'au moins 1 an à compter de la date à partir de laquelle la vérification de l'instrument aura été réalisée après sa première utilisation sur le site et la formation du personnel.

Les délais maxima de dépannage et de fourniture de pièces devront être spécifiés clairement dans la proposition effectuée. Une visite de maintenance sera effectuée avant la fin de cette période de garantie.

Lot 21 : Lot d'un réseau de 25 stations météorologiques multi-paramètres

Contexte, description générale

Ce cinquième lot vise à acquérir un ensemble de 25 stations météorologiques appelées à fonctionner en réseau. L'objectif est de suivre en temps réel les conditions météorologiques sur la métropole rennaise en lien avec les autres mesures (chimiques et physiques) réalisées dans le cadre de l'action CPER-POLQA (lots 1 à 4).

Cet investissement s'inscrit dans un projet visant à étudier les situations favorables à la formation des îlots de chaleur (ICU), de les quantifier et les suivre dans le temps. En effet, le contexte de changement climatique d'extension et de densification urbaine favorise les modifications locales du bilan radiatif et le phénomène d'ICU entraînant d'importants effets néfastes sur la santé (nuits tropicales). Afin de réaliser des cartographies de l'ICU, nous souhaitons faire l'acquisition d'un lot de 25 stations météorologiques multi paramètres pour densifier et mettre à jour le réseau déjà opérationnel sur Rennes.

a. Spécificités techniques

L'équipement devra répondre précisément aux exigences fonctionnelles et techniques suivantes :

- L'équipement devra être compatible avec les stations déjà existantes au sein du réseau rennais (standard de type DAVIS-Vantage-Pro2).
- Les paramètres mesurés seront : température et humidité de l'air (sous abri normalisé), précipitations (volume et intensité), vent (vitesse et direction), pression atmosphérique, rayonnement solaire (pyranomètre). La possibilité d'ajouter une sonde supplémentaire de température dans ou au niveau du sol sera appréciée.
- Le pas d'archivage des paramètres pourra être programmé entre une minute et 2 heures avec synthèse des minimales et maximales.
- La station sera composée d'un bloc de mesure externe comportant les instruments et d'une console interne d'acquisition avec mémoire interne et possibilité de connexion internet (ou LORAWAN) pour un suivi des paramètres en temps réel. La prestation devra inclure la possibilité de récupérer les archives en ligne sans nécessité d'abonnement.
- La communication entre la console et les équipements de mesures devra être sans fil avec une portée minimale de 100 mètres.

b. Documents à fournir en réponse à l'appel d'offres

- Le coût HT des accessoires et équipements
- Des fiches techniques de l'appareil et des contraintes techniques liées
- Un descriptif des opérations de maintenance à prévoir.
- Un estimatif des coûts en consommables et maintenance (en base annuelle) des différents équipements.

- Le fournisseur devra décrire explicitement le fonctionnement de son service après-vente (sous-traitance, délais, support téléphonique le cas échéant).
- Pour les éléments susmentionnés, le fournisseur devra fournir les valeurs des limites de détection et de quantification et les précisions qui seront atteignables avec le matériel proposé.
- Le fournisseur indiquera les tests qui seront réalisés pour s'assurer du bon fonctionnement de l'équipement et de sa fidélité par rapport aux prestations proposées.

c. Fournitures

1. 10 sondes Température et Humidité compatibles.
2. 4 roulements d'anémo-girouettes de rechange
3. Piles d'alimentation pour consoles et module de communication
4. Kit de connexion internet.
5. En option, sondes supplémentaires de température dans le sol si disponibles.

d. Livraison et installation

Le fournisseur devra s'engager sur une série de dispositions liées à la livraison et à l'installation de l'équipement.

- Délai de livraison : le délai de livraison est **de 3 mois** après la notification du marché.
- Les fournitures seront livrées à destination franco de port.
- Le transport s'effectuera sous la responsabilité du titulaire du marché jusqu'au lieu de livraison. Le conditionnement, le chargement, et le déchargement seront effectués sous sa responsabilité et à ses frais.
- La vérification de la livraison sera à la charge du titulaire du marché. Si des fournitures se révélaient non conformes, elles seraient refusées et devraient être remplacées immédiatement par le titulaire.
- La date de livraison sera fixée en accord avec Vincent Dubreuil, responsable scientifique et technique de l'achat susmentionné.
- Le titulaire du marché s'engagera à fournir à la livraison toute la documentation technique nécessaire à une utilisation correcte et optimale du matériel et à son entretien courant.

e. Garanties

Le fournisseur proposera une garantie (pièce, main d'œuvre, transport et déplacement) de l'ensemble du matériel d'au moins 1 an à compter de la date de livraison. Les délais maxima de dépannage et de fourniture de pièces devront être spécifiés clairement dans la proposition effectuée. Une visite de maintenance sur site avant la fin de cette période de garantie serait appréciée.