



*Institut National de Recherche pour l'Agriculture,  
l'Alimentation et l'Environnement  
Centre de Nouvelle-Aquitaine Bordeaux*

## **MARCHE PUBLIC DE FOURNITURES**

### **CENTRE INRAE DE NOUVELLE-AQUITAINE BORDEAUX**

71, avenue Edouard Bourlaux  
CS 20032  
33 882 VILLENAVE D'ORNON Cedex  
Tel : 05.57.12.23.00

**Acquisition de dispositifs de mesure de concentration et de flux CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O de  
type IRGA et les accessoires associés.**

**CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES  
(CCTP)**

# **Objet : Acquisition de dispositifs de mesure de concentration et de flux CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O de type IRGA et les accessoires associés**

Dans le cadre du CPER BOOSTER+ (Contrat de Plan État-Région), nous prévoyons l'achat de **4 dispositifs** de mesure de CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O.

- Fourniture et livraison d'un dispositif complet de mesure de flux CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O rapide en chemin fermé (« closed path ») plus anémomètres sonique 3D, destiné à la mesure haute fréquence des flux turbulents (eddy covariance) conforme au protocole ICOS.
- Fourniture et livraison de deux dispositifs de mesure de flux CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O basés sur la technique des flux turbulents en chemin ouvert (« open path »). Chacun de ces dispositifs sera constitué d'un analyseur IRGA et d'un anémomètre 3 composantes, dont l'un disposera d'un dispositif de mesure des données auxiliaires nécessaires au calcul des flux.
- Fourniture et livraison d'un analyseur de la concentration CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O lent en chemin fermé (« closed path »), destiné à la mesure d'un profil vertical.

## **1. Contexte et objectifs**

INRAE souhaite acquérir 4 dispositifs de mesure de CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O qui se caractérisent de la manière suivante :

**Dispositif 1 :** Un dispositif de mesure de flux turbulents composé d'un analyseur de gaz infrarouge à double canal, en chemin fermé (« closed path »), pour la mesure simultanée et en continu du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et de la vapeur d'eau (H<sub>2</sub>O) et d'un anémomètre 3D (50 Hz) destiné à des applications de flux turbulents sur site expérimental en extérieur. L'appareil doit être conçu pour fonctionner en environnement extérieur, dans des conditions météorologiques variées (pluie, neige, brouillard), tout en assurant des mesures haute fréquence (20 Hz) adaptées au calcul des flux par covariance des turbulences. Le dispositif devra répondre au standard ICOS classe 2.

**Dispositif 2 :** Un dispositif de mesure de flux turbulents, analyseur de gaz infrarouge à double canal, en chemin ouvert (« open path »), pour la mesure simultanée et en continu du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), de la vapeur d'eau (H<sub>2</sub>O) et du vent en 3 dimensions, destiné à des applications de flux turbulents sur site expérimental en extérieur. L'appareil doit être conçu pour fonctionner en environnement extérieur, dans des conditions météorologiques variées (pluie, neige, brouillard), tout en assurant des mesures haute fréquence (20 Hz) adaptées au calcul des flux par covariance des turbulences.

**Dispositif 3 :** Un dispositif de mesure de flux turbulents, analyseur de gaz infrarouge à double canal, en chemin ouvert (« open path »), pour la mesure simultanée et en continu du

dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), de la vapeur d'eau (H<sub>2</sub>O) et du vent en 3 dimensions. Ce dispositif devra être complété d'un système de mesure lent nécessaire à l'acquisition des données auxiliaires, destiné à des applications de flux turbulents sur site expérimental en extérieur. L'ensemble du dispositif doit être conçu pour fonctionner en environnement extérieur, dans des conditions météorologiques variées (pluie, neige, brouillard), tout en assurant des mesures haute fréquence (20 Hz) adaptées au calcul des flux par covariance des turbulences.

**Dispositif 4 :** Un analyseur de gaz infrarouge, en chemin fermé (« closed path »), pour la mesure simultanée et en continu du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et de la vapeur d'eau (H<sub>2</sub>O), destiné à des applications de mesure de profils verticaux sur sites expérimentaux en extérieur. L'appareil doit être conçu pour fonctionner en environnement extérieur, dans des conditions météorologiques variées (pluie, neige, brouillard), tout en assurant des mesures à une fréquence (1 Hz) adaptée.

**Les appareils devront être conformes aux exigences du référentiel de labellisation de l'infrastructure de recherche européenne ICOS, à laquelle est rattaché depuis 2020 le site expérimental de Salles. Les instructions ICOS sont détaillées à l'annexe 1 au CCTP.**

## 2. Prestations attendues

Le titulaire devra fournir :

- Les dispositifs de mesure conformes aux spécifications techniques décrites ci-après à l'article 3.
- Les accessoires nécessaires au fonctionnement (alimentation, câblage, modules de contrôle de débit, modules d'acquisition de données).

## 3. Spécifications techniques minimales

L'instrument proposé devra satisfaire ou dépasser les exigences suivantes :

### Type

- Analyseur CO<sub>2</sub> / H<sub>2</sub>O par spectroscopie infrarouge non dispersive (NDIR) ou technologie équivalente ; pour chaque dispositif.
- Chemin de mesure fermé (« closed path ») pour les dispositifs 1 et 4.
- Chemin de mesure ouvert (« open path ») pour les dispositifs 2 et 3.

### Plages de mesure pour chaque dispositif

- CO<sub>2</sub> : minimum 0 – 3000 µmol·mol<sup>-1</sup>
- H<sub>2</sub>O : minimum 0 – 60 mmol·mol<sup>-1</sup>

#### Précision et stabilité pour chaque dispositif

- Dérive du zéro CO<sub>2</sub> ≤ ±0,1 ppm/°C.
- Dérive du zéro H<sub>2</sub>O ≤ ±0,03 mmol·mol<sup>-1</sup>/°C.

#### Fréquence d'échantillonnage et horloge

- ≥ 10 Hz, avec possibilité ≥ 20 Hz pour les dispositifs 1, 2 et 3.
- Horloge PTP pour les dispositifs 1, 2 et 3.
- ≥ 1 Hz pour le dispositif 4.

#### Robustesse / environnement pour chaque dispositif

- Conçu pour usage en extérieur, protection contre pluie, neige et brouillard.
- Températures de fonctionnement : -25 °C à +45 °C ou mieux.

#### Alimentation pour chaque dispositif

- Tension : 10 – 30 V DC ou équivalent.
- Consommation ≤ 30 W en fonctionnement nominal.

#### Accessoires

- Module de régulation de débit ou équivalent permettant un échantillonnage stable dans des conditions variables (si nécessaire au fonctionnement) pour le dispositif 1.
- Tous les câbles et connectiques pour l'installation complète à une hauteur de 40 mètres ; pour chaque dispositif.
- Module thermique de conditionnement du gaz si nécessaire pour le dispositif 1.
- Accessoires d'étalonnage si nécessaire pour chaque dispositif.
- Module d'acquisition à 1 Hz des données auxiliaires pour le dispositif 3.
- Module de calcul des flux en temps réel pour les dispositifs 1, 2 et 3.
- Logiciel de traitement et de visualisation des flux pour les dispositifs 1, 2 et 3.
- Contrat de maintenance conforme à l'infrastructure de recherche scientifique ICOS Europe pour chaque dispositif.

#### Compatibilité / interface pour chaque dispositif

- Sorties numériques (RS232, RS422, Ethernet et USB) ou équivalent pour intégration avec le système d'acquisition de données existant.
- Compatible ou adaptable pour installation sur tour de flux (eddy covariance) d'une hauteur de 30 mètres.

#### Garantie et SAV pour chaque dispositif

- Garantie constructeur minimale : 2 ans.

- Service après-vente (SAV) : Le candidat expliquera le fonctionnement de son service après-vente (durée du SAV, délai de réponse, délai de prise en charge, durée des disponibilités des pièces détachées...)

L'ensemble des dispositifs devra être accompagné des certificats d'étalonnage ou documents équivalents, des manuels utilisateurs ainsi que des guides d'entretien et de nettoyage.

## **4. Livraison**

La livraison s'effectuera sur le site ci-dessous :

**INRAE**

**UNITÉ EXPÉRIMENTALE FORET PIERROTON**

A l'attention de Pierre BORDENAVE

Site de Recherches Forêt Bois de Pierroton

69 route d'Arcachon

33612 CESTAS Cedex - FRANCE

Téléphone : +33(0)5 35 38 54 00

La livraison s'effectuera sur RDV pris au minimum 8 jours avant la date de livraison auprès du contact ci-dessous :

Pierre BORDENAVE

Mail : pierre.bordenave@inrae.fr

Tel : 06 65 22 45 31

La livraison devra s'effectuer dans un maximum de 6 mois à partir de la notification du marché. A la livraison, un procès-verbal (PV) de livraison valant admission du matériel sera établi. Ce PV déclenchera la facturation des dispositifs.

## **5. Documentation attendue dans l'offre**

Le candidat fournira dans son offre la documentation complète en français ou en anglais sur les spécifications des dispositifs.

## **6. Développement durable**

Le candidat détaillera dans son offre ses modalités de maintenance et de fournitures de pièces de remplacement. Il précisera la durée de vie moyenne des dispositifs, ainsi que la durée de mise à disposition des pièces d'échange.