RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
*Liberté*
*Égalité*
*Fraternité*

INRAE

# Cahier des charges pour un analyseur de gaz et ses accessoires

## « Forêt connectée »

## « Suivi automatique de la respiration du sol en forêt »

### 1 -Contexte et objectifs

Dans le cadre d'un financement au titre du Contrat de plan État-Région (CPER), l'Unité de recherche Écologie des forêts méditerranéennes (URFM) souhaite équiper le site de suivi à long terme de Font-Blanche d'un système automatisé de mesure de la respiration du sol.

Afin de comprendre, de quantifier, et de suivre à long terme le bilan carbone d'une forêt méditerranéenne composée de pins d'Alep et de chênes verts, il est nécessaire d'en documenter les différentes composantes. La respiration du sol constitue notamment un flux majeur de $CO_2$ de la forêt vers l'atmosphère.

Des campagnes de mesures manuelles ont mis en évidence une forte hétérogénéité spatiale de la respiration du sol. Le dispositif devra donc permettre le suivi automatisé et simultané de plusieurs points de mesure, ainsi que l'observation des variations circadiennes, fortement liées à la température.

### 2 -Objet

Le présent document porte sur la fourniture et la livraison d'un système automatisé de mesure de la respiration du sol sur le site de Font-Blanche.

Le périmètre couvre l'ensemble des équipements, accessoires, logiciels, câblages, raccordements et dispositifs de fixation nécessaires au fonctionnement complet du système décrit ci-après. Il inclut également la documentation technique.

### 3 -Composition et fonctionnalités du système

<u>Équipements principaux</u>

- Un analyseur de gaz $CO_2$ / $H_2O$.
- Six chambres de mesure à long terme, pilotées par le dispositif central.
- L'ensemble des conduites, câbles, raccords, accessoires et éléments de fixation nécessaires.
- Les colliers de sol sur lesquels les chambres seront positionnées.
- Un logiciel d'interface permettant de programmer l'équipement à distance, de récupérer les données et d'effectuer un diagnostic en cas de panne.



**Centre Provence-Alpes-Côte d'Azur**
228, route de l'Aérodrome
Domaine Saint Paul - Site Agroparc
CS 40509
84914 Avignon Cedex 9
Tél. : +33 (0)4 32 72 20 00

Rejoignez-nous sur :
**www.paca.inrae.fr**

Performances métrologiques

S'agissant de la mesure du $CO_2$ et de la vapeur d'eau, le candidat devra préciser la plage de mesure, la précision, la fréquence d'acquisition, le temps de réponse ainsi que la sensibilité éventuelle aux variations de température, de pression et d'humidité. Il détaillera les méthodes d'étalonnage, la périodicité recommandée des contrôles, les gaz ou références requis.

Chambres de mesure et capacité d'extension

La fourniture devra comprendre six chambres permettant la mesure des flux en six points distincts. Chaque chambre devra pouvoir être implantée dans un rayon pouvant aller jusqu'à 10 - 15 m autour de l'unité centrale de pilotage et de mesure, puis raccordée à celle-ci au moyen de conduites, câbles et accessoires appropriés.

La conception des chambres devra réduire au minimum toute perturbation du gradient de concentration, de la pression, de la température et de l'humidité du sol. En position ouverte, les chambres devront maintenir le sol directement exposé à l'air ambiant et aux précipitations.

Les chambres devront assurer l'équilibrage avec la pression ambiante, l'homogénéisation de l'air sans échauffement significatif, une fermeture étanche et reproductible, ainsi qu'une géométrie et un volume précisément caractérisés aux fins du calcul des flux.

La capacité d'extension ultérieure du système au-delà de six chambres sera considérée comme un élément favorable lors de l'analyse de l'offre. Le candidat devra indiquer le nombre maximal de chambres pris en charge, les modules complémentaires requis, les contraintes relatives au câblage et au débit, ainsi que l'incidence de cette extension sur la fréquence des mesures.

Programmation des séquences

Pour chaque chambre, l'utilisateur devra être en mesure de paramétrer la pré-purge, le temps mort, la durée d'observation, la post-purge, le nombre de répétitions et l'ordre de passage des chambres.

Autonomie et stockage des données

Le système devra garantir une autonomie de fonctionnement d'au moins quatorze jours sans intervention sur site. La capacité de stockage interne devra permettre la conservation, sans écrasement, de l'ensemble des données brutes et calculées, des diagnostics générés pendant cette période, y compris en cas d'interruption de la liaison réseau.

Conditions d'installation

Le système devra être conçu pour une installation extérieure permanente sur le site forestier de Font-Blanche et garantir un fonctionnement nominal sur une plage de température ambiante comprise entre −5 °C et 45 °C. Les équipements, connecteurs, câbles, conduites et boîtiers exposés devront présenter une résistance adaptée aux pluies intenses, aux chutes occasionnelles de neige, à la poussière, au rayonnement ultraviolet, à la corrosion et à la condensation.

Alimentation électrique

Les équipements seront alimentés en 12 V CC et/ou 24 V CC.

Le candidat pourra proposer en option, une solution d'alimentation assurant le raccordement du système au réseau électrique 230 V CA.

Communication et accès à distance

Le système devra disposer d'une interface de communication Ethernet permettant la consultation des flux en temps réel, le transfert des données acquises et la supervision à distance de l'état de fonctionnement de l'instrumentation.

Mesures environnementales complémentaires
La capacité à mesurer, au niveau de chaque chambre, la température et l'humidité du sol ainsi que le rayonnement photosynthétiquement actif (PAR), ou à raccorder des capteurs assurant l'acquisition de ces grandeurs, sera considérée comme un élément favorable lors de l'analyse de l'offre.

## 4 - Livrables attendus

Le candidat devra fournir l'intégralité des équipements, accessoires, câbles, conduites, raccords, colliers de sol, logiciels nécessaires à l'installation, à la mise en service et au fonctionnement complet du système.

Il remettra également :

- Les notices techniques en français ou en anglais décrivant
    - L'installation et la configuration du système
    - L'étalonnage par l'utilisateur
    - Les opérations de maintenances préventives
    - La détection de pannes
- Les certificats d'étalonnage

## 5 – Clause d'exécution environnementale :

Emballages de transport : Le titulaire s'engage à livrer le matériel dans des emballages 100 % recyclables ou réutilisables. Tout emballage plastique ou polystyrène est proscrit.

**Pénalités applicables :** En cas de non-respect constaté lors de la livraison sous 30 jours, une pénalité forfaitaire de **100 € HT par manquement** sera appliquée d'office par l'acheteur.



**Centre Provence-Alpes-Côte d'Azur**
228, route de l'Aérodrome
Domaine Saint Paul - Site Agroparc
CS 40509
84914 Avignon Cedex 9
Tél. : +33 (0)4 32 72 20 00