



MARCHE N°25.14.020

**FOURNITURE, LIVRAISON, INSTALLATION, MISE EN
SERVICE, FORMATION ET GARANTIE D'UN
SPECTROMETRE DE MASSE A RAPPORT
ISOTOPIQUE (ABONDANCE NATURELLE ET
ENRICHIE) COUPLE A UN ANALYSEUR DE
CARBONE ET D'AZOTE ORGANIQUE DISSOUS
POUR LE COMPTE DU CENTRE DE RECHERCHE
SUR LA BIODIVERSITE ET L'ENVIRONNEMENT**

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES (CCTP) N°25172

SOMMAIRE :

ARTICLE 1 – Présentation et contexte de l’achat	3
ARTICLE 2 – Fonctionnement et caractéristiques techniques	3
2.1 Spectromètre de masse à rapport isotopiques couplé à un analyseur de carbone et d’azote organique dissous	3
2.2 Contrat de maintenance	6
ARTICLE 3 – Garantie	7
ARTICLE 4 – Service Après-Vente (SAV)	7
4.1 Logiciels de pilotage et de traitement des données	7
4.2 Support technique	8
4.3 Délais d’intervention en cas de panne	8
4.4 Délais de mise au point ou de réparation en cas de panne	9
ARTICLE 5 – Documentation à fournir	9
ARTICLE 6 – Installation sur site	9
ARTICLE 7 – Normes et marquage	10
ARTICLE 8 – Formation	10
ARTICLE 9 – Opérations de vérification	10
ARTICLE 10 – Impact écologique	11

ARTICLE 1 – Présentation et contexte de l'achat

Dans le cadre du projet CPER 2021-2027, le plateau d'analyse isotopique SHIVA du Centre de Recherche sur la Biodiversité et l'Environnement (CRBE) souhaite acquérir un spectromètre de masse à rapport isotopique (abondance naturelle et enrichie) couplé à un analyseur de Carbone Organique et Azote Organique dissous à basse concentration permettant de déterminer en flux continu les rapports isotopiques $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$.

Le plateau d'analyse isotopique SHIVA du CRBE est implanté sur le Campus de l'ENSAT à Auzeville-Tolosane et adossé à la Plateforme d'analyses en Géosciences Ecologie et Environnement (PANGEE) de l'Observatoire Midi-Pyrénées.

L'instrument demandé doit être capable de réaliser de façon automatisée, l'analyse des isotopes du carbone organique et de l'azote organique dissous.

Pour cela, il doit se composer d'un module d'analyse du carbone organique et azote organique dissous couplable à l'IRMS. Ce module doit disposer de son propre échantillonneur capable de d'assurer de façon automatisé le prélèvement de l'échantillon. L'objectif du couplage de ce module est de mesurer les rapports isotopiques à haute précision du carbone organique et azote organique dissous, sans la nécessité de préparation de l'échantillon par lyophilisation.

Les échantillons liquides naturels, les extractions à l'eau et les suspensions aqueuses doivent pouvoir être analysés en routine, sans maintenance fastidieuse pour des séries standards d'échantillons.

L'instrument sera physiquement hébergé au sein du Centre de Recherche sur la Biodiversité et l'Environnement (CRBE).

ARTICLE 2 – Fonctionnement et caractéristiques techniques

2.1 Spectromètre de masse à rapport isotopiques couplé à un analyseur de carbone et d'azote organique dissous

L'IRMS doit pouvoir être installé sur une paillasse dont les dimensions sont les suivantes : 2 m de longueur, 1 m de profondeur et 90 cm de hauteur. La masse admissible maximum est de 200 kg. L'équipement doit respecter les contraintes de dimensions et de poids.

A) SPECTROMETRE DE MASSE

Le module central de cet ensemble de matériel est un spectromètre de masse à rapport isotopique (IRMS) suffisamment performant pour analyser des échantillons à la fois aux abondances naturelles et en enrichissement isotopique artificiel.

L'offre du Titulaire doit comprendre un spectromètre de masse à rapport isotopique de haute performance : amplificateur permettant l'analyse sur un large gamme de concentrations des échantillons (abondances naturelles et en enrichissement isotopique artificiel). Le matériel doit réaliser l'analyse simultanée de 2 éléments ^{13}C et ^{15}N et permettre l'analyse des compositions isotopiques $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{34}\text{S}$, $\delta^{18}\text{O}$ et $\delta^2\text{H}$ introduits sous forme de gaz CO_2 , N_2 , SO_2 , CO et H_2 , respectivement.

Le spectromètre de masse à source gazeuse doit comprendre les éléments suivants :

- Un électroaimant, un triple collecteur universel (utilisant des collecteurs de faraday) conçu pour l'analyse de ^{13}C , ^{15}N , ^{34}S , ^{18}O et ^2H .
- Les parties internes de l'appareil (analyseur) doivent être en acier inoxydable pour éviter les bruits de fond dus à l'eau.
- Le filament doit être de grande résistance à l'oxydation et à la rupture en conditions d'analyse de routine. Le positionnement du filament doit être fixe et auto-aligné pour un alignement rapide et simple.
- Le spectromètre de masse isotopique doit comporter une vanne d'isolement permettant de stopper l'influx de gaz et ainsi de l'isoler du reste du système.
- L'IRMS doit couvrir une gamme de masse à 3 kV de 1 à 76 uma.
- Avoir une efficacité d'ionisation à la source d'au moins 1100 molécules CO_2 /ion en mode flux continu.
- Doit utiliser un amplificateur d'au moins 100V pour une large plage de concentrations des échantillons.

Les échantillons analysés seront sous la forme liquide. Les paramètres chimiques concernés sont le carbone organique dissous (COD), l'azote organique dissous (DON), et les isotopes ^{13}C et ^{15}N .

Le module doit intégrer une interface en flux continu conçue pour les gaz de référence et des systèmes d'introduction d'échantillon permettant l'auto-dilution (0-99% des gaz échantillons et de références).

L'IRMS doit pouvoir réaliser facilement aussi bien l'analyse isotopique en abondance naturelle que l'analyse d'échantillon avec un enrichissement des isotopes mineurs.

La conception du module doit offrir une flexibilité de couplage des périphériques d'analyses (microcube, multiflow). Le spectromètre devra permettre de se connecter et d'utiliser sans difficulté technique ou de logiciel l'analyseur élémentaire microcube existant au laboratoire.

Enfin, le contrôle et le traitement des données issues du module IRMS et de ses modules périphériques doivent être assurés par la fourniture d'un ordinateur principal dont les performances seront en adéquation avec les logiciels proposés. Il doit posséder une interface informatique de traitement et de pilotage très performante et compatible avec des systèmes d'exploitation informatiques récents (ex : Windows 11). Il doit aussi d'être capable d'accueillir des modules d'interface (comme des analyseurs élémentaires ou des TOC).

Le système doit comprendre les éléments suivants :

- Un système de pompage primaire (pompe à palettes)
- Un système de pompage secondaire par pompe turbo moléculaire
- Une interface en flux continu permettant l'introduction des gaz de référence et les systèmes d'introduction.
- Un préparateur pour l'analyse du Carbone et de l'Azote Organique Dissous
- Un spectromètre de masse à rapport isotopique

B) LE PREPARATEUR D'ÉCHANTILLON POUR LES ANALYSES ISOTOPIQUES $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$ DE CARBONE ET D'AZOTE ORGANIQUE DISSOUS

L'offre du Titulaire doit proposer un module couplable à l'IRMS, capable de réaliser de façon automatisée, l'analyse des isotopes de carbone et d'azote organique dissous et de mesurer les rapports isotopiques à haute précision du carbone dissous, sans la nécessité de lyophiliser l'échantillon.

Tous les types de matrice doivent pouvoir être analysées pour les isotopes de carbone et d'azote (des échantillons aqueux les plus dilués aux échantillons salins).

Le module devra permettre d'analyser de très faibles quantités (0 à 60 000 ppm) de CO_2 ou de N_2 (par exemple avec un pré-concentrateur) et les injections volumiques devront pouvoir aller de 0,1 à 3 ml.

Il doit disposer d'un échantillonneur automatique d'au moins 30 positions pour alterner l'analyse des échantillons et des standards. Le système d'échantillonnage devra permettre d'éliminer toute interférence du CO_2 dissous (atmosphérique).

Les concentrations de CO_2 doivent pouvoir être mesurées par un détecteur infra-rouge et la conversion du carbone organique dissous en CO_2 doit se faire par combustion permettant une conversion totale des molécules les plus récalcitrantes et éviter ainsi le fractionnement isotopique.

L'instrument doit pouvoir fonctionner selon différents modes :

1. C couplé à l'IRMS
2. CN couplé à l'IRMS
3. CN seul

L'instrument doit pouvoir mesurer les concentrations et les rapports isotopiques de carbone et d'azote dont les spécifications du couplage en mode CN - IRMS doivent répondre aux exigences suivantes en termes de précision :

$$\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2} = 0.1\text{‰} \text{ et } \delta^{15}\text{N}_{\text{N}_2} = 0.2\text{‰}$$

A des fins de cohérence instrumentale et logiciel, le préparateur pour l'analyse du carbone et de l'azote organique dissous doit être produit par le même fabricant que l'IRMS.

Ce module doit avoir fait ses preuves avec des résultats isotopiques pour le carbone et l'azote. Afin de fournir des preuves, l'offre du Titulaire peut comprendre des publications scientifiques.

C) SYSTEME INFORMATIQUE

Concernant le matériel informatique, l'offre doit inclure les logiciels de pilotage des différentes parties de l'instrument dont le préparateur d'échantillon pour carbone et azote dissous, le spectromètre de masse isotopique et l'analyseur élémentaire déjà présent au laboratoire, mais aussi des modules acquis au titre du présent marché.

Le logiciel de pilotage doit :

- Permettre de régler la source et de contrôler le spectromètre de masse isotopique facilement (fonction d'autofocus qui permet de régler et d'optimiser tous les réglages de sources automatiquement),
- Permettre à l'utilisateur de configurer les paramètres pour les tests de configuration de l'instrument (linéarité, stabilité, facteur H^{3+}) et d'automatiser les procédures telles que la vérification de la linéarité, la vérification de la stabilité, le réglage de la source, le calcul et la correction du facteur H^{3+} . Le logiciel de pilotage doit permettre la programmation de ces vérifications, déterminer et décider automatiquement si les résultats sont dans les paramètres acceptables, afin de passer automatiquement aux étapes suivantes de vérification avant l'analyse, de sorte que la configuration de l'instrument soit entièrement automatisée (et planifiable) et ne nécessite pas l'intervention de l'utilisateur,
- Permettre aux utilisateurs de concevoir leurs propres méthodes d'analyse en utilisant un système entièrement graphique, sans avoir besoin de codage,
- Permettre la gestion du passage des échantillons de manière automatique, sans avoir à le faire manuellement ou à passer par des logiciels tiers séparés,
- Offrir la possibilité d'avoir un mode de veille et de mise en route pour réduire la consommation de gaz et d'électricité,
- Détecter automatiquement et télécharger les mises à jour lorsqu'elles sont disponibles pour maintenir le logiciel à jour,
- Permettre d'exporter les traitements des résultats vers n'importe quel logiciel de calcul tels que : Excel, Numbers ou Google Spreadsheets,
- Avoir la possibilité d'alertes d'état à distance, c'est-à-dire doit pouvoir être configuré pour envoyer un e-mail à l'utilisateur avec par exemple les rapports d'état/d'erreur ou les résultats d'analyse.

2.2 Contrat de maintenance

Selon ses besoins et durant la validité du marché, le CRBE pourra commander des prestations de maintenance d'une durée de 12, 24 et/ou 36 mois.

La règle de principe est la suivante : les prestations de maintenance ne peuvent débuter qu'à l'issue de la garantie initiale.

Sur la base du présent marché, la durée cumulée des prestations de maintenance commandées ne pourra pas dépasser 36 mois au total à compter de la fin de la garantie initiale.

Si la durée n'est pas atteinte, le CRBE a la possibilité de commander un nouveau contrat de maintenance. Dans ce cas, les prestations commandées débutent à l'issue du contrat de maintenance en cours.

L'offre du titulaire précise le contenu et les modalités d'exécution du contrat de maintenance.

Les prestations minimales attendues sont les suivantes :

- Maintenance de premier niveau / préventive : visite(s) annuelle(s) selon le nombre précisé dans l'offre du titulaire, au cours de laquelle seront effectuées les opérations de nettoyage, de réglages, de contrôles et d'essais destinées à réduire les risques de panne de l'instrument et à prolonger sa durée de vie.

ARTICLE 3 – Garantie

Les éléments du marché (hors consommables) sont garantis pour une durée de 24 mois minimum, couvrant l'ensemble des déplacements, l'ensemble de la main d'œuvre et l'ensemble des pièces détachées ainsi que la mise à jour informatique. Le dépannage du matériel s'effectuera sur site.

Le fournisseur doit d'autre part, pouvoir justifier de l'existence d'une continuité temporelle des prestations de service après-vente sur le matériel qu'il propose.

Enfin, le fournisseur s'engage à pouvoir fournir les pièces détachées sur une durée minimale de 10 ans.

ARTICLE 4 – Service Après-Vente (SAV)

Le titulaire du marché doit être en mesure de proposer un service après-vente spécialisé dans l'IRMS. Le SAV doit être conséquent et permanent (du lundi au vendredi) et disponible avec un interlocuteur parlant français.

Le support technique et le SAV incluent des tâches de maintenance de premier niveau pendant toute la durée de garantie initiale et une visite de maintenance préventive pendant la 2nde année de garantie initiale.

Le titulaire s'engage à assurer dans le cadre du marché, le service après-vente décrit dans son offre technique. Les éléments qui y figurent sont :

- Le contenu de la garantie (nombre de visites, etc.) ;
- Les conditions d'assistance aux utilisateurs ;
- Les horaires et jours d'ouverture du SAV ;
- Le service d'assistance par téléphone (coordonnées, horaires, etc.) ;
- Les modalités d'intervention ;
- Les délais d'interventions en cas de panne ;
- Les moyens mis en œuvre sur les équipements en cas de panne ;
- Le nombre de personnels disponibles et leur qualification.

Le service après-vente pendant la période de garantie peut prévoir des opérations (visites) de maintenance préventive ou d'entretien.

4.1 Logiciels de pilotage et de traitement des données

Le service après-vente du titulaire inclut au minimum et pour une durée de 2 ans :

- Les mises à jour et changements de version des logiciels de pilotage ;
- Les mises à jour des logiciels de traitement des données.

La mise à jour s'entend comme une évolution dans une même version du logiciel (passage d'une version 5.0 à 5.1 par exemple).

Le changement de version s'entend comme le passage d'une version 5.1 à 6.0 par exemple.

Les autres engagements du titulaire concernant les logiciels figurent dans son offre.

Le Titulaire garantit la conformité des logiciels standards aux spécifications du marché, ainsi qu'à celles que son offre technique.

À ce titre, pendant la durée de garantie, le Titulaire corrige gratuitement toute anomalie de fonctionnement de son logiciel par rapport aux spécifications du marché.

Lorsque l'anomalie est constatée sur un logiciel standard dont le Titulaire n'est pas l'éditeur, le Titulaire met en œuvre les clauses de garantie prévues par l'éditeur du logiciel standard concerné qui sont préalablement portées à la connaissance de l'acheteur. La correction est effectuée gratuitement.

Pour l'application du présent article, l'acheteur établit un compte rendu écrit de ces anomalies en donnant tous les éléments nécessaires à leur identification par le Titulaire. Ce compte rendu doit être porté à la connaissance du Titulaire dès la constatation de l'anomalie par le pouvoir adjudicateur.

4.2 Support technique

Le service après-vente du titulaire inclut un support technique (y compris sur les logiciels) gratuit et illimité pendant les jours ouvrés pendant toute la période de garantie de l'équipement.

Le support technique est accessible par téléphone (appel non surtaxé) et par courriel.

Les autres engagements du titulaire concernant le support technique figurent dans son offre.

4.3 Délais d'intervention en cas de panne

Pendant toute la période de garantie, le titulaire a une obligation de résultat concernant le respect des délais d'intervention sur site en cas de panne de l'équipement acheté en application du présent marché.

Par dérogation aux stipulations de l'article 3.2.2 du CCAG FCS, ce délai s'entend en jours ouvrés à compter de la demande d'intervention. Il prend en compte la localisation du site d'implantation de l'équipement objet du marché.

La demande d'intervention par le bénéficiaire peut être effectuée par téléphone, confirmée par voie électronique ou par télécopie. L'enregistrement de la demande d'intervention doit faire l'objet d'une confirmation écrite (courriel ou télécopie) par le titulaire.

Le délai d'intervention commence dès l'enregistrement de la demande d'intervention du Bénéficiaire par le Titulaire. Par dérogation aux stipulations de l'article 3.2.2 du CCAG/FCS, ce délai s'entend en jours ouvrés à compter de la demande d'intervention.

Dans le cas du non-respect de ce délai, le Titulaire encourt une pénalité telle que décrite à l'article 11.2 du CCAP n°25171.

4.4 Délais de mise au point ou de réparation en cas de panne

Pendant toute la période de garantie, le Titulaire a une obligation de résultat dans le délai imparti concernant la remise en état de fonctionnement opérationnel de l'équipement en conformité avec les performances techniques et fonctionnelles prévues initialement dans le marché.

Conformément aux stipulations de l'article 33.3 du CCAG FCS, le délai dont dispose le Titulaire pour effectuer une mise au point ou une réparation qui lui est demandée est celui qui est fixé par décision du Directeur du CRBE ou son représentant (bénéficiaire), après consultation du titulaire.

Le point de départ de ce délai de mise au point ou de réparation en cas de panne commence à la date de première intervention sur site du titulaire ou en cas d'absence d'intervention du Titulaire, à la date de la demande d'intervention du bénéficiaire.

Passé ce délai, le titulaire encourt des pénalités telles que fixées à l'article 11.2 du CCAP n°25171.

En cas de retour à l'usine de l'équipement pour réparation, les frais d'expédition aller et retour sont à la charge du titulaire.

ARTICLE 5 – Documentation à fournir

Le titulaire fournit toute la documentation permettant de faire fonctionner l'appareil de manière optimale.

A minima, le titulaire doit fournir l'ensemble des documents listés ci-dessous au format électronique, à savoir :

- Documentation technique de chaque module comprenant les manuels d'installations, de configuration, et d'utilisation
- Documentation relative aux principales tâches de maintenance
- Les pilotes et programmes spécifiques
- Les licences des logiciels fournis
- Manuel complet relatif à l'utilisation des logiciels fournis.

ARTICLE 6 – Installation sur site

L'équipement doit être installé au rez-de-chaussée du plateau d'analyses isotopiques du Centre de Recherche sur la Biodiversité et l'Environnement (CRBE) à l'adresse suivante :

Centre de Recherche sur la Biodiversité et l'Environnement
UMR 5300 CNRS, UPS, INPT Campus ENSAT
Bâtiment A – Recherche – Rez-de-chaussée
Avenue de l'Agrobiopôle
Auzeville Tolosane BP 32607
31326 CASTANET TOLOSAN

La personne à contacter avant la livraison sera communiquée au Titulaire ultérieurement.

L'offre du titulaire inclut à la charge du Titulaire l'ensemble des prestations et fournitures nécessaires à l'installation et à la mise en service opérationnelle de l'instrument.

L'installation doit être réalisée par les ingénieurs techniques du Titulaire.

ARTICLE 7 – Normes et marquage

Les fournitures proposées au titre du marché devront être conformes aux normes européennes en vigueur au moment de la livraison.

Le marquage CE doit être apposé sur l'équipement. Il doit être visible, lisible et indélébile.

Les fournitures doivent être munies d'une plaque portant le nom du fabricant, le type d'équipement et le n° de fabrication.

ARTICLE 8 – Formation

Au moment de l'installation, le Titulaire dispense en français à 2 utilisateurs au moins une formation à l'utilisation et à la maintenance de l'équipement, sur le site de l'acheteur. La formation concernera l'utilisation du système IRMS ainsi que les périphériques, et permettra aux utilisateurs :

- Une prise en main de l'ensemble du dispositif de mesure,
- D'assurer leur autonomie sur la maintenance courante,
- Une maîtrise de l'utilisation des logiciels.

La formation doit permettre aux utilisateurs de se familiariser avec l'équipement, s'entraîner aux premiers réglages et réaliser les premières analyses.

ARTICLE 9 – Opérations de vérification

Les opérations de vérification ont pour but de vérifier que les caractéristiques attendues de l'équipement sont atteintes. Les vérifications sont effectuées en une seule étape (vérification d'aptitude).

L'équipement est admis définitivement après réalisation et validation par l'acheteur de l'ensemble du processus listé ci-dessous :

- Livraison de l'équipement,
- Installation,
- Mise en service,
- Dispense de la formation,
- Fourniture des livrables demandés,
- Réalisation des tests standards du constructeur.

A l'installation du matériel, en présence des agents du CRBE, le titulaire réalise les tests standards du constructeur et établit un compte-rendu qu'il transmet au CRBE. Ce compte-rendu fait clairement apparaître le descriptif des tests réalisés sur site et les valeurs de mesures obtenues ainsi que les tolérances d'usines.

Les tests standards constructeur doivent être validés avec le CRBE avant d'être réalisés.

ARTICLE 10 – Impact écologique

Les détails techniques concernant l'impact écologique des équipements sont décrits dans l'offre du Titulaire.

Par ailleurs, le Titulaire s'engage à procéder à la reprise de l'équipement en fin de vie conformément aux dispositions du décret n°2005-889 codifié aux articles R543-173 et suivants du Code de l'environnement.

L'offre du Titulaire mentionne clairement les modalités de reprise de l'équipement citées ci-dessus. Le Titulaire précise s'il adhère à un éco-organisme agréé pour la collecte et le traitement des équipements entrant dans la catégorie DEEE (Déchets d'Equipements Electriques et Electroniques) ou s'il a mis en place un système individuel.