



CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

INTITULE DU MARCHÉ
ACQUISITION D'EQUIPEMENTS RECHERCHE POUR L'UNIVERSITE DE CORSE - QUATRE LOTS

INTITULE DU LOT
ACQUISITION D'UNE CONSOLE INFORMATIQUE ET D'UNE SONDE POUR SPECTROMETRE 400 MHZ

Maître d'Ouvrage	Adresse du site à équiper
Université de Corse	Université de Corse UMR CNRS 6134 SPE Centre Scientifique G. Peri Vignola, Route des Sanguinaires 20000 Ajaccio



CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

OBJET DU MARCHÉ

Il a pour objet l'exécution par le titulaire, conformément aux dispositions du Cahier des Clauses Générales, applicables aux marchés publics de fournitures et services et aux normes en vigueur, de la prestation suivante :

Le présent marché concerne l'acquisition d'une console informatique et d'une sonde de génération récente qui seront reliées à un spectromètre de Résonance Magnétique Nucléaire (RMN) 400MHz (pour le proton) de marque Bruker équipé d'un aimant Ultrashield (blindé). Cet appareillage, installé il y a plus de 10 ans, est actuellement en fonction dans les laboratoires de l'équipe « Chimie et Biomasse » (centre scientifique G. Peri, Vignola, Ajaccio).

Ces équipements, qui permettent actuellement le pilotage du spectromètre de RMN, remplaceront la console de modèle Bruker Avance I et la sonde de modèle Bruker DUL 400MHz S1 5mm ($^1\text{H}/^{13}\text{C}$, avec gradient Z) acquises en 2005 et devenues obsolètes. En effet, le vieillissement de l'actuel matériel engendre des modifications de certains réglages d'acquisition et traitement des données spectrales. De plus, il est devenu impossible de mettre à jour le logiciel TopSpin (version 2.1) qui permet de contrôler le pilotage, l'acquisition et le traitement des données en utilisant la console actuelle. Ce remplacement apparaît aujourd'hui indispensable, d'une part, pour augmenter la digitalisation et la dynamique du système et, d'autre part, pour conserver une bonne sensibilité et une bonne résolution permettant l'analyse de matrices végétales toujours plus complexes étudiées au laboratoire comme notamment les extraits de végétaux d'origine marine et terrestre (RMN en mélange et sans purification préalable).

Ces équipements seront reliés au spectromètre de RMN actuellement utilisé dans nos laboratoires pour réaliser l'identification et la quantification de molécules naturelles en mélange complexes (huiles essentielles, résines, extraits aux solvants de végétaux marins et terrestres, etc.). L'objet du marché devra donc être parfaitement compatible avec le spectromètre installé dans les laboratoires du site de Vignola (Ajaccio).

Cette prestation comprend :

- la livraison, le montage, l'installation dans les locaux du destinataire
- la formation et la mise en service
- la fourniture des documentations technique et commerciale, en langue française

CONTEXTE DANS LEQUEL SE DEROULERA LA DEPENSE

L'équipe « Chimie et Biomasse » (site d'Ajaccio-Vignola), appartenant au projet Ressources Naturelles (RN) de l'Unité Mixte de Recherche (UMR) 6134 « Sciences Pour l'Environnement », mène une politique de recherche basée sur l'analyse, la caractérisation et la valorisation des ressources naturelles végétales. Nous nous intéressons particulièrement au domaine des plantes à parfum aromatiques et médicinales (PPAM) et, depuis peu, aux matrices végétales d'origine marine.

Le secteur des PPAM (huiles essentielles, hydrolats extraits au solvant, résines) concerne majoritairement des marchés tels que la parfumerie, la cosmétique, l'aromathérapie et l'agroalimentaire, dans un contexte réglementaire européen de plus en plus contraignant. Par ailleurs, nous avons récemment orienté notre thématique de recherche sur la valorisation des substances végétale d'origine marine dans le but d'identifier des molécules d'intérêt à visées



CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

cosmétique et, éventuellement, pharmaceutique.

Au cours des dernières années, nous avons donc poursuivi des expérimentations répondant à plusieurs objectifs :

- caractériser des plantes par l'étude détaillée de la composition chimique des extraçtibles (huiles essentielles, hydrolats, extraits aux solvants, résines) ;
- établir les relations entre les propriétés des plantes et la nature des constituants (activité biologique, molécules parfumantes et odorantes) ;
- mettre en évidence une éventuelle variabilité chimique et étudier la biodiversité végétale insulaire et méditerranéenne.

Dans ce contexte la RMN apparait sans conteste comme un puissant outil dans le but d'identifier et/ou de quantifier les molécules présentes dans des matrices végétales complexes.

Présentation de l'action pour laquelle la dépense doit être faite

La sonde et la console informatique actuellement utilisées pour le pilotage du spectromètre de RMN, l'acquisition et le traitement des données spectrales est vieillissante et ne donne plus toutes les garanties nécessaires pour l'obtention de réglages optimaux et de résultats parfaitement exploitables. Par conséquent, les spectres souffrent régulièrement d'un manque de sensibilité et de résolution ce qui peut être dérangeant pour l'identification et la quantification de molécules en mélanges complexes en utilisant les protocoles mis au point au laboratoire.



CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

OBJET DE LA CONSULTATION – PRINCIPES GENERAUX

Les activités de recherches de l'équipe « Chimie et Biomasse » visent à atteindre des objectifs cohérents entre eux et utilisant la RMN comme outil analytique principal:

- Mettre au point et développer des méthodes d'analyse appliquées aux mélanges complexes naturels. En effet, la connaissance des mélanges naturels passe nécessairement par une étape préalable d'analyse que ce soit pour les caractériser, pour en contrôler la qualité ou bien encore pour mettre en évidence une éventuelle spécificité ;
- Explorer et caractériser l'ensemble des substances naturelles et spécifiques sur lesquelles peut s'appuyer une activité humaine durable. La caractérisation chimique (composition chimique) doit permettre la définition de signes de la qualité ou de reconnaissance des produits. Les domaines d'application sont les plantes aromatiques et médicinales (huiles essentielles, résines notamment) et les algues (extraits aux solvants) ;

La sonde et la console informatique, objets du marché, devront donc présenter des caractéristiques techniques parfaitement en adéquation avec les objectifs précédemment décrits. Le matériel devra être parfaitement adapté à l'aimant Bruker Ultrashield (400MHz pour le proton, blindé) installé dans nos laboratoires.

ENVIRONNEMENT DANS LEQUEL SE DEROULERA LA DEPENSE

Parc matériel déjà en place

En plus d'un spectromètre de RMN 400MHz de marque Bruker (Ultrashield), le laboratoire de Vignola dispose à l'heure actuelle d'un panel de techniques d'extraction, de séparation et d'analyse des composés organiques contenus dans les produits naturels : dispositifs d'extraction, liquéfacteur d'azote, lyophilisateur, appareil de chromatographie « flash » automatisé, CPG, CPG-SM, CLHP préparative.

Contraintes liées aux locaux

La console informatique sera installée à la place de l'existante dans une pièce de 22 m² fermée et climatisée. Les dimensions approximatives de la console objet du marché seront voisines de celles de la console actuelle *i.e.* 130cm x 80cm x 70cm (hauteur x profondeur x largeur). Aucune intervention particulière n'est à prévoir pour l'installation du matériel.

Protocole dans lequel l'acquisition sera employée

La sonde et la console informatique objets du marché seront reliées au spectromètre en place dans les laboratoires de l'équipe « Chimie et Biomasse ». L'ensemble des appareillages connectés (aimant, sonde, console, PC) seront utilisés dans le même objectif qu'actuellement *i.e.* l'identification et/ou la quantification de molécules en mélange sans séparation préalable et contenues dans des matrices végétales d'origines terrestre et marine. Cette méthode originale est basée sur l'utilisation de la RMN de ¹³C assistée d'un logiciel d'aide à l'identification propre au laboratoire.

Contraintes liées à l'utilisation attendue

L'appareil est destiné à une utilisation classique par des contractuels (doctorants) et par des titulaires (ingénieurs et enseignants chercheurs) formés par la société choisie. Il serait donc souhaitable que l'appareil bénéficie d'une grande facilité d'utilisation ainsi que d'une grande fiabilité (pour limiter les contraintes dues à l'insularité).



CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

DESCRIPTIF TECHNIQUE

Les prescriptions techniques présentées dans ce descriptif sont exprimées **à titre indicatif et a minima** afin de définir l'**objectif attendu**.

Le candidat a la possibilité d'aller vers l'optimisation des performances sans toutefois perdre de vue l'objectif initial.

UNE CONSOLE INFORMATIQUE POUR SPECTROMETRE RMN 400 MHz :

- Unité de contrôle du champ magnétique permettant :
 - un lock deutérium numérique (pour une stabilité du spectromètre) ;
 - un pilotage stable des shims (pilotage du lock) à température ambiante (pour une optimisation et une stabilité des réglages) ;
 - une mémorisation et un rappel des valeurs de shims (pour une répétabilité des analyses) ;
 - une optimisation automatique des valeurs de shims (pour l'obtention des meilleurs réglages possibles).
- Unité de contrôle et de communication (pour la génération de fréquence et le contrôle numérique) pour une connexion avec l'unité centrale disposant des caractéristiques suivantes qui sont nécessaires afin de mettre en œuvre les séquences d'impulsions utilisées au laboratoire :
 - un système de génération d'impulsions haute précision (pour le contrôle du spectromètre pendant l'exécution des séquences i.e. contrôle des fréquences, des amplificateurs, des récepteurs et des gradients) ;
 - une résolution temporelle de 12,5 ns environ (+/- 3 ns) ;
 - une longueur d'impulsion minimale de 25 ns environ (+/- 3 ns) ;
 - un délai minimum de 25 ns environ (+/- 3 ns) ;
 - un délai de contrôle des impulsions caractérisé par un switch de phase de 25 ns environ (+/- 3 ns) , un switch en amplitude 25 ns environ (+/- 3 ns) et un switch en fréquence de 25 ns environ (+/- 3 ns) ;
 - une résolution de phase inférieure à 0.01° ;
 - une résolution de fréquence inférieure ou égale à 0.005 Hz.
- Unité de récepteur numérique comprenant :
 - unité de contrôle de la réception du signal de résonance magnétique nucléaire avec processeur rapide et mémoire tampon (pour la gestion des données en temps réel) ;
 - Convertisseurs analogique/numérique à haut niveau dynamique (pour améliorer la visualisation des signaux de faible intensité) ;
 - système de préamplification numérique (pour la visualisation de l'accord de tête de mesure) constitué d'un préamplificateur 1H haute résolution, d'un préamplificateur 2H (pour le lock), d'un préamplificateur large bande haute résolution et d'un micro-processeur de contrôle.
- Emetteur intégré contrôlé par informatique comprenant deux amplificateurs linéaires haute performance : l'un sera large bande et l'autre multinucléaire (pour l'observation et le découplage).



CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

- Accessoire de gradient Z avec amplificateur de puissance et unité de contrôle.
- Un ordinateur complet de type PC fonctionnant sous Windows ou Linux (le candidat précisera la configuration) avec table de travail adaptée, souris, clavier, écran 24" minimum, connexion internet. Au moins 1 port USB (en façade) sera libre après l'installation de toutes les composantes. Nous souhaitons que le matériel informatique soit directement fourni par le revendeur de l'appareil afin d'homogénéiser la provenance du matériel acheté et que le(s) logiciel(s) fourni(s) soit préalablement installé(s) à la réception de l'objet du marché.
- Logiciel(s) de pilotage, d'acquisition et de traitement des données (avec licence d'exploitation) de dernière génération (pour obtention de spectre de haute résolution). Le(s) logiciel(s) devra(ont) comprendra(ont) une bibliothèque de séquences d'impulsions avec possibilité de créer des séquences propres au laboratoire permettant l'acquisition de données de RMN 1D et 2D. Le(s) logiciel(s) devra(ont) également permettre l'exportation des données spectrales. Pour ce faire, un tableur et un logiciel de traitement de texte sont demandés. Il sera apporté une attention particulière au(x) logiciel(s) fourni(s). Il est donc demandé aux candidats de détailler au mieux cette rubrique.
- Fourniture d'une version « offline » du logiciel de traitement des données qui sera installé sur les postes informatiques des utilisateurs du laboratoire sans restriction (9 licences minimum au vu de l'effectif). Cette installation aura pour objectif de i) diminuer le temps passé par les utilisateurs devant le PC du spectromètre, ii) continuer l'analyse des spectres déjà acquis en cas d'une éventuelle panne du système et iii) se passer d'une imprimante et du coût de fonctionnement associé.

UNE SONDE POUR SPECTROMETRE RMN 400 MHz :

- Tête de mesure large bande pour l'analyse multi-noyaux avec obligatoirement les noyaux proton (^1H) et carbone-13 (^{13}C) (noyaux les plus fréquemment utilisés dans les protocoles mis en œuvre au laboratoire).
- Adaptée à l'utilisation de tubes de RMN de diamètre 5mm (tubes utilisés pour l'enregistrement des spectres de RMN selon les protocoles du laboratoire).
- Un système de gradient Z (l'utilisation de gradient est aujourd'hui indispensable pour les analyses mises en œuvre).
- Système d'accord de sonde automatique (pour une précision et une homogénéité des réglages dans le temps).

DEUX VISITES « ASSURANCE QUALITE » (VAQ) POUR VERIFICATION DE L'EQUIPEMENT

- Contrôle du bon fonctionnement de l'équipement, examen dans les conditions d'exploitation du laboratoire (contrôle annuel indispensable pour garantir le



CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

fonctionnement de l'appareil et une maintenance préventive) ;

- Mise à disposition d'échantillons pour l'étalonnage et du matériel nécessaire aux vérifications (indispensable afin de réaliser la VAQ) ;
- Certification de l'équipement aux spécifications du constructeur (pour garantir les résultats scientifiques obtenus au cours des analyses) ;
- Rédaction d'un certificat récapitulant l'ensemble des résultats (vérifications et spectres obtenus) (pour attester de la conformité de l'équipement) ;
- Description éventuelle des interventions à effectuer en cas de dysfonctionnement de l'appareil (afin de résoudre les éventuels problèmes techniques le cas échéant) ;
- Les deux visites seront à programmer en accord avec le prestataire au cours des années civiles 2019 et 2020 (1 visite par an) selon le planning d'utilisation de l'appareil ;
- La prestation comprendra la main d'œuvre, les frais de déplacement et de séjour (durée maximum 2 jours) sur site (Centre scientifique G. Peri, Laboratoire de Vignola, 20000 Ajaccio)

OPTION NON OBLIGATOIRE 1 : PASSEUR AUTOMATISE D'ECHANTILLONS

- Le passeur devra être automatisé (pilotage par informatique) et parfaitement compatible avec l'ensemble du système décrit précédemment ;
- Le carrousel présentera 15 positions minimum (capacité minimum pour enregistrer au moins 15 spectres durant un week-end ; la durée d'un spectre de RMN en mélange étant de 2 heures 30 minutes en moyenne) ;
- Le passeur sera adapté pour des tubes RMN de diamètre 5mm (tubes utilisés pour l'enregistrement des spectres selon les protocoles du laboratoire) ;
- Fourniture du nombre de spinners équivalent au nombre de positions

OPTION NON OBLIGATOIRE 2 : UNE VISITE SUPPLEMENTAIRE « ASSURANCE QUALITE » (VAQ) POUR VERIFICATION DE L'EQUIPEMENT

- Contrôle du bon fonctionnement de l'équipement, examen dans les conditions d'exploitation du laboratoire (contrôle annuel indispensable pour garantir le fonctionnement de l'appareil et une maintenance préventive) ;
- Mise à disposition d'échantillons pour l'étalonnage et du matériel nécessaire aux vérifications (indispensable afin de réaliser la VAQ) ;
- Certification de l'équipement aux spécifications du constructeur (pour garantir les résultats scientifiques obtenus au cours des analyses) ;
- Rédaction d'un certificat récapitulant l'ensemble des résultats (vérifications et spectres obtenus) (pour attester de la conformité de l'équipement) ;
- Description éventuelle des interventions à effectuer en cas de dysfonctionnement de l'appareil (afin de résoudre les éventuels problèmes techniques le cas échéant) ;
- La visite supplémentaire sera à programmer en accord avec le prestataire au cours de l'année civile 2021 selon le planning d'utilisation de l'appareil ;
- La prestation comprendra la main d'œuvre, les frais de déplacement et de séjour (durée maximum 2 jours) sur site (Centre scientifique G. Peri, Laboratoire de Vignola, 20000 Ajaccio)



CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

OPTION NON OBLIGATOIRE 3 : TROIS VISITES SUPPLEMENTAIRES « ASSURANCE QUALITE » (VAQ) POUR VERIFICATION DE L'EQUIPEMENT

- Contrôle du bon fonctionnement de l'équipement, examen dans les conditions d'exploitation du laboratoire (contrôle annuel indispensable pour garantir le fonctionnement de l'appareil et une maintenance préventive) ;
- Mise à disposition d'échantillons pour l'étalonnage et du matériel nécessaire aux vérifications (indispensable afin de réaliser la VAQ) ;
- Certification de l'équipement aux spécifications du constructeur (pour garantir les résultats scientifiques obtenus au cours des analyses) ;
- Rédaction d'un certificat récapitulant l'ensemble des résultats (vérifications et spectres obtenus) (pour attester de la conformité de l'équipement) ;
- Description éventuelle des interventions à effectuer en cas de dysfonctionnement de l'appareil (afin de résoudre les éventuels problèmes techniques le cas échéant) ;
- Les trois visites supplémentaires seront à programmer en accord avec le prestataire au cours des années civiles 2021, 2022 et 2023 (1 visite par an) selon le planning d'utilisation de l'appareil ;
- La prestation comprendra la main d'œuvre, les frais de déplacement et de séjour (durée maximum 2 jours) sur site (Centre scientifique G. Peri, Laboratoire de Vignola, 20000 Ajaccio)

FORMATION

Formation obligatoire (connaissances théoriques et pratiques) de quatre utilisateurs sur site en langue française pendant deux journées dont une demi-journée dédiée à la partie technique de l'appareillage.

GARANTIE

Garantie et une assistance sur site pour une durée de deux ans.

SAV

Le SAV devra être disponible (par téléphone et par courrier électronique) au moins 5 jours par semaine (du lundi au vendredi). L'assistance technique se verra rapide et efficace. Un problème technique peu important pourra être résolu soit par contact téléphonique ou courrier électronique avec la personne responsable de l'appareil soit directement par connexion à distance sur l'ordinateur. Dans le cas où le problème persisterait, le déplacement d'un technicien sera obligatoire. Les candidats détailleront l'organisation du SAV.



CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

CRITERES DE SELECTION		
N°	Critère	Pondération
1	Valeur Technique	50 %
2	Prix des prestations	50 %

DELAI DE MISE EN SERVICE – CALENDRIER D'EXECUTION
Le présent cahier des charges détermine la durée d'exécution du marché à une période de:
6 mois à compter de la notification du marché



UNIVERSITÀ DI CORSICA - PASQUALE PAOLI

DIRECTION DES AFFAIRES FINANCIERES – DIREZIONE FINANZIARA

DIRECTION DE LA COMMANDE PUBLIQUE

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES