

# Cahier des Clauses Techniques Particulières

## Investissement : Spectromètre de RMN de paillasse

Le département Chimie de l'IUT du Mans souhaite acquérir, pour remplacer un matériel existant de plus de 25 ans, un spectromètre RMN de paillasse.

Le Département chimie de l'IUT du Mans a besoin d'équipements performants et fiables, afin d'assurer ses besoins de formation mais aussi de répondre à des problématiques de recherche et de prestations.

Le Fournisseur se présente comme un spécialiste du/des types d'équipements recherchés. Il déclare avoir les compétences et moyens nécessaires pour répondre en tous points aux attentes de Le Mans Université (emballage, installation, transport, formation, maintenance et SAV).

Le présent cahier des charges a pour objectif de définir précisément les caractéristiques des équipements souhaités par l'IUT du Mans.

Les critères d'évaluation des propositions seront :

- Les valeurs techniques intrinsèques du système proposé, en particulier par rapport aux besoins spécifiques listés dans le présent cahier des charges ;
- Le prix.
- Les délais de livraison, d'installation et de mise en service du système selon les exigences du présent cahier des charges.
- La formation.
- La praticité d'installation, d'utilisation (opérateur étudiants), de récupération des données, d'exploitation des spectres
- La qualité, la disponibilité et la réactivité des services support, technique et après-vente.
- Le logiciel (simplicité d'utilisation, ergonomie, souplesse, pédagogie).
- La date de début de production du matériel et la durée de support
- Le coût de fonctionnement.

Le fournisseur pourra proposer du matériel d'occasion. Dans ce cas, le fournisseur indiquera l'origine, la date de mise en service, la durée de garantie et si l'appareil fait l'objet d'une remise à niveau avant l'installation.

Le matériel devra être livré et installé là où les formation(s) sont effectuée(s) **avant le 15 décembre 2025.**

Les performances annoncées par les fabricants sont susceptibles d'être vérifiées lors de l'installation. En cas de non-respect, le fournisseur s'engage à tenir les performances dans un délai de 1 mois. Dans le cas contraire, le marché pourra être remis en cause.

# RMN

L'équipement nécessaire au département chimie de l'IUT du Mans est un spectromètre de Résonance Magnétique Nucléaire (RMN) dit de paillasse (*Benchtop*).

L'IUT souhaite acquérir cette RMN clé en main, comprenant : l'appareil, le PC (en option), le(s) logiciel(s) nécessaire(s) au pilotage, à l'acquisition et au traitement de spectres, les accessoires et consommables, la formation initiale des utilisateurs sur l'appareil (incluant la formation sur le logiciel et la maintenance). Le but étant de commencer immédiatement après l'installation à utiliser l'instrument. Cet ensemble est désigné par « Équipement » dans ce cahier des charges.

## Description détaillée de l'équipement :

L'équipement a pour but la réalisation d'analyses par RMN dans le cadre de TP, de travaux de recherche et pour la réalisation de prestations analytiques.

Le système sera entièrement pilotable informatiquement via un logiciel installé sur un PC (ou ordinateur intégré).

L'équipement comprendra :

- Le spectromètre de RMN
- Les logiciels d'acquisition et de traitement nécessaires au bon fonctionnement de l'appareil avec le PC qui peut être proposé en option.

## Exigences techniques instrumentales

Le Fournisseur connaît les locaux du Client qui sont amenés à recevoir l'équipement (à défaut il peut prendre contact avec l'IUT pour des renseignements complémentaires) et connaît l'activité de formation. L'Équipement répondant à ce cahier des charges sera compatible avec les locaux dans lequel il sera installé. Dans le cas contraire, le fournisseur s'engage à le faire savoir au Client, en réponse au cahier des charges, et à préciser les modifications réalisables à apporter à ces locaux.

## Exigences générales

- Conforme aux exigences techniques demandées.
- Qualification de l'instrument à l'installation : le fournisseur réalisera ou fournira les tests et critères d'acceptabilité pour attester du bon fonctionnement de l'appareil.
- Équipement neuf ou d'occasion, dont la durée de garantie est de une année au minimum.

#### Exigences spécifiques :

##### Appareil

L'appareil sera constitué de l'analyseur et des accessoires nécessaires à la bonne réalisation des analyses et de la maintenance de l'appareil.

### ***Spectromètre de RMN***

Le spectromètre de RMN de paillasse fonctionnera à une fréquence minimum de 60 MHz. L'objectif étant, avec notre enveloppe d'avoir l'appareil le plus performant. L'évaluation de la performance ne se fera pas par la seule fréquence mais sur des critères tels que la finesse des pics, la sensibilité, la résolution.

Il est attendu que pour une utilisation en TP, le temps de réalisation d'un spectre est un critère important car il ne peut être trop long.

L'appareil devra obligatoirement permettre l'analyse  $^1\text{H}$  (1D et 2D) avec la performance la plus élevée possible dans notre budget.

L'option suivante sera ensuite favorisée:

#### RMN double noyau $^1\text{H}/^{13}\text{C}$

Si cela a un impact sur les performances en comparaison au simple noyau  $^1\text{H}$ , merci de préciser sur quel(s) critère(s) et dans quelle mesure.

Le fournisseur indiquera les différents mode de fonctionnement associés aux analyses des deux noyaux  $^1\text{H}/^{13}\text{C}$

Ensuite, en fonction des offres financières, les options suivantes seront proposées :

- Passeur d'échantillons (capacité minimum 8 échantillons)
- Autres noyaux ( $^{19}\text{F}$ ;  $^{31}\text{P}$ ,  $^{15}\text{N}$ ,...)
- Système de suivi réactionnel
- Extension de garantie
- Contrat de maintenance
- Consommable
- Ordinateur de pilotage
- Logiciel de traitement avancé

L'appareil devra aussi permettre de réaliser des spectres dans des solvants non deutérés, avec suppression du signal ou des signaux du solvant. Le fournisseur expliquera la procédure d'acquisition ainsi que le mécanisme permettant la suppression de solvant et précisera si cette procédure est limitée à certains solvants, en indiquant lesquels le cas échéant. Le fournisseur illustrera cette suppression de solvant d'exemples pratique en corrélation avec nos besoins.

### ***Spectromètre de RMN***

L'appareil devra travailler à une fréquence minimum de 60 MHz.

Le fournisseur indiquera (obligatoire):

- Les températures de fonctionnement de l'appareil et la dérive de l'appareil en fonction de la température.
- La tolérance au variation de température et la procédure en cas de variation trop importante (quoi faire, temps nécessaire, coût éventuel)
- La possibilité de travailler à des températures différentes de l'ambient. Si oui, préciser la plage de température et si non inclus, le coût de cette option.
- Le temps entre l'allumage de l'appareil et la possibilité d'acquérir le premier spectre
- Le temps si l'appareil est sous tension, pour acquérir un premier spectre
- La sensibilité de l'appareil pour une solution 1% Ethyl Benzène pour 1 scan
- La résolution de l'appareil : 50% / 0.55% / 0.11 %
- La possibilité de lock externe sans solvant non deutéré
- La nécessité de procéder à l'accord de la sonde de façon manuelle ou automatisée
- La procédure pour shimmer le spectromètre et le temps (fréquence/temps)
- Les accessoires nécessaires et le nombre fourni (support de tubes, module de pré-chauffe, tubes de références etc.)

L'appareil devra fonctionner avec des tubes RMN standard (indiquer le prix des tubes dans l'option consommable)

### ***Logiciel***

Le logiciel sera en langue française ou anglaise et sera fourni avec un manuel/support d'aide si possible en français (à préciser) sous forme électronique et sous format papier relié en deux exemplaires . Il devra préférentiellement être installable sur un PC sous Windows 11 (préciser la compatibilité avec les différentes versions de Windows) ou autre OS (préciser) ou sur un ordinateur embarqué.

Le logiciel permettra de lancer une analyse ou une séquence d'analyse simplement. Il devra aussi permettre la création de méthode d'analyse ainsi que le retraitement.

### ***Retraitement :***

Possibilité de traitement rétrospectif des données sans altération des données brutes et du traitement précédemment réalisé.

Possibilité d'export de données sur un serveur pour retraitement avec un logiciel tierce tel que Topspin.

Une présentation du logiciel et du fonctionnement devra être incluse dans la réponse. La simplicité de prise en main, l'ergonomie et l'utilisation du logiciel seront importantes dans le choix du matériel.

### ***Impression bulletin d'analyse :***

Possibilité d'exporter les spectres retraités au format pdf.

### ***Documentation :***

L'appareil sera livré avec une notice d'utilisation de préférence en français sous forme électronique et sous format papier relié en deux exemplaires. Dans le cas où l'appareil est livré avec une ou plusieurs méthodes d'analyse, ces dernières feront l'objet d'un document exhaustif (sous format papier et informatique) reprenant tous les paramètres nécessaires à la bonne réalisation de l'analyse (paramètres appareil + mode opératoire).

La liste détaillée des documents fournis avec l'appareil devra être incluse dans la réponse.

## Informations de réponse à fournir

### Réponse technique :

#### Présentation technique

Le fournisseur présentera la proposition technique en réponse au cahier des charges. Il présentera une explication détaillée du fonctionnement de l'appareil. Un descriptif détaillé de l'appareil et des composantes techniques devra être fait. Les possibilités d'évolution du système devront aussi être indiquées.

#### Installation & infrastructure

Le fournisseur devra indiquer :

- Les dimensions et le poids de l'appareil.
- Le nombre de prises électriques nécessaires et la consommation électrique de l'appareil.
- Les alimentations en gaz nécessaires : nature, pression, débit,... Consommation en fonctionnement et en veille.
- Si l'appareil nécessite une aspiration de la chaleur et/ou des fumées.
- Si l'appareil nécessite une récupération des déchets (liquide, solide, ...).

Le fournisseur devra joindre le manuel de pré-installation du système incluant les dimensions, les fluides (eau, gaz,...) et évacuation(s) nécessaires au bon fonctionnement de l'appareil. Il devra fournir au client tous les documents nécessaires dans le cadre d'une déclaration de l'appareil aux autorités compétentes (si nécessaire). Le fournisseur indiquera les délais de livraison et d'installation à la réception de la commande. En tout état de cause, l'appareil devra être livré, installé et le personnel formé avant le **15 Décembre 2025**.

### Performances

Le fournisseur présentera aussi les performances de l'appareil en termes de sensibilité, et de résolution de l'appareil et de répétabilité de l'équipement proposé.

### Applications, utilisation :

Une liste des appareils installés sera fournie avec les secteurs d'activité et applications. Des exemples des principales applications seront fournis. Le fournisseur pourra fournir des exemples de TP chimie analytique que nous pourrions reprendre.

Le fournisseur indiquera la procédure de démarrage et d'arrêt de l'appareil.

### Logiciel :

Le fournisseur présentera de manière exhaustive le logiciel avec une explication détaillée du fonctionnement du logiciel (pilotage de l'appareil, création de méthode d'analyse, création de séquence d'analyse, retraitement des résultats,...).

La configuration minimale requise des PC sera indiquée ainsi que le ou les OS compatibles.

Le fournisseur indiquera si les mises à jour du logiciel sont payantes ou gratuites et les modalités.

Le nombre de licences de pilotage (1 minimum) et de retraitement (1 minimum) sera indiqué ainsi que les prix de licences supplémentaires pour des postes de retraitement.

### Fonctionnement / création de méthode :

Le fournisseur décrira la procédure et les paramètres à optimiser pour la mise en place d'une analyse.

### Formation :

Une formation sera assurée par l'entreprise qui fournira l'ensemble du système. Cette formation devra comprendre l'utilisation, les opérations de maintenances usuelles et curatives (diagnostique et réparation).

Une formation complémentaire pourra être proposée (en option ou non). Cette formation théorique et pratique permettra la création et l'optimisation d'analyse en toute indépendance. Les formations faisant partie des critères d'évaluation des offres, merci de bien détailler l'offre de formation.

Le Fournisseur devra indiquer clairement les modalités d'organisation (durée, une ou plusieurs sessions, lieu, nombre de personnes,...) ainsi que le programme précis de la formation. Les supports de formation devront être fournis au client.

### Garantie, SAV, Maintenance préventive et curative, support:

### *Garantie*

L'appareil devra en standard être garanti (pièces et main d'œuvre) au moins une année. La durée de garantie fait partie des critères dans le choix technique de l'appareil. La durée de garantie de l'appareil et des différentes pièces sera indiquée. Une garantie d'une durée supérieure pourra être proposée en option.

Le Fournisseur s'engage à assurer le support du système pendant une durée minimum de 7 ans à compter de la date de signature du Procès Verbal d'installation de l'appareil. L'année de début de commercialisation du système devra être indiquée dans la réponse ainsi que la durée de support des pièces.

### *Service Après Vente*

Le Fournisseur devra inclure une présentation de l'organisation du SAV et du mode de fonctionnement en cas de panne ou de problème technique. Il devra aussi indiquer le nombre de personnes habilitées à intervenir sur le système proposé ainsi que leur localisation. Le Fournisseur indiquera aussi le nombre de personnes assurant le support applicatif en France.

Le Fournisseur indiquera la procédure à suivre en cas de panne ainsi que les coûts (appel payant, surtaxé, coût du forfait déplacement et de l'heure de main d'œuvre).

Le Fournisseur indiquera le prix d'un contrat de maintenance curative ainsi que le coût d'une intervention hors contrat de maintenance. Le fournisseur indiquera aussi les tarifs d'intervention sur site (déplacement + heure de main d'œuvre).

### *Maintenance préventive*

Le Fournisseur devra impérativement indiquer le planning des opérations de maintenance préventive précisant toutes les actions, leur périodicité et les pièces à remplacer (+ coût des pièces) afin d'assurer un bon fonctionnement de l'appareil. (Critère important pour l'évaluation des fournisseurs).

En outre de la formation, le fournisseur mettra à disposition les documents techniques de l'appareil ainsi qu'un document permettant la réalisation pas à pas de la maintenance de l'appareil.

La documentation et l'aide doivent fournir les informations nécessaires aux opérations de maintenance permettant d'effectuer des opérations de maintenance seul ou avec une aide à distance.

Il devra clairement être indiqué si ces opérations sont réalisables par l'utilisateur ou par le fournisseur. Dans le cas où il est indiqué que l'opération est réalisable par l'utilisateur, l'opération sera incluse dans la formation proposée. Dans le cas où il est indiqué que l'opération est réalisable par le fournisseur, le coût complet de l'opération devra être indiqué.

### *Support applicatif*

Une description de l'équipe support applicatif (nombre de membres, moyen de contact, localisation...) sera fournie.

### Documentation

Une notice complète en français (a défaut en anglais) sera fournie pour l'appareil sous format papier et/ou sous la forme d'un fichier informatique. Ces documents devront inclure l'utilisation de l'appareil, l'utilisation du logiciel, la maintenance préventive de l'appareil. Tous documents au format informatique ou papier à but pédagogique pouvant être transmis par le fournisseur sera un plus (à indiquer dans la réponse). De plus, des exemples d'applications transposables dans un cadre pédagogique TP pourront être fournis en réponse à cette consultation. Enfin, les procédures de test d'acceptation des systèmes devront être fournies dans la réponse.

### Coût de fonctionnement

En plus du planning de maintenance préventive avec fréquences de remplacement, et coûts des pièces, le fournisseur indiquera une estimation du coût par analyse (consommables...). Un tableau reprendra les pièces, les références et le tarif catalogue des pièces nécessaires à la maintenance du système.

Toutes les pièces ayant une durée de vie limitée devront et seront prises en compte dans l'estimation du calcul du coût de fonctionnement.

Seront aussi indiquées des pièces de remplacement non incluses dans la maintenance préventive mais dont la durée de vie est définie.

### Offre de prix

Le Fournisseur proposera une offre de prix incluant dans la partie obligatoire :

- L'appareil d'analyse
- Le logiciel de pilotage de l'appareil.
- La livraison, l'installation et la formation sur site répondant aux exigences du CCTP.

En options, seront proposées :

- Noyau  $^{13}\text{C}$
- Autres noyaux ( $^{19}\text{F}$ ;  $^{31}\text{P}$ ,  $^{15}\text{N}$ ,...)
- Ordinateur de pilotage de l'appareil (détaillé la configuration matériel et OS)
- Passeur d'échantillons (capacité minimum 8 échantillons)
- Système de suivi réactionnel
- Consommable
- Contrat de maintenance
- Extension de garantie
- Logiciel de retraitement avancé ou licence(s) supplémentaire(s) du logiciel de retraitement