INRAE, Centre Ile-de-France - Versailles-Saclay
RD10 – Route de Saint-Cyr
78026 VERSAILLES Cedex

Unité Institut Jean-Pierre Bourgin – Sciences du Végétal (IJPB – codique 1318)

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES (CCTP)

OBJET DU MARCHE :

ACQUISITION D'UN ROBOT AUTOMATISE DE MANIPULATION DE LIQUIDES POUR EXTRACTION DE LIPIDES ET DE METABOLITES PRIMAIRES ET SPECIALISÉS

Procédure avec négociation passée en application des articles L2124-3 et R2124-3 , R2161-12 à R2161-20 du code de la commande publique.

SOMMAIRE

1. SPECIFICATIONS TECHNIQUES....3
1.1 - Objet et finalité de l'équipement....3
1.2 - Architecture générale du système....3
1.3 - Performances de pipetage....4
1.3.1 Gamme de volumes....4
1.3.2 Exactitude et précision....4
1.4 - Manipulation de solvants organiques....5
1.5 - Gestion des consommables....5
1.6 - Compatibilité avec les formats d'échantillons....6
1.7 - Fonctionnalités nécessaires pour les protocoles d'extraction....6
2 MODULES COMPLEMENTAIRES....7
3 LOGICIEL DE PILOTAGE ET PROGRAMMATION....7
4 TRAÇABILITE ET GESTION DES DONNEES....8
5 SECURITE....8
6 FORMATION DES UTILISATEURS....8
7 MAINTENANCE ET SUPPORT TECHNIQUE....9

1. SPECIFICATIONS TECHNIQUES

Robot automatisé de manipulation de liquides pour extraction de lipides et de métabolites primaires et spécialisés

1.1 - Objet et finalité de l'équipement

Le présent marché concerne l'acquisition, l'installation et la mise en service d'un système automatisé de manipulation de liquides destiné à l'extraction et la préparation automatisée d'échantillons biologiques pour des analyses de criblage de l'activité des extraits, ainsi que pour des analyses de métabolomique et de lipidomique.

L'équipement devra permettre l'automatisation de protocoles d'extraction et de préparation d'échantillons impliquant la manipulation de solvants organiques de polarités différentes, notamment :

- Des solvants apolaires utilisés dans l'extraction de lipides,
- Des solvants polaires utilisés dans l'extraction de métabolites primaires et spécialisés,
- Des mélanges biphasiques permettant la séparation de différentes classes de métabolites.

Le système devra permettre la standardisation et la reproductibilité des protocoles expérimentaux utilisés dans le laboratoire, réduire les manipulations manuelles susceptibles d'introduire des variations expérimentales, et améliorer la capacité de traitement d'échantillons.

Le robot devra être compatible avec les protocoles de préparation d'échantillons destinés à des analyses par chromatographie liquide ou gazeuse couplée à la spectrométrie de masse, ainsi qu'à des analyses de criblage de l'activité biologique des extraits à l'aide de lecteurs de microplaques.

Le matériel proposé dans le cadre du présent marché peut être du matériel neuf, du matériel d'exposition ou du matériel reconditionné. En cas de matériel d'exposition ou de matériel reconditionné, ces derniers devront présenter des performances, fonctionnalités, niveaux de sécurité et caractéristiques techniques équivalentes à celles exigées dans le présent cahier des charges. Dans le cas d'un équipement reconditionné, l'équipement devra avoir fait l'objet d'une opération de reconditionnement par le constructeur d'origine ou par des distributeurs agréés garantissant une révision complète, le remplacement des pièces d'usure, une calibration certifiée, les essais de fonctionnement et la vérification règlementaire ainsi qu'une durée de garantie de douze (12) mois.

1.2 - Architecture générale du système

Le système proposé devra être un robot automatisé de manipulation de liquides programmable, reposant sur une architecture modulaire et évolutive.

Le système devra comprendre au minimum les éléments suivants :

- Une plateforme robotisée permettant l'installation de plaques, tubes, réservoirs et consommables,
- Un système motorisé de positionnement précis de la tête de pipetage,
- Une tête de pipetage automatisée pouvant comporter un ou plusieurs canaux de distribution, ainsi qu'un bras mécanique pour le déplacement des plaques,
- Un système automatisé de gestion des pointes jetables,

- Un ordinateur de contrôle dédié avec logiciel de programmation, fourni avec son système d'exploitation sous Windows 11 (compatible Windows 10), de préférence sous licence LTSC (Long-Term Servicing Channel) ou équivalent, activation et support assurés par le fournisseur pour la durée de vie de l'équipement,
- Les éléments nécessaires à l'installation et au fonctionnement de l'équipement.

La plateforme devra permettre la configuration simultanée de plusieurs zones de travail comprenant notamment :

- Racks de pointes de pipette, avec un système de prévention des erreurs de chargement des consommables. Le chargement des consommables par l'opérateur devra être facilité,
- Plaques multi-puits,
- Racks de tubes,
- Réservoirs de solvants,
- Stations de collecte des cônes usés, avec séparation des cônes souillés et des boîtes propres.

La capacité proposée permet l'exécution des protocoles décrits à la section « Fonctionnalités nécessaires pour les protocoles d'extraction ».

Le système devra être conçu selon une architecture ouverte, modulaire et évolutive, permettant l'intégration ultérieure de nouveaux modules matériels et logiciels (ex. : dispositifs de stockage, incubation, agitation, détection ou interfaces avec d'autres instruments).

1.3 - Performances de pipetage

Le système devra être capable de manipuler une gamme étendue de volumes afin de couvrir les besoins des protocoles d'extraction et de préparation d'échantillons en métabolomique.

1.3.1 Gamme de volumes

Le robot devra permettre la manipulation de volumes allant au minimum de 1 µL à 1000 µL .

1.3.2 Exactitude et précision

Le fournisseur devra fournir les caractéristiques de performance suivantes :

- Exactitude volumétrique,
- Précision,
- Répétabilité,
- Coefficient de variation.

Ces paramètres devront être documentés pour plusieurs volumes représentatifs de la gamme d'utilisation.

Les performances minimales suivantes devront être respectées pour des solutions aqueuses et au moins un solvant organique représentatif (ex. méthanol) :

- CV ≤ 5 % et exactitude ± 5 % à 1 µL,
- CV ≤ 3 % et exactitude ± 3 % à 10 µL,
- CV ≤ 2 % et exactitude ± 2 % à 100 µL,

- CV ≤ 1 % et exactitude ± 1 % à 1000 µL.

Les performances annoncées devront être valables pour :

- Solutions aqueuses,
- Solvants organiques courants,
- Mélanges de solvants utilisés en extraction métabolomique.

1.4 - Manipulation de solvants organiques

Le système devra être compatible avec la manipulation de solvants organiques utilisés couramment dans les protocoles d'extraction métabolomique, notamment :

- Méthanol,
- Acétonitrile,
- Isopropanol,
- Chloroforme ou solvants équivalents,
- Mélanges méthanol/eau,
- Mélanges méthanol/chloroforme/eau ou équivalents,
- Mélanges acétone (méthanol/acétone/eau/acide formique),
- Méthyl-tert-butyl éther,
- Acide formique,
- Hexane,
- Solutions salines.

Les composants du système en contact avec ces solvants devront présenter une résistance chimique adéquate.

1.5 - Gestion des consommables

Le robot devra être équipé d'un système automatisé permettant la manipulation de pointes de pipette jetables.

Le système devra permettre :

- La prise automatique de pointes,
- L'éjection automatique des pointes utilisées,
- La détection de la présence de pointes,
- La gestion de plusieurs types de pointes, avec protection des canaux de pipetage contre les erreurs de format de consommable.

La capacité minimale de stockage de pointes devra permettre l'exécution de protocoles comportant un nombre élevé d'étapes de pipetage sans intervention de l'utilisateur.

Le système devra être compatible avec des racks standards de pointes de pipette.

1.6 - Compatibilité avec les formats d'échantillons

Le robot devra être compatible avec les formats d'échantillons couramment utilisés dans les laboratoires de biologie et de chimie analytique.

Les formats suivants devront être supportés :

- Plaques 96 puits,
- Plaques 384 puits,
- Tubes de type 1,5 mL et 2 mL,
- Microtubes adaptés aux protocoles d'extraction.

Les protocoles utilisent des tubes 2 mL à bouchon à vis, des flacons de 4 mL et 20 mL et des flacons HPLC avec insert (volume max 300 µL). La compatibilité du robot avec ces contenants doit être vérifiée et mentionnée.

La plateforme devra permettre l'utilisation simultanée de plusieurs plaques et racks d'échantillons.

Le système devra également permettre l'utilisation de réservoirs adaptés à la distribution de solvants d'extraction.

1.7 - Fonctionnalités nécessaires pour les protocoles d'extraction

Le robot devra permettre l'automatisation de protocoles de préparation d'échantillons comportant plusieurs étapes successives.

Les opérations suivantes devront être réalisables :

- Ajout de solvants d'extraction,
- Mélange ou homogénéisation,
- Dilution d'échantillons,
- Transfert d'extraits,
- Distribution de volumes identiques dans plusieurs puits,
- Préparation de séries de dilution.

Le système devra permettre la programmation de protocoles multi-étapes incluant plusieurs cycles de pipetage et de mélange.

Il devra également permettre la manipulation d'échantillons dans des protocoles comportant des étapes de séparation de phases (par exemple extraction biphasique) :

- (1) pipetage haute précision de très faibles volumes pour l'ajout de solutions (0,5–20 µL) – exigence critique pour la justesse analytique,
- (2) re-suspension de culots secs après évaporation dans de faibles volumes (30–500 µL).

2 MODULES COMPLEMENTAIRES

Le système pourra intégrer ou permettre l'intégration de modules complémentaires tels que :

- Module d'agitation de plaques,
- Capacités de contrôle thermique : maintien des échantillons et solvants à basse température non négative
- Capacité de centrifugation à basse températures non négatives
- Capacité d'évaporation d'échantillons
- Station de stockage temporaire des plaques,
- Modules permettant l'intégration avec d'autres instruments.

Ces modules devront être compatibles avec le robot automatisé.

3 LOGICIEL DE PILOTAGE ET PROGRAMMATION

Le système devra être fourni avec un logiciel permettant le contrôle complet du robot et la programmation des protocoles automatisés.

Le logiciel devra permettre :

- La création et la modification de protocoles,
- La gestion des positions sur le plateau,
- La définition des volumes à distribuer,
- La gestion des consommables,
- L'enregistrement des protocoles.

L'interface utilisateur devra être intuitive et accessible aux utilisateurs du laboratoire après une formation initiale. Le système devra proposer au minimum une interface simplifiée accessible aux utilisateurs non-experts pour la programmation de protocoles courants, complétée par un accès aux fonctionnalités avancées pour l'exploitation complète de l'automate.

Un accès à distance au système devra être disponible, permettant depuis un poste distant de visualiser l'état d'avancement du run, de consulter les données et journaux d'exécution, et d'interagir avec le système dans le respect des règles de sécurité et de gestion des accès. Le système devra fonctionner sous Windows 11 (compatible Windows 10), de préférence sous licence LTSC (Long-Term Servicing Channel) ou équivalent. Une installation multipostes devra être possible.

Le logiciel devra également permettre :

- La gestion des erreurs,
- L'arrêt du protocole en cas d'anomalie,
- L'enregistrement des opérations réalisées.

La compatibilité avec les systèmes informatiques du laboratoire devra être précisée.

4 TRAÇABILITÉ ET GESTION DES DONNÉES

Le système devra assurer une traçabilité complète et fiable des opérations réalisées dans le cadre de l'exécution des protocoles, depuis l'identification des échantillons jusqu'à la réalisation des opérations de pipetage.

Les performances attendues sont notamment les suivantes :

- Enregistrer, pour chaque opération ou série d'opérations, les informations nécessaires à sa traçabilité
- Permettre l'export des données de traçabilité dans un ou plusieurs formats de données couramment utilisés et exploitables par des outils tiers, afin de permettre leur traitement, leur archivage et leur intégration dans le système d'information du laboratoire ;
- Permettre l'identification et le suivi des échantillons et consommables au cours du protocole,
- Permettre la détection et la signalisation des anomalies susceptibles d'affecter la qualité de l'exécution du protocole
- Conserver un historique des opérations réalisées

La solution proposée devra permettre l'accès et l'exploitation des données de traçabilité générées par le système pendant toute la durée d'utilisation de l'équipement, dans des conditions permettant leur conservation et leur réutilisation à des fins de contrôle, d'analyse et d'audit.

5 SÉCURITÉ

Le système devra intégrer les dispositifs nécessaires à la sécurité des utilisateurs. Les éléments suivants devront être présents :

- Bouton d'arrêt d'urgence,
- Détection d'obstacles ou de collisions,
- Protections limitant les risques liés aux mouvements mécaniques.

Le système devra être conçu pour limiter les risques liés à la manipulation de solvants organiques.

6 FORMATION DES UTILISATEURS

Une formation initiale devra être fournie lors de l'installation de l'équipement. Cette formation devra couvrir :

- Le fonctionnement général du robot,
- La programmation des protocoles,
- L'utilisation du logiciel,
- Les opérations de maintenance de premier niveau.

La formation devra permettre aux utilisateurs de devenir autonomes dans l'utilisation de l'équipement.

7 MAINTENANCE ET SUPPORT TECHNIQUE

Le titulaire dispose d'un dispositif de support technique et applicatif permettant d'assurer l'assistance à distance et, lorsque cela s'avère nécessaire, une intervention sur site en France.