



UNIVERSITE DE POITIERS
Direction de la Commande et de l'Achat Public
15 rue de l'Hôtel Dieu
86073 POITIERS CEDEX 9
Tél: 05 49 45 41 14

« Acquisition des équipements pour l' imagerie cérébrale
in vivo »

Cahier des clauses techniques particulières
Numéro du marché 2026F006

Sommaire

<u>« ACQUISITION DES ÉQUIPEMENTS POUR RÉALISER DES MESURES DE L'ACTIVITÉ CÉRÉBRALE EN CONDITION RÉELLE »</u>	<u>1</u>
<u>SOMMAIRE</u>	<u>2</u>
<u>CONTEXTE GENERAL ET OBJECTIFS DE L'ACHAT</u>	<u>3</u>
<u>1- CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ACHAT</u>	<u>3</u>
<u>2- DESCRIPTION TECHNIQUE DES MATERIELS RECHERCHES</u>	<u>3</u>
<u>3- PRESTATIONS COMPLEMENTAIRES</u>	<u>7</u>
3-1 Délai et conditions de livraison	7
3-2 Formation	7
3-3 service après-vente	8
3-4 garanties	9
<u>4- DOCUMENTS A FOURNIR</u>	<u>9</u>

Contexte général et objectifs de l'achat

1- Contexte et objectifs de l'achat

Le présent marché s'inscrit dans le cadre des activités de recherche du Laboratoire de Neurosciences Expérimentales et Cliniques (LNEC), Unité INSERM U1084 de l'Université de Poitiers. Cette unité regroupe trois équipes : « Thérapies cellulaires dans les pathologies cérébrales » dirigée par A. Gaillard, « Neurobiologie et neuropharmacologie des désordres psychiatriques » dirigée par M. Solinas et P. Belujon, et « Neurodéveloppement – Neuroadaptation » dirigée par M. Jaber. Les travaux menés au sein de l'unité portent sur l'étude des mécanismes neurobiologiques impliqués dans diverses pathologies cérébrales, notamment les lésions cérébrales traumatiques, la maladie de Parkinson, l'addiction, les troubles attentionnels, l'hyperactivité et les troubles du spectre de l'autisme.

Dans le cadre du développement du volet « Imagerie cérébrale in vivo », l'unité souhaite renforcer son dispositif expérimental par l'acquisition de deux ensembles complémentaires d'équipements. Le premier concerne un système d'enregistrement fonctionnel par photométrie de fluorescence par fibre optique chez le rongeur, permettant l'analyse en temps réel de l'activité neuronale au sein de circuits cérébraux spécifiques. Le second concerne une station de stéréologie intégrée destinée à l'analyse quantitative des structures cérébrales sur coupes histologiques.

Les approches d'imagerie et d'enregistrement fonctionnel mises en œuvre au sein de l'unité permettent de caractériser l'activité des circuits neuronaux dans différents modèles expérimentaux. Afin d'assurer la robustesse scientifique des résultats obtenus, ces mesures doivent être associées à une analyse anatomique et quantitative précise des structures étudiées. La vérification des sites d'implantation, l'évaluation de l'étendue des régions ciblées, la quantification des populations cellulaires et l'estimation des volumes des structures d'intérêt constituent des étapes indispensables à l'interprétation des données fonctionnelles.

L'acquisition conjointe d'un système de photométrie de fluorescence par fibre optique et d'une station de stéréologie vise ainsi à doter l'unité d'un ensemble cohérent d'outils permettant d'articuler enregistrements fonctionnels et analyses morphométriques quantitatives, afin d'assurer la fiabilité et la reproductibilité des travaux conduits dans le cadre des projets de recherche en cours et à venir.

2- Description technique des matériels recherchés

Le présent marché est structuré en deux lots distincts et complémentaires :

- **Lot 1 : Système de photométrie par fibre optique pour enregistrements fonctionnels in vivo chez le rongeur.**
- **Lot 2 : Station de stéréologie intégrée pour l'analyse quantitative sur coupes histologiques.**

2.1. Lot 1 : Système de photométrie par fibre optique pour enregistrements fonctionnels in vivo chez le rongeur.

Contexte

Ce système permettra la mesure en temps réel de l'activité neuronale et de la dynamique des neuromodulateurs chez le rongeur vigile au moyen de la photométrie par fibre optique in vivo. Cette approche repose sur l'expression de senseurs fluorescents génétiquement encodés, tels

que GCaMP pour l'activité calcique ou de dLight1 pour la détection de la dopamine, permettant de suivre de manière spécifique et sensible les variations intracellulaires de calcium ou la libération extracellulaire de dopamine au sein de régions cérébrales ciblées. L'enregistrement des signaux fluorescents via une fibre optique implantée offre une mesure intégrée de l'activité populationnelle, compatible avec des protocoles comportementaux complexes et des manipulations pharmacologiques ou optogénétiques.

Ce dispositif constituera un outil stratégique pour les chercheurs du Secteur Biologie Santé de l'Université de Poitiers et notamment pour les équipes du Laboratoire de Neurosciences Expérimentales et Cliniques. Il permettra de relier les variations dynamiques d'activité neuronale et de transmission de différents neurotransmetteurs aux phénotypes comportementaux et aux altérations morphologiques observées dans différents modèles expérimentaux de pathologies neurologiques et psychiatriques. L'utilisation combinée de différents senseurs et la possibilité d'enregistrer simultanément dans deux régions cérébrales offrira ainsi une approche intégrée reliant activité cellulaire, neuromodulation et comportement, avec une résolution temporelle compatible avec les standards méthodologiques actuels en neurosciences expérimentales.

Ce système doit donc permettre :

- l'enregistrement en temps réel des variations de fluorescence reflétant l'activité calcique neuronale
- la mesure dynamique de la libération de dopamine et autres neurotransmetteurs dans des régions cérébrales définies, individuellement ou simultanément
- la synchronisation des signaux physiologiques avec des événements comportementaux
- l'intégration avec des protocoles de stimulation pharmacologique ou optogénétique
- l'exportation et l'analyse quantitative des données pour traitement statistique et corrélations multimodales

Caractéristiques techniques et spécifications

Le système devra présenter les caractéristiques suivantes :

- **Sources d'excitation multi-longueurs d'onde** compatibles avec les principaux senseurs fluorescents (canal calcium, dopamine ou RCaMP (rouge)), avec modulation indépendante de l'intensité lumineuse.
- **Détection haute sensibilité** (photodétecteurs à faible bruit) permettant l'enregistrement de faibles variations de fluorescence in vivo.
- **Module de switch optique multicanal intégré**, autorisant l'enregistrement multisite ($\geq 2-4$ canaux) chez un même animal, avec possibilité d'acquisition séquentielle ou simultanée.
- **Fréquence d'échantillonnage adaptée aux signaux calciques et dopaminergiques**, avec synchronisation TTL pour intégration à des systèmes comportementaux, de stimulation ou de conditionnement opérant.
- **Compatibilité avec fibres optiques implantables standards**, incluant systèmes rotatifs (rotary joints) pour enregistrements chez animal librement mobile.
- **Compatibilité démontrée avec cages de conditionnement opérant** (notamment Imetronic et Med Associates), permettant la synchronisation précise des événements comportementaux (levier, nose-poke, délivrance de récompense, cues et consommation) avec les signaux photométriques.

- **Logiciel d'acquisition et d'analyse intégré**, incluant :
 1. visualisation en temps réel des signaux bruts et normalisés
 2. calcul automatique du $\Delta F/F$
 3. correction du photoblanchiment
 4. filtrage et détection d'événements
 5. annotation et synchronisation avec événements comportementaux
 6. exportation des données (formats compatibles avec MatLab, Python ou analyses statistiques avancées)
- **Architecture évolutive**, permettant l'ajout ultérieur de canaux ou l'intégration avec des systèmes optogénétiques.

Ce système devra garantir stabilité du signal, reproductibilité des mesures et conformité avec les standards méthodologiques actuels en neurosciences expérimentales

2.2. Lot 2 : Station de stéréologie intégrée pour l'analyse quantitative sur coupes histologiques

Contexte

Ce système permettra la réalisation d'analyses quantitatives précises sur des coupes histologiques issues d'expérimentations réalisées chez le rongeur. L'étude morphologique et cellulaire des structures cérébrales constitue une étape indispensable pour interpréter les données fonctionnelles obtenues lors des enregistrements et manipulations réalisés in vivo. L'analyse quantitative des populations neuronales et des volumes des structures d'intérêt permet en effet de relier les modifications d'activité observées aux altérations anatomiques associées dans différents modèles expérimentaux de pathologies cérébrales.

La station de stéréologie sera un outil utilisé par les chercheurs du Secteur Biologie Santé de l'Université de Poitiers et notamment par les équipes du Laboratoire de Neurosciences Expérimentales et Cliniques (INSERM U1084). Ce système permettra de réaliser des estimations quantitatives non biaisées sur des coupes sériées de cerveau de rongeur, avec une précision compatible avec les standards méthodologiques actuels en neurosciences expérimentales.

Ce système doit donc permettre :

1. la quantification du nombre de cellules au sein de régions cérébrales définies
2. l'estimation du volume de structures anatomiques d'intérêt
3. l'analyse de la distribution spatiale de populations cellulaires
4. la gestion et l'analyse de séries complètes de coupes histologiques
5. l'exportation des données quantitatives pour traitement statistique

Caractéristiques techniques et spécifications

Le présent lot porte sur la fourniture d'une station complète de stéréologie destinée à l'analyse quantitative de structures cérébrales sur coupes histologiques en lumière transmise.

Le système devra comprendre les éléments suivants :

1. Logiciel d'analyse quantitative : Logiciel spécialisé permettant la mise en œuvre de méthodes d'estimation quantitative non biaisées sur coupes histologiques.

Le logiciel devra permettre au minimum :

- Mise en œuvre d'un échantillonnage aléatoire systématique
- Estimation du nombre de cellules dans des régions définies
- Quantification volumétrique de structures cérébrales
- Utilisation de sondes stéréologiques standards reconnues
- Gestion de séries de coupes sériées
- Définition et tracé de régions d'intérêt
- Analyse en profondeur des coupes avec prise en compte de l'épaisseur
- Calcul automatique du coefficient d'erreur
- Exportation des données brutes et des résultats vers un format compatible avec les logiciels de traitement statistique

La licence fournie devra inclure l'ensemble des fonctionnalités standards de stéréologie en lumière transmise.

2. Microscope optique : Le système devra comprendre un microscope droit adapté à l'observation de coupes histologiques en lumière transmise.

Le microscope devra permettre une utilisation intensive en analyse quantitative et être compatible avec l'intégration d'une platine motorisée et d'un système de contrôle de la mise au point. Il devra comprendre au minimum :

- Un système d'éclairage stable et homogène en lumière transmise
- Un condenseur adapté aux préparations histologiques
- Une tourelle porte-objectifs multi-positions
- Jeu minimal d'objectifs 2X ; 4X ; 10X ; 20X ; 40X ; 60X ; 100X

Les objectifs devront être adaptés à des observations nécessitant une précision suffisante pour des analyses quantitatives cellulaires.

3. Système de déplacement motorisé

- Le système devra comporter une platine motorisée permettant le déplacement automatisé de la lame selon les axes X et Y sur l'ensemble de sa surface.
- Le dispositif devra assurer un positionnement précis et reproductible, compatible avec des analyses quantitatives nécessitant un repérage fiable des zones d'intérêt.
- Le système devra également comprendre un mécanisme de contrôle de la mise au point permettant le déplacement selon l'axe vertical (axe Z) et la mesure de la profondeur d'analyse au sein des coupes histologiques.

4. Système d'acquisition d'image

La caméra devra offrir une résolution compatible avec l'analyse cellulaire et être entièrement intégrée au logiciel de stéréologie afin de permettre l'acquisition et l'affichage des images en temps réel.

5. Station informatique

Le système devra comprendre un ordinateur dédié, configuré pour assurer le fonctionnement du logiciel de stéréologie ainsi que l'acquisition et le traitement d'images haute résolution. La configuration matérielle devra être compatible avec un affichage haute définition et permettre une utilisation fluide du système.

3- Prestations complémentaires

3-1 Délai et conditions de livraison

Système de photométrie par fibre optique pour enregistrements fonctionnels in vivo chez le rongeur

- Le délai de livraison ne devra pas excéder 16 semaines à compter de la notification du marché.
- Le système devra être livré complet, incluant l'ensemble des éléments matériels et logiciels nécessaires à son fonctionnement.
- La prestation devra comprendre l'installation sur site, la configuration du système, la mise en service et la vérification du bon fonctionnement de l'ensemble des composants.
- Le fournisseur devra assurer la calibration du dispositif de déplacement motorisé et du système de contrôle de la mise au point afin de garantir la précision requise pour les analyses quantitatives.

La livraison ne sera considérée comme définitive qu'après installation complète et validation du bon fonctionnement du système par l'utilisateur.

Station de stéréologie intégrée pour l'analyse quantitative sur coupes histologiques

- Le délai de livraison ne devra pas excéder 16 semaines à compter de la notification du marché.
- Le système devra être livré complet, incluant l'ensemble des éléments matériels et logiciels nécessaires à son fonctionnement.
- La prestation devra comprendre l'installation sur site, la configuration du système, la mise en service et la vérification du bon fonctionnement de l'ensemble des composants.
- Le fournisseur devra assurer la calibration du dispositif de déplacement motorisé et du système de contrôle de la mise au point afin de garantir la précision requise pour les analyses quantitatives.

La livraison ne sera considérée comme définitive qu'après installation complète et validation du bon fonctionnement du système par l'utilisateur.

3-2 Formation

Système de photométrie par fibre optique pour enregistrements fonctionnels in vivo chez le rongeur

Le titulaire devra assurer une formation initiale à l'utilisation du système de fibre photometry in vivo, sur site et d'une durée minimale d'une journée, à destination des utilisateurs désignés par l'établissement :

- La prise en main du système de fibre photometry (sources d'excitation, module de détection, switch optique multicanal, connexions fibres et rotary joint)
- L'implantation expérimentale et les bonnes pratiques d'enregistrement in vivo (réglages des intensités lumineuses, prévention du photoblanchiment, optimisation du signal)
- L'utilisation du logiciel d'acquisition pour l'enregistrement en temps réel, la gestion des canaux multisites et la synchronisation TTL avec les dispositifs comportementaux (notamment cages opérantes Imetronic et Med Associates)
- L'utilisation des modules d'analyse intégrés (calcul du $\Delta F/F$, correction du photoblanchiment, filtrage, détection d'événements, alignement sur événements comportementaux)
- L'exploitation et l'exportation des données pour traitement statistique et analyses multimodales ultérieures

Cette formation devra permettre une autonomie complète des utilisateurs pour la mise en œuvre des protocoles expérimentaux impliquant des senseurs calciques et dopaminergiques.

Station de stéréologie intégrée pour l'analyse quantitative sur coupes histologiques

Le titulaire devra assurer une formation initiale à l'utilisation du système, sur site et d'une durée minimale d'une journée, à destination des utilisateurs désignés par l'établissement :

- La prise en main du microscope et du système de déplacement motorisé
- L'utilisation du logiciel de stéréologie pour la mise en œuvre des analyses quantitatives
- La définition des régions d'intérêt et la gestion des séries de coupes
- La réalisation des protocoles d'échantillonnage et l'exploitation des résultats
- L'exportation des données pour traitement statistique

3-3 service après-vente

Système de photométrie par fibre optique pour enregistrements fonctionnels in vivo chez le rongeur

Ce service devra comprendre :

La prise en charge des dysfonctionnements matériels et logiciels

Un diagnostic et, le cas échéant, une intervention sur site lorsque le problème ne peut être résolu à distance

La mise à disposition des mises à jour logicielles pendant la durée du contrat de support

Station de stéréologie intégrée pour l'analyse quantitative sur coupes histologiques

Ce service devra comprendre :

- Une assistance technique à distance par téléphone ou par courriel
- La prise en charge des dysfonctionnements matériels et logiciels
- Un diagnostic et, le cas échéant, une intervention sur site lorsque le problème ne peut être résolu à distance
- La mise à disposition des mises à jour logicielles pendant la durée du contrat de support

3-4 garanties

Système de photométrie par fibre optique pour enregistrements fonctionnels in vivo chez le rongeur

- Le matériel fourni devra bénéficier d'une garantie minimale de 12 mois pièces et main-d'œuvre à compter de la réception définitive, couvrant l'ensemble des composants optiques et électroniques.
- Le logiciel d'acquisition et d'analyse devra être assorti d'un contrat de support d'une durée de trois ans incluant l'assistance technique, les correctifs et les mises à jour logicielles.
- Le titulaire devra garantir la disponibilité des pièces détachées pendant une durée minimale de cinq ans à compter de la réception définitive.
- À l'issue des périodes de garantie et de support initial, le titulaire devra proposer une offre de maintenance et de support complémentaire.

Station de stéréologie intégrée pour l'analyse quantitative sur coupes histologiques

- Le matériel fourni devra bénéficier d'une garantie minimale de 12 mois pièces et main-d'œuvre à compter de la réception définitive.
- Le logiciel devra être assorti d'un contrat de support d'une durée de trois ans incluant l'assistance technique et les mises à jour logicielles.
- À l'issue des périodes de garantie et de support initial, le titulaire devra proposer une offre de maintenance et de support complémentaire.

4- Documents à fournir

Les documents suivants devront être fournis par le candidat :

- Descriptif des procédures et délais-types en cas de panne.
- Une description technique du système proposé permettant de vérifier sa conformité aux spécifications du présent cahier des clauses techniques particulières.
- Descriptif de l'offre de garantie et du contrat de maintenance.

Les documents pourront être fournis en langue française ou anglaise.