



**Cahier des charges pour l'achat, la livraison, l'installation
et la garantie étendue d'un spectromètre de masse à
mobilité ionique couplé à un système de
nanochromatographie pour des analyses protéomiques
haute sensibilité au CEA de Grenoble**

**CEA-Grenoble-IRIG
Equipe de l'Etude de la Dynamique des Protéomes
17 rue des Martyrs, 38054 Grenoble CEDEX**

Ref: Spectro single cell – 2026

Renseignements techniques : Anne-Marie Hesse et Yohann Couté

Anne-Marie Hesse : 04 38 78 22 08, anne-marie.hesse@cea.fr

Yohann Couté : 04 38 78 94 61, yohann.coute@cea.fr

1. Objectif et généralités.....	4
2. Description des caractéristiques requises	5
2.1 Caractéristiques du spectromètre de masse (MS).....	5
a) Source d'ionisation	5
b) Résolution.....	5
c) Précision de mesure	5
d) Modes de scan	5
e) Filtrage des ions	5
f) Gamme de masse.....	5
g) Gamme dynamique	5
h) Mobilité ionique.....	6
i) Vitesse d'acquisition/Sensibilité	6
j) Versatilité	6
k) Couplage chromatographique	6
2.2 Caractéristiques du système de nanochromatographie (LC)	6
a) Compatibilité.....	7
b) Débit	7
c) Temps de rétention.....	7
d) Pression maximale	7
e) Four	7
f) Injecteur automatique	7
g) Débit d'analyse	7
h) Pilotage.....	7
2.3 Système informatique	8
a) Matériel.....	8
b) Licences et librairies.....	8
c) Connexion au réseau	8
d) Mise à jour des logiciels fournis.....	9
2.4 Performance de l'équipement	9
2.5 Disponibilité de l'équipement	10

a) Disponibilité, MTBF, MTTR.....	10
b) Performance durant la disponibilité	11
3. Formation sur le site du CEA	11
3.1 Formation initiale et maintenance 1 ^{er} niveau	11
3.2 Formation approfondie.....	12
4. Livraison / Installation / Mise en service	12
5. Environnement	13
6. Réception finale (tests de qualification finale)	13
a) Par le fournisseur : tests de mise en route et de bon fonctionnement ..	13
b) Par le CEA : tests de performance	13
7. Sécurité et conformité	14
8. Garantie étendue.....	14
8.1 Détail des prestations en cas de panne.....	15
8.2 Visite de contrôle annuelle.....	15
8.3 Contrôle de l'exécution des prestations	16
9. Documentation	16
10. Evolutivité	16
11. Maintenabilité	17
12. Dispositions environnementales.....	17
13. ANNEXE 1 - Définitions.....	18
13.1 Définition de La disponibilité	18
13.2 Définition de l'indisponibilité	18
13.3 Mesure de la disponibilité	18
13.4 Mesure de l'indisponibilité.....	18
a) Démarrage	18
b) Durée	18
c) Fin	18
13.5 Définition du MTBF : « Mean Time Between Failure » : temps moyen entre pannes 18	
13.6 Définition du MTTR : « Mean Time To Recover » : temps moyen de remise en conformité de la machine	19

1. Objectif et généralités

Le CEA de Grenoble souhaite acquérir un **équipement** composé des **instruments** ci-dessous :

- Un spectromètre de masse avec un module de mobilité ionique
- Un système de nanochromatographie
- Un système informatique

Le CEA veut réaliser cette acquisition pour réaliser des mises au point de nouvelles méthodes d'analyse protéomique et pour appliquer ces méthodologies à la fois à des projets nécessitant l'identification et la quantification de peptides et de protéines d'intérêt dans des échantillons préparés à partir de cellules uniques mais également à des échantillons plus concentrés comme des lysats cellulaires et des fluides biologiques.

Les exigences techniques minimales requises pour cet équipement sont les suivantes :

- assurer une sensibilité maximale
- assurer une profondeur d'analyse maximale avec une large gamme dynamique
- assurer une quantification fiable
- permettre une flexibilité d'analyse entre faible et forte charge protéique (quelques dizaines de picogrammes à plusieurs dizaines de nanogrammes) afin de permettre des analyses protéomiques haut débit pour identifier et quantifier de manière fiable et reproductible un maximum de protéines
- acquérir des spectres MS et MS/MS à haute résolution
- permettre une très haute vitesse d'acquisition des spectres
- permettre le développement de méthodes DIA et DDA
- permettre l'analyse de peptides provenant d'échantillons multiplexés
- être robuste en terme de performance relative à la disponibilité de l'équipement

Il pourra être proposé un équipement neuf ou un équipement fabriqué avec des pièces d'occasion recyclées ou reconditionnées avec la même durée de garantie et atteignant les mêmes spécifications techniques.

Les performances décrites dans le cahier des charges doivent être atteintes.

2. Description des caractéristiques requises

Le critère principal d'évaluation est la performance globale de l'équipement et ses caractéristiques techniques détaillées ci-dessous.

2.1 Caractéristiques du spectromètre de masse (MS)

a) Source d'ionisation

L'instrument MS devra proposer une source d'ionisation Electrospray et une source Nanospray, facilement interchangeables en termes de contrainte temporelle et technique. Les deux sources à disposition devront permettre de travailler sur une gamme de débits allant de 50nl/min à 1ml/min.

b) Résolution

L'instrument devra être muni d'un analyseur de masse de haute efficacité et de haute résolution permettant l'acquisition de spectres à très haute résolution (au minimum 60k pour un m/z 800) en mode MS et MS/MS.

Le fournisseur détaillera les résolutions maximales de l'équipement en mode MS et MS/MS.

c) Précision de mesure

La précision de masse devra être inférieure à 1ppm en calibration interne et 5ppm en calibration externe. La mesure de masse doit être stable sur 24 heures ou plus.

d) Modes de scan

L'instrument devra permettre de réaliser de la fragmentation CID et/ou HCD.

e) Filtrage des ions

Un système de filtration des masses de type Quadrupolaire ou équivalent, capable de travailler sur une large gamme de masse avec une parfaite transmission des ions.

Elle devra être homogène sur l'ensemble de la plage de masse qui sera précisée par le fournisseur.

f) Gamme de masse

L'instrument MS devra permettre la mesure de peptides/protéines couvrant une gamme de m/z d'au moins 6000 m/z .

La gamme de masse accessible sera précisée dans la réponse.

Option à chiffrage facultatif : Gamme de masse supérieure à 6000 m/z

g) Gamme dynamique

L'instrumentation devra offrir la meilleure gamme dynamique sur minimum 3 ordres de grandeur intra-spectre et 4 ordres de grandeur inter spectres.

Le fournisseur précisera la gamme dynamique maximale intra-spectre.

h) Mobilité ionique

Le spectromètre de masse devra être doté d'un module de mobilité ionique permettant d'augmenter la sensibilité et la sélectivité d'analyse.

Dans la géométrie du spectromètre de masse, le système de mobilité ionique devra se situer en amont du système de sélection des ions (Quadrupôle ou équivalent) afin de permettre la séparation des ions selon leur mobilité sans dégradation de la sensibilité MS.

i) Vitesse d'acquisition/Sensibilité

La vitesse d'acquisition devra être compatible avec des pics chromatographiques de moins de 10 secondes de largeur à la base tout en permettant l'acquisition d'au moins 8 points par pic chromatographique.

Une fréquence minimale d'acquisition MS/MS de 200Hz est exigée pour ce type d'applications afin de préserver les performances analytiques globales notamment en termes d'identification et de quantification d'un maximum de protéines à partir d'échantillons complexes, en conformité avec les standards actuels de la protéomique, en particulier pour les approches single cell par chromatographie couplée à la spectrométrie de masse.

Le fournisseur précisera la fréquence maximale d'acquisition MS/MS de l'instrument proposé.

j) Versatilité

L'instrumentation devra permettre le développement et la mise en place de méthodes avec différentes stratégies analytiques en mode DDA (Data Dependent Acquisition) et DIA (Data Independent Acquisition) avec un maximum de flexibilité.

En parallèle de l'identification à haut débit, l'instrumentation pourra permettre de mettre au point des méthodes de quantification ciblée sur une liste de protéines d'intérêt.

L'instrument devra également permettre la mise au point d'analyses protéomiques multiplexées basées sur marquage isobarique. Les caractéristiques obtenues sur les méthodes optimisées seront précisées : nombre maximal d'échantillons multiplexés, erreur de masse observée sur les ions reporters.

k) Couplage chromatographique

Le spectromètre de masse devra pouvoir être couplé aux systèmes de nano-chromatographie liquide haute pression (LC) **déjà présents au laboratoire** (modèles de chez Thermo Fisher Scientific et de chez Evosep).

Le spectromètre de masse devra être capable d'attendre un signal de la part de la LC pour démarrer l'acquisition.

Dans ce cas, les LC du laboratoire déclenchent l'acquisition sur le spectromètre de masse grâce à un système de signal analogique (« contact closure »).

A l'inverse, le spectromètre pourra également indiquer à la LC son statut (prêt ou non par exemple) à travers le même type de signal.

2.2 Caractéristiques du système de nanochromatographie (LC)

Un système complet de nanochromatographie haute pression (LC) doit être proposé directement interfaçable avec le spectromètre de masse.

Ses caractéristiques techniques devront être les suivantes

a) Compatibilité

Le système LC doit permettre l'utilisation des colonnes de séparation chromatographie haute performance utilisées au laboratoire (colonnes Aurora de diamètre 75µm, de longueur de 5 à 60cm de chez IonOpticks).

Le système LC doit être compatible avec une ionisation nano-ESI stable.

b) Débit

La pompe doit idéalement permettre de délivrer des débits allant de 50nL/min à 2µL/min (débit précis obtenu sans split) sans modification.

La plage de débit sera spécifiée par le fournisseur ainsi que la précision du débit (idéalement ≤2%). Une gamme de débit plus large peut être proposée avec modification simple.

c) Temps de rétention

Les temps de rétention doivent être reproductibles (RSD ≤1%).

d) Pression maximale

Les colonnes utilisées étant actuellement compatible avec une pression maximale de 1700 bars, le fournisseur devra indiquer la pression maximale supportée par l'instrument.

e) Four

La température de la colonne doit pouvoir être réglée (30-60°C) avec une précision de régulation à spécifier.

f) Injecteur automatique

Le système d'injection automatique doit permettre le prélèvement reproductible (précision d'injection ≤5%) de volume inférieur au 1µL jusqu'à une dizaine de µl (volume minimal et maximal à préciser par le fournisseur, ainsi que la précision d'injection) à partir d'échantillons dont le volume est limité (en plaque ou en vial dont l'emplacement est régulé en température à 5°C +/- 1°C). Le niveau de contamination croisée devra être limité (≤0.1%) et précisé.

g) Débit d'analyse

L'instrument devra être compatible avec un débit d'au moins 40 échantillons par jour. Le temps minimal entre deux injections devra être précisé ainsi que le nombre maximal d'échantillons injectables par jour dans des conditions réelles d'utilisation (incluant les phases d'équilibration, de lavage et d'injection).

h) Pilotage

La LC doit pouvoir être pilotée indépendamment du spectromètre de masse afin de pouvoir être également **interfacé avec les autres spectromètres de masse du laboratoire**. La LC doit pouvoir déclencher l'acquisition sur ces spectromètres de masse grâce à un système de signal analogique (« contact closure ») dont les caractéristiques devront être précisées.

2.3 Système informatique

a) Matériel

L'équipement inclue un système informatique de pilotage de la configuration et d'acquisition des données.

Le système informatique comprend deux ordinateurs de pilotage (à l'état de l'art au moment de la proposition) : l'un pour le piloter le spectromètre de masse, l'autre pour piloter le système de nanochromatographie indépendamment du spectromètre de masse fourni.

La connectique et les interfaces nécessaires doivent aussi être fournies.

Les ordinateurs doivent contenir un système d'exploitation permettant le fonctionnement optimal des logiciels requis.

Les ordinateurs de pilotage incluent l'ensemble des logiciels permettant de piloter chaque instrument, de réaliser l'acquisition des données et de visualiser les données brutes.

Les logiciels d'acquisition doivent permettre le réglage de l'ensemble des paramètres d'acquisition LC et MS au travers d'une interface graphique conviviale.

Les logiciels de visualisation des données devront également être fournis.

b) Licences et librairies

Le fournisseur s'engage à livrer avec l'équipement toutes les licences d'exploitation permettant son utilisation par le CEA, en particulier au moins 5 licences pour le logiciel de visualisation et d'exploitation des données (jusqu'à 10 licences si possible).

Le CEA demande que le fournisseur mette à disposition gratuitement et sans délai les librairies nécessaires à la relecture des données brutes par d'autres programmes tiers, ainsi que le droit soit de redistribuer ces librairies, soit de récupérer gratuitement auprès du fournisseur ces librairies pour tout utilisateur de ces programmes tiers.

Les outils logiciels de retraitement devront permettre de générer les peaklists à partir de runs DDA afin de réaliser les interprétations des spectres MS et MSMS notamment via le logiciel Mascot déjà en place au CEA.

Les données DIA devront être compatibles avec une analyse par les logiciels DIA-NN et Spectronaut.

Options facultatives :

- Licence pour le logiciel DIA-NN : prix unitaire
- Licence pour le logiciel SPECTRONAUT : prix unitaire

c) Connexion au réseau

Connexion au réseau interne (intranet)

Les deux ordinateurs de pilotage devront permettre une connexion au réseau interne du CEA à des fins de récupération de données, via une carte réseau dédiée (vitesse de transfert supérieur à 10 Gigabit/s).

Connexion au réseau externe

Le CEA étudiera au cas par cas les demandes de connexion au réseau internet à des fins de maintenance à distance.

Si la connexion est acceptée elle ne se fera pas au travers du réseau CEA mais au moyen d'un réseau indépendant. Elle sera établie de façon ponctuelle au moyen d'un boîtier de commutation manuelle qui sera activé lors des opérations de prise en main à distance. La procédure CEA de télémaintenance sera transmise au fournisseur.

La possibilité de connexion à la fois au réseau interne et externe ne pourra pas être envisagée.

Protection des systèmes d'information

Le Titulaire s'engage à ne pas compromettre les systèmes d'information (SI) du CEA. En cas d'interconnexion du système fourni avec les SI du CEA, le Titulaire proposera des modalités de fonctionnement du système fourni qui soient conforme à la PSSI (Politique de sécurité des systèmes d'information) du CEA. Le Titulaire doit, sans délai, alerter le CEA de tout fait pouvant laisser présumer une compromission de son système d'information impactant la bonne exécution de la prestation

d) Mise à jour des logiciels fournis

Le fournisseur communiquera systématiquement au CEA les modifications software (« upgrade », nouvelles versions, correction de bugs..) et les installera gratuitement pendant la période de garantie étendue.

Après la garantie, les modalités de mise à jour des logiciels devront être détaillées.

2.4 Performance de l'équipement

L'équipement (le spectromètre de masse couplé au système de chromatographie) permettra l'identification d'au moins **5000 protéines en DIA, issues d'un lysat de cellules HeLa Pierce (250pg injecté sur colonne)** sur un gradient permettant une cadence d'au moins 40 échantillons par jour.

L'équipement permettra l'identification d'au moins **3000 protéines en DIA, issues d'un lysat de cellules HeLa (60pg injecté sur colonne)**, sur un gradient permettant une cadence d'au moins 40 échantillons par jour.

L'équipement permettra l'identification d'au moins **8000 protéines en DIA, issues d'un lysat de cellules HeLa (16ng injecté sur colonne)**, sur un gradient permettant une cadence d'au moins 40 échantillons par jour.

Le fournisseur précisera le nombre d'identifications protéiques garanti pour chacun de ces types d'échantillon à une cadence de 40 échantillons par jour.

Outre le nombre de protéine identifiées, **le fournisseur indiquera le nombre de peptides identifiés ainsi que la variabilité de quantification sur des triplicats** (nombre de protéines

quantifiées/peptides avec un coefficient de variation inférieur à 20 % et inférieur à 10 % sans normalisation).

Le fournisseur précisera également les performances sur l'analyse de plasma non déplété en précisant les quantités injectées, la durée du gradient et le type de colonne.

Le fournisseur précisera la quantité maximale qu'il est possible d'injecter sur l'instrument sans dégrader les performances, en particulier sans dégrader la linéarité de quantification.

Les données obtenues doivent permettre une analyse quantitative répondant aux critères ci-dessous :

Le fournisseur détaillera la précision des ratios obtenus (erreurs moyennes absolues en pourcentage) pour des mélanges de protéomes complexes en quantités connues (Humain/Levure/Coli, 60/20/20 vs 60/10/30 ou 60/40/0 vs 60/0/40 ou autres comparaisons du même type avec des ratios ou des échantillons complexes différents). Ces données seront présentées pour une quantité faible injectée sur colonne (de l'ordre de 250 pg).

Le fournisseur doit préciser les conditions d'obtentions de tels résultats (colonnes et condition chromatographique).

Remarques

a) Production des données

Le CEA peut demander de recevoir les données brutes correspondantes afin d'en faire l'analyse.

Dans ce cas, les performances mises en avant par le fournisseur seront vérifiées par le CEA en utilisant le processus d'analyse du CEA (logiciel DIA-NN 1.9.2, traitement direct à partir des fichiers fasta Uniprot, sans utilisation de librairie pré-acquise, sans transfert d'identification entre conditions).

b) Production des résultats

Le CEA peut demander que les résultats obtenus pour des équipements de même type installés dans des environnements similaires à celui du CEA puisse être communiqués à titre de comparaison.

2.5 Disponibilité de l'équipement

a) *Disponibilité, MTBF, MTTR*

Pendant la période de garantie étendue, les performances de l'équipement (sensibilité et gamme dynamique d'identification et de quantification) doivent être stables et assorties d'une disponibilité garantie de l'équipement.

Le fournisseur doit fournir toute information permettant d'apprécier la disponibilité de l'équipement.

La disponibilité sera évaluée par trimestre (13 semaines).

Il est demandé une disponibilité supérieure à 95%.

Disponibilité (%) = 100 – Indisponibilité (%)

L'indisponibilité de l'équipement est le temps pendant lequel la machine ne peut pas être utilisée pour la production selon les spécifications contractuelles.

Sur 13 semaines, le nombre de panne devra être inférieur à trois.

D'autre part sur l'année, il est demandé un MTBF supérieur à 4000h et un MTTR inférieur à 120h.

La description des définitions est détaillée dans l'annexe n°1 ci-après.

Le temps d'indisponibilité pris en considération est le temps compris entre le moment où l'indisponibilité est notifiée au fournisseur et celui où l'instrument est remis en fonctionnement nominal.

Les pénalités assorties à une disponibilité trop basse sont détaillées dans le marché.

b) Performance durant la disponibilité

Une fois l'équipement réceptionné par le CEA, la stabilité de l'équipement en fonctionnement nominal sera vérifiée une fois par semaine par passage d'un échantillon standard contenant une quantité limitée de matériel protéique digéré (exemple 250pg de lysat HeLa) sur lequel un nombre minimal de protéines identifiées, avec les logiciels de caractérisation du CEA, est attendu au vu des spécifications et performances de l'équipement.

3. Formation sur le site du CEA

3.1 Formation initiale et maintenance 1^{er} niveau

A l'issue de l'installation, le fournisseur s'engage à assurer **la formation initiale** du personnel susceptible d'utiliser l'équipement (de 7 à 10 personnes, durée à préciser par le fournisseur).

Cette formation doit porter sur :

- Les aspects théoriques nécessaires à la bonne compréhension de l'équipement.
- L'utilisation du logiciel de pilotage et sur l'écriture de méthodes.
- La maintenance premier niveau que les utilisateurs peuvent réaliser de manière autonome. Le fournisseur donnera la liste et le descriptif des opérations de maintenance de premier niveau à réaliser sur l'équipement.
- Les procédures et précautions particulières à respecter lors des interventions de réglage et de maintenance.
- Les dispositifs de prévention mis en œuvre et les risques résiduels

3.2 Formation approfondie

La formation initiale doit également être complétée par une **formation approfondie** du personnel (de 7 à 10 personnes) portant sur des applications spécifiques :

- Analyse de peptides provenant d'échantillons type single cell.
- Analyse de peptides provenant d'échantillons multiplexés par marquage isobarique.
- Toute autre application ou méthodes avancées disponibles sur l'instrument (la pertinence sera validée en amont avec le CEA)

Cette formation approfondie devra avoir lieu à l'issue de la formation initiale ou dans la première année de garantie.

L'entreprise devra fournir le détail du déroulement et du contenu de la formation proposée.

A l'issue de la formation approfondie, le fournisseur remet au responsable technique du marché, un récépissé daté de formation, accompagné de certificat nominatif de formation pour chaque personne formée.

4. Livraison / Installation / Mise en service

Le transport et la livraison sont assurés par le fournisseur jusqu'à la pièce d'installation **au 1er étage** (monte-charge disponible) à cette adresse :

Equipe EDyP
Bâtiment 42B pièce 210
CEA Grenoble
17 avenue des Martyrs
38054 Grenoble cedex

En amont, le fournisseur devra prendre contact avec Anne-Marie Hesse.

De manière générale, l'équipement et l'ensemble de leurs périphériques devront être livrés propres et conditionnés de manière sérieuse et appropriée.

Les plateaux de transport, palettes et caisses d'emballage devront être adaptés aux poids et volumes des éléments afin d'assurer un transport sécurisé et éviter par la suite tout litige lié à un mauvais conditionnement.

Les échantillons nécessaires aux réglages et à la calibration de l'instruments devront être livrés avec l'instrument par le fournisseur pour être disponibles au moment de **l'installation**.

L'installation et la mise en service font partie du service associé à l'équipement.

Le fournisseur procédera à toutes les opérations d'installation et de connexion des équipements à l'environnement (fluides, extractions...).

Suite à la mise sous tension de l'équipement il effectue le démarrage et les réglages « hardware » ainsi que la calibration de l'équipement.

Livraison et installation souhaitées par le CEA : première quinzaine de septembre 2026

5. Environnement

Le fournisseur devra fournir les contraintes techniques que requiert l'équipement (dimension des appareils, poids, puissance électrique, nombre de prises, type de tensions d'alimentation...), y compris les exigences d'espace pour la maintenance, afin de permettre la mise en service et l'utilisation correcte de l'équipement.

Le fournisseur devra également notifier les approvisionnements en fluide/gaz (débit et qualité) nécessaire. Si possible, il devra préciser ces débits en condition de source Nanospray et Electrospray.

Le fournisseur détaillera également les actions mises en place dans le cadre du **développement durable**. Il indiquera notamment la consommation usuelle de fluides (électricité et autre fluides), les dégagements de chaleur, ainsi que les mesures mises en place pour l'emballage et le transport.

Le volume de données générées en DIA (données brutes) sera indiqué pour une analyse de type single cell (250 pg injecté sur un gradient permettant une cadence d'au moins 40 échantillons par jour).

A sa demande, le fournisseur pourra faire une pré-visite d'installation pour évaluer l'installation actuelle dans la pièce et les modifications éventuellement nécessaires.

6. Réception finale (tests de qualification finale)

Les tests de qualification finale consistent à s'assurer que les caractéristiques techniques du présent cahier des charges permettent la réception.

Une fois l'équipement livré et installé par le titulaire, une série de tests de mise en route, de bon fonctionnement, de reproductibilité et de sensibilité de l'équipement seront effectués de la manière suivante :

a) Par le fournisseur : tests de mise en route et de bon fonctionnement

Le fournisseur mettra en œuvre sa procédure de qualification.

La synthèse de ces tests sera contresignée par le CEA (Rapport d'installation à fournir).

b) Par le CEA : tests de performance

A l'issue de la formation initiale, le CEA procède à la vérification de l'équipement selon ses propres critères décrits ci-dessous afin de vérifier la reproduction **sur le site du CEA de l'ensemble des résultats annoncés dans la réponse du fournisseur** :

- Evaluation de la spécification de sensibilité et gamme dynamique par passage d'échantillons complexes en triplicat (lysat HELA 60pg, 250pg, 16ng injecté et plasma non déplété) en couplage avec le système chromatographie livré. Les coefficients de variation en quantification seront également vérifiés.
- La précision des ratios obtenus pour des mélanges de protéomes en quantités connues (250pg total injecté en triplicat de mélange Humain/Levure/Coli, 60/20/20 vs 60/10/30 vs 60/40/0 vs 60/0/40) sera vérifiée par calcul des erreurs moyennes absolues en pourcentage.
- Les performances de l'équipement (sensibilité et gamme dynamique d'identification et de quantification) devront être stables en utilisation courante. Cette stabilité sera vérifiée par passage à intervalle régulier (minimum trois fois semaine pendant un mois), d'un échantillon standard (exemple 250pg de lysat HeLa) sur lequel un nombre minimal de protéines identifiées sera attendu (ce nombre sera défini avec le fournisseur au moment de l'installation avant la réception).

La **réception définitive de l'équipement et le transfert de propriété** seront prononcés à l'issue de ces derniers tests (s'ils sont satisfaisants).

La période de garantie de l'équipement démarre à ce moment-là.

7. Sécurité et conformité

L'équipement fourni devra respecter la réglementation en vigueur en France.

Si par ailleurs l'appareillage proposé présente des facteurs de risque, le fournisseur devra indiquer clairement dans sa proposition la nature de ces risques et les systèmes de prévention mis en place pour prévenir tout incident.

8. Garantie étendue

La garantie **étendue** demandée est de **5 ans** et prendra effet à la **réception de l'équipement**.

Cette garantie étendue comprend :

- Des prestations en cas de panne
- Une visite de contrôle annuelle

Les **consommables** et **pièces détachées** nécessaires au contrôle annuel et au dépannage de l'Équipement sont **fournies** par le titulaire dans le cadre de cette garantie étendue.

Les pièces détachées doivent être, sinon identiques, au moins de qualité et/ou de performance équivalentes aux pièces changées.

Les **frais de mains d'œuvre et de déplacement** sont **inclus** dans la garantie étendue.

8.1 Détail des prestations en cas de panne

En cas de panne, la réparation est déclenchée sur appel du CEA et fait l'objet d'une intervention sous 5 jours ouvrés et comprend :

- le diagnostic complet de la panne
- le dépannage immédiat (sous quatre (4) heures ouvrées maximum) par téléphone et l'aide à l'analyse,
- l'échange standard ou la réparation des pièces,
- sous 5 jours ouvrés : la remise en conditions opérationnelles de l'Equipement suivant les spécifications initiales,
- la restauration des réglages du laboratoire après l'intervention.

En cas de réparation sur place, la résolution pérenne des pannes est effectuée dans les **3 jours ouvrés** suivants le diagnostic, indépendamment du nombre de déplacements nécessaires, hors délais d'approvisionnement des pièces requises le cas échéant.

En cas de réparation dans les locaux du Titulaire la résolution pérenne des pannes est effectuée dans les **3 jours ouvrés** suivants le diagnostic, hors délais d'approvisionnement des pièces requises le cas échéant.

Le Titulaire a la charge de tous les frais liés au transport de l'Equipement (aller/retour).

Le titulaire détaillera les moyens proposés pour assurer la continuité de service (équipe disponible, accessibilité d'une hotline, disponibilité des pièces de rechange, tout autre moyen mise en œuvre pour réaliser la demande du CEA).

8.2 Visite de contrôle annuelle

Au titre de la garantie étendue, le titulaire s'engage à réaliser une visite de contrôle par an (Full Services : forfait pièces, main d'œuvre et consommables inclus) sur l'Equipement pendant la période de garantie de 5 ans.

Elle est destinée à assurer le fonctionnement de l'Equipement dans ses caractéristiques d'origine et à réduire le risque de panne au minimum.

Au cours de cette visite le titulaire procède notamment :

- à l'inspection minutieuse du matériel concerné (vérification de l'état général, des fonctions, de l'acquisition des données, de la qualité des images),
- au nettoyage, au réglage et à la vérification des divers éléments,
- à la lubrification des parties mécaniques, si nécessaire,
- aux contrôles et modifications des sécurités mécaniques et électriques,
- au remplacement et à la fourniture de tout consommable, pièce détachée et de tout sous-ensemble défectueux,
- aux mises à niveau techniques préconisées par le fabricant pour accroître la fiabilité et la sécurité de l'Equipement,
- aux mises à niveau des logiciels acquis avec l'Equipement

- au contrôle du bon fonctionnement de l'ensemble.

Le titulaire propose toutes modifications éventuelles pouvant améliorer le fonctionnement de l'Équipement.

8.3 Contrôle de l'exécution des prestations

Chaque intervention du Titulaire donne lieu à l'établissement d'un rapport d'intervention, rappelant la prestation effectuée, les pièces remplacées ou qui seront à échanger ultérieurement et précisant éventuellement les renseignements ou conseils techniques nécessaires à un fonctionnement correct du matériel.

Ces rapports, établis par le Titulaire en deux exemplaires, sont signés par le Titulaire et par le CEA.

Le Titulaire est responsable de la bonne exécution technique et matérielle des prestations à sa charge dans le cadre du présent marché. Toute prestation reconnue défectueuse est reprise par le Titulaire dans les délais les plus brefs et à ses frais.

9. Documentation

La documentation fournie devra être complète, précise et claire.

Elle devra comprendre : un descriptif et les schémas d'utilisation de toutes les composantes de l'installation, des notices d'utilisation du matériel, des notices d'utilisation des logiciels dans leur version livrée avec la machine.

Au minimum, un manuel d'utilisation et de maintenance en anglais (support numérique), et si possible en français, devra accompagner la documentation.

Le support papier est demandé si possible.

10. Evolutivité

Le fournisseur devra indiquer dans sa réponse si **une mise à niveau de l'un des instruments de l'équipement est prévue dans l'année suivant la date de notification du marché.**

Il détaillera, le cas échéant, **l'impact de ces évolutions sur les performances de l'équipement** telles que définies au **paragraphe 2.4**, en particulier ce qui concerne les analyses protéomiques single cell.

En cas d'évolution de l'équipement **dans l'année** suivant la date de notification du marché, le fournisseur **devra** :

- **En informer le CEA dans les plus brefs délais**
- **Communiquer précisément** quelle est leur stratégie et de quelle manière le CEA pourrait en bénéficier notamment :

- Acquisition d'une mise à niveau (upgrade) avec modification de l'instrument déjà installé au CEA
- Echange complet de l'instrument si la mise à niveau est impossible
- Acquisition d'une fonctionnalité optionnelle du logiciel de pilotage
- Ou tout autre.

Le fournisseur indiquera les éventuelles remises ou conditions commerciales spécifiques qui seraient accordées au CEA sur les évolutions proposées.

Le cas échéant, le fournisseur devra décrire techniquement les modifications envisagées.

11. Maintenabilité

Le titulaire s'engage à être en mesure de réaliser la maintenabilité suivante :

Assurer la maintenance préventive et corrective de l'équipement fourni pendant une **durée minimum de 10 années** à compter de la date de fin de la garantie.

Les consommables nécessaires au bon fonctionnement de l'équipement doivent être standards et facilement approvisionnables.

Une liste doit être fournie.

La maintenance de 1er niveau doit pouvoir être faite par les utilisateurs et donc le plus facile possible avec le moins d'outil possible. Le design de la source et de l'interface à pression atmosphérique devra permettre un nettoyage facile de l'optique primaire de transmission, sans rupture de vide idéalement.

12. Dispositions environnementales

Le titulaire s'engage à mettre en œuvre l'ensemble des dispositions décrites dans sa proposition environnementale laquelle fait partie intégrante du marché.

Dans ce cadre, et conformément, à ces engagements, le titulaire met en œuvre tout ou partie des dispositions environnementales suivantes au cours de l'exécution du marché :

- à concevoir un équipement intégrant des matériaux robustes avec une durabilité de vie prolongée ;
- à proposer un équipement offrant une possibilité d'évolutivité ou d'adaptation (cf. article 10.Evolutivité) ;
- à s'assurer que les composants de l'équipement sont facilement démontables et réparables (cf. article 11.Maintenabilité) ;
- à fournir des recommandations afin de prolonger la durée de vie de l'Equipement au cours de l'exécution du contrat (cf. article 11.Maintenabilité).

13. ANNEXE 1 - Définitions

13.1 Définition de La disponibilité

La formule de base pour le calcul de la disponibilité est :

Disponibilité (%) = 100 - Indisponibilité de l'équipement (%)

13.2 Définition de l'indisponibilité

L'indisponibilité de l'équipement est le temps pendant lequel la machine ne peut pas être utilisée pour les analyses.

L'indisponibilité de l'équipement se partage entre l'indisponibilité prévue (maintenance de l'équipement) et l'indisponibilité imprévue (pannes liées à un défaut propre de l'équipement et non liés aux éléments extérieurs incluant notamment fluides, bâtiments, ...)

13.3 Mesure de la disponibilité

Compte tenu de la définition de la disponibilité donnée ci-dessus, la mesure de la disponibilité se réduit à la mesure de l'indisponibilité.

13.4 Mesure de l'indisponibilité

a) Démarrage

L'indisponibilité débute à partir du moment où l'équipement ne peut plus être utilisé pour l'analyse des échantillons dans les spécifications de l'équipement.

Cet instant est enregistré sur un document ou dans un fichier et est notifié immédiatement au fournisseur (en cas de panne) par téléphone et confirmation par MAIL sous 24h.

b) Durée

L'indisponibilité recouvre :

- La période initiale pendant laquelle l'opérateur recherche la cause d'erreur, plus le temps d'attente d'une personne de maintenance après appel aux services du fournisseur (dans le cas d'une panne).
- La durée de l'opération de maintenance (réparation / amélioration / modification)
- Le délai de réparation lié à l'attente des pièces détachées.
- Le temps, après réparation, pour vérifier l'équipement.

Ces différents temps doivent être notés et enregistrés avec précision.

c) Fin

La fin de l'indisponibilité de l'équipement a lieu lorsque l'appareil est de nouveau opérationnel dans ces spécifications.

Les différents états et durées d'indisponibilités sont consultables et peuvent être fournis à l'équipementier à sa demande.

13.5 Définition du MTBF : « Mean Time Between Failure » : temps moyen entre pannes

Le MTBF est la valeur moyenne de disponibilité en heures entre deux interruptions, (l'interruption peut être de l'indisponibilité prévue ou imprévue). Cette valeur moyenne est calculée sur l'année, il s'agit du nombre d'heure de disponibilité divisée par le nombre d'arrêts.

MTBF= Disponibilité (en heures) / nombre d'arrêts.

13.6 Définition du MTTR : « Mean Time To Recover » : temps moyen de remise en conformité de la machine.

Cet état tient compte de l'indisponibilité prévue et imprévue, il est moyenné sur l'année.

MTTR= nombre d'heures d'indisponibilité / nombre d'arrêts
