



CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

MARCHE DE FOURNITURES COURANTES ET SERVICES

Achat et installation d'un système d'analyse couplé EBSD-EDS 3D
sur un MEB-FIB Helios 5 PFIB CXe

N° consultation : F25F016

Institut polytechnique de Grenoble
DAF / Service Achats
46 avenue Félix Viallet
38031 Grenoble

Pour la Plateforme CMTC

SOMMAIRE

1. OBJET DE LA CONSULTATION	4
2. CONTEXTE ET GENERALITES.....	4
3. PRISE EN COMPTE DES SPECIFICATIONS TECHNIQUES DU MEB-FIB PLASMA	4
4. TRANCHE FERME: ACHAT D'UN SYSTEME D'ANALYSE COUPLE EBSD-EDS 3D	7
4.1 SYSTEME D'ANALYSE EBSD	7
4.1.1 Configuration	7
4.1.2 Détecteur EBSD	8
4.1.3 Acquisition de cartographies EBSD.....	9
4.1.4 Vitesse d'acquisition	11
4.1.5 Sensibilité et résolution spatiale	12
4.1.6 Logiciel(s) de traitement 2D des données EBSD	12
4.2 SYSTEME DE MICROANALYSE X EDS	13
4.2.1 Détecteur EDS.....	13
4.2.2 Analyseur.....	14
4.2.3 Logiciel(s) d'acquisition et de traitement des données EDS	15
4.3 MODE 3D ET POSTE DE PILOTAGE	17
4.3.1 Pilotage de l'acquisition 3D	17
4.3.2 Analyse 3D	18
4.3.3 Poste de pilotage informatique	18
4.3.4 Licences informatiques	20
5. DEVELOPPEMENT DURABLE.....	20
6. CONTRAINTES D'INSTALLATION.....	20
7. EMBALLAGE – TRANSPORT – LIVRAISON.....	21
8. DOCUMENTS A REMETTRE A LA LIVRAISON	21
9. FORMATION	22
10. CONSTATATION DE L'EXECUTION DES PRESTATIONS.....	22
10.1 TRANCHE FERME.....	22
11. GARANTIE	23
12. TRANCHES OPTIONNELLES.....	24
12.1 TRANCHE OPTIONNELLE : MAINTENANCE DE L'EQUIPEMENT	24
13. PSE FACULTATIVES	24
14. TABLEAUX RECAPITULATIFS.....	25
15. ANNEXES : REGLES CEA EN MATIERE D'INSTALLATION D'EQUIPEMENT	27
15.1 ANNEXE 1 – REGLES APPLICABLES AUX ENTREPRISES EXTERIEURES.....	28
15.2 ANNEXE 2 : SPECIFICATIONS POUR LA LIVRAISON D'APPAREILS OU D'EQUIPEMENTS ELECTRIQUES AU CEA/GRENOBLE	31
15.3 ANNEXE 3 : SPECIFICATIONS GENERALES BATIMENT, FLUIDES, ELECTRICITE, ENVIRONNEMENT	33
15.4 ANNEXE 4 : SECURITE.....	36
15.5 ANNEXE 5 CONSIGNES INFORMATIQUES CEA.....	44

15.6	ANNEXE B : FLUIDES GENERAUX AU BATIMENT 51.....	46
15.7	ANNEXE D : SPECIFICATION POUR LA LIVRAISON D'UN EQUIPEMENT SOUMIS A LA DIRECTIVE « MACHINE » EUROPEENNE 2006/42/CE	49
15.8	ANNEXE E : SPECIFICATION RELATIVE AUX DOCUMENTS ET NOTICES A FOURNIR AVEC LES EQUIPEMENTS.....	52
15.9	ANNEXE F : CHOIX D'UNE PROTECTION CONTRE LES RISQUES LIES AUX ELEMENTS MOBILES CARACTERISTIQUES REQUISES POUR LES PROTECTEURS ET LES DISPOSITIFS DE PROTECTION.....	58
15.10	ANNEXE H: DATASHEET FOR TOOL INSTALLATION.....	62
15.11	ANNEXE I : FICHE PREVISIONNELLE D'IDENTIFICATION DES RISQUES.....	63

1. Objet de la consultation

La présente consultation concerne l'achat et l'installation d'un système d'analyse couplé EBSD-EDS 3D et son installation sur un Helios 5 PFIB CXe DualBeam de la marque ThermoFisher. Il comporte un système d'analyse par diffraction des électrons rétrodiffusés (EBSD) couplé à un système de microanalyse X par spectrométrie à sélection d'énergie (EDS).

2. Contexte et généralités

Fin 2022, Grenoble INP-UGA et le CEA Grenoble ont acquis en copropriété un MEB- FIB Plasma (PFIB) de dernière génération. Ce microscope est installé sur la plateforme de nano caractérisation du CEA Grenoble (PFNC). Il combine un faisceau électronique à émission de champ (FEG-SEM) et un faisceau d'ions Xénon focalisés à plasma inductif permettant un micro usinage de l'échantillon in-situ.

Le PFIB permet d'obtenir des images en coupes 2D ou des images 3D par coupes sériées successives d'un échantillon massif avec une résolution spatiale de l'ordre de quelques nanomètres.

L'objectif de ce projet est d'équiper le PFIB avec un système d'analyse couplé EBSD-EDS 3D. Avec ce système, il sera possible de compléter l'imagerie électronique 2D et 3D par des cartographies d'orientations cristallographiques (EBSD) et des cartographies élémentaires de composition chimique (EDS). Cette configuration permettra d'enrichir considérablement les informations collectées tant du point de vue des hétérogénéités chimiques ou cristallographiques que du point de vue de la distribution des défauts de la matière cristalline (joints de grains...).

Cet équipement sera utilisé dans le cadre de programmes de recherche très variés allant de la mécanique des matériaux (métallurgie) à l'énergie (batteries ...) en passant par les nanotechnologies et les nouveaux matériaux (fabrication additive...).

Lors de l'analyse des offres, la personne publique attachera une importance particulière à celles dont les performances techniques seraient supérieures aux exigences minimales telles que décrites dans les paragraphes suivants. Celles-ci seront prises en compte dans la notation.

Outre les performances de l'équipement, il sera attaché de l'importance à la qualité et à la précision des réponses notamment liées à la mise en œuvre des mesures.

Suivent les exigences minimales requises :

3. Prise en compte des spécifications techniques du MEB-FIB Plasma

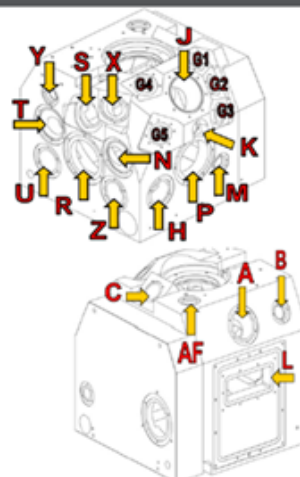
Le système d'analyse couplé EBSD-EDS 3D sera installé sur un Helios 5 PFIB CXe DualBeam (n° de série 9956835) de la marque ThermoFisher déjà installé au CEA Grenoble (plateforme PFNC, bâtiment 51).

D'après les indications de ThermoFisher, le système pourra être installé sur les ports libres suivants :

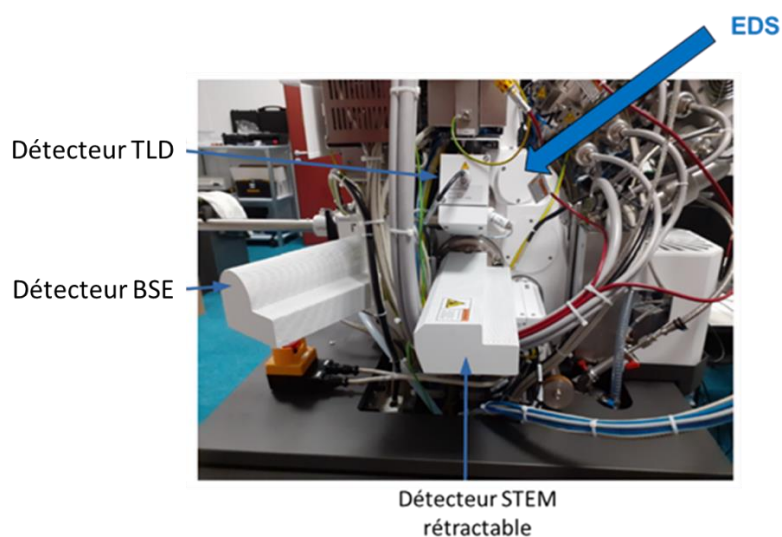
Helios 5 UC chamber port allocations

Port	A	B	C	J	N	P	R	S	T	X	G1	G4
ETD								x				
Refractable DBS									x			
Refractable STEM							x					
IR camera				x								
EDS										x		
EBSD						x						
EasyLife			x									
MultiChem											x	
Plasma Cleaner	x											
Nav-Cam		x										
Ion column				x								
SIMS										x		
EDS											x	

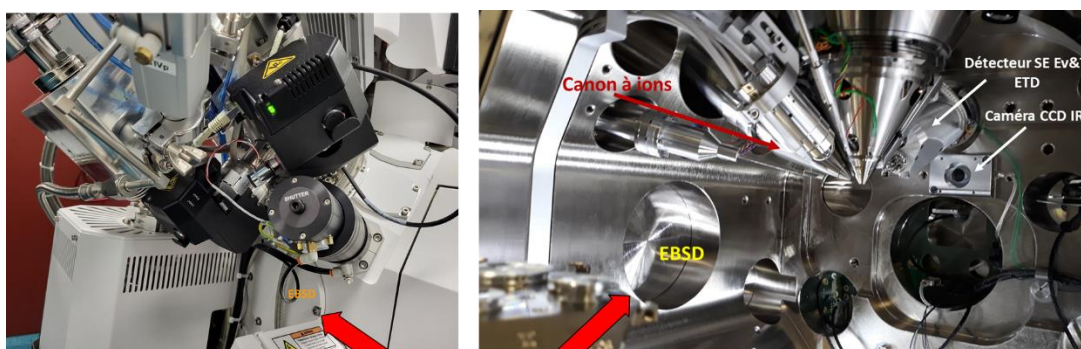
SIMS detector is mounted on the X port. In this case EDS detector will be moved to port G1. All other accessories stay unchanged.



ThermoFisher
SCIENTIFIC



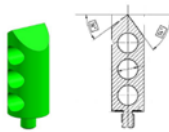
Vue du port X



Vue du port P

Il est précisé que le PFIB comprend actuellement les éléments suivants :

- l'interface de pilotage externe du faisceau (contrôle externe du balayage)
- l'interface de pilotage externe du microscope (contrôle externe de la colonne)
- l'interface de pilotage externe de la platine porte-échantillon
- le logiciel Auto Slice and View (AS&V) Analytical Package (version 4.2.3.2182)
- le logiciel Auto Script (version 5,17)
- le Plugin EDS3/EBSD3. **Le fournisseur devra demander à ThermoFisher son activation.**
- le porte-échantillon pré-incliné 36°/54° de ThermoFisher :



- le porte échantillon Rocking Mill Holder de ThermoFisher :



Il est précisé que le PFIB est équipé entre autres d'un détecteur ICE (ion conversion and electron detector for secondary ions (SI) and electrons (SE)).

La distance de coïncidence des deux faisceaux est de 4 mm en WD.

Dans tous les cas, le fournisseur devra au préalable se rapprocher de Thermofisher de façon à prendre connaissance de la configuration complète de l'équipement et s'assurer que son système EBSD-EDS 3D pourra être installé sur le PFIB. Il devra également suivre les recommandations de Thermofisher.

L'offre devra inclure la fourniture de tous les éléments nécessaires notamment toutes les interfaces (hardware et software) à son installation et devra garantir la comptabilité de fonctionnement avec le PFIB. Le système devra être pleinement opérationnel aussi bien pour des acquisitions 2D que 3D et cela pour les applications EBSD, EDS et EDS-EBSD couplées.

Il est précisé que le système devra être compatible avec les versions 4 et 5 du logiciel Auto Slice and View (AS&V) Analytical Package de ThermoFisher.

Il est précisé que le système devra pouvoir travailler suivant deux modes, à savoir, en mode balayage faisceau d'électrons et en mode déplacement platine.

L'installation du système sur la colonne du MEB-FIB ne devra pas occasionner de dégradation des performances du MEB-FIB et ne pas gêner sa mise en œuvre.

L'offre devra préciser si la maintenance de la colonne ionique installée sur le PFIB nécessite au préalable la dépose du détecteur EBSD (exemple : lors du changement des diaphragmes). **L'offre décrira en détail la solution proposée en matière d'installation et devra garantir le fonctionnement du système.**

4. Tranche ferme: Achat d'un système d'analyse couplé EBSD-EDS 3D

4.1 Système d'analyse EBSD

Le système permettra l'acquisition et l'indexation automatique des clichés de diffraction ainsi que la représentation des données EBSD 2D.

4.1.1 Configuration

Le système EBSD devra pouvoir travailler en mode classique et en mode transmission de lames minces et de pointes SAT(TKD).

Le système EBSD devra pouvoir être utilisé :

- (i) en configuration 3D avec le porte objet EBSD pré-tilté 36°/54° de ThermoFisher avec le mode rocking mill.
- (ii) en configuration 2D avec le porte objet intitulé « Rocking Mill Holder » de ThermoFisher prétilté à 30 degrés (et incliné d'un angle de 40 degrés pour atteindre un angle de 70 degrés).

L'offre devra préciser si la caméra EBSD est fixée en standard à l'horizontale ou sinon l'offre devra préciser l'angle d'inclinaison.

L'offre devra indiquer la position de l'ensemble du dispositif EBSD rétracté par rapport à la paroi intérieure de la chambre ainsi que le diamètre de l'ensemble du dispositif EBSD à l'intérieur de la chambre du MEB-FIB.

La position rétractée de l'ensemble du dispositif EBSD devra être compatible avec l'inclinaison de la platine à des valeurs négatives jusqu'à - 10 degrés avec le porte objet «Elevated Multi-purpose Specimen Holder ».

a) Insertion de la caméra

La caméra EBSD sera équipée d'un mécanisme motorisé d'insertion et de retrait avec contrôle numérique du déplacement. L'offre précisera les éventuelle(s) sécurité(s) automatique(s) permettant d'éviter les collisions.

Le pilotage automatique de l'insertion/retrait de la caméra EBSD sera intégré dans le logiciel d'acquisition.

L'offre précisera s'il est possible d'incliner la caméra, de combien de degrés/mm, si cela se fait de façon manuelle ou motorisée.

b) Encombrement par rapport aux autres détecteurs

La présence du détecteur EBSD (en position d'analyse ou en position rétractée) ne devra pas occasionner de dégradation des performances du MEB-FIB et ne pas gêner la détection des autres signaux, y compris celle de l'émission X. En cas de limitations, l'offre devra les indiquer.

c) Distance de travail et distance détecteur / échantillon

- Distance de travail WD

L'offre devra indiquer la distance de travail standard (WD) de la colonne électronique de l'Helios 5 pour des mesures EBSD 3D avec le porte-échantillon pré-tilté 36°/54° de ThermoFisher.

L'offre devra indiquer la distance de travail standard (WD) et la plage de WD possible de la colonne électronique de l'Helios 5 pour des mesures EBSD 2D classiques.

L'offre devra préciser s'il est possible de modifier cette distance de travail standard à l'aide d'une interface mécanique spécifique compatible avec le MEB-FIB (de type rotule, plaque coulissante ou autre). Le cas échéant, l'offre devra décrire avec précision sa mise en œuvre et indiquer la plage de distance de travail WD correspondante.

L'offre devra indiquer la distance de travail (WD) pour la mise en œuvre de l'analyse EBSD en transmission (t-EBSD ou TKD) et l'angle d'inclinaison de la surface de l'échantillon préconisé.

- Distance détecteur / échantillon en mode réflexion 2D et 3D

L'offre devra préciser :

(i) s'il est possible de travailler à différentes distances détecteur / échantillon et de sauvegarder les fichiers de calibration correspondants.

(ii) A la valeur de WD standard, l'offre devra indiquer la distance minimale détecteur / échantillon (soit à l'insertion maximale de la caméra EBSD dans la chambre du MEB-FIB).

4.1.2 Détecteur EBSD

a) Caractéristiques du détecteur

L'offre devra détailler la technologie utilisée pour la détection des électrons rétrodiffusés diffractés (écran phosphorescent associé à une caméra CMOS ou détection directe associée à une caméra CMOS) et mentionner les éléments qui constituent l'ensemble du dispositif de détection (dispositif de refroidissement...). L'offre devra indiquer le nombre de pixels du capteur et les dimensions du pixel en μm . En cas d'écran phosphorescent, l'offre devra indiquer ses dimensions.

L'offre devra détailler les possibilités de binning disponibles (2x2) (4x4)..., la profondeur de bits du capteur correspondant et la dynamique du détecteur. L'offre devra également préciser la méthode de binning utilisée (hard binning ou software binning).

Il est précisé que le phénomène de re-dépôt de matière est important dans la chambre du MEB-FIB Plasma. L'offre devra indiquer les effets éventuels de ce re-dépôt sur la caméra EBSD (retours d'expérience) ou bien proposer une solution pour les réduire lorsque la caméra EBSD est en position rétractée. Cette solution ne devra pas occasionner de dégradation des performances du MEB-FIB et ne pas gêner sa mise en œuvre. Il sera attaché de l'importance à la qualité de la réponse.

En cas de bris du détecteur ou d'un problème de fonctionnement de la tête de détection, l'offre devra indiquer les éléments à réparer/remplacer, décrire la procédure à suivre et indiquer s'il est possible de réparer sur place (voir PSE 2 facultative). L'offre précisera si un opérateur est à même de réaliser cette intervention ou si cette opération nécessite l'intervention du fournisseur.

b) Calibration de la caméra

L'offre devra décrire les procédures de calibration et inclure la fourniture de l'échantillon permettant de réaliser cette calibration.

L'offre devra indiquer les possibilités de calibration à différentes distances détecteur / échantillon ou à différentes WD, voire pour différentes inclinaisons. Dans le cas où l'inclinaison de la caméra est modifiée, indiquer la procédure à suivre pour la recalibration.

c) Autres détecteurs disponibles pour l'imagerie

L'offre devra préciser si des détecteurs d'électrons (type diode) sont présents autour du détecteur. L'offre mentionnera la position de ces détecteurs, la nature du signal collecté et les combinaisons de signaux possibles dans le module d'acquisition des clichés EBSD (images en contraste chimique, en contraste topographique, en contraste cristallographique...). L'offre devra préciser les vitesses d'acquisition de ces images pour les différents signaux.

L'offre devra préciser si le détecteur EBSD lui-même permet l'acquisition d'images électroniques de l'échantillon en contraste chimique, topographique et d'orientation cristallographique par traitement arithmétique des signaux des différentes régions du capteur. L'offre devra préciser les vitesses d'acquisition de ces images pour les différents contrastes.

L'offre devra préciser si ces images peuvent être sauvegardées pendant l'acquisition EBSD.

4.1.3 Acquisition de cartographies EBSD

a) Images MEB électroniques

L'offre devra détailler les possibilités, en standard, du système en matière d'acquisition d'images électroniques (mode SE, BSE, résolution en pixels...) et en matière d'interactivité avec l'analyse EBSD (définition de pointés d'analyse et de cartographie...).

Ces images devront être exportables au format de type BMP, TIFF ou JPEG.

b) Cartographies EBSD

L'offre devra préciser la gamme de tension d'accélération et de courant des électrons incidents compatible avec le détecteur.

L'offre devra préciser de manière exhaustive les différents paramètres de réglages de la détection pour l'acquisition de cartographies EBSD : binning, temps d'exposition sur chaque pixel, gain, moyennage du signal pour un même pointé d'analyse, paramètres de l'électronique de la caméra régissant la vitesse d'acquisition ainsi que les méthodes d'acquisition et de soustraction du signal des électrons rétrodiffusés diffus (background) possibles.

Un balayage carré du faisceau d'électrons est exigé lors de l'acquisition EBSD. Si un mode de balayage hexagonal est également proposé, l'offre devra préciser les différences de fonctionnalités/traitement accessibles (ou limitations) par rapport au mode de balayage carré. L'offre devra préciser les possibilités de programmation d'acquisition de cartographies EBSD 2D dans les modes balayage faisceau et déplacement platine pour des champs jointifs ou pas. Dans le cas de champs jointifs, l'offre précisera les moyens possibles de réunir des cartographies individuelles adjacentes utilisant ces deux modes.

L'offre devra indiquer s'il est possible d'effectuer en mode 2D la compensation de dérive en cours d'acquisition EBSD. L'offre devra en détailler le principe de fonctionnement.

c) Déclaration des structures cristallographiques

L'offre devra indiquer les bases de données de diffraction disponibles en standard et en option dans le(s) système(s) d'acquisition pour l'indexation des clichés EBSD. L'offre devra préciser s'il est possible de définir une structure cristallographique complexe, non référencée dans les bases de données, en déclarant au logiciel les positions atomiques.

Le logiciel devra permettre l'ajout dans la base de données de nouvelles structures cristallines (importation de fichier CIF par exemple).

d) Indexation des clichés EBSD par la transformée de Hough

L'offre devra expliciter la stratégie utilisée à partir des bandes de pseudo-Kikuchi et de la transformée de Hough, pour indexer automatiquement les clichés de diffraction. L'offre devra mentionner l'ensemble des paramètres de la transformée de Hough modifiables par l'utilisateur.

L'offre devra préciser s'il existe des fonctionnalités du logiciel permettant d'optimiser la qualité de l'indexation, par exemple, à partir de la sélection de certaines réflexions (hkl), en en supprimant certaines, ou bien en en rajoutant d'autres apparaissant sur le cliché mais non répertoriées dans la base de données. Nous attacherons de l'importance aux fonctionnalités disponibles pour l'acquisition et l'indexation des clichés EBSD, ainsi qu'à la convivialité de ce(s) module(s) : simulation des cristaux orientés, des clichés EBSD, surlignage et correspondance des pseudo-Kikuchi avec les réflexions hkl.

Dans le cas de l'indexation effectuée via la transformée de Hough, l'offre devra préciser la résolution angulaire obtenue sur un monocristal de Silicium. Indiquer les conditions d'acquisition utilisées pour obtenir la meilleure résolution angulaire (tension, courant, taille de pattern, binning, temps d'exposition, paramètres de la transformée de Hough, vitesse

d'acquisition...). L'offre devra indiquer s'il est possible d'améliorer la résolution angulaire lors de l'acquisition en prenant en compte la forme des bandes de pseudo-Kikuchi.

L'offre devra préciser les données enregistrées en standard et en option en cours d'acquisition : transformée de Hough, position des bandes de pseudo-Kikuchi, cliché EBSD

e) Indices de qualité des clichés EBSD

L'offre devra indiquer pour chaque pointé d'analyse de la cartographie les différents indices sauvegardés du type indice de qualité des clichés de diffraction et de fiabilité de l'indexation (mad, CI, angular deviation...). L'offre devra préciser si ces indices sont affichés avant de lancer l'acquisition ou après l'acquisition.

f) Autres méthodes d'indexation que la transformée de Hough et d'amélioration en post-traitement de la qualité des clichés de diffraction

L'offre devra indiquer s'il est proposé en post traitement d'autres méthodes d'indexation que la transformée de Hough ou si le développement de ces traitements est envisagé. Dans l'affirmative, l'offre devra intégrer ces outils d'indexation, détailler le principe de ces méthodes et en expliciter l'intérêt (domaines d'applications particuliers...). Il sera pertinent d'indiquer les améliorations obtenues sur un échantillon base Ni ou Fe en termes de taux d'indexation et de résolution angulaire. L'offre devra préciser alors dans quelles conditions d'acquisition ces améliorations sont obtenues (tension, courant, taille de pattern, binning, temps d'exposition, paramètres du mode d'indexation, vitesse d'acquisition). Indiquer également la durée de post-traitement pour un nombre de points indexés et la configuration informatique nécessaire. Préciser si ces méthodes fonctionnent sur des structures cristallographiques de faibles symétries.

De même, l'offre devra indiquer s'il existe une fonctionnalité pour améliorer le rapport signal sur bruit des clichés EBSD en post traitement. Dans l'affirmative, l'offre devra détailler le principe de la méthode. Il sera pertinent d'indiquer les améliorations obtenues en termes de taux d'indexation et de résolution angulaire.

4.1.4 Vitesse d'acquisition

Au minimum, le détecteur devra atteindre une vitesse d'acquisition des clichés supérieure ou égale à 5700 clichés/s. Pour cette vitesse, l'offre précisera la nature de l'échantillon, la tension, le courant de faisceau, les paramètres de l'électronique de la détection et tous les paramètres d'acquisition (binning, profondeur de bits, temps d'exposition, gain, moyennage du signal...), le taux d'indexation, paramètres de la transformée de Hough et les indices de qualité moyennés sur l'image. Pour cette vitesse d'acquisition, l'offre devra indiquer la vitesse d'indexation effective maximale calculée en fin d'acquisition avec la configuration informatique fournie dans l'offre.

L'offre devra fournir pour les différentes valeurs de binning les vitesses caméra maximales possibles.

L'offre devra préciser à 20 kV et à la tension optimale du détecteur, la valeur du courant de sonde pour atteindre la vitesse maximale de la caméra sur un échantillon de Ni polycristallin correspondant à un taux d'indexation supérieur ou égal à 99%, en précisant tous les

paramètres d'acquisition (binning, profondeur de bits, temps d'exposition, gain, moyennage du signal...), paramètres de l'électronique de la détection, nombre de points indexés (Hough) par secondes, paramètres de la transformée de Hough et les indices de qualité moyennés sur l'image

4.1.5 Sensibilité et résolution spatiale

a) Sensibilité

Indiquer à 10kV et à 20 kV la valeur de courant la plus faible qui permet d'indexer en direct par la transformée de Hough (sans autre post traitement) à 97 % environ un échantillon de Ni polycristallin. Indiquer la vitesse d'indexation correspondante et préciser les paramètres d'acquisition (binning, profondeur de bits, temps d'exposition, grain, moyennage du signal...), les paramètres de la transformée de Hough et les indices de qualité moyennés sur l'image.

La sensibilité est un critère important. Toute information et exemples permettant de mettre en évidence la sensibilité seront appréciés : faible courant, alliage léger...

b) Résolution spatiale latérale (acquisition à basse tension)

L'offre devra expliciter les stratégies pour améliorer la résolution spatiale sur un échantillon de Ni polycristallin en détaillant l'ensemble des paramètres d'acquisition (tension, courant, binning, temps d'exposition, paramètres de la transformée de Hough, vitesse d'acquisition...).

L'offre devra préciser à 10 kV la vitesse d'acquisition des clichés de diffraction et la vitesse d'indexation pour indexer avec la transformée de Hough à 98 % un échantillon de Ni polycristallin. L'offre devra fournir tous les paramètres d'acquisition (courant, binning, profondeur de bits, temps d'exposition.) et indices de qualité moyens.

L'offre devra préciser la tension minimale d'acquisition possible (si elle est inférieure à 10 kV) pour indexer en direct par la transformée de Hough un échantillon de Ni polycristallin à 98% et fournir tous les paramètres d'acquisition dont le courant, la vitesse et les indices de qualité moyennés sur l'image.

La résolution spatiale latérale est un critère important et tout élément permettant de mettre en évidence ce critère sera apprécié : cartographie d'alliage léger avec des grains sub-micrométriques par exemple.

4.1.6 Logiciel(s) de traitement 2D des données EBSD

L'offre devra préciser s'il est fourni, en plus du logiciel d'acquisition et d'indexation des clichés EBSD 2D, un logiciel supplémentaire dédié au seul traitement des données EBSD.

L'offre devra détailler de manière exhaustive l'ensemble des outils, des fonctions d'analyse et de traitement des données EBSD, disponibles dans le(s) logiciel(s), comme par exemple, les cartographies de phase, d'orientation et de désorientation, les cartographies caractérisant les joints de grains et les sous-joints, les figures de pôle et de pôle inverse avec ou sans texture, les profils de désorientation, les histogrammes de taille de grains, les fonctions de distribution d'orientation (ODF)...

L'offre indiquera s'il est possible de créer des partitions des données EBSD au moyen de filtres, c'est-à-dire de diviser l'ensemble de données en sous-ensembles sur des critères de type taille de grains, ou plages d'orientation cristallographique, par exemple.

L'offre devra détailler les différents formats de fichiers de résultats disponibles (formats propriétaires, formats image, formats universels).

L'offre devra préciser quels formats de données sont compatibles avec le logiciel d'indexation et s'il est possible d'importer des données (clichés et cartographie d'orientation) sous d'autres formats que le format propriétaire (import de formats d'autres constructeurs ou de formats standards du type hdf5...).

De même, l'offre devra indiquer s'il existe un (ou des) format de données universel qui puisse être exporté. **Si c'est le cas, l'offre devra fournir un (ou des) fichier de ce type.**

4.2 Système de microanalyse X EDS

4.2.1 Détecteur EDS

Le détecteur sera de type SDD (Silicon Drift Detector) avec une surface minimale de détection de 60 mm².

L'offre devra indiquer la distance de travail analytique standard (WD) et le Take Off Angle (TOA) standard associé sur le PFIB.

Dans la configuration standard (port X de la chambre), l'offre devra préciser la plage en WD utilisable pour réaliser des analyses EDS correctes. Dans tous les cas, le système devra pouvoir fonctionner à WD 4mm.

L'offre devra préciser s'il est possible en standard de modifier cette distance de travail à l'aide d'une interface mécanique spécifique compatible avec le MEB-FIB (de type rotule, plaque coulissante ou autre). Le cas échéant, l'offre devra décrire avec précision sa mise en œuvre et indiquer la plage de distance de travail WD correspondante.

Le détecteur EDS sera positionné de façon à avoir l'angle solide de collecte de photons X maximal lors de l'analyse tout en assurant sa protection vis à vis de collisions éventuelles dans le MEB FIB. Au maximum, il sera positionné au-dessus de l'extrémité de la lentille objectif de la colonne du MEB-FIB Plasma. **L'offre devra préciser cette position et indiquer la valeur de l'angle solide de collecte correspondant exprimé en stéradians pour un échantillon à plat (fournir un plan technique). L'angle solide sera calculé en prenant en compte la distance entre le point de coïncidence et le plan du détecteur SDD.**

En position d'usinage FIB à 52°, l'offre devra indiquer s'il est possible de faire une analyse EDS sur la face abrasée sans mouvement supplémentaire. L'offre devra indiquer s'il existe une procédure pour optimiser la collecte des photons (rotation du porte-échantillon et tilt...) lors d'une acquisition 3D.

L'offre précisera si des sécurités sont présentes sur ce détecteur afin d'éviter une collision.

Le détecteur sera équipé d'une fenêtre ultra-mince à éléments légers pour une détection à partir du bore.

La nature du matériau constituant la fenêtre du détecteur sera indiquée ainsi que la transmission garantie sur chaque élément du bore au fluor.

Le détecteur devra avoir une résolution garantie égale ou inférieure à 127 eV sur la raie K α du manganèse à 10 000 cps/s et à 15 kV en mode haut vide. L'offre devra indiquer les résolutions sur le carbone et le fluor à 10 000 cps/s et à 10kV en mode haut vide.

Efficacité : l'offre devra indiquer la valeur garantie à l'installation du rapport d'intensité des raies K α /L α du Cu pur à 20 kV.

L'offre devra préciser les contraintes en matière de fonctionnement comme par exemple le temps nécessaire après la mise en froid pour que l'appareil soit opérationnel.

Le détecteur EDS devra être rétractable mécaniquement. Son déplacement devra être motorisé en standard et piloté par logiciel. L'offre devra indiquer la durée d'insertion du détecteur.

L'offre devra préciser s'il est possible de travailler à différentes distances d'insertion.

Afin de protéger le détecteur de la contamination par le re-dépôt de matière dans le MEB-FIB, l'offre devra inclure un système de protection du détecteur EDS (de type clapet de protection ou autre). Ce système devra être entièrement conducteur. Il sera installé à demeure dans le MEB-FIB et devra protéger le détecteur en position rétractée. La présence de ce système de protection devra être compatible avec le MEB-FIB et ne devra pas perturber le fonctionnement normal du MEB-FIB. L'offre devra décrire avec précision ce dispositif.

D'une manière générale, la présence du détecteur EDS (en position d'analyse ou en position rétractée) ne devra pas occasionner de dégradation des performances du MEB-FIB et ne devra pas gêner son fonctionnement.

En cas de bris de fenêtre ou d'un problème de fonctionnement de la tête de détection, l'offre devra décrire la procédure à suivre et s'il est possible de réparer sur place. L'offre précisera si un opérateur est à même de réaliser cette intervention ou si cette opération nécessite l'intervention du fournisseur (voir PSE facultative 1)

4.2.2 Analyseur

L'offre devra indiquer la nature de la chaîne de traitement des signaux provenant du détecteur (numérique ou analogique), le nombre de canaux du convertisseur analogique numérique et les largeurs de canaux disponibles.

L'offre devra détailler le nombre de constantes de temps, leurs valeurs et leurs gammes de fonctionnement.

Pour chaque constante de temps, l'offre devra inclure la fourniture des courbes montrant l'évolution du taux de comptage en sortie (Output count rate) en fonction du taux de comptage en entrée (Input count rate).

L'offre devra indiquer le taux de comptage à l'entrée (Input count rate) et le temps mort associé correspondant au taux de comptage maximum en sortie (Output count rate) pour un fonctionnement optimal de l'analyseur et ce pour chaque constante de temps. Nous

attacherons une importance particulière aux capacités du système à traiter des forts taux de comptage.

De même, l'offre devra également fournir des données sur l'évolution de la résolution de la raie Kalpha du manganèse en fonction de la constante de temps et du taux de comptage en entrée (Input count rate).

L'offre devra préciser la procédure de calibration automatique du système. Il sera demandé de fournir des données sur les variations de la position en énergie des raies (shift de raie) en fonction du taux de comptage.

4.2.3 Logiciel(s) d'acquisition et de traitement des données EDS

L'offre devra détailler l'ensemble des logiciels disponibles en standard sur le système d'analyse EDS.

Nous attacherons la plus grande importance à la convivialité d'accès aux différentes fonctions de l'analyseur et à la facilité de sauvegarde des données.

L'offre devra détailler l'ensemble des applications disponibles en standard sur le système d'analyse EDS.

A minima, le système devra comporter :

a) Acquisition d'images électroniques

L'offre devra détailler les possibilités en standard du système en matière d'acquisition d'images électroniques (SE, BSE, résolutions...) et en matière d'interactivité avec l'analyse EDS (analyse ponctuelle, enchaînement automatique d'analyses...).

Les images devront être exportables individuellement sous format de type BMP, TIFF ou JPEG.

L'offre devra préciser s'il est possible de visualiser la distribution des éléments chimiques en temps réel tout en pilotant le déplacement sur le microscope ou bien en changeant le grandissement pour rechercher en direct les zones d'intérêt de l'échantillon (mode « Live »).

b) Analyse qualitative

L'offre devra comprendre a minima les fonctionnalités suivantes :

- identification automatique et manuelle des raies caractéristiques
- déconvolution des spectres
- identification des pics somme et si possible des pics d'échappement. L'offre devra préciser si ces artefacts peuvent être pris en compte et corrigés dans les logiciels de traitement. Dans ce cas, l'offre précisera les procédures de correction.

Les spectres devront être exportables en images au format BMP, TIFF ou JPEG et en format tableurs, EMSA ou à défaut ASCII.

c) Analyse quantitative

Il est souhaitable que l'enchaînement des étapes suivantes soit transparent et automatisé :

- soustraction du fond continu. L'offre devra indiquer la méthode employée pour la soustraction du fond continu.
- déconvolution des pics. L'offre devra indiquer la méthode employée pour la déconvolution.
- calcul des rapports d'intensité et détermination des concentrations à l'aide d'un modèle de type ZAF et/ou d'un modèle de type Phi-Rho-Z. Dans tous les cas, l'offre devra préciser la nature du(des) modèle(s) proposé(s) et des standards utilisés (témoins modélisés, témoins réels...).

L'offre devra indiquer s'il est possible de faire de l'analyse quantitative par stœchiométrie ou par différence.

L'offre devra indiquer s'il est possible d'analyser des échantillons stratifiés et de déterminer des épaisseurs.

Les résultats devront être exportables dans des environnements de type Word ou Excel.

d) Cartographies X

L'offre devra détailler les possibilités en standard du système pour l'acquisition de cartographies X (résolution en pixels, informations qualitatives ...).

L'offre devra indiquer le mode d'acquisition (par accumulation de trames successives ou sur une trame, pixel après pixel, ...).

L'offre devra inclure la fourniture des différents éléments nécessaires (interfaces électroniques et/ou logiciels) pour corriger une dérive de l'image au cours du temps. L'offre devra en détailler le principe de fonctionnement.

L'offre devra détailler les possibilités en standard du système en matière de superposition des résultats avec l'image électronique.

L'offre devra également indiquer les possibilités en matière de profils.

e) Images "spectrales"

L'offre devra détailler les possibilités d'acquérir des images "spectrales" (un spectre par pixel ou équivalent) : résolution, informations qualitatives, informations quantitatives...

L'offre devra indiquer le mode d'acquisition de ces images "spectrales" (par accumulation de trames successives ou sur une trame, pixel après pixel, ...).

L'offre devra détailler toutes les possibilités de traitement des images "spectrales".

L'offre devra notamment indiquer s'il est possible de réaliser des cartographies X brutes, des cartographies X avec soustraction du fond continu, des cartographies X d'intensité nette (après déconvolution des intensités) et des cartographies quantitatives. Pour chacun de ces modes,

l'offre devra préciser si les résultats peuvent être affichés en live lors de l'acquisition ou à défaut en post traitement.

Les cartographies X obtenues dans les différents modes devront être exportables individuellement avec les légendes sous formats BMP, TIFF ou JPEG.

L'offre devra détailler les possibilités en standard du système en matière de superposition des résultats avec l'image électronique.

L'offre devra inclure un module de cartographie de phases.

L'offre devra inclure la fourniture, pour le système d'analyse, des différents éléments nécessaires (interfaces électroniques et/ou logiciels) pour corriger une dérive de l'image au cours du temps. L'offre devra en détailler le principe de fonctionnement.

Le logiciel devra comporter un module de rédaction de rapport permettant d'insérer facilement des images, des spectres et des commentaires.

f) Analyse combinée EBSD-EDS 2D

L'analyse combinée EDS et EBSD devra être intégrée dans une même application. Elle devra permettre, en chaque point d'une cartographie, l'acquisition simultanée d'un spectre EDS complet et d'un cliché EBSD.

L'offre devra indiquer la distance de travail WD dans cette configuration.

L'offre devra détailler l'ensemble des outils, des fonctions d'analyse et de traitement des données couplées EDS et EBSD, disponibles dans le(s) logiciel(s).

L'offre devra inclure la fourniture d'un outil d'identification de phase : recherche des phases cristallographiques à partir des compositions chimiques obtenues en EDS.

g) Format des données d'analyse EDS

L'offre devra détailler les différents formats de fichiers de résultats disponibles (formats propriétaires, formats image, formats universels...).

4.3 Mode 3D et poste de pilotage

4.3.1 Pilotage de l'acquisition 3D

L'offre devra décrire la mise en œuvre du mode 3D : protocoles de communication, de pilotage et de fonctionnement entre le logiciel Auto Slice and View (AS&V) Analytical Package de Thermofisher et le(s) logiciel(s) du système EBSD-EDS 3D.

L'offre devra préciser la stratégie au moment des mises à jour des logiciels ThermoFisher : AS&V et XT Microscope Control Software pour garantir la compatibilité avec AS&V et la continuité de la communication avec le système EBSD / EDS.

L'offre devra préciser s'il existe des solutions pour effectuer des acquisitions EBSD 3D ou EDS 3D en dehors d'AS&V, en combinant le logiciel Auto-script de Thermofisher et les API des détecteurs EBSD/EDS.

Si les API des détecteurs EBSD/EDS sont disponibles, l'offre en fournira un chiffrage en PSE facultative 5.

4.3.2 Analyse 3D

a) Analyse EBSD 3D

L'offre devra détailler le type de données sauvegardées lors de l'acquisition 3D et leurs formats.

L'offre devra indiquer si le format de fichier EBSD 3D est suffisamment ouvert pour que l'utilisateur puisse développer ses propres routines python pour le lire.

Dans le cas d'une acquisition 3D avec sauvegarde des clichés de diffraction, l'offre devra préciser s'il est possible de ré-indexer les clichés par la transformée de Hough, et si oui par quelles méthodes dans le logiciel de traitement 2D (traitement par batch ?).

L'offre indiquera si les formats de données EBSD 3D sont compatibles avec des logiciels de traitement de données 3D de type Dream3D.

A titre d'information, l'offre devra indiquer une solution propriétaire ou libre pour traiter et visualiser les données EBSD en 3D (voir PSE facultatives 3 et 4).

b) Analyse EDS 3D

L'offre devra décrire les possibilités offertes en standard en termes d'acquisition, de traitements et de visualisation des résultats.

L'offre devra détailler les types de données sauvegardées (spectres, cartographies élémentaires ...) lors de l'acquisition EDS 3D et leurs formats.

L'offre devra préciser s'il est possible, avec les logiciels du système d'analyse 2D, d'exporter automatiquement (traitement par batch ?) les données EDS 3D pour en extraire des représentations de données du type cartographies élémentaires afin d'obtenir une pile d'images de cartographies.

A titre d'information, l'offre devra indiquer une solution propriétaire ou libre pour traiter et visualiser les données EDS en 3D (voir PSE facultatives 3 et 4).

c) Analyse simultanée EBSD-EDS 3D

L'offre devra décrire les possibilités offertes en standard en matière d'analyse combinée EBSD-EDS 3D en termes d'acquisition.

L'offre devra détailler le type de données sauvegardées lors de l'acquisition et leurs formats.

4.3.3 Poste de pilotage informatique

Les systèmes d'analyses EBSD et EDS seront pilotés par le même poste informatique. Ce poste informatique sera équipé d'un écran.

L'offre devra comporter la fourniture d'un portique deux écrans en vertical adapté à la table du PFIB. Ce portique vertical recevra l'écran du système d'analyse et un écran de chez ThermoFisher déjà existant.



Photo du poste de pilotage ThermoFisher existant: un pc déporté avec écran à l'extrême gauche, un pc xtserv avec deux écrans.

Nous attacherons de l'importance au fait que la configuration informatique de ce poste devra être adaptée à un système couplé EBSD-EDS 3D de façon à pouvoir exploiter pleinement les performances des détecteurs (vitesse maximale d'acquisition de la caméra EBSD, vitesse d'indexation...). Le pc d'acquisition comprendra à minima 256 Go de RAM et une carte graphique GPU afin de nous permettre d'envisager des développements dans les années à venir.

Sur ce pc d'acquisition, un premier système de stockage devra être dimensionné pour l'acquisition de cartographies EBSD avec sauvegarde des clichés de diffraction sur la base d'un cube de 160 μm de côté avec une épaisseur de tranche de 200 nm et un pas en EBSD de 200 nm. La capacité de stockage devra être comprise entre 12 et 16 To. Le système de stockage devra être compatible avec la vitesse maximale d'acquisition de la caméra EBSD et suffisamment rapide pour ne pas ralentir le flux d'acquisition EBSD 3D (usinage FIB, repositionnement, cartographie EBSD...) lors de l'écriture des données/accès disque.

Outre cette solution de stockage, l'offre devra proposer un deuxième système de sauvegarde de données sur le pc d'acquisition (disques durs mécaniques professionnels par exemple), de taille équivalente au premier système de stockage et qui permettra l'écriture des données pour une sauvegarde automatique pendant ou après l'acquisition. Il n'est pas prévu de stocker les données de façon pérenne sur le poste informatique de pilotage.

Concernant le disque système, l'offre proposera une configuration ou une solution qui permette de préserver ou de restaurer rapidement la configuration du système en l'état en cas de défaillance matérielle (par exemple deux disques professionnels SSD de 500 Go minimum en miroir).

Précisons que le pc de pilotage ne sera pas connecté au réseau extérieur mais sera connecté au réseau interne du CEA dédié à l'instrumentation (réseau fibre optique). Le pc d'acquisition

devra donc être équipé, en plus de la carte réseau éventuellement nécessaire à l'acquisition, d'une carte réseau 10 Giga bit/s (sfp+) permettant le transfert rapide des données.

Ainsi, l'offre devra détailler la configuration du matériel informatique proposé : processeur, capacités mémoires, processeur carte graphique, cartes réseau... L'offre devra préciser si des cartes propriétaires sont présentes dans le pc de commande ainsi que la nature de la communication hardware entre les détecteurs et le poste de pilotage.

Il est précisé que l'installation informatique devra suivre également les consignes du CEA (voir paragraphe 15).

4.3.4 Licences informatiques

Le poste informatique de pilotage devra comporter l'ensemble des logiciels 2D (acquisition et traitement) avec les licences associées.

A cela s'ajoutera, au moins 4 jeux de licences pour des postes de traitement déportés des données.

L'offre précisera la nature des protections de licence (dongle USB, fichier de licence, licence réseau...).

5. Développement durable

D'une manière générale, le titulaire décrira les actions mises en œuvre pour un équipement plus durable.

Le Titulaire indiquera notamment la durée pendant laquelle il s'engage à remplacer les pièces détachées usagées, à pouvoir assurer la maintenance du système et à fournir les consommables correspondants.

De même, le titulaire indiquera la durée pendant laquelle il s'engage à proposer des solutions software et hardware pour s'adapter aux évolutions informatiques et assurer la compatibilité du pilotage de l'équipement avec les versions ultérieures de système opératif.

6. Contraintes d'installation

Les contraintes d'installation du système devront figurer dans l'offre (surface au sol, alimentations électriques ...).

Visite de pré-installation :

Au moins 2,5 mois avant la date prévue pour la livraison, le titulaire procédera à une visite de pré-installation du local d'accueil, de façon à contrôler que l'environnement est compatible avec un fonctionnement correct du système. Cette visite de contrôle fera l'objet d'un compte-rendu détaillé par le titulaire, et devra proposer si nécessaire, les mesures correctives éventuelles à réaliser avant l'installation du matériel. Ce compte rendu comprendra également la fourniture de **l'annexe H** et si nécessaire des plans avec zones de maintenance en version finale, au format .dxf ou .dwg (voir paragraphe 15). Cette annexe H devra être fournie au CEA.

Lieu d'installation

CEA Grenoble
Bâtiment 51B - Pièce B140
17, rue des Martyrs
38054 GRENOBLE cedex 9

Il est précisé que la pièce B140 est située au RdC du Bâtiment 51B.

L'équipement étant installé dans des locaux CEA, toutes les règles CEA en matière d'installation d'équipement s'appliquent. Voir le paragraphe 15. Un plan de prévention sera établi par le CEA.

7. Emballage – Transport – livraison

L'Equipement est emballé et transporté sous la responsabilité du Titulaire.

Avant toute livraison, le titulaire devra obligatoirement contacter le responsable technique au moins 48 heures à l'avance par courriel.

Le nom et les coordonnées du responsable technique seront communiqués au titulaire lors de la notification du marché.

Les livraisons sont uniquement effectuées du lundi au vendredi de 8h30 à 12h00 et de 13h30 à 16h00. Toute livraison doit être faite au Bâtiment « RECEPTION » du CEA.

L'adresse du bâtiment réception est :

CEA GRENOBLE
BATIMENT RECEPTION
17 Rue des Martyrs
38054 GRENOBLE CEDEX 9

Le Titulaire doit impérativement indiquer sur l'étiquette d'identification des colis (dans le bordereau de livraison intérieur) le numéro et le nom complet du marché INP transmis lors de la notification.

Le CEA Grenoble étant situé dans une Zone à Faibles Emissions (ZFE) pour les véhicules utilitaires légers et poids lourds, le Titulaire, son personnel et ses sous-traitants éventuels doivent se conformer à la réglementation en vigueur.

8. Documents à remettre à la livraison

Le Titulaire remet à Grenoble INP et au CEA à la livraison de l'Equipement, toute la documentation afférente : certificat de conformité CE, notice de fonctionnement, notice d'utilisation avec plans et schémas électriques, manuel de maintenance, notice d'entretien, et instructions de sécurité et tous documents mentionnés dans le cahier des charges en langue française ou anglaise.

Les instructions de sécurité doivent être impérativement remises en langue française.

9. Formation

La formation des utilisateurs devra être incluse dans l'offre et se faire sur le site du CEA.

L'offre devra contenir :

- une formation initiale d'au moins 3 jours pour 6 personnes au plus tard 7 jours à l'issue de l'Admission provisoire,
- une formation complémentaire d'au moins 2 jours pour 6 personnes dans une période fixée par Grenoble INP-CMTC, au plus tard dans l'année qui suit l'Admission.
- une assistance en informatique pendant la période de garantie.
- une formation lors des mises à jour logiciels.

Ces formations seront dispensées par un formateur attitré de l'équipementier.

10. Constatation de l'exécution des prestations

10.1 Tranche ferme

Les opérations de vérification sont effectuées par le représentant du pouvoir adjudicateur destinées à constater qu'elles répondent aux stipulations du marché.

a) Première étape : la vérification d'aptitude :

Le titulaire devra démontrer la capacité de son Equipement à atteindre les spécifications sur lesquelles il s'engage, en présentant des résultats obtenus avec l'équipement proposé en usine et une fois installé dans les locaux du CEA.

A la livraison des matériels, le titulaire fournira les résultats des tests de performances garanties réalisés en usine.

Des tests de performances seront réalisés sur site. Les paramètres suivants devront notamment faire l'objet de tests :

EBSD :

- Vérification de la calibration dimensionnelle de l'image MEB sur une grille Agar inclinée à 70° (sur porte objet Rocking Mill).
- Vérification de la calibration du pattern center pour l'EBSD 2D, le TKD et l'EBSD 3D.
- La réalisation d'une cartographie EBSD sur du nickel recristallisé à la vitesse maximale de la caméra en configuration 2D. La vitesse maximale de la caméra devra être conforme à celle indiquée dans l'offre. De même, pour cette vitesse de caméra, la vitesse maximale d'indexation effective des clichés devra être conforme à celle indiquée dans l'offre.

- Vérification du couplage avec AS&V : réalisation d'une cartographie EBSD en configuration 3D avec rocking mill à vitesse maximale de la caméra et sauvegarde des clichés (vérification du temps d'écriture sur le disque) sur un échantillon fourni par le client .

EDS :

- Mesure de la résolution sur la raie K α du manganèse (à 15 kV) et sur la raie K α du fluor (à 10 kV) à 10 kcps.

- Mesure de la résolution sur la raie K α du manganèse pour différentes constantes de temps et différents taux de comptage.

- Vérification de l'efficacité de la fenêtre : mesure du rapport d'intensité des raies K α /L α du Cu à 20 kV.

- Vérification de la calibration en énergie de la chaîne de mesure pour toutes les constantes de temps et pour différents taux de comptage.

- Vérification des paramètres de la prise d'images électroniques et notamment de la calibration dimensionnelle.

- Vérification du couplage avec AS&V : réalisation de cartographies chimiques EDS en configuration 3D.

A l'issue de la vérification d'aptitude, le pouvoir adjudicateur procédera à la vérification de service régulier.

b) Deuxième étape : la vérification de service régulier

La vérification de service régulier a pour but de constater que le matériel et les logiciels fournis sont capables d'assurer un service régulier dans les conditions normales d'exploitation.

11. Garantie

Garantie - tranche ferme

Une garantie pièce et main d'œuvre incluant la maintenance et le support technique pour l'ensemble du matériel doit être incluse pour une durée de 24 mois à compter de l'admission du matériel, frais de déplacement de personnel inclus.

Pendant la période de garantie l'équipementier s'engage à intervenir dans un délai maximum de 3 jours ouvrés après réception d'un mail de la part de Grenoble INP et conformément aux règles d'entrée sur le site du CEA.

Pour les logiciels inclus dans la proposition du soumissionnaire, celui-ci s'engage à fournir les mises à jour de ces logiciels (update et upgrade) durant la période de garantie sans facturation supplémentaire.

Le soumissionnaire précisera dans son mémoire technique les modalités d'organisation de son service après-vente (nombre et expertise des personnels, délai d'intervention maximum si plus favorable, provenance des pièces détachées...).

12. Tranches optionnelles

L'exécution des tranches optionnelles et ses modalités sont subordonnées à une décision unilatérale d'affermissement du Bénéficiaire. Cette décision est notifiée au titulaire par lettre recommandée avec accusé de réception. Le bénéficiaire ne s'engage que sur la tranche ferme, le bénéficiaire ne sera engagé sur la (ou les) tranche optionnelle que lorsque celle-ci sera affermie.

Concernant la tranche optionnelle relative à la maintenance, elle sera affermie avant la fin de la période de garantie. Elle débutera à compter de la fin de la période de garantie de la tranche ferme.

Le titulaire est quant à lui réputé engagé tant sur la tranche ferme que sur les tranches optionnelles dès l'affermissement de la tranche ferme.

En cas de non affermissement, aucune indemnité d'attente ou de dédit ne sera versée au titulaire.

12.1 Tranche optionnelle : Maintenance de l'équipement

L'offre devra inclure une proposition de contrat de maintenance préventive comprenant a minima :

- une visite préventive annuelle avec frais de déplacement inclus. L'offre devra décrire les opérations réalisées lors de la visite préventive et sa durée.
- la mise à jour des logiciels et des licences (logiciel d'acquisition et de traitement)
- l'assistance téléphonique et la télémaintenance

L'offre devra détailler le contenu de ce contrat de maintenance.

Le soumissionnaire précisera dans son mémoire technique les modalités d'organisation de son service après-vente (nombre et expertise des personnels, délai d'intervention maximum, provenance des pièces détachées...).

L'offre portera sur une période initiale de 3 ans à compter du lendemain du dernier jour de garantie. A l'issue de cette période le contrat pourra être reconduit par reconduction expresse 2 fois par période de 3 ans sans que la durée totale du contrat de maintenance, reconductions comprises, n'excède 9 ans.

13. PSE Facultatifs

PSE 1 : En cas de bris de la fenêtre mince ou d'un problème de fonctionnement de la tête de détection EDS, l'offre devra chiffrer le coût de son remplacement.

PSE 2 : En cas de bris de l'écran du détecteur EBSD, l'offre devra chiffrer le coût de son remplacement.

PSE 3 : L'offre devra proposer un logiciel de traitement des données 3D pour l'EBSD et l'EDS avec un chiffrage.

PSE 4 : L'offre devra proposer un logiciel de visualisation des données 3D pour l'EBSD et l'EDS avec un chiffrage.

PSE 5 : L'offre devra proposer une interface de pilotage externe du système ESBD-EDS de type API pour pouvoir piloter le système par exemple via une programmation de type Python.

14. Tableaux récapitulatifs

Échéancier du marché

La livraison de l'instrument par le titulaire devra impérativement être réalisée au plus tard à T0 + 90 jours (T0 étant la date de notification du marché subséquent).

Les délais maximums d'exécution des prestations sont fixés comme suit :

<u>Etapas</u>	<u>Délai maximum d'exécution du marché (T0 = date de notification)</u>	<u>Intervenants</u>	<u>Document exigés</u>
Livraison du matériel	T0 + 90 jours	Titulaire	Bon de livraison daté, signé et facture conforme
Installation et mise en service	Au plus tard à T0 + 105 jours	Titulaire	PV d'installation et de mise en service daté signé
Vérification d'aptitude	Au plus tard à T0 + 110 jours	Grenoble INP-UGA	Procès-verbal d'admission provisoire daté, signé
Admission	A l'issue des opérations de vérifications de service réguliers Au plus tard à T0 + 170 jours	Grenoble INP-UGA	Procès-verbal d'admission daté, signé
Formation initiale de 3 jours	Au plus tard à T0 + 125 jours	Titulaire	Attestation de formation
Formation complémentaire de 2 jours	Au plus tard dans les deux années qui suivent l'admission	Titulaire	Attestation de formation
Garantie	24 mois à compter de l'admission	Titulaire	
Affermissement Tranche optionnelle	Au plus tard 24 mois à compter de l'admission si tranche retenue pour une durée de 3 ans renouvelable 2 fois	Grenoble INP-UGA	Notification décision d'affermissement

Échéancier de paiement

Tranche ferme

<u>Echéancier de paiement</u>	<u>Etape d'exécution du marché</u>	<u>Pourcentage</u>	<u>Date maximale à compter de la notification du marché (T0)</u>	<u>Intervenants</u>	<u>Document exigés</u>
Acompte	Livraison du matériel	40 %	T0 + 90 jours	Titulaire	Bon de livraison daté, signé et facture conforme
Acompte	Vérification d'aptitude	20 %	T0 + 110 jours	Grenoble INP-UGA	Procès-verbal d'admission provisoire daté, signé et facture conforme
Solde	Admission	40 %	T0 + 170 jours	Grenoble INP-UGA	Procès-verbal d'admission daté, signé et facture conforme

Tranche optionnelle relative à la maintenance :

	Paieient (%)	Point de déclenchement	DOCUMENTS EXIGES
Acompte N°1	1/3 du montant total de la tranche sera effectué sur la présentation d'une facture annuelle, d'un (des) rapport d'intervention et interviendra à terme échu.	Paieient à terme échu au premier jour d'exécution de la tranche optionnelle	Décision d'affermissement et rapport d'intervention
Acompte N°2	1/3 du montant total de la tranche sera effectué sur la présentation d'une facture annuelle, d'un (des) rapport d'intervention et interviendra à terme échu.	12 mois à compter du premier acompte	
Solde	1/3 du montant total de la tranche sera effectué sur la présentation d'une facture annuelle, d'un (des) rapport d'intervention et interviendra à terme échu.	12 mois à compter du quatrième acompte	

15. Annexes : Règles CEA en matière d'installation d'équipement




15.1 ANNEXE 1 – Règles applicables aux entreprises extérieures

et sa filiale à proximité

cea

GRENOBLE

REGLES APPLICABLES AUX ENTREPRISES EXTERIEURES (Titulaires ou Sous-traitants de marchés)



Horaire Collectif de Travail (HCT)
7h55 à 16h35

Horaire Ouvrable (HO)
les jours ouvrés, du lundi au vendredi
6h00 à 20h30 pour le site de **Grenoble**
7h00 à 20h00 pour le site d'**INES**

Horaire Non Ouvrable (HNO)
Du lundi au vendredi
20h30 à 6h00 pour le site de **Grenoble**
20h00 à 7h00 pour le site d'**INES**
Le samedi, dimanche, les jours fériés et chômés et
les jours de fermeture du CEA toute la journée

Numéros utiles:

Bureau Accueil GRENOBLE :	04.38.78.32.60
Bureau Accueil INES :	04.79.44.45.46
Bureau des badges :	04.38.78.32.42
PC FLS :	04.38.78.45.45

Appel des secours

Grenoble :	18 ou 04.38.78.45.45
INES :	18 ou 112

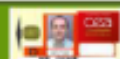
ETABLISSEMENT SOUS VIDEO SURVEILLANCE

Cette établissement est placé sous vidéo surveillance pour des raisons de sécurité des biens et des personnes.
Vous pouvez exercer votre droit d'accès aux images vous concernant. Pour tout renseignement, s'adresser à la FLS.

EQ06323-10 ind A - (juin 2013)

CHAMP D'APPLICATION

En application de l'article R 4512-4 du Code du Travail, le présent règlement, s'applique dans son intégralité à l'ensemble des entreprises extérieures dénommées ci-après Titulaires et de leurs Sous-traitants éventuels, quel qu'en soit le rang, effectuant des opérations au CEA Grenoble (que ce soit sur le site de Grenoble ou d'INES).



Modalités d'accès et de délivrance du titre d'accès

L'accès au CEA est conditionné par l'obtention :

- soit d'une Autorisation d'Entrée « A.E. » validée pour une durée maximum d'un mois (sur présentation d'une carte d'identité ou d'un passeport en cours de validité),
- soit d'un badge sécurisé de couleur rouge, d'une validité d'un an maximum, si la durée de présence est supérieure à un mois (via le formulaire de demande de laissez-passer « LPE » remis par le responsable des travaux)

La participation préalable à la conférence mensuelle de sécurité est obligatoire pour l'obtention d'un badge sécurisé.

Cette Autorisation d'Entrée, ou ce badge sécurisé, sont strictement personnels. Ils ne peuvent être dupliqués et doivent être impérativement restitués en fin d'intervention. Ils doivent être portés en permanence de façon visible. Tout oubli, perte ou vol doit être déclaré au plus tôt à une hôtesse des bureaux d'accueil du CEA.

Le contrôle d'accès au site de Grenoble est effectué à l'aide de l'Autorisation d'Entrée ou du badge sécurisé :

- sur présentation aux gardiens, au niveau des entrées accessibles en véhicule (PL ou VL),
- par lecture électronique, au niveau des tourniquets.

Le contrôle d'accès au site d'INES est effectué par lecture électronique du badge sécurisé à l'entrée de chaque bâtiment.

Seules les personnes âgées de plus de 18 ans sont autorisées à travailler au CEA. Exception faite pour les apprentis, admis uniquement pour les besoins de leur formation professionnelle (en accord avec la législation sur le travail de nuit et la durée du travail) et sur justification écrite remise au bureau d'accueil.

Dans le cas du détachement temporaire en France de travailleurs d'une entreprise étrangère, le titulaire doit s'assurer que l'employeur s'est acquitté de l'ensemble des formalités préalables au détachement.

Les travailleurs étrangers doivent être en mesure de comprendre les consignes de sécurité édictées en français et, le cas échéant, de se faire comprendre dans les situations d'urgence (en particulier pour alerter les secours).



Horaires et jours d'ouverture

Les opérations doivent prioritairement s'effectuer pendant l'Horaire Collectif de Travail du CEA (voir page de couverture) mais peuvent s'étendre à l'Horaire Ouvrable. Les interventions qui doivent être réalisées en Horaire Non Ouvrable doivent faire l'objet d'une autorisation spécifique préalable, délivrée par la Direction de centre par l'intermédiaire du Chef d'Installation (CI), du Représentant du Maître d'Ouvrage (RMOA) ou de leur représentant (conducteur de travaux).

Le calendrier d'ouverture du CEA (qui est à disposition auprès du donneur d'ordre CEA) est fixé chaque début d'année, et précise les jours et périodes de fermeture.

Il appartient au Titulaire et à ses Sous-traitants de s'assurer du respect légal du temps travaillé par ses personnels conformément au code du travail.



Circulation et stationnement

- Les dispositions prévues par le Code de la Route sont applicables à l'intérieur du CEA.

- La vitesse de circulation est limitée à 50 km/h (hors zone piétonne) et à 30 km/h (en zone piétonne où seuls les véhicules autorisés peuvent circuler).

- Les espaces piétonniers, les zones de stationnement interdit, la signalétique de chantier doivent impérativement être respectés.

- Pour des motifs de sécurité, les moyens de déplacement tels que patins à roulettes, trottinettes, rollers, planches à roulettes sont interdits à l'intérieur du CEA.

Un système de contrôle, appelé MINAPASS limite l'accès aux espaces piétonniers aux seuls véhicules autorisés. En cas de nécessité, une dérogation pour accéder à ces espaces piétonniers peut être délivrée sous certaines conditions (livraison de matériel, accessibilité PMR...).



Organisation de la sécurité du CEA

Le Directeur du CEA Grenoble est responsable de la sécurité générale de l'établissement. Il est conseillé en matière de sécurité par l'Ingénieur de Sécurité d'Etablissement (ISE).

Le Chef d'Installation - CI (ou le RMOA - Représentant du Maître d'Ouvrage) est responsable en matière de sécurité dans son Installation (ou chantier) et agit comme représentant de l'entreprise utilisatrice.

Il est conseillé, en matière de sécurité, par son Ingénieur Sécurité d'Installation - ISI ou son Animateur Sécurité - AS.

Le CI assure la coordination générale des mesures de prévention prises avec l'ensemble des Chefs d'entreprises extérieures (ou de leurs représentants sur site) participant à une opération donnée.

En cas d'urgence (situation à risques pour la sécurité des personnes ou des biens), il peut interdire l'utilisation d'un matériel défectueux ou la poursuite des travaux. Il en informe le responsable sécurité de l'entreprise dans les meilleurs délais.

Le Directeur du CEA Grenoble dispose de services de soutien comprenant :

- le Service d'Ingénierie et d'Exploitation (SIE)
- la Formation Locale de Sécurité (FLS)
- le Service de Santé au Travail (SST)
- le service de l'Ingénieur Sécurité d'Etablissement (ISE)
- le Laboratoire de Biologie Médicale (LBM)
- le Service de Radioprotection et de la Surveillance de l'Environnement (SRSE)



Conditions d'hygiène

Il est strictement interdit d'entrer et de séjourner dans l'Etablissement en état d'ivresse et d'y introduire et/ou d'y consommer toute boisson alcoolisée autres que celles citées dans le code du travail (cette interdiction est aussi valable pour les produits psycho-actifs recensés comme drogues).

Seul un responsable hiérarchique CEA, pourra autoriser préalablement l'organisation de rencontres conviviales prévoyant la possibilité de consommer des boissons alcoolisées autorisées ci-dessus.

Le personnel déjeunant sur le site de Grenoble doit prendre ses repas dans les restaurants d'entreprise (à ce jour, les bâtiments H1, H2, H3 et H5) ou dans les locaux aménagés à cet effet (une salle « hors sac » est mise à disposition au sous-sol du restaurant H1).

Pour les sites extérieurs au site de Grenoble, les salariés prennent leurs repas dans les restaurants inter-entreprises ou dans les locaux prévus à cet effet.

L'accès aux locaux de restauration est interdit au personnel en tenue de travail (si ce n'est pas une tenue « civile »).

Il est rappelé qu'il est interdit de fumer dans les locaux clos et couverts affectés à du personnel. Aucun emplacement n'est réservé aux fumeurs dans les bâtiments.

A l'extérieur des bâtiments, les interdictions de fumer devant les prises d'air neuf doivent être impérativement respectées.

Le CEA met à disposition :

- les sanitaires des bâtiments (dans certains cas, notamment celui des chantiers, il pourra être demandé au Titulaire d'en mettre d'autres en place).
- des vestiaires pour certaines opérations (bât. C2-154 pour le site de Grenoble).



Appel des secours - Accident du travail

En cas d'incident ou d'accident, le Titulaire et ses éventuels Sous-traitants peuvent être amenés à alerter immédiatement les secours :

- Sur le site de Grenoble, au moyen d'un téléphone rouge, d'un téléphone ordinaire, d'un téléphone portable, ou de tout autre avertisseur (Déclencheur Manuel d'Alarme, bouton poussoir, etc.). Sur ce site, un service interne (FLS) assure les interventions de secours tout au long de l'année 7j/7 et 24h/24.

- Sur le site d'INES, au moyen d'un téléphone ordinaire ou d'un téléphone portable. Sur ce site, les interventions sont assurées par le Service Départemental d'Incendie et de Secours (SDIS) de la Savoie. C'est pourquoi il est indispensable d'en informer également immédiatement le CEA.

Le transport d'un blessé doit être réalisé exclusivement par les services d'intervention en particulier FLS ou SDIS. Si un soin d'urgence est donné (usage d'une trousse de secours par exemple), le CEA doit en être informé immédiatement.



Evacuation d'urgence

Les cheminements d'évacuation et les issues de secours ne doivent jamais être encombrés ou condamnés.

En cas d'évacuation d'un bâtiment (y compris en cas d'exercice), les personnels présents doivent se rendre au point de rassemblement du bâtiment concerné et suivre les consignes données par la FLS, le SDIS, le CI ou l'Equipe Locale de Premier Secours - ELPS.

Le recensement des personnels doit rapidement être réalisé. Toute personne manquante doit être impérativement déclarée à un membre de l'ELPS ou à un agent de la FLS.



Surveillance médicale

La surveillance médicale des travailleurs du Titulaire et de ses Sous-traitants affectés à l'exécution du Marché est assurée par leur propre médecin du travail qui leur délivre les avis d'aptitude au poste de travail.

Sur la base de l'analyse des risques apportés par le CEA, faite lors du plan de prévention, des examens complémentaires peuvent être prescrits. Dans ce cas, ils sont réalisés par la CEA.

Les résultats sont communiqués au médecin du travail des travailleurs concernés, en vue de la détermination de leur aptitude médicale.

15.2 Annexe 2 : SPECIFICATIONS POUR LA LIVRAISON D'APPAREILS OU D'EQUIPEMENTS ELECTRIQUES AU CEA/GRENOBLE

1. PRINCIPE DE LA DISTRIBUTION BASSE TENSION SUR LES SITES DU CEA/GRENOBLE (Grenoble, Bourget du Lac et CEATECH Régions)

Réseau Basse Tension

Triphasé 400 V et/ou 220 V monophasé depuis des postes de transformation électrique

Régime de neutre sur les sites:

- 2 régimes coexistent sur le site :

TN - neutre à la terre

IT - neutre isolé distribué subsiste sur quelques bâtiments

NOTA : *Il appartient au fournisseur avant mise en fabrication des appareils ou équipements de se faire préciser par le donneur d'ordre le régime de neutre et la tension d'alimentation du bâtiment où sera implanté le matériel.*

2. DISPOSITIONS GENERALES

2.1 Conformité aux normes et décret en vigueur

L'ensemble **des appareils ou équipements** devra satisfaire aux Normes Françaises et décrets en vigueur, particulièrement au code du travail sur la protection des travailleurs (régime protection du neutre, interconnexion des masses métalliques, défaut d'isolement, protection des travailleurs contre des masses mises accidentellement sous tension, protection contre les contacts directs avec des pièces sous tension).

Le câblage basse tension sera conforme à la réglementation en vigueur.

Pour les équipements mettant en œuvre la haute tension à partir de la basse tension, on s'assurera particulièrement de la mise en place des dispositifs d'asservissement par serrures, capots de protection, de l'élaboration des consignes d'exploitation, de l'habilitation du personnel intervenant.

2.2 Raccordement basse tension des appareils amovibles (rack, pupitre, petit appareillage...)

Tous les appareils doivent être alimentés par câble comportant un conducteur de protection incorporé.

Lorsqu'il est fait usage de connecteurs, les parties nues sous-tension doivent être inaccessibles.

2.3 Isolement

Les circuits basse tension auront un isolement supérieur à 1 MΩ sous 500 V continu.

2.4 Risques d'incendie

Si utilisation de diélectrique combustible, il est obligatoire de disposer d'une sécurité en adéquation avec la réglementation électrique et incendie en vigueur en France.

Pour les transformateurs ou autre appareillage contenant un diélectrique liquide, l'usage du PCB (pyralène) est interdit.

3. DISPOSITIONS PARTICULIERES

3.1 Point de coupure

Chaque appareil ou équipement aura un point de coupure électrique accessible et balisé.

3.2 Renseignements à fournir

Le constructeur précisera avant la mise en fabrication la valeur de la tension d'alimentation, la puissance maximum et si des précautions particulières doivent être prises en cas de manque de tension ou microcoupure ou creux de tension.

3.3 Notices et schémas

Il sera fourni avec l'appareil ou l'équipement un plan d'implantation, les schémas de câblage puissance et commande avec la valeur de réglage des différentes protections conforme à la réalisation et une notice d'utilisation. Ces documents seront en **FRANCAIS**.

3.4 Alimentation sans interruption (onduleur)

Dans le cas où la totalité de l'appareil ou de l'équipement doit être alimenté par une alimentation de secours (onduleur), cette alimentation sera fournie par le CEA.

Le fournisseur donnera toutes les informations nécessaires à la définition du produit (tension, puissance, autonomie).

Le fournisseur mettra à disposition des bornes de raccordement sur l'équipement pour la connexion de l'alimentation de secours.

Dans le cas où une partie de l'appareil ou de l'équipement seulement est alimentée par un onduleur interne intégré par le constructeur (partie informatique par ex), les règles suivantes seront respectées :

- Un organe de séparation omnipolaire sera installé en aval de l'onduleur afin de permettre les opérations de maintenance
- La présence de tension après coupure de l'interrupteur général machine devra être signalée auprès de celui-ci.
- Les circuits restant alimentés après coupure devront être repérés de couleur orange suivant norme 60-204 à l'intérieur de l'équipement.

3.5 Contrôle avant mise en service

Tous les appareils ou équipements feront l'objet d'un contrôle à l'initiative du **CEA** par un organisme de contrôle agréé.

Toute anomalie signalée sera corrigée par le fournisseur sans que celui-ci puisse argumenter une quelconque indemnité.

15.3 Annexe 3 : SPECIFICATIONS générales BATIMENT, Fluides, ELECTRICITE, ENVIRONNEMENT

1.1 Environnement de l'équipement

a) Caractéristiques des locaux

Caractéristiques du lieu d'implantation de l'équipement :

- Environnement : Salle B140 du bâtiment 51B
- Type de montage : passe parois ou openspace
- Localisation des périphériques : doigts gris.

b) Fluides bâtiments

Voir Annexe B : Fluides généraux du bâtiment 51

c) Caractéristiques du réseau électrique

Attention :

L'équipement faisant l'objet de ce cahier des charges doit être raccordé à un réseau de distribution électrique à régime de neutre à la terre (schéma TN-S)

Si besoin se référer à la norme CEI 60364

Grandeurs électriques

Tensions d'alimentation disponibles sur le réseau :

- Monophasé : 1 phase + Neutre + Terre

Tension Phase/Neutre : 230 V +/- 10%

- Triphasé : 3 Phases + Neutre + Terre

Tension Phase/Phase = 400 V +/- 10 %

Tension Phase/Neutre = 230V + / - 10 %

Fréquence réseau : 50 Hz

d) Adaptation machine au réseau électrique

Attention :

Lorsque le conducteur de neutre est distribué dans la machine, il est OBLIGATOIRE de placer une coupure sur le conducteur de neutre au niveau de l'interrupteur général de l'équipement.

Couleur du conducteur de neutre dans la machine :

A l'intérieur de l'équipement, le conducteur de neutre sera de couleur bleu clair (norme EN 60204) ou identifié clairement si ce n'est pas le cas (bague de couleur, repère).

Couleur du conducteur de protection dans la machine :

A l'intérieur de l'équipement, le conducteur de protection sera de couleur vert et jaune.

Transformateur d'alimentation (général machine)

Dans le cas où un transformateur serait nécessaire :

- L'équipementier chiffrera cette fourniture en tant que *prestation supplémentaire éventuelle (PSE) facultative* en indiquant toutes les caractéristiques électriques (puissance, tensions primaires, secondaires, etc.) ;
- Un transformateur sec (sans diélectrique liquide) sera privilégié.
Pour les transformateurs ou autres appareillages contenant un diélectrique liquide :
 - l'usage du pyralène est interdit ;
 - les conditions d'installation dans la machine devront être conformes à l'arrêté du 17 janvier 1989 fixant les mesures de prévention des risques d'incendie présentés par l'épandage et l'inflammation de diélectriques liquides inflammables. Nous consulter impérativement dans ce cas.
- Caractéristiques du transformateur :
 - Il sera conforme à la directive « basse tension » **2014/35/UE** et marqué « CE » à ce titre,
 - cas d'un transformateur triphasé :
Les enroulements du secondaire devront être couplés en « étoile » de façon à ce qu'il existe un point neutre.
Cette disposition est applicable même si le neutre n'est pas utilisé par la machine et ceci afin de permettre la protection contre les contacts indirects (liaison à la terre si nécessaire).
- Pour les transformateurs « secs » les normes de construction applicables sont les suivantes :
 - Norme **NF EN 61558**, pour une puissance inférieure à 25 KVA en monophasé ou 40KVA en Triphasé.
 - Norme **NF EN 60076**, pour une puissance supérieure à 25 KVA en monophasé et 40 KVA en Triphasé.

e) Alimentation sans interruption (onduleur)

Dans le cas où la totalité de l'équipement doit être alimenté par une alimentation de secours (onduleur), cette alimentation sera fournie par le CEA.

L'équipementier donnera toutes les informations nécessaires à la définition du produit (tension, puissance, autonomie).

L'équipementier mettra à disposition des bornes de raccordement sur l'équipement pour la connexion de l'alimentation de secours.

Dans le cas où une partie de l'équipement seulement est alimentée par un onduleur interne intégré par le constructeur (partie informatique par ex), les règles suivantes seront respectées :

- Un organe de séparation omnipolaire sera installé en aval de l'onduleur afin de permettre les opérations de maintenance.
- La présence de tension après coupure de l'interrupteur général machine devra être signalée auprès de celui-ci.
- Les circuits restant alimentés après coupure devront être repérés de couleur orange suivant la norme **NF EN 60204** à l'intérieur de l'équipement.

1.2 Management de l'environnement

Dans le cadre de la démarche « Développement Durable », le CEA Grenoble œuvre à l'amélioration de ses performances environnementales, et souhaite être accompagné dans cette démarche par ses Prestataires et Fournisseurs.

L'équipementier présentera dans son offre les éventuelles actions qu'il a déjà mises en place pour la production de cet équipement en faveur du développement durable et ses propositions d'améliorations spécifiques à cette prestation. Il détaillera :

- notamment les efforts portés sur les réductions des :
 - consommations d'énergie électrique et thermique et en fluides
 - débits d'extraction par un design étudié des capotages et points d'exhaust,
 - débits d'eau de refroidissement par un calcul optimisé des échangeurs de chaleur.
- les recyclages de fluides potentiels proposés.

Eau de Refroidissement Process ERP

L'équipementier fournira la puissance de la machine, chiller, pompage et armoire électrique de manière à dimensionner la climatisation de la salle B140.

Exhaust et autres réseaux aérauliques internes équipement

L'équipementier fournira les notes de calcul ou essais lui ayant permis de définir les débits d'air demandés en respect des réglementations en vigueur. Il sélectionnera les sections de réseaux adaptés avec objectif d'en limiter la résistance (vitesse d'air < 8m/s pour les exhaust et < 6m/s pour le soufflage). Il étudiera les cheminements optimums à l'intérieur de l'équipement notamment en limitant le nombre de pertes de charges singulières. En cas d'utilisation de gaines flexibles ces dernières seront classées M1 au feu et de type lisse intérieur adapté au fluide véhiculé.

Des plans seront fournis avant réalisation indiquant les cheminements des réseaux aérauliques (exhaust et soufflage), leur dimensionnement à l'intérieur de l'équipement et de ses modules auxiliaires.

15.4 Annexe 4 : SECURITE

Le titulaire doit remplir et fournir au CEA l'ANNEXE I : Fiche d'Identification des Risques.

a) Conformité CE

L'équipement ou la prestation fournie devra respecter la réglementation en vigueur en France.

Cette réglementation inclut les directives Européennes transposées en droit français.

Directives Européennes :

Le respect des directives européennes applicables à l'équipement est obligatoire.

En particulier (si applicable) :

- Directive « machine » **2006/42/CE**
Voir l'annexe D : Spécification pour la livraison d'un équipement soumis à la directive « machine » Européenne **2006/42/CE**.
- Directive « compatibilité électromagnétique CEM » **2014/30/UE**
- Directive « Basse Tension » **2014/35/UE**

L'équipement sera certifié CE, fera l'objet d'un « marquage CE » et sera accompagné d'une déclaration CE/UE de conformité

Normes de construction

Le respect des Normes Européennes harmonisées (NF EN ou NF EN ISO) sera privilégié, l'application de ces normes donnant une présomption de conformité sur les sujets concernés.

- **Analyse de risque**
Les différents risques (mécanique, électrique, thermique, gaz, chimique, rayonnement) devront être clairement identifiés par l'équipementier dans sa proposition

L'analyse de risque sera faite suivant la Norme de référence applicable : **NF EN ISO 12100** : « Sécurité des machines - Principes généraux de conception - Appréciation du risque et réduction du risque »

Ces risques seront traités :

- en accord avec les prescriptions des directives applicables:
 - en accord avec les préconisations des paragraphes 5.2 à 5.12 de ce document.
- **Traitement des fonctions de sécurité :**
Les fonctions de sécurité seront conçues suivant la norme **NF EN ISO 13849-1** « Sécurité des machines - Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité - Partie 1 : principes généraux de conception » et ceci pour chaque type de risque (mécanique /gaz /thermique...)

- **Equipement électrique des machines**

L'équipement électrique des machines sera conçu suivant la norme **NF EN 60204**

Rappels de points techniques en rapport avec la réglementation :

Attention :

L'objet de ce paragraphe est d'attirer l'attention des constructeurs sur quelques points techniques particuliers dont le non-respect conduit à des non-conformités

- **Dispositif de séparation d'énergie**

L'équipement sera muni d'un dispositif de séparation sur chaque source d'énergie (électricité, pneumatique, azote ...) pouvant être condamné en position ouverte.

- **Armoires électriques**

Les armoires électriques auront un indice de protection IP2X et ne pourront être ouvertes qu'à l'aide d'un outil ou d'une clef ; L'intérieur de l'armoire présentera également un indice de protection IP2X de façon à éviter tout risque de contact direct lors des opérations de maintenance (composants /câblage)

- **Conception des protections**

- **Panneaux de protection**

Les panneaux de protection (protecteurs) seront strictement conçus conformément à la directive machine **2006/42/CE** (voir annexe F : 1.3.8 à 1.4.3).

De plus les conditions suivantes seront à respecter pour le choix des protecteurs :

Protecteurs fixes :

L'installation de protecteurs fixes par le constructeur sera acceptée si :

- Le démontage fréquent pour intervention n'est pas nécessaire
- Le retrait des protecteurs est exclusivement réservé au personnel de maintenance en suivant une instruction écrite, établie par le constructeur (consignation des éléments mobiles concernés par ex.).

Protecteurs mobiles :

Seront considérés comme protecteurs mobiles tous types de protecteurs montés sur charnières (portes) ou ne répondant pas aux critères de protecteurs fixes

- L'ouverture des protecteurs mobiles stoppera les risques présents derrière ces protecteurs au moyen d'un asservissement de sécurité conçu suivant les normes Européennes applicables
- Les détecteurs d'ouverture installés sur les protecteurs mobiles seront des composants de sécurité conformes à la norme **NF EN ISO 14119**
- **Modes « maintenance »**
Si la machine est équipée d'un mode « maintenance » ou « service » dans lequel les sécurités sont neutralisées, ces modes seront strictement conçus en application de la directive machine 2006/42/CE « Sélection des modes de commande ou de fonctionnement »

(Voir : annexe F point 1.2.5)

En conséquence :

- La maintenance de l'équipement ne devra pas nécessiter la neutralisation des composants de détection (interlock portes). Si cette neutralisation est nécessaire elle devra se faire via un mode maintenance accessible via un code ou une clef et provoquer simultanément la réduction des risques (réduction des vitesses, contrôle permanent des mouvements...)
- L'action maintenue requise pour valider les mouvements sera du type pédale ou poignée « homme mort » de sécurité
En particulier, ce système sera présent sur les modules de commande (« teach pendant ») destinés au réglage (« teaching ») des robots.

b) Risques liés aux utilités

Dispositif de sectionnement des alimentations en énergie :

Un dispositif de sectionnement des alimentations doit être prévu sur l'équipement pour chaque source d'énergie de la machine.

Dispositif de sectionnement de l'alimentation électrique :

Les accessoires permettant la condamnation de l'alimentation électrique de tout ou partie de la machine seront fournis avec l'équipement (verrouillage des disjoncteurs en position off).

Raccordement en air comprimé ou azote « service » :

Lorsque l'équipement utilise de l'air comprimé et/ou de l'azote pour le pilotage des vannes, vérins et autres systèmes, la machine doit être équipée d'une vanne d'arrêt générale.

Cette vanne pourra être condamnée en position fermée au moyen d'un cadenas en vue de permettre la consignation de l'installation (maintenance).

Il devra exister un ou plusieurs dispositifs de purge permettant de dissiper l'énergie pneumatique résiduelle emmagasinée dans la machine après fermeture de la vanne générale. Cette dissipation devra se faire sans risque pour le personnel exposé.

Présence d'un onduleur (UPS) :

Les prescriptions du § 4.1.5 seront respectées.

L'organe de coupure en sortie d'onduleur pourra être verrouillé en position « off ».

c) Risques liés à l'incendie

Système de détection incendie intrinsèque des équipements :

Lorsque des détecteurs incendie sont fournis avec l'équipement, ils devront être accompagnés de l'analyse de risque ayant conduit à leur mise en place, de manière à ce que le LETI puisse se positionner sur le bien-fondé de doubler cette détection à l'aide de dispositifs propres au bâtiment, et compatibles avec les systèmes incendie en place. Les détecteurs intégrés à l'équipement n'auront pas de liaison avec le système incendie du bâtiment, et n'auront qu'une action sur l'équipement concerné et ses périphériques associés le cas échéant.

Le fournisseur précisera et fournira la documentation relative à :

- L'étalonnage périodique des détecteurs : fréquence, mode opératoire, gaz étalon à utiliser, pièces à changer en maintenance préventive et curative, et toute information nécessaire au maintien en bon état de fonctionnement des détecteurs
- Asservissements installés sur l'équipement, en cas de :
 - Alarmes de détection pour les différents seuils
 - Défaits de fonctionnement

Une liste de ces asservissements, avec les schémas de câblage correspondant, sera fournie.

d) Risques liés aux précurseurs (solides, gazeux ou liquides)

- Lorsque des produits chimiques seront approvisionnés par l'équipementier, dans le cadre de la mise en place de l'équipement, d'essais, ou de toute autre opération, celui-ci devra se conformer au règlement **CE 1907/2006** (REACH). Il devra entre autres fournir la liste complète des produits, ainsi que les fiches de données de sécurité en français de chacun des produits. Ces documents devront être conformes au règlement européen CLP.

Le CEA sera particulièrement vigilant au respect du contenu, des pictogrammes et classification employée, ainsi qu'à la fourniture d'une version rédigée en langue française.

- Les produits classés nocifs, toxiques, corrosifs... (ex : acide fluorhydrique à une concentration supérieure à 7%, gaz, ...) alimentés par une source extérieure à l'équipement seront distribués sous double enveloppe jusqu'à l'entrée de ce dernier. Les canalisations assurant la liaison des fluides chimiques dangereux entre l'équipement et ses modules auxiliaires seront également réalisées sous double enveloppe.
- En cas de risque lors d'une intervention dans une enceinte chimique de l'équipement pour maintenance, une sécurité intégrée au système devra pouvoir couper l'alimentation des organes susceptibles d'apporter un risque à l'intervenant.

Tous les équipements contenant des chimies liquides devront être organisés de manière à constituer une rétention visant à empêcher l'épandage de ces produits hors de l'équipement sans action volontaire. Tous les éléments de l'installation dans l'équipement susceptibles d'être une source de fuite (raccords, vannes, filtres, etc...) seront disposés sur cette rétention et sous extraction.

- Ces rétentions seront munies de détecteurs de fuite reportant l'information au niveau du pupitre de commande de l'équipement. La mise en alarme d'un détecteur interrompra les alimentations automatiques de la machine, et les circulations de fluides chimiques.

Les détecteurs seront testés avant la mise en exploitation de l'équipement.

- Le fonctionnement de l'équipement devra être asservi au bon fonctionnement de l'extraction. Le niveau d'extraction sera contrôlé en permanence par un ou des contrôleurs d'extraction, qui entraîneront une alarme par colonne lumineuse clignotante (code vert, orange, rouge) et sonore au poste de travail (sur l'équipement, et si nécessaire sur les périphériques concernés). Ces capteurs donneront une indication de la valeur de dépression en cours et devront assurer également les asservissements de sécurité de l'équipement en cas d'alarme. Ils devront être de type ré-étalonnables sur site afin de pouvoir corriger les dérives dans le temps. Un certificat d'étalonnage sera fourni à la mise en route.

Un exemplaire de chaque type de capteur de contrôle exhaust utilisé sur l'équipement sera fourni à la livraison en pièce détachée pour remplacement.

- NB : pour les équipements automatisés, cette alarme « extraction » pourra être regroupée avec les autres types d'alarme sur les pupitres de commande de l'équipement.

Doivent être placés sous extraction l'ensemble des modules et organes de l'équipement susceptibles de générer un risque pour les opérateurs (réacteur, bac de chimie, four, coater, armoire gaz ou de stockage chimie, canisters, etc...) et d'une manière générale, tout compartiment où une fuite pourrait survenir : présence de raccords, vannes, pompes, etc.

- Les bacs de produits chimiques des paillasse devront être munis de système de vidange automatique à temporisation réglable, de manière à ce que les solutions puissent être automatiquement dirigées vers les drains en cas de coupure prolongée de l'extraction.
- Pour les besoins de certains procédés, les produits chimiques nécessiteront d'être chauffés. En fin d'opération, l'évacuation de ces bains vers les drains dédiés ne pourra se faire que si la température du bain n'atteint pas 60°C. Pour des températures supérieures et pour des évacuations dans le drain « solvants », une étude devra être réalisée afin de définir la meilleure solution : matériau PVDF, module de dilution, échangeur thermique, ...

Si la solution retenue par l'équipementier consiste à la mise en place d'un bac tampon pour permettre le refroidissement de ces effluents, celui-ci devra se trouver sous rétention, et muni d'un système de vidange à temporisation réglable, comme cité précédemment.

- Pour les équipements comportant des chambres de process, l'équipementier devra fournir la liste des sous-produits attendus en cas d'ouverture de la chambre, et ce afin de faciliter les opérations de maintenance.
- Pour les équipements comportant des détecteurs de gaz, le fournisseur précisera et fournira la documentation relative à :

- L'étalonnage périodique des détecteurs : fréquence, mode opératoire, gaz étalon à utiliser, pièces à changer en maintenance préventive et curative, et toute information nécessaire au maintien en bon état de fonctionnement des détecteurs

- Asservissements installés sur l'équipement, en cas de :

- o Alarmes de détection pour les différents seuils
- o Défauts de fonctionnement

Une liste de ces asservissements, avec les schémas de câblage correspondant, sera fournie.

- Pour les composés solides servant d'isolant dans les fours, l'équipementier fournira toutes les informations utiles sur la nature et la dangerosité des matériaux utilisés pour élaborer l'isolant : les Fiches de Données de Sécurité (FDS) des matériaux isolants devront être fournies. Si parmi ces matériaux il y a présence de Fibres Céramiques Réfractaires (FCR), le fournisseur devra proposer des solutions alternatives chiffrées : matériaux substituants aux FCR et moins dangereux.

e) Risques liés aux manutentions

Pour les parties de l'équipement nécessitant des manutentions : groupes de pompage, couvercles de chambres, capots, ...notamment lors d'opérations de maintenance ou d'installation, des moyens de levage devront avoir été prévus et décrits dans la notice de sécurité de l'équipement.

Les systèmes intégrés à l'équipement seront privilégiés par rapport aux systèmes mobiles.

Dans le cas d'un système mobile, il devra être marqué « **CE** », faire l'objet d'une déclaration CE de conformité et d'une notice d'instruction en français.

f) Risques liés aux travaux en hauteur

Dans le cas où des opérations d'exploitation, de maintenance ou d'installation de l'équipement nécessiteraient un accès en hauteur, l'équipementier devra prévoir des accès protégés par garde-corps conformes à la norme européenne **EN 14122-3**, voire à défaut des points d'ancrage conformes à la norme européenne **EN 795**. Dans ce dernier cas, la documentation technique devra en faire très distinctement référence, de manière à mettre en œuvre les contrôles réglementaires associés.

Le cas échéant, les protections individuelles associées pourront être demandées. Elles devront avoir été validées par la Cellule HSE.

g) Risques liés aux sources radioactives et aux générateurs de rayons X

Si l'équipement comporte des sources radioactives, ou s'il est générateur de rayonnements X, une description devra absolument être fournie : type de source / rayonnement, activité,

Générateurs de rayonnement X :

L'équipement devra être conforme à la norme française **NFC 74-100** « APPAREILS DE RADIOLOGIE Appareils à Rayons X Construction et essais RÈGLES »

L'application de cette norme est obligatoire en France.

Les examens liés à la certification seront programmés par le constructeur dans ses locaux avant livraison. En cas de besoin merci de nous contacter pour obtenir l'adresse d'un organisme agréé en mesure de faire cette évaluation.

Le certificat de conformité à la norme NFC 74-100 sera fourni à la livraison de l'équipement.

h) Risques liés au bruit

En référence à la directive machine **2006/42** :

« La machine doit être conçue et construite de manière que les risques résultant de l'émission du bruit aérien soient réduits au niveau le plus bas, compte tenu du progrès technique et de la disponibilité de moyens permettant de réduire le bruit, notamment à la source.

Le niveau d'émission sonore peut être évalué par rapport à des données comparatives d'émissions relatives à des machines similaires. »

Les mesures des niveaux de bruit seront effectuées et mentionnées dans la notice d'instructions conformément à la directive 2006/42

Le niveau de bruit généré par l'équipement dans son environnement d'accueil devra être inférieur à 70 dB(A).

Si les niveaux de bruit sont susceptibles de dépasser les 70 dB(A), l'équipementier proposera des solutions techniques de réduction chiffrées : matériel silencieux, garnissage anti-bruit, capotage des sources de bruit, ...

i) Risques liés aux températures

Surfaces chaudes : Les températures des surfaces chaudes directement accessibles devront répondre aux exigences de la norme **NF EN ISO 13732-1**

ATTENTION : Dans le cas de systèmes chauffants embarqués dans la machine

- Le constructeur devra prévoir les conséquences d'un dysfonctionnement de la régulation en installant une sécurité de surchauffe totalement indépendante (capteur/ régulateur.). Cette sécurité provoquera la coupure de la puissance et nécessitera un réarmement manuel pour le redémarrage (après élimination des défauts). La fiabilité du système de coupure sera définie au regard de la norme **EN 13849-1**
- Le constructeur devra être en mesure de définir les conséquences d'une interruption complète subite et simultanée des « facilities » de la machine: eau /électricité /extraction air chaud/ azote service... lorsque le système est à température nominale.

L'équipement devra supporter ce scénario sans que celui-ci ne génère un risque d'incendie interne à la machine, ni tout autre risque (explosion...)

Dans ce scénario si l'échauffement de l'enceinte extérieure de l'équipement dépasse l'échauffement en mode normal, le fournisseur donnera les valeurs de température estimées et en tiendra compte dans les prescriptions d'installation (distances de sécurité par rapport aux parois et aux autres équipements).

j) Signalisation

Signalisation: les risques résiduels seront signalés sur la machine par des pictogrammes de danger réglementaires (triangles à fond jaune), assortis éventuellement d'un texte complémentaire. Dans ce cas, ce texte sera libellé en Français.

k) Modalités d'intervention sur le site du CEA

Le CEA établira, en collaboration avec l'équipementier et ses sous-traitants éventuels, le plan de prévention global pour les prestations d'installation, de démarrage et éventuellement de développement (JDP) de l'équipement.

Le prêt de matériel, y compris le matériel de sécurité étant interdit au CEA l'équipementier et ses éventuels sous-traitants doivent fournir les matériels de sécurité nécessaires à la prévention des risques spécifiques générés par son intervention : EPI, EPC, ARI, Il en assurera le remplacement et la réparation et le cas échéant (sans indemnité de la part du CEA), il veillera à sensibiliser, former de manière réglementaire son personnel à leur utilisation. Ce matériel obéira à la réglementation en vigueur et disposera d'un certificat de conformité.

L'équipementier et ses éventuels sous-traitants doivent fournir tous les équipements de sécurité collectifs visant à prévenir les accidents du fait des travaux (balisage des zones de travaux, balisage des zones de circulation, balisage des zones de manutention et de survol, balisage et mise en place de barrières autour des fosses, différences de niveau, etc....). Il effectuera et veillera à leurs retraits dès lors que la prestation ne justifie plus la présence de balisage.

15.5 Annexe 5 Consignes informatiques CEA

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, pour le moment cela n'est pas autorisé.

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.

Il appartiendra à l'équipementier de sécuriser la transmission de ses données et d'en apporter la preuve (protocole de transfert sécurisé, plage d'adresses IP fournisseur).

Connexion au réseau interne (intranet)

L'équipement devra permettre une connexion au réseau interne du CEA à des fins de récupération de données. Le protocole utilisé devra être SECS/GEM.

L'équipementier s'engage à fournir au CEA :

- Le software et les licences nécessaires au bon fonctionnement de l'interface SECS/GEM
- Le matériel périphérique indispensable au bon fonctionnement de l'interface SECS/GEM (ex : câbles, carte réseau,...)
- La documentation (en anglais) associée à l'interface SECS/GEM

Restauration du système :

L'équipementier s'engage à fournir au CEA :

- la procédure permettant le « back up » complet des disques durs embarqués
- le matériel nécessaire à la bonne application de celle-ci

Il formera le personnel de maintenance CEA à la bonne application de cette procédure.

Un back-up sera réalisé pour la réception finale de l'équipement.

Licences

L'équipementier s'engage à livrer avec l'équipement toutes les licences d'exploitation permettant son utilisation par le CEA.

Mise à jour logiciels

L'équipementier communiquera systématiquement au CEA les modifications software (« upgrade », nouvelles versions, correction de bugs...) et les installera gratuitement pendant la période de garantie. Après la garantie et en cas d'intérêt, les améliorations seront négociées. Les modifications liées à une correction (bugs..) seront fournies et installées gratuitement.

Antivirus et sauvegarde des données

Antivirus :

- ***Concerne uniquement les ordinateurs sous système d'exploitation Windows directement connectés au réseau CEA***

Les 2 antivirus possibles du CEA sont :

- Symantec Endpoint Protection, version 12 et supérieure
- McAfee Application Control, en mode « liste blanche ».

Si aucun de ces antivirus n'est compatible avec l'équipement, le fournisseur spécifie l'antivirus qualifié.

Dans tous les cas, le fournisseur précise la configuration qualifiée pour l'antivirus ; et notamment la liste des exclusions nécessaires pour le contrôle en temps réel dans le cas de Symantec Endpoint Protection, et de la liste des exécutable normalement utilisés lors de l'exploitation de l'équipement dans le cas de McAfee Application Control.

- ***Concerne tous les ordinateurs reliés au réseau CEA, quel que soit le système d'exploitation***

Le fournisseur indique dans son offre si un pare-feu (firewall) local est qualifié sur l'ordinateur connecté au réseau CEA.

Sauvegarde des données :

Le CEA réalise des sauvegardes des données contenues dans l'ensemble des ordinateurs de l'équipement et de ses périphériques associés.

La méthodologie utilisée est une image de tous les disques, réalisée à l'aide d'un logiciel de type « Symantec Ghost » d'une part et d'une copie périodique automatisée des données évoluant lors de l'exploitation de l'équipement d'autre part. Dans le cas où cette méthodologie est applicable à l'équipement, le fournisseur précise dans son offre la procédure permettant de générer les fichiers des données de la copie périodique.

Si cette méthode n'est pas applicable, le fournisseur indique dans son offre la procédure permettant de créer les sauvegardes nécessaires au redémarrage de l'ordinateur avec un disque neuf et vierge. Le matériel annexe (notamment serveur et logiciels associés) nécessaire pour la sauvegarde des données autrement que par simple copie de fichiers par protocole standard (CIFS/SMB, FTP, SCP/SFTP, NFS) est à la charge du fournisseur. C'est notamment le cas si un logiciel spécifique autre que Symantec Ghost est à utiliser.

Le fournisseur transmet au CEA la procédure de réactivation du logiciel si un mécanisme de protection de logiciel interfère avec le remplacement d'un disque de l'équipement. C'est notamment le cas s'il faut saisir une nouvelle clef d'utilisation du logiciel afin de poursuivre son utilisation en cas de changement de disque dur.

15.6 ANNEXE B : Fluides Généraux au bâtiment 51

Distribution fluides généraux	Caractéristiques bâtiment 51	Remarques particulières
Eau de refroidissement	Matériau : Acier noir	
	Pression : 6bars +/-1	
	Température : 16-20°C	
	Conductivité : < 400 microS	
	pH : 7 +/-1	
Eau désionisée	Matériau : PP	<u>Exclusivité PUS</u> Pas de recyclage d'EDI en sorties des machines.
	Pression : 4 bar, T0 : 20 °C	
	TOC : < 20 ppb	
	Résistivité : > 15 Mohm.cm	
	Filtration point d'utilisation < 50 particules / litres à 0,2 microns	
Eau de ville	Matériau : PVC	Gestion par STL/EXP
	Pression : 6 bar	
	Température : 12 à 16°C	
	Conductivité : 375 microS/cm	
	pH : 7	
	Calcium : 70 mg/l	
Vide service	Matériau : PVC	Gestion par le CEA -> PUS Une pompe à vide au Bât 51C avec réseau. Dans les laboratoires des bâtiments 51B et C.
	P < 0,2 bar abs.	
Azote gaz "service"	Matériau : inox 316L Ra 0,8	<u>Exclusivité PUS.</u>
	Pression relative : 7 bar +/- 0,5	
	O2 < 1 PPM	

	H2O < 1 PPM	Disponible niveau 4 du bâtiment
Azote gaz "process"	Matériau : inox 316L Ra 0,4	<u>Exclusivité PUS.</u> Disponible niveau 4 du bâtiment.
	Pression relative : 7 bar +/- 0,5 Au point de livraison BHT	
	O2 < 10 PPB	
	H2O < 10 PPB	
Air Comprimé Sec	Matériau : acier inox	<u>Exclusivité PUS.</u> Collecteur général au niveau 4 du Bât 51. Des antennes sont accessibles dans les laboratoires.
	Pression : 7b +/- 0,3 bar Point de livraison BHT niveau 3	
	Point de rosée : - 72 °C	
	H2O < 2 PPM	
	Particules < 10 / ft3 à 0,2 µm, (spécification de l'azote)	
Collectes d'effluents	Caractéristiques bâtiment 51	Remarques particulières
Réseau effluent acido-basique	Matériau : PP Point bas de collecte au rez-de-chaussée du 51A et 51C puis envoi vers DFT	<u>Exclusivité PUS.</u> Retraité en local dans une centrale de neutralisation limitation impérative de la T° de rejet en sortie machine --> inférieure à 60°C - limitation de la dilution pour réduire les volumes à retraiter --> pas de système venturi à eau Ecoulement gravitaire vers DFT à partir du niveau 4 du Bât 51
Réseau effluent fluoré	Matériau : PP Point bas de collecte au rez-de-chaussée du bâtiment 51C au sein d'un laboratoire puis envoi vers DFT via un collecteur général. Collecteur général : depuis niveau 4 du	<u>Exclusivité PUS.</u> Collecté en cuve pour retraitement hors site - limitation impérative de la T° de rejet en sortie machine --> inférieure à 60°C - limitation de la dilution pour réduire les volumes à retraiter --> pas de système venturi à

	bâtiment 51A vers les DFT (PUS) en passant par les locaux techniques des bâtiments 51 B et C.	eau. Ecoulement gravitaire vers DFT à partir du niveau 4 du Bât 51A.
Réseau effluents solvants	Néant	Non disponible au bâtiment 51.
Réseau eaux usées	Matériau : PVC	Gestion par STL/EXP
Ventilation / Extractions	Caractéristiques bâtiment 51	Remarques particulières
Extractions générales	Matériau : PVC	Gestion par PUS
	Pression : de -200 à -600 Pa suivant la localisation	Bât 51 B – Niveau 0 / 1 / 2 Bât 51 C – Niveau 0 / 1
Extractions pompes à vide	Matériau : inox 304 L	Gestion par PUS
	Pression : de -800 à -1000 Pa suivant la localisation	Bât 51 B – Niveau 0 / 1 / 2 Bât 51 C – Niveau 0
AIR TRAITE Bâtiment 51 B	<u>Laboratoires :</u>	T° en laboratoire suivant programme. Limites de fonctionnement : Conditions extérieures climatiques hiver : -12 °C, HR = 90 % Eté : 32 °C, HR = 40 %
	18 °C < T < 23 °C	
	Hi % : 50 +/- 10	
	<u>Bureaux :</u>	
	Hiver : 19 °C	
	Eté : - 6°C de la T° extérieure	
AIR TRAITE Bâtiment 51 C	<u>Laboratoires :</u>	Limites de fonctionnement : Conditions extérieures climatiques hiver : -12 °C, HR = 90 % Eté : 32 °C, HR = 40 %
	21 °C +/- 1	
	Hi % : 47° +/-5	
	<u>Bureaux :</u>	
	Hiver : 21 °C +/-2	

15.7 ANNEXE D : Spécification pour la livraison d'un équipement soumis à la directive « machine » Européenne 2006/42/CE

Objet : Ce document a pour but de rappeler les conditions d'application de cette directive ainsi que certains points techniques importants

1/ Rappel de la réglementation applicable

La directive « machine » est un texte Européen transposé en droit Français.

2/ Définition d'une machine

Une machine est « un ensemble équipé ou destiné à être équipé d'un système d'entraînement autre que la force humaine ou animale appliquée directement, composé de pièces ou d'organes liés entre eux dont au moins un est mobile et qui sont réunis de façon solidaire en vue d'une application définie... »

En conséquence:

Tout équipement répondant à la définition sera conçu et construit en application de la directive 2006/42 dite directive « machine »

Une machine est considérée comme « mise pour la première fois sur le marché », « neuf » ou à « l'état neuf » si elle n'a pas été effectivement utilisée dans un Etat membre de la communauté Economique Européenne (CEE).

En conséquence:

Une machine d'occasion provenant d'un pays hors CE sera considérée comme neuve à son entrée dans la CE.

La réglementation appliquée sera celle en vigueur à sa date d'entrée.

3/ Référence aux normes

La présomption de conformité aux exigences réglementaires est fournie par le respect des dispositions décrites dans les normes harmonisées citées ci-après et diffusées par l'AFNOR Tour de l'Europe 92049 Paris Cedex 7:

- normes spécifiques à la machine
- normes générales de sécurité,
- normes relatives à l'équipement électrique des machines NF EN 60-204

Attention : L'application de la norme 61010-1 ne donne pas une présomption de conformité à la directive machine

4/ Documents à fournir avec l'équipement soumis à la directive 2006/42

➤ Une déclaration de conformité « CE »

2006/42 annexe II :

« DÉCLARATION CE DE CONFORMITÉ DES MACHINES

La déclaration et ses traductions doivent être rédigées dans les mêmes conditions que la notice d'instructions

[Voir annexe I, sections 1.7.4.1, points a) et b)] et doivent être dactylographiées ou manuscrites en lettres capitales.

Cette déclaration concerne exclusivement les machines dans l'état dans lequel elles ont été mises sur le marché et exclut les composants ajoutés et/ou les opérations effectuées par la suite par l'utilisateur final.

La déclaration CE de conformité doit comprendre les éléments suivants:

- 1) la raison sociale et l'adresse complète du fabricant et, le cas échéant, de son mandataire;
- 2) le nom et l'adresse de la personne autorisée à constituer le dossier technique, celle-ci devant être établie dans la Communauté;
- 3) la description et l'identification de la machine, y compris sa dénomination générique, sa fonction, son modèle, son type, son numéro de série et son nom commercial;
- 4) une déclaration précisant expressément que la machine satisfait à l'ensemble des dispositions pertinentes de la présente directive et, le cas échéant, une déclaration similaire précisant que la machine est conforme à d'autres directives et/ou dispositions pertinentes. Les références doivent être celles des textes publiés au Journal officiel de l'Union européenne;
- 5) le cas échéant, le nom, l'adresse et le numéro d'identification de l'organisme notifié qui a procédé à l'examen CE de type visé à l'annexe IX et le numéro de l'attestation d'examen CE de type;
- 6) le cas échéant, le nom, l'adresse et le numéro d'identification de l'organisme notifié qui a approuvé le système d'assurance qualité complète visé à l'annexe X;
- 7) le cas échéant, une référence aux normes harmonisées visées à l'article 7, paragraphe 2, qui ont été utilisées;
- 8) le cas échéant, une référence aux autres normes et spécifications techniques qui ont été utilisées;
- 9) le lieu et la date de la déclaration;
- 10) l'identification et la signature de la personne ayant reçu pouvoir pour rédiger cette déclaration au nom du fabricant ou de son mandataire. »

➤ **Une notice d'instructions**

La notice d'instructions sera rédigée en conformité avec le paragraphe 1.7.4 de la directive 2006/42 : voir notre annexe E

5/ Marquage de l'équipement (2006/42 – 1.7.3)

« I. - Chaque machine porte, de manière visible, lisible et indélébile, les indications minimales suivantes :

- a) La raison sociale et l'adresse complète du fabricant ;
- b) La désignation de la machine ;
- c) Le marquage CE ;
- d) La désignation de la série ou du type ;
- e) Le numéro de série s'il existe ;
- f) L'année de construction, à savoir l'année au cours de laquelle le processus de fabrication a été achevé. Il est interdit d'antidater ou de postdater la machine lors de l'apposition du marquage CE.

En outre, la machine conçue et construite pour être utilisée en atmosphère explosible porte cette indication.

II. - La machine porte également toutes les indications concernant son type qui sont indispensables à sa sécurité d'emploi. Ces informations sont soumises aux règles prévues au paragraphe 1.7.1.

III. - Lorsqu'un élément de la machine est prévu pour être manutentionné, au cours de son utilisation, avec des moyens de levage, sur cet élément est inscrite sa masse, d'une manière lisible, indélébile et non ambiguë. »

15.8 ANNEXE E : Spécification relative aux documents et notices à fournir avec les équipements

1. Objet

Cette annexe a pour but de définir la documentation à livrer par l'équipementier avec l'équipement (contenu, langue, planning de livraison).

La documentation à livrer par l'équipementier doit répondre à la réglementation en vigueur.

Les spécifications du CEA intègrent les obligations réglementaires.

Ces obligations diffèrent selon que l'équipement est soumis ou non à la directive « machine » 2006/42/CE.

2. Fourniture d'un équipement, soumis à la directive machine 2006/42/CE (ex 98/37/CE)

2.1. Obligations réglementaires

2.1.1. Notice d'instructions

La réglementation fixe de façon très précise tous les éléments relatifs à la **notice d'instructions** qui doit être jointe obligatoirement à l'équipement (contenu, langue...).

Ces informations sont comprises dans l'annexe I de la directive 2006/42 transposée en droit Français (annexe I du livre II du Code du Travail)

Contenu

La notice d'instructions sera rédigée conformément aux paragraphes 1.7.4. de cette annexe et le cas échéant au paragraphe 3.6.3 (machines mobiles) et 4.4 (systèmes de levage).

2006/42 - 1.7.4 .2 : Contenu de la notice d'instructions :

« Chaque notice contient, le cas échéant, au moins les informations suivantes :

a) La raison sociale et l'adresse complète du fabricant ;

b) La désignation de la machine, telle qu'indiquée sur la machine elle-même, à l'exception du numéro de série conformément au paragraphe 1.7.3 ;

c) La déclaration CE de conformité ou un document présentant le contenu de la déclaration CE de conformité, indiquant les caractéristiques de la machine, sans inclure nécessairement le numéro de série et la signature ;

d) Une description générale de la machine ;

- e) Les plans, schémas, descriptions et explications nécessaires pour l'utilisation, l'entretien et la réparation de la machine ainsi que pour la vérification de son bon fonctionnement ;
- f) Une description du ou des postes de travail susceptibles d'être occupés par les opérateurs ;
- g) Une description de l'usage normal de la machine ;
- h) Des avertissements concernant les contre-indications d'emploi de la machine qui, d'après l'expérience, peuvent exister ;
- i) Les instructions de montage, d'installation et de raccordement, y compris les plans, les schémas, les moyens de fixation et la désignation du châssis ou de l'installation sur laquelle la machine est prévue pour être montée ;
- j) Les instructions relatives à l'installation et au montage destinées à diminuer le bruit et les vibrations ;
- k) Les instructions concernant la mise en service et l'utilisation de la machine et, le cas échéant, des instructions concernant la formation des opérateurs ;
- l) Les informations sur les risques résiduels qui subsistent malgré le fait que la sécurité a été intégrée à la conception de la machine et que des mesures de protection et des mesures de prévention complémentaires ont été prises ;
- m) Les instructions concernant les mesures de protection à prendre par les utilisateurs, y compris, le cas échéant, l'équipement de protection individuelle à prévoir ;
- n) Les caractéristiques essentielles des outils pouvant être montés sur la machine ;
- o) Les conditions dans lesquelles les machines répondent à l'exigence de stabilité en cours d'utilisation, de transport, de montage ou de démontage, lorsqu'elles sont hors service, ou pendant les essais ou les pannes prévisibles ;
- p) Les instructions permettant de faire en sorte que les opérations de transport, de manutention et de stockage soient effectuées en toute sécurité, en indiquant la masse de la machine et de ses différents éléments lorsqu'ils sont prévus pour être, de façon régulière, transportés séparément ;

q) Le mode opératoire à respecter en cas d'accident ou de panne ; si un blocage est susceptible de se produire, le mode opératoire à respecter pour permettre un déblocage en toute sécurité ;

r) La description des opérations de réglage et d'entretien à effectuer par l'utilisateur, ainsi que les mesures de prévention à respecter ;

s) Les instructions conçues afin que le réglage et l'entretien puissent être effectués en toute sécurité, y compris les mesures de protection à prendre durant ces opérations ;

t) Les spécifications concernant les pièces de rechange à utiliser, lorsque cela a une incidence sur la santé et la sécurité des opérateurs ;

u) Les informations concernant l'émission de bruit aérien suivantes :

- le niveau de pression acoustique d'émission pondéré A aux postes de travail, lorsqu'il dépasse 70 dB (A) ; si ce niveau est inférieur ou égal à 70 dB (A), il convient de le mentionner ;

- la valeur maximale de la pression acoustique d'émission instantanée pondérée C aux postes de travail, lorsqu'elle dépasse 63 Pa (130 dB par rapport à 20 µPa) ;

- le niveau de puissance acoustique pondéré A émis par la machine lorsque le niveau de pression acoustique d'émission pondéré A aux postes de travail dépasse 80 dB (A). »

Langue

« Chaque machine est accompagnée d'une notice d'instructions en français.

La notice d'instructions qui accompagne la machine est une notice originale ou une traduction de la notice originale, auquel cas, la traduction est accompagnée d'une notice originale. » **(Transposition de 2006/42 1.7.4)**

« La notice d'instructions est rédigée en français et peut l'être dans une ou plusieurs langues officielles de la Communauté. La mention Notice originale figure sur les versions linguistiques de cette notice d'instructions qui ont été vérifiées par le fabricant. Lorsqu'il n'existe pas de Notice originale en français, une traduction dans cette langue est fournie par le fabricant ou par la personne qui introduit la machine en France. Cette traduction porte la mention Traduction de la notice originale. » **(Transposition de 2006/42 1.7.4.1)**

En conséquence, il nous sera fourni :

- La notice d'instructions dans sa version originale établie dans une des langues de la C.E., ceci dans tous les cas
- La notice d'instructions traduite en français (si la version originale a été rédigée dans une langue autre que le Français) dans le cas où cette obligation incombe au fournisseur.

2.1.2. Notice de maintenance

« Par dérogation, la notice d'entretien destinée à être utilisée par un personnel spécialisé qui dépend du fabricant peut être fournie dans une seule des langues communautaires comprises par ce personnel. » (2006/42- 1.7.4)

2.2. Spécifications particulières au CEA

L'équipementier devra impérativement fournir :

- La notice d'instructions telle que décrite dans le 2.1.1 et précisée au 2.2.1.
- La notice de maintenance telle que décrite au 2.2.2.
- Un dossier rassemblant tous les éléments testés et validés à la mise en route et les réglages effectués en lien avec les facilités pour chaque fluide. Ce dossier comportera également les tests réalisés en usine ainsi que les fiches de calculs des éléments de l'installation ayant permis leur sélection lors de la conception (échangeurs thermiques, débits, sections des tuyauteries fluides internes à l'équipement).

- Ces notices seront livrées en même temps que l'équipement sauf la partie « installation » de la notice d'instructions qui devra parvenir au CEA/IRIG concerné, en même temps que l'offre du fournisseur.

2.2.1. Notice d'instructions

La notice d'instructions devra correspondre à la machine livrée et contenir en particulier les chapitres suivants :

- Manutention
- Montage – Démontage
- Installation
- Mise en service
- Réglage
- Utilisation
- Maintenance (1° niveau)

Chapitre Manutention

Ce chapitre traitera des conditions de manutention de l'équipement : points de levage, ou d'appui, précautions diverses à prendre durant la manutention. Il donnera des informations indispensables telles que la masse en kilogrammes. Il mettra en évidence les contre-indications telles que, par exemple, chocs, inclinaison etc.

Si l'équipement est constitué de diverses parties, les mêmes informations seront données pour la manutention de chaque partie.

Chapitre Montage - Démontage

Ce chapitre précisera le cas échéant l'ordre des opérations, les précautions à prendre, l'outillage nécessaire.

Chapitre Installation/pré-installation

Cette partie contiendra toutes les spécifications nécessaires à la mise en place et au raccordement de la machine dans les locaux du CEA GRENOBLE. Une copie de cette partie sera envoyée au CEA/LETI/Département concerné, avant l'arrivée de l'équipement. Cette rubrique contiendra en particulier les renseignements suivants :

- Pour l'équipement et ses sous-ensembles : dimensions en mm, masse (en kg), plan coté mentionnant les points de raccordement aux différents réseaux.
- Environnement requis : taux de poussière, hygrométrie, vibrations, sensibilité aux vibrations et rayonnements électromagnétiques, extractions à prévoir etc...
- Nature du sol : résistance requise par rapport à la masse de la machine, planéité.
- Electricité : Tension, Puissance, caractéristiques du transformateur d'alimentation le cas échéant.
- Pneumatique (air comprimé) : pression, qualité.
- Fluides : Type, pression, débit, température, caractéristiques.
- Gaz : Type, pression, qualité.
- Contre-indications d'installation, nuisances apportées par l'équipement.

Tous ces paramètres seront assortis d'une tolérance.

Chapitre Mise en service

Même si la mise en service est prise en charge par l'équipementier, ce chapitre présentera la procédure à suivre pour la mise en service de l'équipement (vérifications préalables, procédure de démarrage etc.).

Chapitre Réglages

Il sera fourni une procédure pour effectuer les mises au point/réglages qui sont du domaine de l'utilisation courante et normale de la machine.

Chapitre Utilisation

Cette rubrique contiendra :

- Les conditions d'utilisation prévues par le constructeur.
- La définition du ou des postes de travail occupés par le ou les opérateurs.
- Une présentation de l'équipement permettant l'identification des différentes parties (photos, schémas) expliquant la fonction de chaque partie, particulièrement des organes de commande et de sécurité.
- Une description du déroulement des opérations effectuées par l'équipement. Tous les procédés disponibles sur l'équipement seront décrits ainsi que la nature et l'influence de chaque paramètre de « process ».
- Un mode opératoire décrivant le détail des opérations à effectuer pour traiter un échantillon, un lot (par ex). Il contiendra les instructions d'apprentissage.

ATTENTION : Dans le cas d'une machine automatique, le mode opératoire ne se limitera pas au descriptif forcément succinct de chargement/déchargement d'un échantillon ou d'un lot (par exemple) mais devra permettre le paramétrage des fonctions courantes, la compréhension des messages d'alarmes.

Dans le cas, où le dialogue homme/machine se fait par clavier + écran ou écran tactile les informations fournies par la notice devront permettre de :

- comprendre l'architecture générale du logiciel (partie maintenance/ partie engineering/partie opérateur par ex.),
- de naviguer entre les différentes parties,
- de paramétrer une tâche effectuée par la machine et influant sur le « process » (ex: vitesse, temps, pression, puissance etc.), ces opérations relevant d'une utilisation normale de la machine en milieu de recherche,
- d'accéder aux tableaux de résultats ou de suivi de déroulement «process»,
- de comprendre et d'interpréter les messages d'alarmes.

Pour parvenir à ce résultat, la notice reproduira les principaux tableaux apparaissant sur l'écran. Chaque tableau sera accompagné de commentaires sur les actions à effectuer, sur la nature des informations données.

Maintenance

Le but de cette rubrique est de permettre un premier diagnostic et de résoudre certains problèmes de faible complexité. Il s'agit d'une maintenance de 1° niveau.

ATTENTION

Tous les chapitres de cette notice seront rédigés en intégrant les avertissements de sécurité de façon à ce que les opérations décrites puissent être effectuées sans risque.

Cette annexe est applicable complètement même si la fourniture de l'équipement s'accompagne d'une formation du personnel.

Les utilisateurs potentiels de cette notice sont des techniciens ou ingénieurs chargés de la mise au point des « process ». Il en sera tenu compte dans le choix des informations fournies.

L'équipement ne sera accepté qu'après examen détaillé des documents fournis

2.2.2. Notice de maintenance

Elle contiendra :

- une présentation de la machine permettant la localisation des éléments (photos),
- les schémas d'interconnexion entre les différents sous-ensembles,
- les schémas électriques de puissance, de commande, d'interconnexion entre les différents éléments,
- les schémas des cartes électroniques,
- les schémas des circuits pneumatiques et hydrauliques,
- les plans mécaniques de construction (vues éclatées),
- la nomenclature des pièces détachées,
- la documentation spécifique des appareils intégrés à la machine tels qu'automates, régulateurs, générateurs RF et micro-onde.
- les programmes et outils de programmation associés aux automates,
- la liste des vérifications périodiques à effectuer,
- la liste des opérations de maintenance préventive à effectuer avec la liste de consommable associée à l'opération,
- un guide pour le diagnostic des pannes,
- les modes d'accès aux parties maintenance des logiciels, le cas échéant, et les procédures de « back-up ».

3. Fourniture d'un équipement non soumis à la directive machine: Spécifications du CEA

Les spécifications particulières du CEA [(§ 2.2)] de ce document sont applicables.

15.9 ANNEXE F : Choix d'une protection contre les risques liés aux éléments mobiles Caractéristiques requises pour les protecteurs et les dispositifs de protection

Extraits de la directive machine 2006/42

1.2.5. Sélection des modes de commande ou de fonctionnement

Le mode de commande ou de fonctionnement sélectionné doit avoir la priorité sur tous les autres modes de commande ou de fonctionnement, à l'exception de l'arrêt d'urgence.

Si la machine a été conçue et construite pour permettre son utilisation selon plusieurs modes de commande ou de fonctionnement exigeant des mesures de protection/ou des procédures de travail différentes, elle doit être munie d'un sélecteur de mode verrouillable dans chaque position. Chaque position du sélecteur doit être clairement identifiable et doit correspondre à un seul mode de commande ou de fonctionnement.

Le sélecteur peut être remplacé par d'autres moyens de sélection permettant de limiter l'utilisation de certaines fonctions de la machine à certaines catégories d'opérateurs.

Si, pour certaines opérations, la machine doit pouvoir fonctionner alors qu'un protecteur a été déplacé ou retiré et/ou qu'un dispositif de protection a été neutralisé, le sélecteur de mode de commande ou de fonctionnement doit simultanément:

— désactiver tous les autres modes de commande ou de fonctionnement,

— n'autoriser la mise en œuvre des fonctions dangereuses que par des organes de service nécessitant une action maintenue.

— n'autoriser la mise en œuvre des fonctions dangereuses que dans des conditions de risque réduit tout en évitant tout danger découlant d'un enchaînement de séquences,

— empêcher toute mise en œuvre des fonctions dangereuses par une action volontaire ou involontaire sur les capteurs de la machine.

Si ces quatre conditions ne peuvent être remplies simultanément, le sélecteur de mode de commande ou de fonctionnement doit activer d'autres mesures de protection conçues et construites de manière à garantir une zone de travail sûre.

En outre, à partir du poste de réglage, l'opérateur doit avoir la maîtrise du fonctionnement des éléments sur lesquels il agit.

1.3.8. Choix d'une protection contre les risques engendrés par les éléments mobiles.

Les protecteurs ou dispositifs de protection conçus pour la protection contre les risques engendrés par les éléments mobiles sont choisis en fonction du type de risque. Les critères ci-après sont utilisés pour faciliter le choix.

1.3.8.1. Éléments mobiles de transmission.

Les protecteurs conçus pour protéger les personnes contre les dangers liés aux éléments mobiles de transmission sont :

- soit des protecteurs fixes mentionnés au paragraphe 1.4.2.1 ;
- soit des protecteurs mobiles avec dispositif de verrouillage mentionnés au paragraphe 1.4.2.2. Cette dernière solution est retenue si des interventions fréquentes sont prévues.

1.3.8.2. Eléments mobiles concourant au travail.

Les protecteurs ou dispositifs de protection conçus pour protéger les personnes contre les dangers liés aux éléments mobiles concourant au travail sont :

- soit des protecteurs fixes mentionnés au paragraphe 1.4.2.1 ;
- soit des protecteurs mobiles avec dispositif de verrouillage mentionnés au paragraphe 1.4.2.2 ;
- soit des dispositifs de protection mentionnés au paragraphe 1.4.3 ;
- soit une combinaison des éléments ci-dessus.

Toutefois, lorsque certains éléments mobiles concourant directement au travail ne peuvent être rendus complètement inaccessibles pendant leur fonctionnement en raison des opérations qui nécessitent l'intervention de l'opérateur, ces éléments sont munis :

- de protecteurs fixes ou de protecteurs mobiles avec dispositif de verrouillage empêchant l'accès aux parties des éléments mobiles, non utilisées pour le travail ;

et

- de protecteurs réglables mentionnés au point 1.4.2.3 limitant l'accès aux parties des éléments mobiles auxquelles il est nécessaire d'accéder.

1.3.9. Risques dus aux mouvements non commandés.

Quand un élément d'une machine a été arrêté, toute dérive à partir de sa position d'arrêt, quelle qu'en soit la cause hormis l'action sur les organes de service, est empêchée sauf si elle ne présente pas de danger.

1.4. Caractéristiques requises pour les protecteurs et les dispositifs de protection.

1.4.1. Règles de portée générale.

Les protecteurs et les dispositifs de protection :

- sont de construction robuste ;
- sont solidement maintenus en place ;
- n'occasionnent de dangers supplémentaires ;

- ne sont pas facilement contournés ou rendus inopérants ;
- sont situés à une distance suffisante de la zone dangereuse ;
- restreignent le moins possible la vue sur le cycle de travail ;
- permettent les interventions indispensables pour la mise en place ou le remplacement des outils ainsi que pour l'entretien, en limitant l'accès exclusivement au secteur où le travail doit être réalisé, et, si possible, sans démontage du protecteur ou neutralisation du dispositif de protection.

En outre, dans la mesure du possible, les protecteurs assurent une protection contre l'éjection ou la chute de matériaux et d'objets ainsi que contre les émissions produites par la machine.

1.4.2 Exigences particulières pour les protecteurs

1.4.2.1. Protecteurs fixes.

Les protecteurs fixes sont fixés au moyen de systèmes qui ne peuvent être ouverts ou démontés qu'avec des outils.

Les systèmes de fixation sont solidaires des protecteurs ou de la machine lors du démontage des protecteurs.

Dans la mesure du possible, les protecteurs ne peuvent rester en place en l'absence de leurs fixations.

1.4.2.2. Protecteurs mobiles avec dispositif de verrouillage.

1° Les protecteurs mobiles sont conçus et construits :

- pour, dans la mesure du possible, rester solidaires de la machine lorsqu'ils sont ouverts ;
- de façon que leur réglage nécessite une action volontaire.

2° Les protecteurs mobiles sont associés à un dispositif de verrouillage :

- empêchant la mise en marche de fonctions dangereuses de la machine jusqu'à ce qu'ils soient fermés,

Et

- donnant un ordre d'arrêt dès qu'ils ne sont plus fermés.

3° Lorsqu'un opérateur peut atteindre la zone dangereuse avant que le risque lié aux fonctions dangereuses d'une machine ait cessé, outre le dispositif de verrouillage, les protecteurs mobiles sont associés à un dispositif d'inter verrouillage :

- empêchant la mise en marche de fonctions dangereuses de la machine jusqu'à ce que les protecteurs soient fermés et verrouillés,

Et

- maintenant les protecteurs fermés et verrouillés jusqu'à ce que le risque de blessure lié aux fonctions dangereuses de la machine ait cessé.

4° Les protecteurs mobiles avec dispositif de verrouillage sont conçus de façon que l'absence ou la défaillance d'un de leurs organes empêche la mise en marche ou provoque l'arrêt des fonctions dangereuses de la machine.

1.4.2.3. Protecteurs réglables limitant l'accès.

Les protecteurs réglables limitant l'accès aux parties des éléments mobiles strictement nécessaires au travail :

- peuvent être réglés manuellement ou automatiquement selon la nature du travail à réaliser ;
- peuvent être réglés aisément sans l'aide d'un outil.

1.4.3. Règles particulières pour les dispositifs de protection.

Les dispositifs de protection sont conçus et incorporés au système de commande de manière que :

- les éléments mobiles ne puissent être mis en mouvement aussi longtemps que l'opérateur peut les atteindre ;
- les personnes ne puissent atteindre les éléments mobiles tant qu'ils sont en mouvement,

Et

- l'absence ou la défaillance d'un de leurs organes empêche la mise en marche ou provoque l'arrêt des éléments mobiles.

Le réglage des dispositifs de protection nécessite une action volontaire.

15.10 ANNEXE H: Datasheet for tool installation

L'équipementier indiquera cette l'annexe H toutes les informations techniques de la machine pour une installation :

Toutes les facilités nécessaires ainsi que les diamètres de raccordement

Toutes les caractéristiques électriques


La puissance thermique à dissiper dans la pièce

Caractéristiques environnementales si besoin

Lay out

15.11 ANNEXE I : Fiche prévisionnelle d'Identification des Risques

Utiliser le tableau ci-dessous et à remplir par l'équipementier :

		<div>DTSI/DCOS</div>					
ANNEXE I : FICHE D'IDENTIFICATION DES RISQUES							
REFERENCE & NOM DE L'EQUIPEMENT :							
REFERENCES DOCUMENTS SECURITE FOURNIS							
Certificat de conformité CE		<input type="checkbox"/>		Notice ou prescriptions de sécurité en français		<input type="checkbox"/>	
IDENTIFICATION DES RISQUES							
Risque chimique : <input type="checkbox"/>							
substance	Etat physique (solide-liquide-)	DANGEROUSITE				concentration d'utilisation	température d'utilisation
		inflammable -	comburant	irritant / corrosif	Toxique /CMR		
Risque d'explosion : <input type="checkbox"/>							
Element sous pression (ampoule, réservoir, ...):				Pression :		Volume :	
Risque thermique : <input type="checkbox"/>							
Elements chauffants :					température :		
Risque électrique : <input type="checkbox"/>							
Tension maximale présente :				AC :		DC:	
Risque lié aux rayonnements ionisants : <input type="checkbox"/>							
Présence de sources scellées <input type="checkbox"/>			Présence de sources non scellées <input type="checkbox"/>			Présence de RX <input type="checkbox"/>	
Risque lié aux rayonnements non ionisants : <input type="checkbox"/>							
UV <input type="checkbox"/>		Infra rouge <input type="checkbox"/>		Haute fréquence <input type="checkbox"/>		Electromagnétique <input type="checkbox"/>	
Micro-ondes <input type="checkbox"/>		Aimant permanent <input type="checkbox"/>		Laser <input type="checkbox"/> Préciser la classe (1-2-3-4):			
Risque lié à la manutention lors des opérations de maintenance: <input type="checkbox"/>							
Manutention manuelle <input type="checkbox"/>		Manutention mécanique <input type="checkbox"/>		Dispositif de manutention :			
Autres risques :							
Détections internes à l'équipement:							
détection incendie <input type="checkbox"/>				détecteur de fuite <input type="checkbox"/>			
détection gaz <input type="checkbox"/>				Contrôle d'extraction <input type="checkbox"/>			
Observations :							