

Référence : DTCH/2026/CDC/003

CAHIER DES CHARGES EQUIPEMENT

Equipement de gazéification à lit fluidisé

EOTP	ASECSYG07EDD
OS	
Plateforme	Conversion du Carbone

	Nom	Fonction	Signature / Date
Rédacteur	Michael BALLAND	Chef de Projet Equipement	
Vérificateur sécurité	Antinéa AIRIEAU	Ingénieur Sécurité	
Vérificateur RIT	Mathieu CATTI	Responsable Infrastructure et Travaux	
Vérificateur plateforme	Michael BALLAND	Responsable plateforme	
Vérificateur installation	Olivier LEMAIRE	Chef d'Installation	
Vérificateur hiérarchique	Marine PEYROT	Chef de laboratoire	
Emetteur	Christophe AUMONT	Chef de département	

Adaptez le nombre des X# pour une signature avec le iX-Parapheur (pas de nécessité d'ajouter le cadre pour chaque signataire manuellement).

PUBLIC

SUIVI DES REVISIONS

Indice	Date	Motif et description de la modification
A	24/04/2026	Document initial

DIFFUSION INTERNE

Service Achat	Responsable SMA/BEM
Département	Chef de département + Adjoint Ingénieur Sécurité Ingénieur Qualité Responsable Infrastructure et Travaux Assistant(e) (pour archivage PDF)
Service et Laboratoire	Chef de Service Chef(s) d'Installation concerné(s) Chef de laboratoire Chef de Projet Equipement (pour classement dans dossier équipement) Responsable Plateforme Rédacteur
LITEN/DIROPS/CSOP	Marc Bohnke

PUBLIC

SOMMAIRE

1.	OBJET	5
2.	DEFINITION	5
3.	GLOSSAIRE	5
4.	DOCUMENTS APPLICABLES.....	5
5.	INTERFACE CLIENT – PRESTATAIRE.....	6
6.	CONFIDENTIALITE.....	6
7.	EXPRESSION DU BESOIN.....	6
	7.1. DESCRIPTION DE LA FONCTION PRINCIPALE	6
	7.2. SOUS-FONCTIONS DE L’EQUIPEMENT	7
	7.3. PERFORMANCES ATTENDUES	8
	7.4. SPECIFICATIONS	10
	7.5. SPECIFICATIONS INFORMATIQUES	14
8.	ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL, LIEU D’INSTALLATION, LIMITES DE PRESTATION	16
	8.1. LIMITES DE PRESTATION.....	16
	8.2. ENVIRONNEMENT, FACILITIES	17
	8.3. MODALITES D’INTERVENTION SUR LE SITE DU CEA	18
	8.4. LIVRAISON	19
9.	DELAIS	20
10.	ETUDES DE CONCEPTION ET LIVRABLES ASSOCIES	21
	10.1. APS	21
	10.2. APD	21
	10.3. RECEPTION	22
11.	QUALITE.....	22
12.	SECURITE ET CONFORMITE	23
	12.1. IDENTIFICATION DES SOURCES DE DANGER	23
	12.2. RISQUES LIES AUX FACILITIES.....	23
	12.3. DISPOSITIF DE SECTIONNEMENT ET SEPARATION DES ALIMENTATIONS EN ENERGIE .	23
	12.4. DISPOSITIF DE CONSIGNATION DES ALIMENTATIONS EN ENERGIE	23
	12.5. ARRET D’URGENCE	24
	12.6. RACCORDEMENT EN AIR COMPRIE OU AZOTE « SERVICE »	24
	12.7. RISQUES LIES A L’ELECTRICITE.....	24

PUBLIC

12.8. PRESENCE D'UN ONDULEUR (UPS).....	24
12.9. RISQUES LIES A L'INCENDIE.....	24
12.10. RISQUES LIES A L'EXPLOSION.....	25
12.11. RISQUES LIES AUX PRODUITS CHIMIQUES	25
12.12. RISQUES LIES AUX MANUTENTIONS	25
12.13. RISQUES LIES AUX APPAREILS SOUS PRESSION	26
12.14. RISQUES LIES AUX TRAVAUX EN HAUTEUR.....	26
12.15. RISQUES LIES AUX RAYONNEMENTS OPTIQUES ARTIFICIELS	26
12.16. RISQUES LIES AU BRUIT	26
12.17. RISQUES LIES AUX TEMPERATURES	27
12.18. SIGNALISATION.....	27
12.19. CONFORMITE DE L'EQUIPEMENT ET CONTROLES REGLEMENTAIRES	27
12.20. CONTROLE MACHINE.....	27
12.21. CONTROLE REGLEMENTAIRE ELECTRIQUE.....	28
13. CLAUSE ENVIRONNEMENTALES	28
13.1. DURABILITE DU MATERIEL / FACILITER LA MAINTENABILITE ET L'EVOLUTIVITE DE L'EQUIPEMENT	28
14. DOCUMENTATION EQUIPEMENT.....	28
15. CONDITIONS DE RECEPTION.....	29
15.1. DECOMPOSITION DE LA RECEPTION.....	29
15.2. CRITERES DE RECEPTION	30
15.3. PRONONCIATION FINALE DE LA RECEPTION SUR SITE	30
16. FORMATION.....	31
16.1. FORMATION SUR L'UTILISATION DE L'EQUIPEMENT.....	31
16.2. FORMATION SUR LA MAINTENANCE	31
17. GARANTIE.....	31
18. CONTRAT DE MAINTENANCE	32
19. ELEMENTS A FOURNIR EN REPONSE A LA CONSULTATION	32
ANNEXES	33

PUBLIC

1. OBJET

Le présent cahier des charges a pour objet de définir la fourniture, pour le compte du CEA, d'un équipement de gazéification à lit fluidisé de biomasse et de déchets à l'échelle du laboratoire. Le matériel devra être installé sur le site de Grenoble dans le bâtiment 32.03.

L'installation sera implantée dans un hall d'essais existant, dédié exclusivement à cet équipement, et exploitée dans le cadre de campagnes expérimentales de recherche par le personnel du laboratoire.

La prestation comprend la conception, la fabrication, la livraison, l'installation, la mise en service de l'équipement ainsi que la formation du personnel à son exploitation et à sa maintenance.

2. DEFINITION

Dans ce document, l'entreprise qui se verra attribuer le marché est dénommée « le fournisseur ».

Le donneur d'ordre est dénommé « CEA ».

La « gazéification » est un procédé thermochimique de conversion de matières carbonées solides (biomasse, déchets) en un gaz de synthèse combustible, par réaction à haute température (500-1500°C) avec un agent gazéifiant (air, oxygène, vapeur d'eau, CO₂) en quantité limitée. Le gaz produit est principalement composé de H₂, CO, CO₂, CH₄ et H₂O.

3. GLOSSAIRE

- *LITEN* : Laboratoire d'Innovation pour les Technologies des Energies Nouvelles et les nanomatériaux
- *PMAD* : Prise en Main A Distance
- *FAT* : Factory Acceptance Tests, tests de réception chez le fournisseur
- *SAT* : Site Acceptance Tests, tests de réception sur site du CEA
- *Facilities* : Ce terme regroupe tout ce qui doit être mis en place autour d'un équipement pour permettre son installation et son fonctionnement correct (locaux, alimentation électrique, fluides, gaz, réseaux, ventilation, sécurité, etc...)
- *DOE* : Dossier des Ouvrages Exécutés
- *BTX* : Benzène, Toluène, Xylène

4. DOCUMENTS APPLICABLES

Le fournisseur doit se conformer aux documents et ensemble des procédures en vigueur au CEA/GRENOBLE, ci-dessous une liste non exhaustive :

- EQ/CS23-10 : Règles applicables aux entreprises extérieures
- EQ/CS23-11: Applicable rules for outside companies (version anglaise)

Ces documents sont consultables à la demande du fournisseur.

PUBLIC

5. INTERFACE CLIENT – PRESTATAIRE

Les interlocuteurs techniques pour les prestations de base et complémentaires sont :

- **M. Michael BALLAND**
 Chef de Projet Equipement
 Tél : 04 38 78 11 15 (fixe) - 07 71 35 18 79 (portable)
 Adresse électronique : michael.balland@cea.fr
- **M. Sébastien QUENARD**
 Ingénieur de recherche
 Tél : 04 38 78 08 93
 Adresse électronique : sebastien.quenard@cea.fr

6. CONFIDENTIALITE

Le fournisseur s'engage à conserver confidentielles et s'interdit de communiquer à un tiers, sans l'accord préalable et écrit du CEA, tout ou partie des informations et/ou connaissances du CEA ou de toute tierce partie, auxquelles il pourrait avoir ou avoir eu accès à l'occasion de la prestation réalisée pour le compte du CEA.

7. EXPRESSION DU BESOIN

Cette section définit les fonctions, performances et spécifications techniques applicables à l'équipement.

Les documents suivants sont fournis en annexe comme support à la compréhension du besoin et comme base de conception et devront être respectés dans leur principe général. Ces documents restent uniquement des supports fournis à titre d'aide à la conception et le fournisseur se doit de les reprendre et de faire les modifications qu'il identifie comme nécessaires.

- Schéma de principe du procédé (annexe 4) ;
- Schéma P&ID de principe de l'équipement (annexe 5) ;
- Déroulement type d'un essai (annexe 6).

Le fournisseur pourra proposer des adaptations de conception sous réserve du respect des exigences minimales du présent cahier des charges et de la validation préalable du CEA. Ces exigences sont résumés ci-dessous :

- Gazéification continue en lit fluidisé bouillonnant à haute température ;
- Domaine opératoire tel que définit à la section §7.3.2 ;
- Alimentation continue en azote, air, oxygène, hélium et vapeur d'eau (production intégrée) et combustibles solides ;
- Traitement de gaz comprenant un dépoussiérage et un nettoyage du gaz (goudrons, eau, polluants condensables et incondensables) ;
- Installation réalisée sous forme de skid caréné et ventilable.

7.1. Description de la fonction principale

L'équipement devra permettre la réalisation d'essais de gazéification en continu de combustibles solides granulés ou en poudre grossière (biomasses et déchets non dangereux) dans un réacteur à lit fluidisé haute température, sous conditions opératoires contrôlées, reproductibles et instrumentées.

PUBLIC

7.2. Sous-fonctions de l'équipement

Les exigences fonctionnelles détaillées figurent dans l'analyse fonctionnelle à l'Annexe 7 devront être commentées par le fournisseur.

L'installation devra assurer les sous-fonctions principales suivantes :

Alimentation en combustibles solides

- Assurer le stockage, le dosage et l'injection continue et régulière de combustibles solides vers le réacteur ;
- Permettre l'alimentation continue et stable, indépendante ou simultanée, de deux combustibles solides distincts ;
- Permettre le réglage et l'étalonnage des débits d'alimentation pour chaque combustible ;
- Assurer un transfert fiable des combustibles vers le réacteur en limitant les risques de blocage ;
- Empêcher l'échauffement des combustibles avant leur introduction dans le réacteur ($< 100\text{ }^{\circ}\text{C}$) ;
- Maintenir une atmosphère inerte et prévenir tout retour de gaz du procédé vers les équipements d'alimentation.
- Permettre le remplissage et la vidange des combustibles solides directement depuis les enceintes de stockage ;

Alimentation en gaz procédé

- Alimenter le procédé en azote, air, oxygène, vapeur d'eau et hélium à des débits contrôlés ;
- Produire la vapeur d'eau nécessaire au procédé à partir d'eau déminéralisée ;
- Assurer le dosage, le mélange et la distribution des fluides procédé ;
- Assurer l'alimentation du réacteur et la fluidisation du lit en azote, air, oxygène, vapeur d'eau ;
- Assurer une température minimale de $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ des lignes et équipements en contact avec la vapeur d'eau ou les mélanges gaz/vapeur ;
- Empêcher tout dépassement du débit maximal autorisé d'oxygène ;
- Permettre l'ajout ultérieur d'une ligne d'alimentation en gaz sec complémentaire.

Gazéification

- Assurer la gazéification continue des combustibles solides dans un lit fluidisé haute température ;
- Assurer la fluidisation du lit et une distribution homogène des gaz injectés dans le réacteur ;
- Assurer un fonctionnement stable du procédé et limiter l'entraînement de particules hors du réacteur ;
- Permettre le remplissage, la vidange et le renouvellement du média de fluidisation hors essai ;
- Assurer le préchauffage des gaz procédé, le chauffage maîtrisé du réacteur et le maintien des conditions thermiques d'exploitation ;
- Permettre l'injection ponctuelle et le prélèvement de solides en cours d'essai (cf. 7.4.8) ;

Traitement du gaz

- Éliminer les particules solides entraînées par le gaz en sortie du réacteur ;
- Éliminer les goudrons et autres composés condensables du gaz par bullage dans un solvant ;
- Éliminer les principaux polluants incondensables à l'aide d'adsorbants solides ;
- Assurer un fonctionnement stable de la chaîne de traitement sur l'ensemble du domaine de fonctionnement de l'installation ;
- Assurer le transfert du gaz sans condensation ni dépôt ;
- Permettre le prélèvement et l'acheminement du gaz vers les systèmes analytiques du CEA ;
- Limiter les pertes de charge induites par la chaîne de traitement du gaz.

PUBLIC

Fonctions transverses

- Intégrer l'ensemble des sous-systèmes nécessaires au fonctionnement de l'installation ;
- Assurer l'intégrité mécanique, l'étanchéité et la sécurité du procédé ;
- Permettre le pilotage, le contrôle et l'enregistrement des principaux paramètres opératoires ;
- Permettre le pilotage centralisé du procédé et la supervision déportée (salle de contrôle) ;
- Mettre à disposition une interface locale pour les opérations d'exploitation et de maintenance ;
- Assurer la compatibilité des interfaces procédé et utilités entre les différents sous-systèmes ;
- Permettre l'exploitation, le chargement des consommables, le nettoyage et la maintenance dans des conditions de sécurité et d'accès adaptées ;
- Assurer la collecte et l'évacuation des rejets gazeux du procédé et des systèmes de sécurité ;
- Permettre le confinement de l'équipement et son raccordement au système de ventilation CEA (skid caréné unique ou ensemble de sous-skids carénés interconnectés).

7.3. Performances attendues

7.3.1. Conditions d'exploitation

- Exploitation de l'équipement par les ingénieurs et techniciens du CEA ;
- Intervention possible de sous-traitants pour des opérations spécifiques ;
- Durée typique d'un essai : 4 h en fonctionnement nominal (hors montée en température et refroidissement) ;
- Nombre d'essais : environ 20 essais par an ;
- Pilotage et supervision des essais depuis une salle de conduite attenante au hall d'essais ;
- Pilotage et supervision en local possibles pour les opérations de maintenance, de préparation au démarrage et de mise en service ;
- Présence ponctuelle d'opérateurs au voisinage de l'équipement pendant les essais (surveillance, exploitation, analyses) ;
- Fonctionnement en maintien en température du procédé, sans alimentation en gaz procédé ni combustibles solides, possible sans surveillance humaine pendant une durée de l'ordre de 15 h.

PUBLIC

7.3.2. *Domaine opératoire*

Tableau 1. Domaine opératoire de l'équipement

Paramètre	Unité	Valeurs		
		Min	Max	Nominal
Pression réacteur	bar relatif	0	1	0,5
Température réacteur	°C	700	1000	n.a.
Débit combustible entrée réacteur	kg/h	0,5	2,5	1,5
Débit azote entrée réacteur	Nm ³ /h	0	3	n.a.
Débit vapeur d'eau entrée réacteur	Nm ³ /h	0	3	n.a.
Débit air entrée réacteur	Nm ³ /h	0	3	n.a.
Débit oxygène entrée réacteur	Nm ³ /h	0	1	n.a.
Débit hélium	NI/h	0	50	n.a.
Débit gaz sortie réacteur	Nm ³ /h humide	2	3,5	n.a.

7.3.3. *Performances du réacteur de gazéification*

- Conversion continue de combustibles solides granulés ou poudre grossière en gaz en lit fluidisé haute température ;
- Production d'un gaz composé principalement de H₂, CO, CO₂, CH₄, H₂O et N₂ ;
- Maintien de la température et pression du lit fluidisé dans la plage opératoire spécifiée pendant toute la durée des essais ;
- Fonctionnement stable du procédé sur l'ensemble du domaine opératoire et sur la durée des essais, y compris pour les systèmes d'alimentation continue en solide et en fluides.

7.3.4. *Performances du traitement du gaz*

Dépoussiérage

- Élimination de la majorité des particules solides entraînées en sortie de réacteur ;
- Maintien de la température dans la plage opératoire spécifiée pendant toute la durée des essais ;

Barbotage (élimination des composés condensables)

- Élimination des goudrons et composés condensables (vapeur d'eau, HCl, NH₃) du gaz produit pendant toute la durée des essais ;
- Limitation des aérosols et entraînements de phase liquide vers l'aval ;
- Fonctionnement stable et continu avec contrôle de la température des solvants et gestion automatique des niveaux du solvant.

Adsorption

- Élimination des principaux polluants résiduels (H₂S/COS) ;
- Performance de traitement stable sur la durée des essais ;

PUBLIC

7.4. Spécifications

7.4.1. Combustibles solides

L'installation devra permettre le traitement de combustibles solides granulés ou poudre grossière issus de biomasses et de déchets non dangereux, notamment :

- Biomasses lignocellulosiques (bois) ;
- Résidus forestiers ;
- Résidus agricoles ;
- Résidus agroalimentaires ;
- Combustibles Solides de Récupération (CSR) ;
- Bois B ;
- Plastiques ;
- Boues de station d'épuration.

Les caractéristiques de référence des combustibles sont présentées dans le **Tableau 2**.

Des exemples de compositions chimiques de combustibles sont fournis en Annexe 8 à titre indicatif.

Tableau 2. Caractéristiques des combustibles (valeurs indicatives)

Paramètre	Unité	Valeurs indicatives
<u>Granulés</u>		
Diamètre	mm	~ 6
Longueur	mm	3 - 40
Masse volumique apparente	kg/m ³	600 - 750
Etat physique	-	Solide granulé non pulvérulent
<u>Poudre grossière</u>		
Diamètre	mm	~ 1-5 mm
Masse volumique apparente	kg/m ³	200 - 300
Etat physique	-	Poudre grossière
<u>Autres propriétés</u>		
Humidité résiduelle	%m brut	5 – 15
PCI indicatif	MJ/kg	10 – 30
Teneur en cendres	%m sec	0,5 – 20
Température stockage	°C	Ambiante

7.4.2. Média de fluidisation

L'installation devra permettre l'utilisation de médias de fluidisation inertes ou catalytiques, notamment :

- Sable ;
- Olivine ;
- Carbure de silicium (SiC) ;
- Dolomie.

Les caractéristiques de référence des médias de fluidisation sont présentées dans le **Tableau 3**.

PUBLIC**Tableau 3. Caractéristiques du média de fluidisation**

Paramètre	Unité	Valeur indicative
Granulométrie moyenne	µm	250
Distribution granulométrique	-	Resserrée
Masse volumique apparente	kg/m ³	1500 - 2100
Masse de lit mise en œuvre	kg	~ 2 - 4 kg

7.4.3. Réacteur de gazéification

Le réacteur devra être conçu conformément aux spécifications de dimensionnement définies par le CEA. Les caractéristiques principales sont données dans le Tableau 4.

Tableau 4. Caractéristiques générales du réacteur de gazéification

Paramètre	Unité	Valeur indicative
Diamètre interne du lit fluidisé	mm	~ 95
Hauteur utile du lit fluidisé	mm	~ 1000
Diamètre interne de la zone de désengagement	mm	~ 135
Hauteur utile de la zone de désengagement	Mm	~1000
Hauteur utile totale	mm	~ 2000

Le réacteur devra également satisfaire les exigences suivantes :

- Compatibilité avec les médias de fluidisation définis au §7.4.2;
- Distribution du gaz de fluidisation au moyen d'un distributeur à buses ;
- Distribution homogène du gaz de fluidisation sur l'ensemble de la section du lit ;
- Répartition homogène des combustibles solides dans le lit fluidisé ;
- Positionnement du point d'injection des combustibles solides par injection latérale, à quelques centimètres au-dessus du distributeur.
- Limitation des phénomènes d'érosion des équipements en contact avec les particules ;
- Limitation des zones mortes et des chemins préférentiels d'écoulement ;
- Distributeur conçu pour empêcher le passage des particules de lit à l'arrêt de l'installation ;
- Présence d'une zone de désengagement permettant de limiter l'entraînement des particules solides vers la chaîne de traitement du gaz.

Remarque : La géométrie du distributeur pourra faire l'objet d'une validation par essais sur maquette hydrodynamique de lit fluidisé de section représentative de l'équipement. La maquette du distributeur sera alors réalisée par le CEA sur la base des plans fournisseur.

PUBLIC

7.4.4. *Gaz procédé*

L'installation devra pouvoir être alimentée avec les fluides suivants :

- Azote (N₂) ;
- Air ;
- Oxygène (O₂)
- Hélium (He)
- Vapeur d'eau.

Les plages de fonctionnement associées sont définies à la section § 0.

Les conditions de fourniture des utilités sont précisées à la section § 8.2.

7.4.5. *Gaz produit*

Les gammes de composition du gaz en sortie du réacteur figurent à titre indicatif dans le **Tableau 5**. Elles définissent l'enveloppe de conception des équipements en contact avec le gaz produit.

Tableau 5. Gamme de composition du syngaz humide brut attendue en sortie réacteur

Paramètre	Unité	Min	Max
Débit gaz	Nm ³ /h	2,15	3,28
N ₂	%vol	1	63,4
H ₂ O	%vol	7,8	38,3
H ₂	%vol	3,9	36,3
CO ₂	%vol	8,7	33,2
CO	%vol	5,1	16,4
CH ₄	%vol	3,9	8,3
C ₂ H ₂	%vol	0	0,13
C ₃ H ₈	%vol	0,01	0,27
C ₂ H ₆	%vol	0	0,49
C ₂ H ₄	%vol	1,2	7,1
H ₂ S	%vol	0,01	0,23
Benzène-Toluène	%vol	0,11	4,82
Goudrons	%vol	0,05	3,28
NH ₃	%vol	0,02	4,44
HCl	%vol	0	0,5
Poussières	g/m ³	> 0	50

Remarque :

- Les valeurs indiquées ici correspondent aux cas de fonctionnement étudiés. Pour la conception du gazéifieur et de la chaîne de traitement du gaz, une plage de débit de conception de 1,5 à 5 Nm³/h sera retenue ;
- Composition du gaz dépendante de la nature du combustible et des gaz réactifs utilisés ;
- Débit syngaz dépendant des débits de gaz réactifs, du débit solide et de la température ;
- Espèces condensables (lavage barbotage) : H₂O, Benzène, Toluène, Goudrons, NH₃, HCl.

PUBLIC

7.4.6. *Traitement du gaz*

Tableau 6. Paramètres de conception pour le système de dépoussiérage

Paramètre	Unité	Valeurs		
		Min	Max	Nominal
Pression système	bar relatif	0	1	n.a.
Température système	°C	500	600	550
Température gaz entrée	°C	500	600	550
Débit gaz entrée	Nm³/h humide	2	3,5	n.a.
Cyclone : seuil de coupure	µm	n.a.	n.a.	50
Filtre à bougie : grade filtration	µm	n.a.	n.a.	10

Tableau 7. Paramètres de conception pour le système de barbotage

Paramètre	Unité	Valeurs		
		Min	Max	Nominal
Nature solvant	-	Isopropanol		
Pression système	bar relatif	0	1	n.a.
Température gaz entrée	°C	n.a.	n.a.	200
Débit gaz entrée	Nm³/h humide	2	3,5	n.a.
Température pot n°1	°C	n.a.	n.a.	15
Température pot n°2	°C	n.a.	n.a.	0
Température pot n°3	°C	n.a.	n.a.	-20
Volume solvant / pot	L	n.a.	n.a.	~ 10
Volume total solvant	L	n.a.	n.a.	~ 40

Tableau 8. Paramètres de conception pour le système d'adsorption

Paramètre	Unité	Valeurs		
		Min	Max	Nominal
Pression	bar relatif	0	1	n.a.
Température gaz entrée	°C	n.a.	n.a.	20
Débit gaz entrée	Nm³/h sec	1	3	n.a.
Concentration polluants sortie	ppmv	~ 1	n.a.	n.a.

7.4.7. *Instrumentation*

- L'installation devra être équipée de l'instrumentation définie en Annexe 9 ;
- Le positionnement et le repérage de l'instrumentation sont indiqués sur le P&ID en Annexe 5.

7.4.8. *Dispositifs d'injection et de prélèvement de solides*

Le réacteur devra être conçu de manière à permettre l'intégration ultérieure, si nécessaire, de dispositifs d'injection ponctuelle et de prélèvement de solides.

À ce titre :

- Les interfaces mécaniques, procédé et instrumentation nécessaires devront être intégrées dès la conception du réacteur ;

PUBLIC

- Les interfaces devront permettre l'installation ultérieure de ces dispositifs sans modification du réacteur ;
- Le fournisseur proposera en option obligatoire les dispositifs d'injection et de prélèvement compatibles avec les interfaces prévues ;
- Le CEA se réserve la possibilité d'acquérir ces dispositifs lors d'une phase ultérieure.

7.4.9. *Maintenance*

- Fourniture d'une liste de pièces de rechange à titre indicatif ;
- Fourniture d'un plan de maintenance préventive annuel à titre indicatif ;
- Fourniture des procédures de maintenance ;
- Formation du personnel du CEA à la maintenance de l'installation ;
- Conception de l'installation garantissant l'accessibilité, la démontabilité et la maintenabilité des sous-ensembles.

7.5. *Spécifications informatiques*

7.5.1. *Pilotage de l'équipement*

L'équipement doit être pilotable depuis un poste informatique de type PC, de préférence sous Windows.

7.5.2. *Connexion réseau*

L'équipement est raccordé au réseau CEA via ce PC au travers d'une connexion Ethernet dédiée. L'équipementier doit veiller à ce qu'une carte réseau supplémentaire soit installée dans le poste au cas où l'équipement serait relié à l'unique port réseau disponible.

7.5.3. *Bulle réseau instrumentation*

L'équipement est raccordé à une bulle réseau IP dédiée instrumentation selon le schéma de principe ci-dessous :

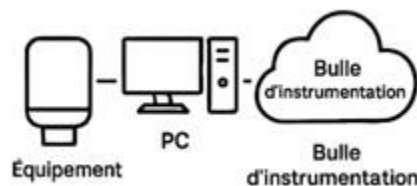


Figure 1 - Schéma de raccordement au réseau CEA

Caractéristiques principales de la bulle réseau instrumentation :

- Pour des raisons de sécurité informatique, il n'y a ni accès à Internet, ni messagerie électronique
- Authentification des sessions utilisateurs via un contrôleur de domaine Active Directory CEA
- Remontée de données sur un stockage réseau mutualisé
- Prise en main à distance réservée au service d'infogérance interne CEA

7.5.4. *Prérequis pour le raccordement*

En préalable au raccordement, le CEA demande à l'équipementier d'évaluer la possibilité :

- D'installer l'antivirus CEA sur le PC (référence fournie sur demande).
- D'installer régulièrement les mises à jour Windows, soit :

PUBLIC

- En intégralité
- Seulement les mises à jour de sécurité

7.5.5. Documentation et procédure

L'équipementier doit documenter la configuration informatique de l'équipement en vue de son raccordement au réseau CEA (configuration d'interface réseau, protocoles à mettre en œuvre, ports à ouvrir, type de données, schéma d'architecture...). L'équipementier fournira une procédure de raccordement réseau.

7.5.6. Disponibilité du contact IT de l'équipementier

La disponibilité d'un contact IT côté équipementier avant et pendant le raccordement est demandée.

7.5.7. Exportation des données

En exploitation, si l'équipement est source de données, celles-ci sont préférentiellement exportées sous forme de fichiers plats (TXT, CSV) ou bureautiques (XLSX, PDF) à déposer dans un stockage réseau prévu à cet effet (infrastructure CEA).

7.5.8. Gestion des accès

- Phase nominale :
 - La session utilisateur est soit nominative soit générique et authentifiée via le contrôleur de domaine Active Directory du CEA.
- Phase de maintenance :
 - La session utilisateur est locale, dispose des droits administrateurs et est au nom du responsable CEA de l'équipement.

7.5.9. Image disque du PC

Sous réserve de faisabilité technique, le CEA effectue une image disque du PC et la conserve sur une ressource réseau. Dans tous les cas, l'équipementier fournit une procédure de réinstallation complète du système et l'intégralité des sources ou fichiers binaires nécessaires (supports amovibles, liens de téléchargement officiels, licences logicielles...).

7.5.10. Mot de passe administrateur

Si le PC est sous Windows, le CEA demande à l'équipementier de lui fournir le mot de passe de la session ADMINISTRATEUR. Ce mot de passe sera ensuite géré par la société prestataire du contrat d'infogérance du CEA.

7.5.11. Télémaintenance extérieure

Si l'équipementier en fait la demande et sous réserve de faisabilité technique, il est possible de mettre en place une solution de télémaintenance extérieure sur la base de l'offre de service du CEA. Pour des raisons de sécurité informatique, les logiciels grand public pour ce type d'usage ne sont pas autorisés. Les phases de télémaintenance sont planifiées et réalisées sous la supervision permanente d'un personnel CEA. Lors de ces phases, l'équipement est physiquement déconnecté de la bulle réseau instrumentation.

PUBLIC

8. ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL, LIEU D'INSTALLATION, LIMITES DE PRESTATION

8.1. Limites de prestation

Les limites de fournitures entre le CEA et le fournisseur sont les suivantes.

Tableau 9. Limites de fournitures entre le CEA et le fournisseur

Éléments	A la charge du CEA	A la charge du fournisseur
Études de conception (APS / APD / réalisation)		X
Fourniture des équipements et matériaux		X
Fabrication et assemblage du skid (réacteur, auxiliaires, tuyauteries, etc.)		X
Contrôle-commande, supervision et instrumentation		X
Essais en atelier (FAT)	X	X
Transport et livraison dans le local		X
Installation de l'équipement dans le local		X
Mise en service de l'installation sur site		X
Essai de réception sur site	X	X
Formation du personnel utilisateur		X
Fourniture des interfaces procédé côté skid (raccordements, brides, interfaces utilisés)		X
Fourniture de la documentation technique DOE (plans, P&ID, schémas, notices, source programme automate, etc.)		X
Fourniture des utilités (électricité, fluides)	X	
Fourniture du système de ventilation de l'équipement	X	
Fourniture du réseau d'événements atmosphériques (sécurité et procédé)	X	
Fourniture des systèmes de détection gaz bâtiment et asservissements sécurité associé	X	
Préparation du local à l'installation (implantation, accessibilité)	X	
Raccordement utilités, événements et ventilation au skid (interfaces site)	X	
Fourniture des consommables pour la mise en service sur site	X	
Gestion déchets et effluents des essais sur site (solvants, adsorbants, résidus solides)	X	

PUBLIC

8.2. Environnement, Facilities

Implantation :

- Equipement à implanter au rez-de-chaussée du hall d'essais du bâtiment 32.03 (pièce 101)
- Hall équipé de moyens de manutention :
 - 2 palans électriques (1 t et 2 t) ;
 - 1 palan à bras sur poutre (2 t)
 - Couverture partielle de la surface du hall
- Implantation à définir en tenant compte des contraintes d'exploitation, de maintenance, d'accessibilité et de manutention
- Plans d'architecture du bâtiment disponibles en annexe 10

Utilités existantes :

- Réseau d'air comprimé du centre distribué vers l'équipement via une platine de distribution (specs à définir selon besoin équipement)
- Réseau d'eau industrielle disponible (4 bar minimum) - non utilisé pour le projet à ce stade ;
- Réseau d'eau de ville disponible (4 bar minimum) ;
- Distribution électrique depuis le TGBT du bâtiment :
 - Puissance disponible : en cours de validation
 - Caractéristiques de l'alimentation : en cours de validation

Utilités qui seront créées par le CEA dans le cadre du projet :

- Réseau d'eau déminéralisée (specs à définir selon besoin équipement) produit à partir d'eau de ville et distribué vers les équipements via une platine de distribution (specs à définir selon besoin équipement) ;
- Réseau azote alimenté par un cadre de bouteilles implanté à l'extérieur du bâtiment et distribué vers les équipements via une platine de distribution ;
- Réseau oxygène alimenté par un cadre de bouteilles implanté à l'extérieur du bâtiment et distribué vers les équipements via une platine de distribution ;
- Réseau hélium alimenté par une bouteille type B50 implantée à l'extérieur du bâtiment et distribué vers les équipements via une platine de distribution ;
- Réseau d'évents atmosphériques pour l'évacuation des rejets gazeux ;
- Système de ventilation mécanique de l'équipement (débit petite vitesse : ~300 m³/h - grande vitesse : ~600 m³/h) ;
- Système de sécurité comprenant la détection gaz (CO, H₂, CH₄, O₂) et la détection incendie

Contraintes du hall :

- Absence de réseau d'évacuation des eaux usées : à confirmer
- Présence d'un puits sans fond dans le hall : à confirmer
- Présence d'une mezzanine métallique sur une partie de la surface du hall (étage)
- Présence de caniveaux techniques recouverts de plaques métalliques (comblement possible par le CEA en cas d'implantation d'équipements ou de charges lourdes).

Le fournisseur transmettra avec son offre les besoins en fluides, alimentation électrique et toutes autres interfaces nécessaires, et complètera l'annexe 2 fournie avec ce cahier des charges.

Si ces éléments ne sont pas connus à la remise de l'offre car nécessitant une étude, alors le fournisseur s'engage à fournir ces données au plus tard à la fin de la phase de conception.

Le **régime de neutre** de l'installation (par exemple, TT, TN-S, IT) doit être explicitement indiqué dans le présent document. Cette mention devra figurer en clair et sans ambiguïté, afin de garantir la

PUBLIC

compatibilité des équipements et la conformité aux règles de sécurité électrique. Le régime classiquement utilisé au CEA Grenoble est TN-S.

Attention :

La complétion de l'annexe 2 permettra au CEA de créer les Piping and Instrumentation Diagrams (PID) pour les fluides ainsi que le PID pour l'alimentation électrique. Ces PID seront ensuite validés par l'équipementier avant le début des travaux.

Communication entre l'équipement et les facilities :

Lorsque l'équipement dépend de certaines facilities (comme l'eau de refroidissement, la ventilation, l'air comprimé...) pour fonctionner en sécurité, le fournisseur doit transmettre au CEA, dès la phase de conception :

- Les conditions nécessaires au bon fonctionnement de l'équipement
- Une analyse de la criticité en cas de dérive des paramètres.

Cette analyse pourra notamment prendre la forme d'une AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité) ou d'une méthode équivalente.

Étude des pertes de facilities :

Chaque perte possible de facility — seule ou combinée avec d'autres — devra être étudiée. Si un risque est identifié, une section spécifique devra être intégrée à la documentation.

Intégration des signaux de sécurité :

Si certains paramètres des facilities peuvent affecter :

- La sécurité du procédé de l'équipement,
- Le fonctionnement en mode sécurisé,
- La sécurité globale de l'installation,

Alors, le fournisseur devra intégrer dans la boucle de sécurité ou dans l'automatisme les signaux nécessaires pour permettre un arrêt d'urgence ou un arrêt contrôlé selon le niveau de criticité.

Protocole de communication :

Enfin, si le fonctionnement de l'équipement peut, à l'inverse, perturber de manière significative les facilities de l'installation, le fournisseur devra proposer au CEA un protocole de communication permettant d'anticiper et de gérer ces impacts.

8.3. Modalités d'intervention sur le site du CEA

L'accès au site du CEA est strictement réglementé. Les conditions applicables sont décrites dans les documents EQ/CS23-10 (Règles applicables aux entreprises extérieures) et EQ/CS23-11 (Applicable rules for outside companies), fournis avec le dossier de consultation. Ces modalités sont également valables pour la société sous-traitante du fournisseur qui livrera l'équipement.

Plan de prévention :

Le CEA établira, en collaboration avec le fournisseur et ses sous-traitants éventuels, un plan de prévention global pour les prestations d'installation et de démarrage de l'équipement.

PUBLIC

Matériel de sécurité :

Le prêt de matériel, y compris le matériel de sécurité, étant interdit au CEA, le fournisseur et ses éventuels sous-traitants doivent fournir les matériels de sécurité nécessaires à la prévention des risques spécifiques générés par leur intervention (EPI, EPC...). Ils assureront le remplacement et la réparation de ce matériel et, le cas échéant, veilleront à sensibiliser et former de manière réglementaire leur personnel à leur utilisation. Ce matériel obéira à la réglementation en vigueur et disposera d'un certificat de conformité.

Équipements de sécurité collectifs :

Le fournisseur et ses éventuels sous-traitants doivent fournir tous les équipements de sécurité collectifs visant à prévenir les accidents liés aux travaux, tels que :

- Balisage des zones de travaux
- Balisage des zones de circulation
- Balisage des zones de manutention
- Balisage et mise en place de barrières autour des fosses et des différences de niveau

Ils effectueront et veilleront à leurs retraits dès lors que la prestation ne justifie plus la présence de balisage.

Accès spécifique pour les livraisons :

Compte tenu des contraintes d'accès au site du CEA, le fournisseur devra fournir une liste restreinte de personnes susceptibles d'accéder au CEA :

- Pour les résidents UE, 10 jours calendaires avant la livraison
- Pour les résidents non-UE, 25 jours calendaires avant la livraison

8.4. Livraison

Organisation de la livraison et de l'installation :

Pour la bonne organisation de la livraison et de l'installation au CEA, une liste de colisage devra être communiquée au CEA a minima 2 mois avant la livraison. Cette liste devra comprendre les renseignements suivants :

- Le poids total net de l'ensemble
- Le nombre de colis pour transporter l'équipement
- Le poids et la taille (longueur x largeur x hauteur) de chacun de ces colis
- Le nombre de points d'appui (pieds) ainsi que le poids supporté par chacun
- La nécessité éventuelle d'outillages spécifiques ou d'un chariot élévateur pour la mise à poste
- Le plan de déchargement

Dès lors que le déchargement nécessite l'utilisation d'appareils de levage (chariot élévateurs, grue...), un protocole de sécurité complétant le plan de prévention sera établi préalablement à l'opération de déchargement.

Tout matériel livré devra porter la référence de la commande ainsi que le nom du destinataire sur chacun des éléments de la liste de colisage.

Présence du fournisseur :

Le fournisseur devra prévoir toutes les dispositions pour décharger et installer l'équipement (plan de déchargement et plan d'installation). **Le fournisseur devra être présent lors du déchargement de**

PUBLIC

tout équipement nécessitant une surveillance particulière en raison de sa taille, de sa valeur ou de sa complexité.

Lieu d'installation :

Le matériel devra être installé sur le site de Grenoble dans le bâtiment 32.03 :

- Pièce 101 (hall d'essais) : équipement complet
- Pièce 102 (salle de contrôle) : supervision déportée

Contraintes logistiques

Le fournisseur devra prendre en compte les contraintes logistiques liées à l'implantation des équipements (encombrement maximal, poids, accès par portes, rampes, escaliers, ascenseurs, hauteur maximale...).

Contraintes dimensionnelles et de charge

- L'implantation de l'équipement devra être compatible avec les caractéristiques du hall d'essais et les infrastructures existantes ;
- Une visite sur site est obligatoire avant la remise du dossier de candidature et devra permettre au fournisseur de vérifier les contraintes d'implantation et de proposer une solution adaptée ;
- Le passage des équipements ou de leurs supports au droit des caniveaux techniques est autorisé sous réserve de la mise en œuvre, par le fournisseur, de dispositifs de répartition de charge adaptés ;
- Le fournisseur devra fournir les descentes de charge en pied d'équipement pour les différents cas de charge considérés conformément aux Eurocodes ;
- Le fournisseur devra préciser ses besoins en ancrages au sol ;
- La vérification de la tenue du dallage et des fondations existantes, ainsi que la réalisation éventuelle de fondations complémentaires, seront à la charge du CEA.

Conditionnement et évacuation des déchets

L'équipement et l'ensemble de ses périphériques devront être livrés propres et conditionnés de manière sérieuse et appropriée. Les plateaux de transport, palettes et caisses d'emballage devront être adaptés aux poids et volumes des éléments afin d'assurer un transport sécurisé et éviter tout litige lié à un mauvais conditionnement.

L'ensemble des plateaux de transport, palettes et caisses d'emballage devront être évacués par le fournisseur (traitement des déchets d'emballage non pris en charge par le CEA).

Horaires de livraison

Les livraisons seront effectuées entre 8h et 12h du lundi au vendredi.

9. DELAIS

L'ensemble des délais évoqués ci-après sont des délais donnés à titre indicatif.

Etapes	Délais
Etude APS	$T_0^* + 2$ mois
Etude APD	$T_0^* + 6$ mois
Contrôle sur lieu de fabrication (FAT)	$T_0^* + 12$ mois
Livraison de l'Equipement sur le site du CEA	$T_0^* + 13$ mois
Formation sur le site du CEA	$T_0^* + 14$ mois
Réception de l'équipement sur site (SAT)	$T_0^* + 14$ mois

PUBLIC

*le T_0 correspondant à la date de notification de la commande par le CEA.

Le fournisseur, pour faciliter le respect des délais de livraison et de réception, devra transmettre dans les meilleurs délais les annexes permettant l'installation de l'Equipement (caractéristiques des besoins en fluide, alimentation électrique et toutes autres interfaces nécessaires (Annexe 2), fiche d'identification des sources de dangers (Annexe 3), annexes des consommations de l'équipement...) ou tout autre élément nécessaire.

10. ETUDES DE CONCEPTION ET LIVRABLES ASSOCIES

Le fournisseur réalisera les études nécessaires à la définition détaillée de l'équipement. Ces études seront réalisées en deux phases : Avant-Projet Sommaire (APS) et Avant-Projet Détaillé (APD). Les livrables associés seront soumis à validation du CEA avant passage à la phase suivante.

10.1. APS

L'APS devra permettre de valider les choix techniques principaux et l'architecture générale de l'équipement.

L'APS comprendra notamment :

- Description de la solution technique proposée et justification des choix principaux ;
- Architecture générale de l'installation et découpage en sous-ensembles ;
- Schéma de principe du procédé ;
- Principales caractéristiques des équipements (encombrements, capacités, conditions opératoires principales) ;
- Définition des matériaux principaux et des conditions de conception ;
- Implantation prévisionnelle de l'installation dans le hall ;
- Identification des besoins en utilités et interfaces ;
- Principes généraux d'instrumentation, de contrôle-commande et de supervision ;
- Principes de fonctionnement et principales séquences opératoires ;
- Principes de mise en sécurité de l'installation et identification des principaux risques.

10.2. APD

L'APD devra permettre de figer la conception de l'équipement avant lancement de la fabrication.

L'APD comprendra notamment :

Conception procédé et mécanique

- Schémas procédé et instrumentation (P&ID) détaillés ;
- Plans d'ensemble et plans d'implantation détaillés ;
- Définition des dimensions, encombrements et caractéristiques principales des équipements ;
- Définition des interfaces mécaniques, procédé et utilités ;
- Notes de dimensionnement nécessaires à la justification des choix techniques si besoin ;
- Nomenclature des équipements.

Instrumentation, automatisme, contrôle-commande et acquisition de données

- Liste détaillée des instruments ;
- Architecture du système de contrôle-commande ;
- Description des boucles de régulation et séquences automatisées ;
- Gestion des alarmes, sécurités et arrêts automatiques ;
- Définition des interfaces homme-machine exploitation et maintenance ;

PUBLIC

- Architecture du système d'acquisition des données expérimentales ;
- Définition des paramètres acquis, des fréquences d'acquisition et des modalités d'enregistrement des données ;
- Définition des formats de sauvegarde et des modalités d'export des données.

Électricité

- Bilan des puissances électriques ;
- Architecture générale de distribution électrique ;
- Définition des armoires et équipements électriques principaux ;
- Schémas électriques ;
- Identification des besoins en raccordement électrique.

Sécurité et conformité

- Analyse de risques détaillée ;
- Définition des dispositifs de sécurité ;
- Prise en compte des exigences réglementaires applicables ;

Organisation de réalisation

- Planning détaillé de réalisation ;

10.3. Réception

Les livrables associés aux phases APS et APD seront transmis au CEA pour revue et validation.

La réception par le CEA permettra d'autoriser le passage à la phase suivante :

- Validation de l'APS avant engagement des études APD ;
- Validation de l'APD avant lancement de la fabrication de l'équipement.

Les remarques formulées par le CEA devront être intégrées par le fournisseur avant poursuite du projet.

11. QUALITE

Pour l'ensemble de ses activités, le fournisseur devra répondre aux exigences de la norme ISO9001.

Des écarts significatifs et/ou répétés à ce cahier des charges sont notifiés au fournisseur (sous forme de mail-anomalie ou Fiche d'amélioration) pour action corrective dans un délai imparti. En cas d'écarts ou d'actions correctives non réalisées, des pénalités sont appliquées au prestataire en référence au contrat.

Le CEA Grenoble se réserve la possibilité de contrôler à tout moment, le fonctionnement effectif du système, au moyen d'audits qualité qui peuvent être réalisés dans les locaux du prestataire et sur le site du CEA Grenoble.

Les éventuelles mesures réalisées par le fournisseur pour les tests de réception devront être conformes aux exigences du paragraphe 7.1.5 de l'ISO 9001 (Ressources pour la surveillance et la mesure). Si le fournisseur sous-traite ces mesures, elles devront être accompagnées d'un certificat de conformité.

PUBLIC**12. SECURITE ET CONFORMITE**

Comme exigé dans les conditions générales d'achat du CEA, le fournisseur s'engage à considérer la sécurité comme une priorité absolue dans la conception, la préparation et l'exécution des prestations objet du Marché.

Il prend connaissance et applique les « règles applicables aux entreprises extérieures du centre de Grenoble » fournies avec le dossier de consultation.

Il applique, tant pour ce qui le concerne que pour ce qui concerne les sous-traitants éventuels quel qu'en soit le rang, les dispositions législatives et réglementaires en matière de sécurité et de protection de l'environnement.

L'équipement devra être conforme aux réglementations en vigueur.

L'équipement sera certifié CE, fera l'objet d'un « marquage CE » et sera accompagné d'une déclaration CE de conformité (cf. §14 Documentation équipement).

Il est demandé au fournisseur de se faire assister par un organisme de contrôle français pour vérifier la conformité réglementaire dès la phase de conception de l'équipement.

12.1. Identification des sources de danger

Le CEA pourra demander au fournisseur une description des sources de dangers résiduels de l'équipement et notamment les informations suivantes :

- Les informations sur les dangers résiduels pour les opérateurs
- Les interactions entre l'équipement et son environnement (rejets de gaz ou produits chimique, champs électromagnétiques, bruit...)

Dans le cas où l'identification des sources de dangers est requise, le CEA en fera la demande au plus tard lors de la réunion de lancement du marché. Le fournisseur s'appuiera sur l'annexe 3 du Cahier Des Charges : Identification des dangers résiduels.

Le fournisseur devra transmettre cette analyse au CEA, dès la phase de conception (cf.§13 Documentation).

12.2. Risques liés aux facilities

- Aucune contrainte particulière liée aux utilités n'a été identifiée, à l'exception du réseau d'oxygène ;
- Le fournisseur devra prendre en compte les exigences associées à l'utilisation d'oxygène pur (compatibilité des matériaux et équipements, conception adaptée) ;

12.3. Dispositif de sectionnement et séparation des alimentations en énergie

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

12.4. Dispositif de consignation des alimentations en énergie

Un dispositif de consignation des alimentations avec dissipation des énergies résiduelles doit être prévu sur l'équipement, pour chaque source d'énergie de la machine.

PUBLIC

12.5. Arrêt d'urgence

Les boutons poussoirs d'arrêt d'urgence doivent être munis d'une protection contre les manœuvres involontaires. Comme par exemple sur la photo ci-jointe.



12.6. Raccordement en air comprimé ou azote « service »

Lorsque l'équipement utilise de l'air comprimé 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.

12.7. Risques liés à l'électricité

Généralités

L'équipement devra être conforme à la réglementation en vigueur, notamment :

- « Matériel électrique destiné à être employé dans certaines limites de tension » 2014/35/EU.
- « Compatibilité électromagnétique » 2014/30/EU.
- « Limitation de substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques » (2011/65/UE).
- Norme NF EN 61010-1.

12.8. Présence d'un onduleur (UPS)

Dans le cas où la totalité de l'équipement doit être alimentée 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'équipement seulement est alimentée par un onduleur interne intégré par le constructeur, 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 NF EN 60204.

12.9. Risques liés à l'incendie

Les détecteurs intégrés à l'équipement n'auront par défaut 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.

PUBLIC

Si le fournisseur juge nécessaire de connecter son système incendie avec le système de sécurité incendie du bâtiment, il devra préalablement se rapprocher du CEA pour s'assurer de la compatibilité de l'ensemble du système.

Les matériaux utilisés pour la conception et la fabrication de l'installation devront être classés M0.

12.10. Risques liés à l'explosion

L'équipement devra être conforme à la réglementation en vigueur, notamment la directive « ATEX » 2014/34/UE.

Le skid sera caréné et raccordé à un système de ventilation permettant le dézonage ATEX Gaz de son volume interne en fonctionnement normal. Cette disposition permet de considérer l'intérieur du skid comme non classé ATEX Gaz et, sous réserve de validation de l'analyse de risques du fournisseur, ne nécessite pas l'utilisation de matériels certifiés ATEX à l'intérieur de l'équipement. En cas de détection de gaz combustible (H_2 , CH_4) dans le flux de ventilation, l'alimentation électrique de l'installation sera automatiquement coupée.

12.11. Risques liés aux produits chimiques

Lorsque l'équipement met en œuvre des produits chimiques présentant des risques pour la santé et la sécurité des opérateurs, le fournisseur devra détailler dans l'analyse des risques les mesures de protection mises en place lors des phases de travail normal ou dégradé ou de maintenance.

- Lorsque des produits chimiques (solides, gazeux ou liquides) seront approvisionnés par le fournisseur, il devra fournir la liste complète des produits, ainsi que les fiches de données de sécurité en français de chacun des produits.
- 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.
- 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. 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 fournisseur remettra au CEA les fiches techniques et FDS des isolants thermiques mis en œuvre en privilégiant des produits isolants thermiques les moins dangereux (non CMR). L'utilisation de CMR de catégorie 1a et 1b est INTERDITE. L'emploi de produits isolants thermiques classés CMR de catégories 2 devra être justifiée par le fournisseur et validé préalablement par le CEA.
- Le fournisseur fournira au CEA la liste des fluides frigorigènes utilisés dans l'équipement et fournira les FDS associées.
- Si l'équipement est susceptible de contenir des matériaux concernés par les réglementations liées aux perfluoroalkylés et polyfluoroalkylés (arrêté du 20 juin 2023) et aux « Substances of Very High Concern » (SVHC) (au titre du règlement européen UE 1907/2006), le fournisseur en informera le CEA lors de la phase de conception.

12.12. Risques liés aux manutentions

Pour les parties de l'équipement nécessitant des manutentions : composants, récipients, réacteur, 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.

PUBLIC

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

Possibilité d'utiliser les moyens de levage existants du hall, sous réserve de compatibilité entre leurs caractéristiques, leur zone de couverture et l'implantation de l'équipement proposé.

12.13. Risques liés aux appareils sous pression

L'équipement devra être conforme aux réglementations en vigueur, et notamment :

- Directive « Pression » 2014/68/UE.

Le titulaire du marché transmettra avec les équipements sous pression de sa fourniture à minima les éléments suivants :

- La déclaration de conformité de l'équipement sous pression ;
- La présence d'une plaque de conformité CE sur les équipements concernés ;
- La notice d'instruction de service ;
- La valeur de la pression maximale admissible (PS) ;
- La valeur de la température maximale admissible (TS) ;
- Le volume utile pour les réservoirs ;
- Les diamètres des sections pour les canalisations le cas échéant ;
- Les PV de tarage et certificat des accessoires de sécurité.

Le CEA se réserve le droit d'organiser à sa charge une visite en usine par un organisme de contrôle.

12.14. 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, le fournisseur devra privilégier la mise en place d'équipements de protection collective (ex. plateforme de travail intégrée avec garde-corps conformes aux normes en vigueur) voire à défaut la mise en œuvre d'équipement de protection individuelle (ex. des points d'ancrage ou lignes de vie conformes aux normes en vigueur). Dans ce dernier cas, la documentation technique devra en faire très distinctement référence, de manière à mettre en œuvre les contrôles réglementaires associés.

Dans le cas de la mise en œuvre d'équipement de protection individuelle, la notice d'instruction devra clairement décrire les consignes de sécurité pour la réalisation des opérations nécessitant ce port d'équipement de protection individuelle.

12.15. Risques liés aux rayonnements optiques artificiels

Ce sont les rayonnements visibles, infrarouge, ultraviolets qu'ils soient cohérents (type laser) ou incohérents.

La conception, la mise en œuvre et l'étiquetage des équipements concernés devront être conformes à la réglementation et aux normes en vigueur.

Le fournisseur devra fournir au CEA dès la phase de conception les informations sur les rayonnements optiques artificiels utilisés sur l'équipement et notamment les risques pour les utilisateurs

12.16. Risques liés au bruit

Si l'équipement est concerné par la définition de machine, il devra être conforme à la réglementation en vigueur, notamment le règlement européen UE 2023/1230.

PUBLIC

12.17. Risques liés aux températures

Si l'équipement est concerné par la définition de machine, il devra être conforme à la réglementation en vigueur, notamment le règlement européen UE 2023/1230.

12.18. Signalisation

Si l'équipement est concerné par la définition de machine, il devra être conforme à la réglementation en vigueur, notamment le règlement européen UE 2023/1230.

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

12.19. Conformité de l'équipement et contrôles réglementaires

Le CEA fera réaliser par un organisme agréé de son choix les contrôles réglementaires nécessaires, pour s'assurer de la conformité de l'équipement fourni.

Les éventuelles non-conformités seront corrigées au plus tôt par le Fournisseur sans que celui-ci puisse argumenter une quelconque indemnité. En fonction de la gravité des anomalies relevées, le CEA peut décider de suspendre la réception définitive dans l'attente de la résolution des problèmes (cf. article 30 du chapitre 11 des CGA).

12.20. Contrôle machine

L'équipement devra être conforme à la réglementation en vigueur, notamment au règlement européen UE 2023/1230. Elle devra être accompagnée :

- Du marquage CE de la machine ;
- De la déclaration de conformité ;
- De la notice d'instructions en français comprenant les différents plans, schémas et documents nécessaires à son installation, sa mise en service, son exploitation, son réglage, son montage et son démontage.

Le CEA pourra faire réaliser un contrôle machine sur le lieu de fabrication par un organisme de contrôle de son choix. Le rapport issu de ce contrôle sur le lieu de fabrication devra être vierge de toute non-conformité. Toutes les remarques formulées par l'organisme de contrôle devront être prise en compte par le titulaire du marché qui réalisera les modifications sans qu'il puisse être demandé au CEA une participation de quelque nature que ce soit.

Dans tous les cas, un second contrôle devra être fait après installation de l'équipement sur le site.

Si l'équipement répond à la définition de machine, la conception des systèmes de commande liés à la sécurité devra être effectuée selon la norme EN ISO 13849-1. Le titulaire du marché devra fournir au CEA :

- La liste des systèmes de commande liés à la sécurité (SRP/CS)
- Le raisonnement suivi lors de la conception (par exemple, les défauts pris en compte, les défauts exclus)
- Le résultat du niveau de performance requis (PLr)
- Le niveau de performance atteint (PL)
- Indiquer l'outil de calcul utilisé (ex : SIStema)

PUBLIC

12.21. Contrôle réglementaire électrique

Le CEA est attentif au bon dimensionnement des alimentations électriques des équipements connectés à son réseau électrique.

Afin de permettre le bon dimensionnement de l'alimentation, le fournisseur devra transmettre au CEA l'ensemble des informations électriques de l'équipement dont les puissances cumulées déterminées par calcul (ex : via l'outil ELIE BT).

Le CEA fera réaliser une fois l'équipement installé sur site un contrôle réglementaire électrique avant la première mise en service par un organisme de contrôle agréé de son choix.

13. CLAUSE ENVIRONNEMENTALES

13.1. Durabilité du matériel / Faciliter la maintenabilité et l'évolutivité de l'équipement

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

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

- À concevoir un équipement intégrant des matériaux robustes avec une durabilité de vie prolongée
- À proposer un équipement offrant une possibilité d'évolutivité ou d'adaptation (par exemple par l'ajout de châssis)
- À s'assurer que les composants de l'équipement sont facilement démontables et réparables
- À proposer une formation d'utilisation de l'Equipement en lien avec l'exécution de la clause

Le titulaire demeure libre de soumettre toute solution alternative autre entrant dans le champ d'application de la présente clause.

Le titulaire s'engage à fournir des recommandations afin de prolonger la durée de vie de l'Equipement au cours de l'exécution du contrat.

14. DOCUMENTATION EQUIPEMENT

Le fournisseur de l'équipement s'engage à fournir au plus tard avant la SAT (Site Acceptance Test), l'ensemble des documents techniques et administratifs relatifs à l'équipement (liste non exhaustive).

Cette documentation inclura à minima :

- La notice d'instructions rédigée en français (incluant la déclaration de conformité CE, conformément au règlement européen UE 2023/1230) ;
- L'identification des sources de danger (Cf. Annexe 3) et les instructions de sécurité. Ces documents permettront l'élaboration d'une analyse de risque de l'équipement coconstruite entre le CEA et l'équipementier (au plus tard avant la SAT) (cf §12.1) ;
- Le cas échéant, les notices techniques et d'installation de tous les appareils du commerce, accompagnées de leurs certificats de calibration, en particulier pour les capteurs de mesure ;
- La liste des pièces détachées et consommables pour la maintenance usuelle, avec les coûts et délais d'approvisionnement.

Le fournisseur devra fournir :

- Les plans et schémas procédé (ensemble, tuyauterie et instrumentation) ;

PUBLIC

- Le dossier de conception définitif de l'équipement ;
- Les sources des programmes automate et supervision, documentées et non protégées.
- Le schéma de l'architecture informatique ;
- La nomenclature des entrées/sorties (avec numéros de tag reportés sur les schémas électriques) ;
- Le dossier constructeur, les plans TQC (Tuyauterie, Qualité, Contrôle), ainsi que le dossier électrique et contrôle-commande (incluant analyse fonctionnelle et plans) ;
- Le cas échéant, le plan de zonage ATEX de l'équipement ainsi que les certificats de conformité des matériels ATEX ;
- Toutes autres pièces exigées par les réglementations applicables.

15. CONDITIONS DE RECEPTION

15.1. Décomposition de la réception

15.1.1. Phase FAT – Contrôle et tests en usine

Les essais à réaliser sur le site du fournisseur doivent être définis par le CEA et validés par le fournisseur.

La FAT comprendra au minimum les essais suivants :

- Étalonnage et vérification des performances du système d'alimentation en combustibles solides ;
- Essai d'alimentation en combustibles solides, réacteur ouvert et à température ambiante, afin de vérifier le fonctionnement du système d'alimentation et le point d'injection dans le réacteur ;
- Essai de fluidisation du lit, réacteur ouvert, avec média de fluidisation, permettant de vérifier la qualité de la fluidisation, l'homogénéité du bouillonnement et l'absence de dysfonctionnement apparent ;
- Essai de fonctionnement du système de lavage du gaz (barbotage) avec gaz neutre et solvant, dans des conditions représentatives de fonctionnement. Si cet essai ne peut être réalisé pour des raisons de sécurité, ses modalités seront définies conjointement avec le CEA et une partie des vérifications pourra être reportée à la SAT ;
- Essai de fonctionnement de l'installation sous azote, sans alimentation en combustible solide, à 950 °C et 0,5 barg, permettant de vérifier :
 - le fonctionnement des équipements et sous-systèmes ;
 - le contrôle-commande et la supervision ;
 - l'acquisition, l'enregistrement et l'export des données ;
 - le bon fonctionnement de l'instrumentation ;
- Essai de tenue de l'installation aux conditions maximales de fonctionnement (1000 °C et 1 barg), sans alimentation en combustible solide, permettant de vérifier la capacité de l'installation à atteindre et maintenir ses limites de fonctionnement ;
- Vérification du fonctionnement des alarmes, des arrêts d'urgence et des fonctions de mise en sécurité ;
- Vérification des échanges entre les automates, la supervision et le système d'acquisition des données ;
- Vérification de l'étanchéité de l'installation dans les conditions opératoires.

Le CEA fournira les combustibles solides, le média de fluidisation et le solvant nécessaires à la réalisation des essais.

A l'issue de la FAT, un procès-verbal suivant le formalisme CEA est alors établi et signé par les deux parties.

PUBLIC

Ce PV permet d'accepter le dossier de contrôle usine et de lister les réserves.

15.1.2. *Phase SAT – Contrôle et tests sur le site du CEA*

Les essais à réaliser sur le site du CEA doivent être définis par le CEA et validés par le fournisseur.

La SAT comprendra au minimum les essais suivants :

- Un essai de fonctionnement à vide, sous azote, sans alimentation en combustible solide, permettant de vérifier le bon fonctionnement de l'installation, du contrôle-commande, de la supervision, de l'acquisition des données, de l'instrumentation et des systèmes de sécurité à une température de 950 °C et une pression de 0,5 barg ;
- Un essai de fonctionnement en charge avec alimentation en granulés de bois, permettant de vérifier le bon fonctionnement du procédé de gazéification et des équipements associés à une température de 950 °C et une pression de 0,5 barg. Cet essai comprendra notamment la vérification :
 - du fonctionnement de l'alimentation en combustibles solides ;
 - du fonctionnement du réacteur de gazéification ;
 - du fonctionnement de la chaîne de traitement du gaz ;
 - du contrôle-commande, de la supervision et de l'acquisition des données ;
 - des alarmes et fonctions de sécurité.

Si des remarques ont été formulées lors de la réception en usine (FAT), il faudra vérifier que les actions correctives mises en place répondent bien aux exigences de sécurité.

Les tests de réception doivent couvrir l'ensemble des spécifications de la section §77.3.3.

Chaque exigence doit être évaluée (conforme / non conforme / partiellement conforme), et les résultats doivent être consignés.

Avant de prononcer la réception, le fournisseur devra remettre l'ensemble des procès-verbaux de tests et de contrôles effectués lors de la SAT.

15.2. Critères de réception

La réception sera prononcée si :

- L'équipement est conforme aux obligations réglementaires (cf. §12.19).
- L'équipement répond à toutes les exigences techniques contractuelles (cf. §7).

Lorsque la vérification d'un critère de réception nécessite une mesure, les moyens utilisés doivent être des équipements de contrôle, de mesure et d'essai (ECME), au sens de la norme ISO 9001.

Concernant les équipements de mesure :

- Les mesures doivent être réalisées avec des ECME conformes.
- Le fournisseur doit fournir les certificats d'étalonnage avec un raccordement COFRAC ou équivalent.

15.3. Prononciation finale de la réception sur site

La réception est définitivement prononcée lorsque :

- L'équipement a été livré en totalité
- L'installation et la mise en service sont terminées
- Les contrôles et essais de qualification ont été passés avec succès

PUBLIC

- La conformité réglementaire a été approuvée. Le cas échéant, conformité machine selon l'UE 2023/1230, suivant rapport délivrée par un organisme agréé par le CEA, sans aucune non-conformité.
- Le cas échéant, conformité relative aux risques particuliers (ATEX, équipements sous pression, etc.) validée par un organisme agréé (cf. §12.10)
- La documentation complète de l'équipement a été livrée (cf. §14)

Un procès-verbal suivant le formalisme CEA est alors établi et signé par les deux parties.

Ce PV permet d'accepter le dossier de contrôle et d'éventuellement lister les réserves.

16. FORMATION

Le fournisseur s'engage à dispenser les formations suivantes. Une attestation de formation sera établie par le fournisseur en listant les personnes formées et leur niveau d'intervention.

16.1. Formation sur l'utilisation de l'équipement

Le fournisseur s'engage à dispenser une formation portant sur l'utilisation de l'Equipement pour 4 à 6 personnes (à préciser par le CEA au plus tard 1 mois avant la livraison sur site de l'équipement).

Le fournisseur indiquera dans son offre le nombre de jours de formation nécessaires.

Cette formation concernera :

- La préparation de l'équipement avant essai ;
- La prise en main du système de contrôle-commande et des automatismes ;
- La conduite et le suivi des essais en fonctionnement normal ;
- La gestion des alarmes et des situations de fonctionnement dégradé ;
- L'acquisition, l'exploitation et la sauvegarde des données expérimentales.

16.2. Formation sur la maintenance

Le fournisseur s'engage à dispenser une formation portant sur la maintenance de premier niveau et avancée pour 2 à 3 personnes (à préciser par le CEA au plus tard 1 mois avant la livraison sur site de l'équipement). Le fournisseur indiquera dans son offre le nombre de jours de formation nécessaires.

Cette formation comprendra :

- Les opérations de préparation de l'équipement pour les interventions de maintenance ;
- Les opérations de vidange, de remplacement des consommables, de démontage, de nettoyage et de remontage des principaux sous-ensembles ;
- La prise en main du système de contrôle-commande en mode maintenance ;
- La réalisation des opérations de maintenance préventive courante ;
- La présentation des procédures de maintenance et des consignes associées.

17. GARANTIE

L'équipement est garanti contractuellement 1 an à dater de la réception contre tout vice de matière, de fabrication, de montage et de fonctionnement, en conformité avec les spécifications techniques du cahier des charges.

Cette garantie couvre les pièces (hors consommables), la main d'œuvre, les transports et les déplacements.

PUBLIC

Pendant la période de garantie, le fournisseur s'engage à intervenir pour les dépannages au plus tard dans les 5 jours ouvrés suivant la réception d'un courrier électronique de demande d'intervention du CEA. Ces prestations sont effectuées tous les jours, du lundi au vendredi de 8 heures à 17 heures.

En cas d'indisponibilité, la période de garantie est prolongée d'une durée équivalente au temps d'arrêt de l'Equipement.

18. CONTRAT DE MAINTENANCE

Aucun contrat de maintenance n'est demandé au fournisseur dans le cadre de cette consultation.

19. ELEMENTS A FOURNIR EN REPONSE A LA CONSULTATION

- Commentaires de l'Equipementier sur le Cahier des charges Equipement (cf. Annexe 1) ;
- Caractéristiques complétées des besoins en fluide, alimentation électrique et toutes autres interfaces nécessaires (cf. Annexe 2) ;
- Fiche d'identification des sources de dangers (cf. §12.1) ;
- Durées et descriptions des formations prévues ;
- Le chiffrage des options obligatoires, le chiffrage des options facultatives ;
- Planning prévisionnel d'étude, de fabrication, de réception et de mise en service ;
- Exemple(s) de réalisation(s) similaire(s) démontrant le savoir-faire et la pertinence technique du fournisseur, en particulier concernant la partie alimentation solide et réacteur à lit fluidisé ;
- Offre financière détaillée conformément aux exigences du présent cahier des charges.

Le CEA demande au fournisseur de décomposer la proposition financière selon les postes suivants :

- Poste 1 : Études, conception et gestion de projet
 - Études APS/APD ;
 - Coordination technique ;
 - Documentation associée.
- Poste 2 : Système d'alimentation en combustibles solides
 - Équipements mécaniques ;
 - Instrumentation et équipements associés.
- Poste 3 : Système d'alimentation en gaz procédé
 - Distribution des gaz procédé ;
 - Production et alimentation en vapeur d'eau ;
 - Instrumentation et équipements associés.
- Poste 4 : Réacteur de gazéification
 - Réacteur et système de chauffage associé ;
 - Instrumentation et équipements associés.
- Poste 5 : Système de traitement du gaz
 - Dépoussiérage ;
 - Lavage du gaz ;
 - Adsorption sur lit solide ;
 - Instrumentation et équipements associés.
- Poste 6 : Automatisme, contrôle-commande, supervision, acquisition des données, armoires électriques
- Poste 7 : Assemblage final, essais FAT, transport, installation, essais SAT, formation
- Poste 8 : Options obligatoires

PUBLIC

ANNEXES

FOR 533_Annexe_1.xlsx : Retour du fournisseur sur le Cahier des Charges

FOR534_Annexe_2.xlsx : Spécifications pour l'installation d'un équipement

FOR535_Annexe_3.xlsx : Fiche d'identification des sources de dangers

Annexe_4.pdf : Schéma bloc du procédé

Annexe_5.pdf : Schéma P&ID de principe

Annexe_6.pdf : Déroulement type d'un essai

Annexe_7.xlsx : Analyse fonctionnelle détaillée

Annexe_8.xlsx : Compositions chimiques combustibles solides

Annexe_9.xlsx : Spécifications de l'instrumentation

Annexe_10.pdf : Plan d'architecture bâtiment 3203