

Direction Physique et Analyse

# CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL DE CONSULTATION

Affaire n°2026-0003-26-MES-SOL

Fourniture, installation et mise en service d'un (équipement d'Ecrasement Grain à Grain : mesure des tailles (longueur et diamètre) et écrasement automatisé d'objets catalytiques mis en forme

Le Candidat reconnaît avoir pris connaissance du présent document et l'accepte dans son intégralité.

Fait à :

Le :

Raison sociale :

Nom et Fonction du signataire :

Cachet de l'entreprise, Signature précédée de la mention manuscrite "Lu et approuvé", et Paraphe de toutes les pages du présent document.

## Sommaire

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>3</b>
1.1 CONTEXTE.....	3
<b>2. SPECIFICATION GENERALE .....</b>	<b>4</b>
2.1 DESCRIPTION DE L'INSTALLATION .....	4
2.2 LOGIGRAMME EXEMPLE .....	5
2.3 TABLEAU D'EXPRESSION FONCTIONNELLE DES BESOINS .....	6
2.4 EXPRESSION DES PRATIQUES D'OPERATION ET D'EXPLOITATION SUR SITE .....	20
2.5 INSTALLATION DESCRIPTION PROCESS ET RECEPTION .....	21
2.5.1 Conditions de fonctionnement de l'installation ou de l'équipement .....	21
2.5.2 Conditions Informatiques, pilotage et logiciel .....	21
<b>3. SPECIFICATIONS TECHNIQUES DES UTILITES &amp; INFRASTRUCTURES .....</b>	<b>23</b>
<b>4. SPECIFICATIONS TECHNIQUES METROLOGIE.....</b>	<b>24</b>
<b>5. SPECIFICATIONS TECHNIQUES SYSTEME INFORMATIQUE.....</b>	<b>24</b>
<b>6. SPECIFICATIONS TECHNIQUES SYSTEME AUTOMATISME &amp; APPLICATIF .....</b>	<b>24</b>
<b>7. SPECIFICATIONS ATTENDUS D'ECO-CONCEPTION .....</b>	<b>25</b>
<b>ANNEXE 1 DEFINITIONS .....</b>	<b>26</b>
<b>ANNEXE 2 LISTE DES DOCUMENTS TECHNIQUES RELATIFS AU CDCF .....</b>	<b>31</b>

## 1. INTRODUCTION

### 1.1 Contexte

Dans le cadre de ses missions de recherche et de réalisations d'analyses pour des clients internes et externes, IFPEN souhaite acquérir un équipement automatisé destiné à la réalisation de mesures de longueurs et d'écrasements sur des objets millimétriques, de type extrudés et billes (supports, catalyseurs ou adsorbants).

Actuellement, une installation existe pour limiter les opérations manuelles, et dégager ainsi les analystes de tâches répétitives, tout en améliorant la qualité des résultats statistiques via l'augmentation significative du nombre d'objets analysés. Mais cette installation est devenue obsolète dans différentes tâches (système de préhension, mesure de longueurs mais pas de diamètre, système d'acquisition des images et environnement informatique) et n'est plus adaptée à la nouvelle génération d'objets.

L'acquisition de cette nouvelle installation permettra de caractériser plus finement la tenue mécanique de matériaux catalytiques tout en continuant à améliorer la robustesse et la qualité des analyses.

Date de livraison souhaitée sur site : **septembre 2026**

L'Annexe 1 définit les divers termes utilisés à l'IFPEN et pouvant être présents dans ce CdCF.

L'Annexe 2 contient la liste des documents techniques en pièce joint de ce CdCF.

## 2. SPECIFICATION GENERALE

### 2.1 Description de l'installation

L'équipement sera totalement automatisé et permettra la mesure d'écrasement grain à grain sur une série d'objets. Cet équipement devra répondre aux nouvelles exigences : tailles très diverses d'objets, mesures fiables des longueurs et diamètres des objets, remontée automatique des valeurs, traçage automatisé des courbes de force, compatibilité avec une plateforme d'exploitation d'images.

Les grains de catalyseurs (billes, extrudés) devront être prélevés dans un échantillon représentatif. Cette préhension mécanique doit être conçue afin que les grains ne subissent aucune sollicitation mécanique. Chaque grain devra être mesuré automatiquement (longueur ou diamètres) avant d'être soumis individuellement à une charge croissante jusqu'à sa rupture sous un banc d'écrasement. La vitesse linéaire d'écrasement doit être contrôlée précisément. Pour chaque grain, les forces d'écrasement doivent être mesurées jusqu'à la force à la rupture (détection de la chute de force) et en fonction du déplacement de la presse mécanique, avec une visualisation en direct de la phase d'écrasement. Chaque résultat devra être compilé sous formes de données et de courbes. Un rapport final sera généré à la fin de la séquence.

### 2.2 Prestations attendues

Le prestataire devra concevoir et réaliser l'équipement soit dans son intégralité, soit sans la fonction analyse d'image qui sera à la charge de l'IFPEN. A minima, le prestataire doit chiffrer Offre de base + 1 variante.

Offre de base : Intégralité de la solution à l'exclusion de la fonction d'analyse d'image.

Variante 1 : Fonction d'analyse d'image à la charge du prestataire

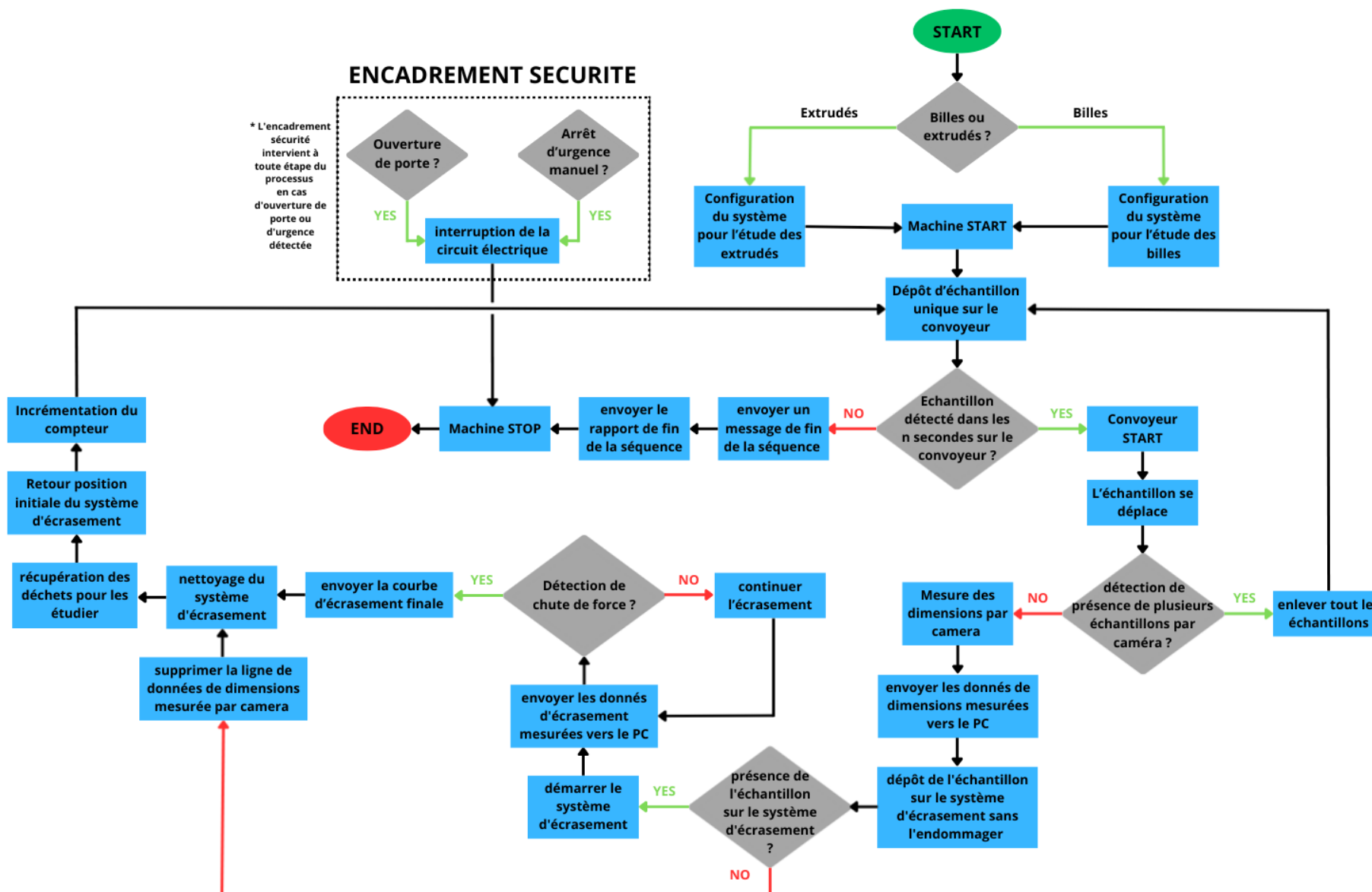
Variante 2 :

- Logiciel d'analyse d'image : à la charge de l'IFPEN
- Caméra et son intégration à la charge du prestataire, suivant préconisations IFPEN
- Prévoir l'interfaçage avec les résultats d'analyse d'image afin de conduire la séquence

Les différents jalons ci-dessous devront être respectés et décrits dans l'offre (animation et compte-rendu à la charge du prestataire):

- Réunion de lancement
- Réunions d'avancement
- Réunion d'analyse fonctionnelle
- Revue de conception
- FAT
- SAT en présence du prestataire

## 2.3 Logigramme exemple ( à titre indicatif, analyse fonctionnelle à prévoir)



## 2.4 Tableau d'expression fonctionnelle des besoins

Dans le tableau qui suit, le niveau de priorité des fonctions attendues est indiqué comme suit :

- **A - Incontournable**

Fonction directement liée aux besoins, elle doit être impérativement assurée

- **B - Importante**

Fonction utile mais pas à n'importe quel prix

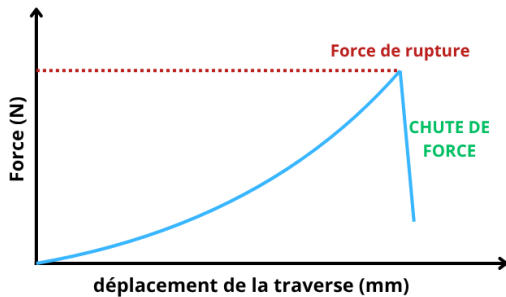
- **C – Souhaitable/Optionnelle**

Pratique ou de confort, la fonction ne sera retenue que si elle n'engendre pas de coût ou de modifications importants

Besoins Fonctionnels			
<b>AUTOMATISATION du cycle d'analyse</b>			
Fonctions associées	Performances attendues	Acceptabilité Min max	Priorité
Remise à zéro de la position de la traverse	Etalonnage de la traverse : réglage automatique du zéro entre la presse et l'enclume et de la hauteur maximale		A
Réglage du nombre de cycles	Nombre de cycles : entre 0 à 250 cycles (Modifiable après le début de la séquence)	Au moins 250	A
Réglage du type d'objet	Choix entre extrudés et billes		A
Dépôt de l'objet sur l'enclume	Dépôt 1 par 1 des objets sur l'enclume et attente de la fin du cycle pour déposer le prochain.		A
Etat de l'objet	Réduire au maximum les chocs, les chutes, les frottements, l'écrasement des objets pendant tout le transport		A
Numéroter les objets	Donner un numéro à chaque objet détecté	De 1 à 250	A
Taux de réussite	Nombre de cycles d'analyse complet par rapport au nombre d'échantillons total	90% minimum	A

Étude	Référence	Date	Page
			7/31

## Direction Physique et Analyse

Ecrasement des objets	Vitesse d'approche (avant l'écrasement) et vitesse de repli (après l'écrasement) élevés afin d'optimiser le temps du test.	Avant le contact : vitesse > 500 mm/min	A
Vitesse d'écrasement	Vitesse d'écrasement de la traverse au contact de l'objet : 0.5mm/min par défaut	0,45 à 0,55 mm/min	A
Durée du cycle d'écrasement complet pour un objet (nettoyage inclus)	< 2 minutes par cycle		A
Mesure de la force en continu	Echelle max du capteur : 50 daN	Précision: +/- 0.5%	A
Détection de la chute de force afin de mesurer la force de rupture	<p>Détection de la chute de force selon la consigne au départ : réglable entre 0,1 daN à 0,5 daN</p> 	Précision: +/- 0.5%	A
Nettoyage de la zone d'écrasement	Visuellement plus de trace de débris d'échantillon Nettoyage de l'enclume et la presse Réceptacle de récupération des déchets (fines) : demande client (analyse des brisures)		A
Maintenance système de nettoyage	Changement simple du système de nettoyage (type brosse) : démontage simple pour remplacement des pièces		A
Enregistrement des données :	<p>Fournir les données suivantes pour chaque objet analysé:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- billes : grand diamètre Da (mm) et petit diamètre Db (mm) et force de rupture (daN)</li> <li>- extrudés : longueur L et force de rupture (daN/mm)</li> </ul> <p>Données exploitables sous Microsoft Excel (extension : .xls)</p>	Paramétrable Supérieur ou égale à 5Hz	A

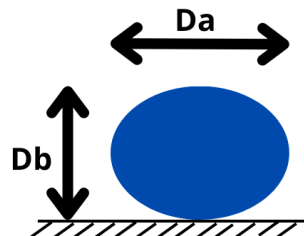

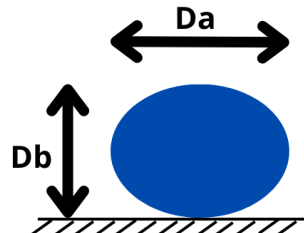

Étude	Référence	Date	Page
			8/31

## Direction Physique et Analyse

Fonction interface : <ul style="list-style-type: none"><li>Visualiser le test en cours</li></ul>	Déroulement de la séquence, Courbes de forces, numéro d'échantillon, données d'analyse caméras	Supérieur ou égale à 5Hz	A
--	--	--------------------------	---



## Direction Physique et Analyse

Besoins Fonctionnels			
Variante 1 : Fonction d'analyse d'image à la charge du prestataire			
Fonctions associées	Performances attendues	Acceptabilité Min max	Priorité
Détection de l'objet sur l'enclume	Vérifier la présence d'un objet unique sur l'enclume. Taux de détection 99%.  Si absence d'objet, nettoyage de l'enclume et redémarrage d'un nouveau cycle.	+/-1%	A
Mesurer le grand diamètre (Da) des billes par caméra	<div>0.5mm&lt;Da&lt;3mm</div> <div></div> <div></div>	précision: +/- 0,05 mm	A
Mesurer le petit diamètre (Db) des billes par la traverse de la presse ou avec une deuxième caméra	<div>0.5 mm&lt;Db&lt;3mm</div> <div></div> <div></div>	précision: +/- 0,05 mm	A

Étude	Référence	Date	Page
			10/31

## Direction Physique et Analyse

Liaison entre l'image de l'objet et l'objet	Associer l'image de l'objet au numéro d'échantillon		B
(voir section pilotage/logiciel ci-dessous) : Caméra pour mesures des longueurs et diamètres (compatible avec le nouveau logiciel)	Même niveau de détail ou mieux que la caméra compatible Plug'Im		A

Besoins Fonctionnels			
<div>- Variante 2 : - Logiciel d'analyse d'image : à la charge de l'IFPEN - Caméra et son intégration à la charge du prestataire, suivant recommandations IFPEN</div>			
Fonctions associées	Performances attendues	Acceptabilité  Min max	Priorité
Caméra pour mesures des longueurs et diamètres, compatible avec Plug'im	Champ de vue entre 1 et 10 cm Champ de vue de l'image ~ 2cm Vitesse acquisition minimale de 0,5 secondes Logiciel d'exploitation : compatible Windows 11 Nombre de pixels : 4K Images générées < 1,5 Mo RJ45 interface GigE Vision Logiciel d'exploitation de la caméra compatible avec Windows 11 Taille de pixel sur l'image <= 50x50µm Focale réglable avec un point focal entre 1 et 10cm (en fonction du montage) FPS > 2 / 8 ou 12 bits Exposure Auto /Gain Auto (si possible White Balance Auto / Color Transformation Auto)	taille de pixels entre 2 et 5µm	A
Interfaçage  Résultats traitement image - séquence automate	Le mode de communication sera à définir lors des réunions d'analyse fonctionnelle. Pour information : La communication entre la caméra et le logiciel de traitement d'image est assurée de manière indirecte via le système de fichiers. Un module d'acquisition dédié pilote la caméra à l'aide de l'API fournie par le SDK constructeur (bibliothèques C++). Ce module est responsable de la configuration de la caméra (paramètres d'acquisition, fréquence, modes de fonctionnement) et de la capture des images. Les images acquises sont sauvegardées séquentiellement dans un répertoire dédié (répertoire <i>snap</i> ), servant d'espace d'échange entre le module d'acquisition et le module de traitement. Le module de traitement d'image surveille en continu ce répertoire, charge les images dès leur disponibilité, les traite, puis supprime les fichiers correspondants après traitement afin d'éviter tout retraitement.		A

Étude	Référence	Date	Page
			11/31

## Direction Physique et Analyse

	Le cycle de vie du module d'acquisition est asservi à celui du module de traitement : l'arrêt du module de traitement entraîne l'arrêt de l'acquisition et la terminaison du module d'acquisition, garantissant ainsi la cohérence du système et l'absence de processus orphelins.		
--	--	--	--

## Direction Expérimentation Procédés

Besoins Fonctionnels			
Eco-conception			
Fonctions associées	Performances attendues	Acceptabilité Min max	Priorité
Proposition de matériaux respectueux de l'environnement	Le candidat joindra à son offre la liste des Matériaux bio-sourcés, matières recyclées, produits d'occasion, etc... utilisé lors de la fabrication de la Fourniture.		C
Utilisation de matériaux de la Fourniture facilement recyclables	Liste des matériaux et le pourcentage de la partie recyclable		C
Equipements avec durée de vie accrue et Position de la fourniture dans son cycle d'obsolescence	Le candidat devra indiqué la durée de vie de la Fourniture et sa position dans son cycle de vie	Garantie de fourniture des pièces à minima 10 ans	A
Possibilité de démantèlement de l'ensemble de la Fourniture pour récupération des pièces			B
Optimisation maximale de l'énergie utilisée	Transmettre la consommation énergétique de la Fourniture et le détail des solutions apportées pour toute optimisation énergétique durant l'utilisation de la Fourniture	Transmettre les données pour une utilisation à 100%	C

Étude	Référence	Date	Page
			13/31

## Direction Expérimentation Procédés

Possibilité de mise en veille avec optimisation pour le redémarrage	Arrêt de la traverse si aucune détection d'objets Arrêt de l'analyse à la fin de passage du lot		C
Labels	Le candidat joindra à son offre tout label en lien avec la Fourniture		A
Circuit-court	Le candidat indiquera dans son offre le nombre d'intermédiaires entre le producteur des matières premières et l'IFPEN		B

## Direction Expérimentation Procédés

Besoins Fonctionnels			
Pilotage/Logiciel			
Fonctions associées	Performances attendues	Acceptabilité  Min max	Priorité
Pilotage de l'appareil par PC (le PC sera fourni par IFPEN) avec environnement Windows 11	Pilotage de l'outil de préhension : arrêt automatique en position de repli si absence d'objet sur l'enclume ou si le nombre d'objets écrasé est atteint Equipement automatisé (matériel Siemens à privilégier) avec interventions manuelles pour le lancement de l'analyse Possibilité d'intervenir manuellement via le logiciel en cours d'analyse : arrêt de la traverse		A
Logiciels d'acquisition des analyses et d'exploitation premier niveau	Logiciel multitâche intuitif, simple et robuste :  Choix de l'objet (2 bulletins différents générés) et le nombre d'objets à tester Acquisition et exploitation des résultats avec traçage des courbes force = f (déplacement) en direct Logiciel permettant de récupérer les mesures effectuées via la caméra (communication essentielle avec remontée des mesures dans le logiciel d'écrasement) Logiciel permettant de fournir les données de force à la rupture : donnée minimale, moyenne des forces et donnée maximale ainsi qu'un histogramme et récupération possible des courbes Génération automatique d'un rapport compatible avec EXCEL Calculs générés en DaN (bille) et en DaN/ mm (extrudés)  Dans la cadre de la variante 2 (Logiciel d'analyse d'image : à la charge de l'IFPEN ) une table d'échanges devra être produite entre le		A

Étude	Référence	Date	Page
			15/31

## Direction Expérimentation Procédés

	prestataire et ifpen pour identifier les différents flux de communication à échanger (datas, fichiers...)		
--	---	--	--

## Direction Expérimentation Procédés

Besoins Fonctionnels			
Hygiène-Sécurité – Environnement			
Fonctions associées	Performances attendues	Acceptabilité Min max	Priorité
Être installé et mis en service par des intervenants habilités Risque Chimique	Installateurs habilités Risque Chimique 1 et 2	Possession des habilitations	A
BRUIT de l'installation en fonctionnement	<85 décibels à proximité de la machine Proposition d'un capotage transparent (laboratoire en co-activité)		A
Protection des parties mécaniques en mouvement	Capotage avec portes ouvrant à 180° pour accessibilité Capotage optimisé avec arrêt d'urgence		A



## Direction Expérimentation Procédés

Besoins Fonctionnels			
Prestations associées d'assistance, de support, ou de formation			
Fonctions associées	Performances attendues	Acceptabilité Min max	Priorité
Garantie	<p>Durée minimale de garantie : 24 mois à compter de la date de réception qualitative, sans réserve, de l'Équipement.</p> <p>Au titre de la garantie, le Titulaire est tenu :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>de maintenir l'Équipement en état de disponibilité,</li> <li>de réaliser l'ensemble des opérations d'entretien préventif de l'Équipement,</li> <li>de remplacer l'ensemble des matériels et pièces détachées livrés et reconnus défectueux,</li> <li>de procéder à l'ensemble des actions nécessaires permettant la réparation des dommages et/ou le rétablissement des conditions normales d'utilisation.</li> </ul> <p>Couverture : diagnostic, démontage, remplacement et remontage des parties reconnues défectueuses, et tous les frais afférents au déplacement du personnel, à l'emballage et au transport de matériel nécessaires à la remise en état de l'Équipement.</p> <p>Pendant la période de garantie, le Titulaire s'engage aux délais suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Délai de réponse assistance téléphonique : 24h</li> <li>Délai d'intervention sur site : 48h</li> <li>Délai de changement de pièce : à préciser par le fournisseur de manière contractuelle</li> </ul>	12 mois	A
SAV	Dans son offre, le soumissionnaire devra préciser le délai de prise en compte de toute demande ainsi que le délai de diagnostic.		
Indice de réparabilité	Facilité la prise en main de l'appareil pour des réparations niveau I		

Étude	Référence	Date	Page
			18/31

## Direction Expérimentation Procédés

<p><b>Option 1</b> : Proposer un contrat de maintenance de 2 et 4ans ?</p> <p><b>Option 2</b> : Extension de garantie 1, 2 et 3 ans</p>	<p>Proposition d'un contrat de maintenance sur site, préventif et curatif, précisant :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Liste des pièces de rechange/consommables incluant leur tarif et disponibilité (délai de livraison garanti à réception de commande) et notamment consommables nécessaires pour assurer une maintenance de 1er niveau + échantillon de référence, étalonnage des capteurs</li> <li>Protocole de maintenance préventive</li> <li>Garantie des pièces de rechange : 10 ans</li> <li>Mises à jour logiciel : 5 ans</li> <li>Télémaintenance : possibilité d'intervenir à distance sous 48h</li> <li>Délai de réponse assistance : 2 jours ouvrés</li> <li>Délai d'intervention : 3 jours</li> </ul> <p>Indication des moyens de transport de l'intervenant technique durant le contrat de maintenance</p>		B
---	---	--	---

Étude	Référence	Date	Page
			19/31

## Direction Expérimentation Procédés

Besoins Fonctionnels			
Prestations associées d'assistance, de support, ou de formation			
Fonctions associées	Performances attendues	Acceptabilité Min max	Priorité
Assistance au démarrage	Le Titulaire a en charge de mettre en œuvre l'ensemble des moyens et des ressources nécessaires au démarrage de l'Équipement jusqu'à la prononciation de la réception définitive.	Assistance au démarrage jusqu'à ce que les solides fournis par IFPEN soient conformes aux attentes (solides ayant servi lors de la FAT)	A
Fourniture des notices d'utilisation et d'entretien	Manuel opérateur, dossier électrique, schéma fonctionnel, identification des flux machines/captations d'images  Archivées sous format papier (1 exemplaire) et informatique (à définir)		A
Formation des opérateurs IFPEN	Cette étape de formation aura pour résultat : <ul style="list-style-type: none"><li>de former les utilisateurs à l'utilisation de l'Équipement,</li></ul> de former les utilisateurs aux opérations de maintenance de niveau 1.		A

## Direction Expérimentation Procédés

### 2.5 Expression des pratiques d'opération et d'exploitation sur site

OPERATION	Contraintes	Conditions d'acceptation (si nécessaire)	Priorité
Ergonomie/ Environnement	Encombrement	Tenir sur une paillasse de 1.70m*0.75m	
Sécurité et environnement	Protection des opérateurs	Préconisation conforme aux règles en vigueur	
Maintenance	Plan de maintenance et Pièces de Rechange	Fournir: Gammes de maintenance Nomenclature des pièces de rechange Fréquence d'étalonnage des capteurs	

## Direction Expérimentation Procédés

### 2.6 Installation description Process et Réception

#### 2.6.1 Conditions de fonctionnement de l'installation ou de l'équipement

Repères et équipements	Vitesse (mm/min)		Force (Newton)		Temps (min)		Commentaires	Priorité
	Min	Max	Min	Max	Min	Max		
Vitesse d'écrasement	0.1	0.5						A
Vitesse de déplacement de la traverse (en dehors de la phase d'écrasement)	50	500						
Plage d'utilisation des capteurs			0	500				A
Temps d'analyse pour une base de 200 objets					-	400		A
Nettoyage						< 0,2		A

#### 2.6.2 Conditions Informatiques, pilotage et logiciel

Lorsqu'une configuration informatique (matériel, logiciel) est proposée avec l'Équipement, les contraintes relatives à la configuration informatique sont les suivantes (pour rappel, le PC sera fourni par IFPEN):

- Configuration Windows : Windows 11, livré avec les droits d'administrateur
- Logiciels Les sources (média ou lien de téléchargement) d'installation et la documentation associée devront être livrées avec les logiciels. Les logiciels à caractère bureautique (MS Office) peuvent être livrés et installés par la DSI d'IFPEN.
- Licences Les licences devront faire l'objet d'une fourniture de certificat de licences accompagnées du CLUF (Contrat Licence Utilisateur Final) et mentionner la durée de validité de la licence et toutes autres contraintes d'utilisation.
- Sécurisation du poste de travail : La DSI d'IFPEN impose l'utilisation de l'antivirus sur tous les postes et s'occupe de son installation. Le produit utilisé par IFPEN est McAfee VirusScan 8.8 et le composant McAfee Agent 4.6. Le soumissionnaire devra préciser si des incompatibilités sont connues entre cet antivirus et le logiciel (ou applications) proposé et/ou s'il nécessite des optimisations au niveau de son paramétrage pour en réduire son impact.

##### 2.6.2.1 Tests de réception FAT

Le test de l'Équipement permettra de constater sa conformité vis-à-vis:

- des fonctionnalités stipulées par le présent Cahier des Charges,
- des performances attendues par le présent Cahier des Charges.

## Direction Expérimentation Procédés

Le Test de Qualification de l'Équipement s'effectuera selon les conditions opératoires suivantes:

Type d'objets	Nb de test effectués	Données pour 1 Test	
		Temps	Nb
Extrudés	3	<= 400 min	>= 200
Billes	3	<= 400 min	>= 200

Comme spécifiés dans le chapitre "Fonctionnalités attendues" , il ne sera admis que 10 % de pertes d'échantillons entre le stockage et la mesure d'écrasement.

*Aperçu des points de contrôles et tests à engager :*

- Certificats d'étalonnage pour vérification de l'adéquation des capteurs critiques
- Contrôle de la prise en compte des éléments issus de l'analyse de risque sécurité
- Contrôle conformité électrique/ montage électrique/ synchro statique
- Contrôle de l'ergonomie de tous les appareils (en opération courante, démontage/montage)
- Contrôle du montage analytique
- Contrôle de la programmation/automatisme
- Liste matériel spare

**Ce qui n'a pas pu être testé lors de la FAT pour des raisons techniques sera mis en réserve et vérifié lors de la SAT après accord d'IFPEN.**

### 2.6.2.2 Tests de SAT

Test de réception technique et de mise en service sur site

- Mesure de la précision du capteur par l'utilisation de capteur de référence que l'on a au laboratoire
- Test sur 1 lot de 200 billes et 1 lot d'extrudés qui auront été caractérisées auparavant

*Les tests suivants (liste non exhaustive) seront réalisés :*

- Test de BRUIT
- Test sécurité
- Contrôle de la prise en compte des éléments issus de l'analyse de risque sécurité
- Fonctionnement de l'outil à chaque étape de phase de travail : préhension, soumission à la charge, nettoyage, visualisation des courbes d'écrasement + Durée d'une analyse au totale de 200 objets

Direction Expérimentation Procédés

### 3. SPECIFICATIONS TECHNIQUES DES UTILITES & INFRASTRUCTURES

Cette installation est destinée à fonctionner en laboratoire, sur paillasse, en fixe

Les paramètres liés au milieu extérieurs sont les suivants :

- *Température moyenne* : 20 °C
- *Taux d'hygrométrie* : 50% +/- 10%
- *Lieu d'implantation* : laboratoire mécanique en Dolomite : 12 DOL/2C17
- *Espace disponible sur paillasse* : largeur = 1700 mm ; hauteur = 900 mm; profondeur = 750 mm
- *Espace disponible sous paillasse* : largeur = 1700 mm, hauteur = 800 mm, profondeur = 750
- *Réseau électrique* : 220 V
- *Fluide disponible* : air comprimé (6 bars) à disposition

## Direction Expérimentation Procédés

### 4. SPECIFICATIONS TECHNIQUES METROLOGIE

Le fournisseur devra :

- Présenter ses compétences métrologiques.
- Expliquer les choix de ses capteurs, en particulier les capteurs critiques définis dans les § précédents.
- Fournir les documents associés.
- Fournir les certificats d'étalonnages (gammes étalonnées, traçabilité au système SI, si prestation pas accréditée, fournir la méthodologie d'étalonnage et les incertitudes d'étalonnage)
- S'assurer et justifier que les matériels fournis (capteurs) permettent d'assurer les performances demandées dans la colonne « acceptabilité mini/maxi » dans les § précédents.
- Assurer l'adéquation aux besoins exprimés de la chaîne de mesure complète (conversion de signal, lignes de communication, cartes électroniques, corrections et filtres logiciels, temps de réponse..)

### 5. SPECIFICATIONS TECHNIQUES SYSTEME INFORMATIQUE

PC de fourniture ifpen

Les points majeurs en sont :

- Connexion du poste au réseau IFPEN,
- Intégration du poste au domaine IFPEN,
- Logiciel supporté par l'éditeur pendant 8 ans après la livraison
- Compatibilité avec l'antivirus McAfee

### 6. SPECIFICATIONS TECHNIQUES SYSTEME AUTOMATISME & APPLICATIF

- Cf annexe contexte technique



## Direction Expérimentation Procédés

### 7. SPECIFICATIONS ATTENDUS D'ECO-CONCEPTION

- Proposition de matériaux respectueux de l'environnement ;
  - Taux des matériaux bio-sourcés par équipements,
  - Indice de réparabilité,
  - Taux de Matières recyclées par équipements,
- Utilisation de matériaux facilement recyclables
  - Matières métalliques,
  - Matières plastiques,
  - Détaillé si nécessaire,
- Utilisation de matériaux disposant de filières d'élimination des déchets clairement identifiés ;
- Equipements avec durée de vie accrue

**Dans le tableau de nomenclature indiquer les éléments suivant pour les appareils électroniques ;**

- Date de mise sur le marché,
- Date d'arrêt de production prévu du modèle,
- Date d'obsolescence de l'équipements,

**Dans le tableau de nomenclature indiquer les éléments suivant pour les équipements ;**

- Taux de réparabilité de l'équipement,
- Durée de vie des équipements,

- Démarche « **efficacité énergétique** »

- Dans la nomenclature indiquer la classe de rendement des moteurs électriques,

- Démarche « **Innovation** »

Tous conseils ou solutions innovantes seront pris en compte.

## Direction Expérimentation Procédés

# ANNEXE 1 DEFINITIONS

Dans ce CdCF, les termes utilisés auront la définition suivante :

- **Analyse des risques ou Revue HAZOP (HAZard and 0Perability study) ou Revue Sécurité** : désigne l'étude associée à l'analyse de risque d'un procédé par la revue systématique de la Conception et des principes opératoires. Cette revue est basée sur :
  - la recherche de toutes les causes de dérive des différents paramètres opératoires,
  - l'analyse des conséquences liées à ces dérives,
  - l'étude des moyens de prévention ou de protection à apporter,
  - l'élaboration des propositions d'actions.
- **Anomalie** : désigne tout bogue, erreur, panne, dysfonctionnement, incident, blocage, défaut de Conception ou de Réalisation, incompatibilité, insuffisance et/ou dégradation des performances des Équipements et/ou de l'Installation spécifiées au Cahier des Charges Fonctionnel et au Dossier Technique. L'Anomalie désigne plus largement toute non-conformité affectant l'Installation et empêchant l'utilisation et/ou l'exploitation normale de tout ou partie de cette l'Installation.
- **Anomalie Bloquante** : désigne une Anomalie empêchant l'utilisation ou portant atteinte à la Disponibilité, aux fonctionnalités et aux performances de tout ou partie de l'Installation. Seront réputées constituer une Anomalie Bloquante plusieurs Anomalies Non Bloquantes ayant pour effet combiné de dégrader la Disponibilité de l'Installation. Une Anomalie Bloquante constitue une réserve bloquante au cours d'une étape de réception (Réception F.A.T ou S.A.T).
- **Anomalie Non Bloquante** : désigne toute Anomalie qui n'est pas une Anomalie Bloquante. Une Anomalie Non Bloquante ne constitue pas de réserve bloquante au cours d'une étape de réception (Réception F.A.T ou S.A.T).
- **Autorisation de Mise Sous Tension ou de Mise en Service** : désigne l'étape de Contrôle préalable à la Mise en Service, au cours de laquelle l'IFP vérifie la conformité de l'Installation livrée par le Prestataire, au regard des contraintes sécurités du Site et autorise sa mise sous tension électrique.
- **Calendrier Contractuel** : désigne le calendrier contractuel d'exécution des opérations de Conception et de Réalisation confiées au Prestataire.
- **Calendrier Prévisionnel** : désigne le calendrier prévisionnel du projet de construction du CdCF à la réalisation de la SAT. Ce calendrier sera affiné et contractualisé dans la phase de signature de contrat.
- **Cahier des Charges Fonctionnel** : désigne le présent document émit par l'IFP et formulant le besoin à satisfaire, en termes de fonctions et de résultats à obtenir. Ce Document sert d'interface entre l'IFP, exprimant le besoin, et le Prestataire, qui a la charge d'apporter une réponse optimisée en terme de solutions.
- **Cahier des Charges Technique** : désigne le Document technique obtenu à l'issue des études de base et fourni par le Prestataire. Le Cahier des Charges Technique est élaboré selon le "*guide pour l'étude et la réalisation de l'Installation*" qui est intégré au Dossier Technique. Le Cahier des Charges Technique intègre également le Cahier de Recette destiné à la Réception F.A.T et la Réception S.A.T.

## Direction Expérimentation Procédés

- **Cahier de Recette** : désigne le Document support élaboré par le Prestataire pendant la phase de Conception et faisant partie intégrante du Cahier des Charge Technique permettant aux Parties de vérifier la conformité de l'Installation au regard des Cahiers des Charges Fonctionnels et des Dossiers Techniques. Il précise en particulier le protocole selon lequel les Réceptions F.A.T et S.A.T, définies ci-dessous, seront organisées à l'initiative du Prestataire (documents à prévoir, liste des utilités nécessaires, conditions opératoires et ordre des tests envisagés, résultats et performances à atteindre, ...). L'élaboration de ce cahier de recette doit tenir compte de la description FAT et SAT de ce CdCF.
- **Capteur critique** : Capteur, nécessaire à la réalisation de l'essai, ayant une incidence significative sur l'exactitude ou la validité du résultat de l'essai.
- **Conception** : désigne la phase couvrant la réalisation de l'Étude de base et des Études de détail.
- **Construction** : désigne la phase couvrant la réalisation des Études de détail, et la phase de Réalisation.
- **Contrat** : désigne le document ainsi que ses annexes rédigé par le Département Juridique de l'IFP.
- **Contrôle ou Contrôler** : signifie relire, vérifier, commenter un point particulier d'un Document, d'une Prestation, d'une fourniture effectuée par le Prestataire, éventuellement donner un visa. Le visa est apposé par le Chef de Projet Construction IFP. Il est précisé que le terme "Contrôler" n'est pas entendu au sens d'"approuver" ou "valider", et ne saurait donc décharger le Prestataire de sa responsabilité au titre des Prestations ou Documents seulement Contrôlés.
- **Délai** : désigne tout délai imparti dans le Contrat qui commence à courir le lendemain du jour où s'est produit le fait qui sert de point de départ à ce Délai. Lorsque le Délai est fixé en jours, il s'entend en jour ouvré.
- **Délai d'intervention** : désigne le Délai séparant la date de notification du Prestataire par l'IFP de la non Disponibilité de l'Installation ou de l'Anomalie, de la date d'intervention sur Site du Prestataire.
- **Délai de correction** : désigne le délai séparant la date d'intervention sur Site du Prestataire, de la date de retour de l'Installation en état de Disponibilité.
- **Délai d'achèvement** : désigne la période couvrant la phase Conception et la phase Réalisation, jusqu'à la Réception S.A.T.
- **Disponibilité** : désigne l'aptitude de l'Installation à être en état d'accomplir les fonctions requises et de fournir les résultats attendus dans le Cahier des Charges Fonctionnel, dans des conditions opératoires données et d'une manière continue.
- **Document** : désigne tout compte-rendu de réunion, dossier de plans, dossier de spécifications, et, plus généralement, tout document fourni par le Prestataire et généré au cours du Contrat.
- **Dossier Technique** : désigne l'ensemble des documents fournis par l'IFP détaillant les principes et les règles de Conception et de Réalisation, propres aux standards de l'IFP. Le Dossier Technique propre à chaque Installation sert de référentiel de conformité pour la Conception et la Réalisation. Le contenu du Dossier Technique propre à chaque Installation sera détaillé dans le Contrat.

## Direction Expérimentation Procédés

- **Dossier Tel Que Construit (Dossier T.Q.C)** : désigne l'ensemble des Documents dans leur version complète et définitive remis par le Prestataire, pour Contrôle par l'IFP, cinq (5) Jours avant la signature du Cahier de Recette au chapitre concerné ("Bon pour "Réception S.A.T"), représentant fidèlement l'Installation, et nécessaires à son exploitation et à sa maintenance. L'ensemble du Dossier T.Q.C est rédigé en langue française et archivé sous format papier (2 exemplaires papier) et informatique (CD Rom). Le Dossier T.Q.C intègre à minima :
  - l'ensemble des documents objets de l'Étude,
  - les Dossiers D.E.S.P,
  - les dossiers constructeurs des Équipements,
  - l'ensemble des plans 2D et 3D de l'Installation,
  - la liste et la documentation de tout le matériel fourni et intégré,
  - le dossier D.A.O intégrant le plan d'implantation de l'armoire, la nomenclature, le plan des borniers, les schémas de boucle,
  - le manuel opératoire de l'Installation,
  - le Protocole de Mise en Service
  - le Plan de Maintenance de l'Installation.
- **Équipement** : désigne tout matériel identifié et dimensionné au cours de l'Étude, et faisant partie intégrante de l'Installation. Un Équipement est caractérisé par sa fonction requise et ses performances à atteindre. Les logiciels et matériels applicatifs font partie des Équipements.
- **Équipement critique** : désigne tout Équipement qui (1) entraîne la non Disponibilité de l'Installation, ou (2) présente un long délai d'approvisionnement.
- **Équipement non critique** : désigne tout Équipement qui n'est pas critique.
- **Étude** : désigne la totalité des Documents de Conception de l'Installation fournis par le Prestataire, intégrant l'ensemble des plans, des vues 2D et 3D, et des spécifications techniques objets de l'Étude de base et des Études de détail. Les Cahiers des Charges Techniques font parti intégrante de l'Étude.
- **Étude de base** : désigne la phase de l'Étude au cours de laquelle le Prestataire traduit le Cahier des Charges Fonctionnel en Cahier des Charges Technique. Les études menées à cette étape ont pour objet de vérifier et de confirmer la solution retenue au regard des différentes fonctionnalités attendues de l'Installation, d'en élaborer le P&ID et sa nomenclature associée, de déterminer les spécifications techniques des équipements principaux et de proposer une implantation topographique de l'Installation. L'Étude de base prend en compte les conclusions tirées de la revue HAZOP.
- **Études de détail** : désigne la phase de l'Étude au cours de laquelle le Prestataire traduit le Cahier des Charges Technique en documents techniques et pièces graphiques nécessaires à la phase Réalisation. Les études menées à cette étape ont pour objet de définir les travaux dans tous leurs détails.
- **Installation** : désigne l'ouvrage complet à l'état opérationnel réalisé dans le cadre du Contrat, représenté par l'ensemble de la structure, des Équipements, des matériels et logiciels constitutifs.
- **Installations Spécifiques** : désigne l'ensemble des Équipements et des prestations définis dans les Cahiers des Charges Fonctionnels, les Dossiers Techniques, et mentionnés comme étant à la charge de l'IFP.
- **Jour** : désigne un jour ouvré.

## Direction Expérimentation Procédés

- **Livraison** : désigne l'étape de réception quantitative de l'Installation, sur Site. Cette étape comprend la livraison physique de l'Installation, le déchargement, la manutention et la mise en place de l'Installation (conformément au protocole de déchargement) et le Contrôle par l'IFP de sa conformité en regard des spécifications de l'Étude. A ce titre, le représentant du Prestataire et le Chef de Projet IFP constatent la levée des réserves liées aux Anomalies Non Bloquantes à l'issue de la Réception F.A.T, Contrôlent le positionnement de l'ensemble des équipements conformément au P&ID, et en Contrôlent la concordance avec ce dernier (vérification du sens de circulation des fluides). La conformité de la Livraison est matérialisée par la signature par l'IFP du bordereau de Livraison de l'Installation, sans réserve bloquante ("bon pour Livraison").
- **Maintenance Curative** : désigne la maintenance exécutée après la Réception S.A.T sur l'Installation à la suite de la détection d'une usure anormale, d'un dysfonctionnement ou d'une défaillance ayant entraîné ou non une panne de cette Installation et/ou de l'un de ses Équipements, et destinée à remettre l'Installation et/ou son Équipement dans un état dans lequel elle/il peut accomplir la(es) fonction(s) requise(s).
- **Maintenance Préventive** : désigne la maintenance exécutée après la Réception S.A.T à des intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits ou selon des gammes de maintenance identifiées dans le Plan de maintenance et destinée à réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation du fonctionnement normal de l'Installation.
- **Mise en Service** : désigne l'étape suivant l'Autorisation à la Mise en Service, au cours de laquelle le Prestataire effectue l'ensemble des travaux de réglages et de mise au point nécessaires à la Réception S.A.T. Au cours de cette étape, le Prestataire s'engage à mettre en oeuvre l'ensemble des moyens matériels et humains nécessaires à la Mise en Service de l'Installation, dans le respect du Protocole de Mise en Service et du Calendrier.
- **Plan de Maintenance** : désigne le Document élaboré par le Prestataire, faisant partie intégrante du Dossier T.Q.C, et précisant la liste et l'organisation des opérations de Maintenance Préventive et Curative permettant d'assurer le maintien de l'Installation en état de Disponibilité après la Réception S.A.T pendant la période de garantie  
 Le Plan de Maintenance intègre à minima :
  - La liste et le descriptif des opérations associées,
  - La répartition des opérations de maintenance à charge de chacune des Parties,
  - Les Délais d'intervention et de correction relatifs aux opérations de Maintenance Curative nécessitant obligatoirement une intervention du Prestataire,
  - La liste des Équipements non critiques,
  - La liste des Équipements critiques nécessitant éventuellement la constitution par l'IFP d'un stock de pièces détachées,
  - Les tarifs constructeurs des Équipements de l'Installation, en Euro Hors Taxe,
  - Les délais constructeurs d'approvisionnements des Équipements de l'Installation.
- **Prestations** : désigne l'ensemble des tâches et travaux effectués par le Prestataire, de l'Étude de base à la Réception S.A.T, en vue de la réalisation de l'Installation.
- **Process Fluid Diagram (PFD) – Plan de Circulation des Fluides (PCF)** : désigne les lignes et équipements principaux dans lesquels des changements d'état des fluides sont attendus (changement de température, pression, débit, phase (gaz/liquide/solide), composition (réaction)...), ou permettant de piloter les performances principales de l'unité (température réacteur, analyseurs ...)
- **Process and Instrumentation Diagram (P&ID)** : désigne l'ensemble des schémas de tuyauterie instrumentés, réalisés au cours de l'Étude de base. Le P&ID détaille entre autre, le plan de circulation des fluides et l'interconnexion des Équipements et d'instrumentation nécessaires au fonctionnement de l'Installation.

## Direction Expérimentation Procédés

- **Protocole de Mise en Service** : désigne le document détaillant l'ensemble des opérations nécessaires à la Mise en Service de l'Installation. Le Prestataire sera en charge d'identifier et de superviser l'ensemble des opérations à charge de l'IFP, mais pour lesquelles il en restera responsable. Le Protocole de Mise en Service sera remis à la Réception F.A.T.
- **Raccordement aux utilités** : désigne l'étape suivant la Livraison, et préalable à l'Autorisation de Mise en Service. Au cours de cette étape, le Prestataire est en charge de raccorder l'Installation au réseau des utilités.
- **Réalisation** : Désigne la phase débutant après les Études de détail et couvrant l'ensemble des travaux de réalisation liés à l'Installation, tous corps d'états confondus, incluant la Réception F.A.T en atelier, le transport, le déchargement, la Livraison sur Site, la remise des Dossiers T.Q.C, la Mise en Service de l'Installation jusqu'à la Réception S.A.T. Les travaux réalisés au cours de la phase Réalisation sont exécutés dans le strict respect des Études.
- **Réception F.A.T (Factory Acceptance Test)** : désigne l'étape de réception, organisée dans les ateliers du Prestataire ou d'un de ses sous-traitants, qui vise à contrôler la conformité de l'Installation et/ou de ses modules constitutifs, au regard des spécifications du Cahier des Charges Fonctionnel. Cette étape permet entre autre de contrôler les boucles de régulation proposées sur les synoptiques du poste de conduite, et de vérifier l'ergonomie et la fonctionnalité du(es) module(s) par contrôle du positionnement des Équipements (robinetterie, prises d'échantillons, vannes de purges, instruments, ...). L'épreuve d'étanchéité de l'Installation, à sa pression maximale d'utilisation, fait parti intégrante du protocole associé à cette étape. La conformité de la Réception F.A.T est matérialisée par la signature par l'IFP ("bon pour Réception F.A.T) du chapitre concerné au Cahier de recette, sans réserve bloquante.
- **Réception S.A.T (Site Acceptance Test)** : désigne l'étape de réception qualitative organisée sur Site, faisant suite à la Mise en Service de l'Installation et permettant de constater que le Prestataire a accompli l'intégralité de ses obligations contractuelles. La Réception S.A.T est prononcée après Mise en Service de l'Installation. La réalisation des essais et du test de qualification définis dans le Cahier de recette, et la signature subséquente, sans réserve, du chapitre correspondant au Cahier de Recette ("bon pour Réception S.A.T"), marqueront le début de la période de garantie contractuelle.
- **Site** : désigne le site IFP concerné par l'exécution de tout ou partie des obligations définies au Contrat.
- **Version** : Base ou option indépendante de coût significatif (>10 % coût installation)

Direction Expérimentation Procédés

## ANNEXE 2

### LISTE DES DOCUMENTS TECHNIQUES RELATIFS AU CdCF

- Livret d'accueil sécurité et environnement
- Mémo sécurité des entreprises extérieures rev4
- R150-QF22 – Contexte technique – EGG rev0
- R150-QG31-rev1 Principe de numérotation des unités et plans
- R150-QG32-rev3 Numérotation plans DAO IFPEN
- R150-QG33 Guide de travaux électricité instrumentation
- DAO-Documents de référence Autocad IFPEN-2022
- PlugIn Developer Guide