

CAHIER DES CHARGES EQUIPEMENT

Enceinte thermique régulée (pour mesures optiques de déformations)

EOTP : AMSYPV G06B DD
OS :
Plateforme MODSYST
Ref Plan Invest Equipement pour mesure Coefficient Thermique d'Expansion

	Nom	Fonction	Signature / Date
Rédacteur	Jean-Baptiste Charpentier	Ingénieur-Chercheur	
Vérificateur Sécurité	Sophie Angermuller (Délégateur de Julien Deville)	Ingénieure Sécurité	
Vérificateur RIT	David Duca (En l'absence de Julien Deville)	Responsable Infrastructure Travaux	
Vérificateur Installation	Sandra Desvergne-Bléneau (Délégateur de Eszter Voroshazi)	Cheffe d'Installation	
Vérificateur Hiérarchique	Romain Feilleux-Anginieur	Chef de Laboratoire	
Emetteur	David Duca	Chef de Département	

CAHIER DES CHARGES EQUIPEMENT

Enceinte thermique régulée (pour mesures optiques de déformations)

Référence (n° chrono) : DTS/CDC/2025/009 Version A

LISTE DE DIFFUSION ET ARCHIVAGE

DIFFUSION INTERNE

Service Achat	- Thomas ZEMERLI	- 1 exemplaire (courriel)
Département	- Chef de Département, David DUCA	- 1 exemplaire (courriel)
	- Adjointe au Chef Département, Magali DAVENET	- 1 exemplaire (courriel)
	- Ingénieur Sécurité, Julien DEVILLE	- 1 exemplaire (courriel)
	- Ingénieur Qualité Département, Nathalie BAILLET	- 1 exemplaire (courriel)
	- Responsable Infrastructure Julien DEVILLE	- 1 exemplaire (courriel)
Service	- Cheffe de Service, Eszter VOROSHAZI	- 1 exemplaire (courriel)
Laboratoire	- Chef de Laboratoire, Romain FEILLEUX-ANGINIEUR	- 1 exemplaire (courriel)
	- Chef de projet Equipement, Jean-Baptiste CHARPENTIER	- 1 exemplaire (courriel)
	- Responsable plateforme, Marlène CZAJKA	- 1 exemplaire (courriel)
	- Auteur, Jean-Baptiste CHARPENTIER	- 1 exemplaire (courriel)

ARCHIVAGE

Archivage
Responsable : Martine PUYS-VOLPI

1 fichier.pdf

HISTORIQUE DES EVOLUTIONS

Version	Auteur	Date	Objet de l'évolution
A	JB Charpentier	27/06/2025	Création
B	JB Charpentier	24/07/2025	Edition

CAHIER DES CHARGES EQUIPEMENT

Enceinte thermique régulée (pour mesures optiques de déformations)

Référence (n° chrono) : DTS/CDC/2025/009 Version A

Sommaire

1. OBJET	5
2. DEFINITION	5
3. GLOSSAIRE.....	5
4. DOCUMENTS APPLICABLES	5
5. INTERFACE CLIENT - PRESTATAIRE	6
6. CONFIDENTIALITE	6
7. SPECIFICATIONS TECHNIQUES.....	6
7.1 EXEMPLE SCHEMATIQUE (UNIQUEMENT ILLUSTRATIF).....	6
7.2 DESCRIPTION DES FONCTIONS	7
7.2.1 Pouvoir filmer (depuis l'extérieur de l'enceinte) l'échantillon dans l'enceinte.....	8
7.2.2 Pouvoir éclairer (depuis l'extérieur de l'enceinte) l'échantillon dans l'enceinte	9
7.2.3 Chauffer l'intérieur de l'enceinte	9
7.2.4 Refroidir l'intérieur de l'enceinte	10
7.2.5 Supporter l'échantillon	11
7.2.6 Sécuriser l'opérateur.....	12
7.2.7 Approvisionner en énergie l'installation	13
7.2.8 Approvisionner l'enceinte en diazote liquide	14
7.2.9 Réguler la température de l'échantillon	14
7.2.10 Installer/désinstaller l'échantillon	15
7.2.11 Mesurer la température de l'échantillon	15
7.3 MATERIEL INFORMATIQUE	16
8. ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL, LIEU D'INSTALLATION, LIMITE DE FOURNITURE	17
8.1 LIMITES DE FOURNITURES.....	17
8.2 ENVIRONNEMENT, FACILITIES	17
8.3 LIVRAISON	17
8.4 MODALITES D'INTERVENTION SUR LE SITE DU CEA.....	18
9. DELAIS.....	18
10. QUALITE	18
11. SECURITE ET CONFORMITE.....	19
11.1 ANALYSE DE RISQUE	19
11.2 RISQUES LIES AUX UTILITES ET AUX MACHINES.....	19
11.2.1 Dispositif de sectionnement et séparation des alimentations en énergie	19
11.2.2 Dispositif de consignation des alimentations en énergie.....	19
11.2.3 Arrêt d'urgence	19
11.2.4 Raccordement en air comprimé ou azote « service »	19
11.3 RISQUES LIES A L'ELECTRICITE.....	20
11.3.1 Généralités	20
11.3.2 Présence d'un onduleur (UPS)	20
11.4 RISQUES LIES A L'INCENDIE	20
11.5 RISQUES LIES A L'EXPLOSION.....	20
11.6 RISQUES LIES AUX PRODUITS CHIMIQUES.....	20
11.7 RISQUES LIES AUX MANUTENTIONS.....	20
11.8 RISQUES LIES AUX APPAREILS SOUS PRESSION.....	20
11.9 RISQUES LIES AUX TRAVAUX EN HAUTEUR	21
11.10 RISQUES LIES AUX RAYONNEMENTS OPTIQUES ARTIFICIELS	21

CAHIER DES CHARGES EQUIPEMENT

Enceinte thermique régulée (pour mesures optiques de déformations)

Référence (n° chrono) : **DTS/CDC/2025/009 Version A**

11.11	RISQUES LIES AU BRUIT	21
11.12	RISQUES LIES AUX TEMPERATURES	21
11.13	SIGNALISATION	21
11.14	CONTROLES REGLEMENTAIRES	21
11.14.1	Contrôle équipement de travail	21
11.14.2	Contrôle réglementaire électrique	21
12.	CLAUSES ENVIRONNEMENTALES	22
13.	DOCUMENTATION EQUIPEMENT	22
14.	CONDITIONS DE RECEPTION	22
15.	FORMATION	22
15.1	FORMATION SUR L'UTILISATION DE L'EQUIPEMENT	22
15.2	FORMATION SUR LA MAINTENANCE DE PREMIER NIVEAU	23
16.	GARANTIE	23
17.	MAINTENANCE	23
18.	ELEMENTS A FOURNIR EN REPONSE A LA CONSULTATION	23

CAHIER DES CHARGES EQUIPEMENT

Enceinte thermique régulée (pour mesures optiques de déformations)

Référence (n° chrono) : **DTS/CDC/2025/009 Version A**

1. OBJET

Le présent cahier des charges a pour objet de définir la fourniture, pour le compte du CEA, d'une enceinte thermique avec un système de régulation en température. Cette enceinte doit permettre l'observation d'échantillons disposés horizontalement à l'intérieur de l'enceinte depuis l'extérieur de celle-ci.

Cet équipement doit permettre la mesure des déformations thermiques de matériaux par corrélation d'images. Les équipements requis pour la corrélation (caméras, sources lumineuses, *etc.*) ne sont pas compris dans l'équipement. Seule l'enceinte thermique régulée permettant l'observation des échantillons à l'intérieur de l'enceinte fait l'objet de ce cahier des charges.

L'enceinte thermique régulée sera installée dans un environnement de laboratoire, au premier étage du bâtiment Lynx 4 du site du CEA-INES. Dans cet environnement, il est possible d'accéder à un réservoir mobile de diazote liquide (XRP 60-S équipé d'une tête de soutirage S-2). Il est également possible de se raccorder au réseau électrique ou de gaz sous pression (air comprimé, diazote). Un système de renouvellement d'air est en fonctionnement dans cet environnement.

Afin de répondre à l'offre, le potentiel fournisseur devra répondre aux points listés dans la section 7 : « Expression du besoin ».

Si la réalisation de spécifications techniques ou de documents demandés ne peuvent-être respectée, le fournisseur devra le spécifier clairement dans son offre commerciale en remplissant à minima les zones « Commentaires du Fournisseur » de ce cahier des charges.

2. DEFINITION

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

Le donneur d'ordre est dénommé « CEA ».

3. GLOSSAIRE

LITEN : Laboratoire d'Innovation pour les Technologies des Energies Nouvelles et les nanomatériaux
PMAD : Prise en Main A Distance
INES : Institut National de l'Energie Solaire (Site du Bourget du Lac)
DOE : Dossier des Ouvrages Exécutés

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.

Enceinte thermique régulée (pour mesures optiques de déformations)

Référence (n° chrono) : **DTS/CDC/2025/009 Version A**

5. INTERFACE CLIENT - PRESTATAIRE

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

M. Jean-Baptiste Charpentier :

Tél : 04 79 79 29 65

Adresse électronique : jean-baptiste.charpentier@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. SPECIFICATIONS TECHNIQUES

7.1 Exemple schématique (uniquement illustratif)

Afin de matérialiser l'expression du besoin, une illustration schématique d'un design d'enceinte est présentée sur la figure 1. Attention, le schéma ne reprend pas toutes les fonctions de la description du besoin.

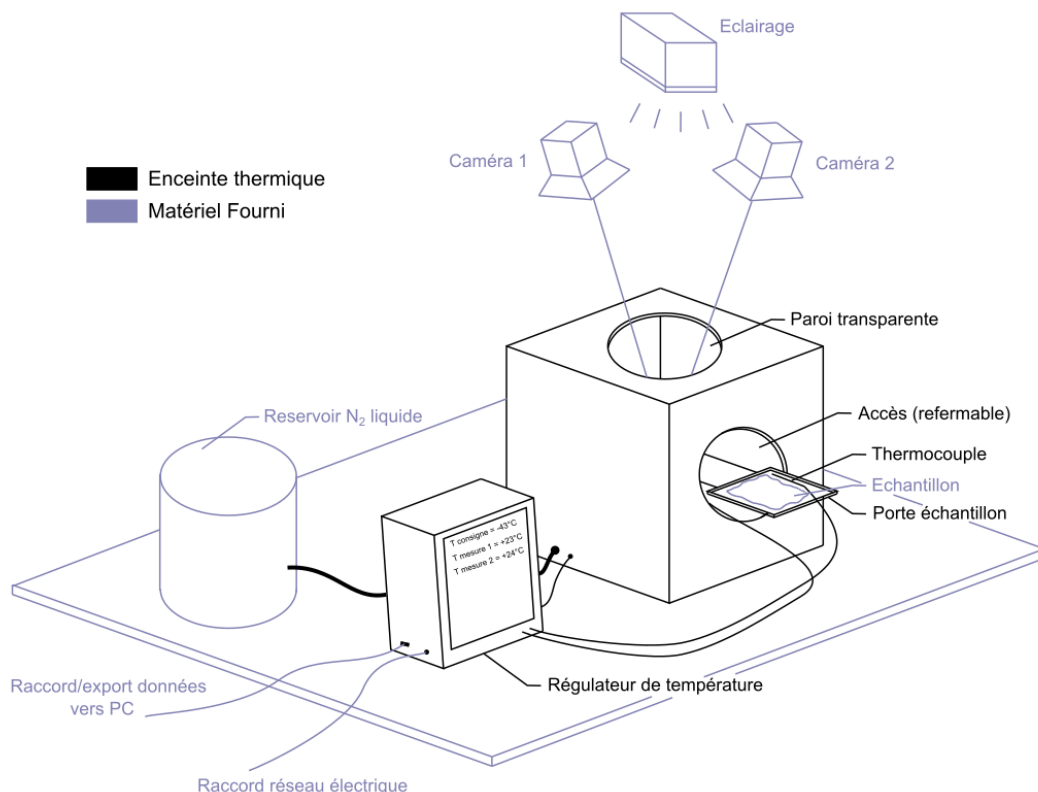


Figure 1 : Exemple schématique d'une enceinte thermique régulée permettant d'observer un échantillon *in situ*.

Cette enceinte a pour but de permettre des mesures de déformation d'échantillons en fonction de la température. Ces mesures seront réalisées par corrélation d'image avec du matériel à la

CAHIER DES CHARGES EQUIPEMENT

Enceinte thermique régulée (pour mesures optiques de déformations)

Référence (n° chrono) : **DTS/CDC/2025/009 Version A**

disposition du CEA (indépendant de l'enceinte). La résolution spatiale visée est de $50 \mu m \cdot pixel^{-1}$. Cette résolution est accessible sachant les dimensions de l'enceinte et certains des paramètres définis dans la suite (dimension des échantillons, distance à ceux-ci, éclairage, etc.). Le détail des fonctions attendues, est détaillé ci-dessous.

7.2 Description des fonctions

Pour réaliser l'expression du besoin, nous avons appliqué la méthode proposée par l'INRS dans son guide ED 6231. Les fonctions attendues sont les suivantes :

- Fonction 1 (F1) : Pouvoir filmer (depuis l'extérieur de l'enceinte) l'échantillon dans l'enceinte
- Fonction 2 (F2) : Pouvoir éclairer (depuis l'extérieur de l'enceinte) l'échantillon
- Fonction 3 (F3) : Chauffer l'intérieur de l'enceinte
- Fonction 4 (F4) : Refroidir l'intérieur de l'enceinte
- Fonction 5 (F5) : Supporter l'échantillon
- Fonction 6 (F6) : Sécuriser l'opérateur
- Fonction 7 (F7) : Approvisionner en énergie l'installation
- Fonction 8 (F8) : Approvisionner l'enceinte en diazote liquide
- Fonction 9 (F9) : Réguler la température de l'échantillon
- Fonction 10 (F10) : Installer/désinstaller l'échantillon
- Fonction 11 (F11) : Mesurer la température de l'échantillon

CAHIER DES CHARGES EQUIPEMENT

Enceinte thermique régulée (pour mesures optiques de déformations)

Référence (n° chrono) : DTS/CDC/2025/009 Version A

7.2.1 Pouvoir filmer (depuis l'extérieur de l'enceinte) l'échantillon dans l'enceinte

F1 : Pouvoir filmer l'échantillon dans l'enceinte				
Questions	Critères/Contraintes	Flexibilité	Point d'alerte	Phénomènes dangereux
Pourquoi	*Observer et quantifier les variations dimensionnelles de l'échantillon	*Aucune et les points d'alerte doivent être pris en compte (non-négociable)	*Attention à la condensation sur les parois transparentes froides. *Attention aux vibrations de l'enceinte. *Attention aux variations de la distance échantillon-caméra induite par la dilatation thermique.	
Quoi	*L'échantillon	*Aucune (non-négociable)		
Qui	*L'opérateur	*Aucune (non-négociable)		
Comment	*Au travers d'une fenêtre de visualisation et avec deux caméras (les caméras sont déjà en possession du CEA)	*Aucune et les points d'alerte doivent être pris en compte (non-négociable)	*Les axes optiques des caméras doivent former un angle $> 15^{\circ}$ *Les caméras doivent pouvoir être placées entre 25 et 50 cm de l'échantillon *Compte tenu de la taille de champ des caméras (et des points d'alerte), l'ouverture de visualisation doit être de 25×25 mm minimum *L'observation est réalisée dans le visible	
Quand	*Lorsque l'enceinte est en fonctionnement (isotherme ou rampe de température)	*Aucune (non-négociable)		
Où	*Caméras (à l'extérieur de l'enceinte) filment l'échantillon (à l'intérieur de l'enceinte)	*Aucune et le point d'alerte doit être pris en compte (non-négociable)	*Observer un échantillon disposé horizontalement (perpendiculaire à l'axe de la pesanteur).	

CAHIER DES CHARGES EQUIPEMENT

Enceinte thermique régulée (pour mesures optiques de déformations)

Référence (n° chrono) : DTS/CDC/2025/009 Version A

7.2.2 Pouvoir éclairer (depuis l'extérieur de l'enceinte) l'échantillon dans l'enceinte

F2 : Pouvoir éclairer (depuis l'extérieur de l'enceinte) l'échantillon dans l'enceinte				
Questions	Critères/Contraintes	Flexibilité	Point d'alerte	Phénomènes dangereux
Pourquoi	*Maîtriser l'éclairage de l'échantillon (filmé par les caméras)	*Aucune et les points d'alerte doivent être pris en compte (non-négociable)	*Besoin de degrés de libertés sur le positionnement de la source lumineuse pour ajuster l'éclairage. *Attention à la condensation sur les parois transparentes froides	
Quoi	*L'échantillon	*Aucune (non-négociable)		
Qui	*L'opérateur	*Aucune (non-négociable)		
Comment	*Au travers d'une fenêtre indépendante de la fenêtre d'observation avec un système d'éclairage LED (le système d'éclairage est déjà en possession du CEA)	*Aucune et les points d'alerte doivent être pris en compte (non-négociable)	*Un système d'éclairage autre a de grandes chances de ne pas convenir. *L'éclairage est dans le visible	
Quand	*Lorsque l'enceinte est en fonctionnement	*Aucune (non-négociable)		
Où	*Eclairage (à l'extérieur de l'enceinte) éclaire l'échantillon (à l'intérieur de l'enceinte)	*Aucune (non-négociable)		

7.2.3 Chauffer l'intérieur de l'enceinte

F3 : Chauffer l'intérieur de l'enceinte				
Questions	Critères/Contraintes	Flexibilité	Point d'alerte	Phénomènes dangereux
Pourquoi	*Maîtriser la température de l'enceinte (en chauffe)	*Aucune (non-négociable)		
Quoi	*L'échantillon	*Aucune (non-négociable)		
Qui	*Gestion par le système de régulation	*Aucune (non-négociable)		
Comment	*Electrique	*Aucune et les points d'alerte doivent être pris en compte (non-négociable)	*Pas d'exposition directe de l'utilisateur à des zones sous tension liés à la source chaude	*Risque électrique
Quand	*Lorsque l'enceinte est en fonctionnement	*Aucune (non-négociable)		
Où	*A l'intérieure de l'enceinte	*Aucune sur le critère et les points d'alerte (non-négociable) *Température extérieure de l'enceinte maximale de 60°C (négociable)	*Pas de chauffage (actif, hors fuites et autres systèmes) de l'extérieur de l'enceinte *Fuite de chaleur limitées en fonctionnement nominal	*Risque brulure

CAHIER DES CHARGES EQUIPEMENT

Enceinte thermique régulée (pour mesures optiques de déformations)

Référence (n° chrono) : DTS/CDC/2025/009 Version A

7.2.4 Refroidir l'intérieur de l'enceinte

F4 : Refroidir l'intérieur de l'enceinte				
Questions	Critères/Contraintes	Flexibilité	Point d'alerte	Phénomènes dangereux
Pourquoi	*Maitriser la température de l'enceinte (en refroidissement)	*Aucune (non-négociable)		
Quoi	*L'échantillon	*Aucune (non-négociable)		
Qui	*Gestion par le système de régulation	*Aucune (non-négociable)		
Comment	*groupe froid et/ou diazote liquide	*Aucune et les points d'alerte doivent être pris en compte (non-négociable)	*Extraction à réaliser si utilisation de diazote liquide. *Le recours au diazote liquide est plus contraignant et donc à minimiser (si groupe froid). La gamme de température typique est de -50°C à 170°C. La gamme de température étendue (utilisation moins fréquente) est de -110°C à 180°C.	*Risque brulure *Risque anoxie (Installation dans une pièce dont l'air est renouvelé)
Quand	*Lorsque l'enceinte est en fonctionnement	*Aucune (non-négociable)		
Où	*A l'intérieure de l'enceinte	*Aucune sur le critère et les points d'alerte (non-négociable) *Température extérieure de l'enceinte minimale de 0°C (négociable)	*Pas de refroidissement (actif, hors fuites et autres systèmes) de l'extérieur de l'enceinte	*Risque brulure

CAHIER DES CHARGES EQUIPEMENT

Enceinte thermique régulée (pour mesures optiques de déformations)

Référence (n° chrono) : DTS/CDC/2025/009 Version A

7.2.5 Supporter l'échantillon

F5 : Supporter l'échantillon				
Questions	Critères/Contraintes	Flexibilité	Point d'alerte	Phénomènes dangereux
Pourquoi ?	*Maintenir l'échantillon en position *Limiter les vibrations de l'échantillons *Limiter la variation de la distance échantillon-caméra lors des variations de température	*Aucune (non-négociable)		
Quoi ?	*L'échantillon (voir rubrique échantillon)	*Aucune (non-négociable)		
Qui ?	*Le support qui porte l'échantillon	*Aucune (non-négociable)		
Comment ?	*La gravité	*Aucune et le point d'alerte doit être pris en compte (non-négociable)	*L'échantillon doit être stable sur son support	
Quand ?	*Dès que l'échantillon est installé et jusqu'à ce qu'il soit désinstallé	*Aucune (non-négociable)		
Où ?	*Dans l'enceinte thermique régulée	*Aucune (non-négociable)		

CAHIER DES CHARGES EQUIPEMENT

Enceinte thermique régulée (pour mesures optiques de déformations)

Référence (n° chrono) : DTS/CDC/2025/009 Version A

7.2.6 Sécuriser l'opérateur

F6 : Sécuriser l'opérateur			
Questions	Critères/Contraintes	Flexibilité	Point d'alerte
Pourquoi ?	*Eviter les accidents liés aux phénomènes dangereux lors de l'utilisation de l'enceinte thermique	*Aucune (non-négociable)	
Quoi ?	*Risque de brûlure (froide & chaude par contact de l'enceinte et de l'échantillon) *Risque anoxie *Risque électrique *Risques posture	*Aucune et les points d'alerte doivent être pris en compte (non-négociable)	*Brûlure, besoin de renforcer la sécurité en dehors de la gamme de température : 0°C-60°C *Laboratoire avec volume important et ventilation, optimisation de la consommation d'azote nécessaire (volume : 750 m ³ , Ventilation 5 renouvellement/heure) *Respect de la directive basse tension (2014/35/UE) *Posture : poste prévu pour être piloté assis ou debout, en limitant les contraintes posturales
Qui ?	*Opérateur	*Aucune et le point d'alerte doit être pris en compte (non-négociable)	*Utilisable par des francophones (non-anglophone)
Comment ?	*Respect de la réglementation *Identification des dangers et analyse du risque	*Aucune (non-négociable)	
Quand ?	*A chaque utilisation et maintenance	*Aucune (non-négociable)	
Où ?	*Laboratoire premier étage Lynx 4 (site de l'INES)	*Aucune (non-négociable)	

CAHIER DES CHARGES EQUIPEMENT

Enceinte thermique régulée (pour mesures optiques de déformations)

Référence (n° chrono) : DTS/CDC/2025/009 Version A

7.2.7 Approvisionner en énergie l'installation

F7 : Approvisionner en énergie l'installation				
Questions	Critères/Contraintes	Flexibilité	Point d'alerte	Phénomènes dangereux
Pourquoi ?	*Assurer le fonctionnement des composants nécessaires au fonctionnement de l'enceinte	*Aucune (non-négociable)		
Quoi ?	*Alimenter le système de chauffe, le système de régulation, le système froid	*Aucune (non-négociable)		
Qui ?	*Système électrique du site	*Aucune (non-négociable)		
Comment ?	*Alimentation électrique	*Aucune (non-négociable)		
Quand ?	*Besoin continu lorsque le système est en fonctionnement	*Aucune (non-négociable)		
Où ?	*Branchement au réseau sur le site	*Aucune (non-négociable)		

CAHIER DES CHARGES EQUIPEMENT

Enceinte thermique régulée (pour mesures optiques de déformations)

Référence (n° chrono) : DTS/CDC/2025/009 Version A

7.2.8 Approvisionner l'enceinte en diazote liquide

F8 : Approvisionner l'enceinte en diazote liquide				
Questions	Critères/Contraintes	Flexibilité	Point d'alerte	Phénomènes dangereux
Pourquoi	*Assurer le refroidissement de l'enceinte	*Aucune (non-négociable)	*Peut également servir à évacuer la vapeur d'eau de l'intérieur de l'enceinte pour éviter la condensation sur les parois transparentes. *Le refroidissement peut être assuré par d'autres moyens	
Quoi	*Stockage local diazote liquide (fourni, et déjà en possession du CEA)	*Aucune et le point d'alerte doit être pris en compte (non-négociable)	*Réservoir XRP 60-S équipé d'une tête de soutirage S-2	
Qui	*Gestion du flux par le système de régulation	*Partielle (négociable)		
Comment	*Branchement au réservoir d'azote mobile (déjà en possession du CEA)	*Aucune et le point d'alerte doit être pris en compte (non-négociable)	*Attention à l'étanchéité (pas d'écoulement d'azote liquide hors de l'enceinte) et à l'exposition au froid	*Risque brûlure *Risque anoxie *Risque surpression
Quand	*Selon les besoins de l'enceinte et d'après la consigne de température	*Aucune (non-négociable)		
Où	*Raccord sur l'enceinte	*Aucune (non-négociable)		

7.2.9 Réguler la température de l'échantillon

F9 : Réguler la température de l'échantillon				
Questions	Critères/Contraintes	Flexibilité	Point d'alerte	Phénomènes dangereux
Pourquoi	*Fixer la vitesse d'une rampe de température de $\pm 1^{\circ}\text{C}.\text{min}^{-1}$ ou réaliser des isothermes sur la gamme de température -110°C, +180°C	*Aucune (non-négociable)	*Ne pas dégrader l'installation dans la gamme de température	
Quoi	*Réguler la température de l'air dans le voisinage de l'échantillon à $\pm 2^{\circ}\text{C}$ lors d'une rampe de $1^{\circ}\text{C}.\text{min}^{-1}$ et à $\pm 1^{\circ}\text{C}$ lors d'une isotherme (hors régime transitoire).	*Aucune (non-négociable)		
Qui	*L'opérateur	*Aucune (non-négociable)	*Système de contrôle (HMI) facile d'accès (ergonomie)	*Risque de posture contrainte
Comment	*Interface utilisateur, boîtier de commande et possibilité de commande depuis un PC	*Aucune (non-négociable)		
Quand	*Lorsque l'enceinte est en fonctionnement	*Aucune (non-négociable)		
Où	*Asservissement de la température de l'air dans lequel l'échantillon est.	*Aucune (non-négociable) *Asservissement sur la température mesurée au contact de l'échantillon à un emplacement librement choisi (négociable).		

CAHIER DES CHARGES EQUIPEMENT

Enceinte thermique régulée (pour mesures optiques de déformations)

Référence (n° chrono) : DTS/CDC/2025/009 Version A

7.2.10 Installer/désinstaller l'échantillon

F10 : Installer/Désinstaller l'échantillon				
Questions	Critères/Contraintes	Flexibilité	Point d'alerte	Phénomènes dangereux
Pourquoi	*Besoin d'installer/désinstaller l'échantillon dans l'enceinte pour l'observer	*Aucune (non-négociable)		
Quoi	*Echantillon de matière de 30 x 30 cm avec une épaisseur jusqu'à 2 cm.	*Aucune (non-négociable)		
Qui	*L'opérateur	*Aucune et les points d'alerte doivent être pris en compte (non-négociable)	*L'opérateur doit être capable de déposer l'échantillon de façon ergonomique *L'opérateur manipule l'échantillon qui peut être chaud/froid.	*Risque lié à la posture *Risque de brûlure
Comment	*Installation manuelle de l'échantillon dans l'enceinte	*Aucune et le point d'alerte doit être pris en compte (non-négociable)	*S'il y a un porte-échantillon, il doit pouvoir contenir un lit de (fine) poudre	
Quand	*Avant/après la mise en route de l'enceinte	*Aucune (non-négociable)		
Où	*Dans l'enceinte OU *Sur un porte échantillon hors de l'enceinte	*Aucune (non-négociable)		*Risques liés à la captivité (espace partagé avec d'autres expérimentations)

7.2.11 Mesurer la température de l'échantillon

F11 : Mesurer la température de l'échantillon				
Questions	Critères/Contraintes	Flexibilité	Point d'alerte	Phénomènes dangereux
Pourquoi	*Connaître la température de l'échantillon (important pour la mesure)	*Aucune (non-négociable)		
Quoi	*Mesure de la température de l'échantillon	*Une mesure à réaliser près de l'échantillon (non-négociable) *Plusieurs mesures à réaliser près de l'échantillon (négociable)		
Qui	*Opérateur *Système de régulation de la température	*Aucune (non-négociable)		
Comment	*Thermocouple	*Aucune et les points d'alerte doivent être pris en compte (non-négociable)	*Raccordement à faire à l'extérieur de l'enceinte *Le changement du thermocouple devra être facile à réaliser	
Quand	*Continuum au cours de la mesure et de la régulation en température	*Aucune (non-négociable)		

CAHIER DES CHARGES EQUIPEMENT

Enceinte thermique régulée (pour mesures optiques de déformations)

Référence (n° chrono) : DTS/CDC/2025/009 Version A

Où	*A l'intérieur de l'enceinte et près de l'échantillon	*Aucune (non-négociable)		
----	---	--------------------------	--	--

7.3 Matériel informatique

Si (*a priori* non applicable) l'équipement est livré avec un ordinateur, celui-ci devra avoir un système d'exploitation Windows 11 Entreprise et devra supporter l'antivirus Symantec Endpoint Protection en version 14.3.

Le matériel doit permettre une mise en réseau filaire Ethernet et avoir au moins un port USB de libre.

Le cas échéant, l'infogérant du CEA sera amené à intervenir sur le PC afin de le mettre au standard CEA avant sa mise en réseau.

La configuration et les données d'acquisition devront pouvoir être sauvegardées sur un répertoire d'un serveur du réseau. Aussi, les données d'acquisition devront être fournies sous la forme de fichiers de résultats transférables sur le réseau.

Le système devra avoir un système de supervision déporté de l'équipement. Ce système de supervision aura un profil en lecture seule des paramètres. Aucune action sur le fonctionnement de l'équipement ne sera possible.

Des profils supplémentaires permettront d'effectuer les fonctions suivantes :

- utilisateur pour le pilotage de l'équipement
- maintenancier pour le paramétrage de l'équipement
- administrateur (réservé à l'Infogérant)

Pour les phases de maintenance ou de mise en service, la prise en main à distance (PMAD) du matériel informatique depuis Internet n'est pas autorisée. Si pour des raisons techniques, une prise en main à distance depuis Intranet est nécessaire, le fournisseur devra l'indiquer dans son offre. Il fournira la liste des actions possibles à distance sur l'équipement via la prise en main à distance. Le CEA, sans engagement de sa part, analysera alors l'opportunité de mettre en place une dérogation. Dans tous les cas, la mise en place d'une prise en main à distance donnera lieu à une moins-value du fournisseur qui devra être indiquée dans l'offre. Par défaut la PMAD serait alors faite par le logiciel RDP (Remote Desktop Protocol).

Dans le cas où des paramètres du système peuvent être modifiés, le fournisseur devra indiquer dans l'offre les éléments d'**analyse de sécurité de ce système de supervision permettant de démontrer que la sécurité de l'équipement reste maîtrisée par des systèmes indépendants du système de supervision**. Si ces éléments ne sont pas sommairement connus au moment de l'offre, la fourniture de ces éléments constituera un livrable à la mise en service.

Enceinte thermique régulée (pour mesures optiques de déformations)

Référence (n° chrono) : DTS/CDC/2025/009 Version A

8. ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL, LIEU D'INSTALLATION, LIMITE DE FOURNITURE

8.1 Limites de fournitures

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

Eléments	A la charge du CEA	A la charge du fournisseur
Préparation de l'espace prévu pour l'installation (avant installation/livraison).	X	
Livraison de l'enceinte thermique régulée sur le site CEA-INES.	A chiffrer comme une option par le fournisseur	
Installation de l'enceinte thermique régulée sur le site CEA-INES		X
Evacuation des déchets issus du démontage		X
Aptitude à l'emploi.		X
Notice d'instruction		X

8.2 Environnement, Facilities

Le fournisseur transmettra en réponse à son offre les besoins en fluide, alimentation électrique et toutes autres interfaces nécessaires.

Dans l'environnement, il est possible de se raccorder à des prises électriques classiques, au réseau d'air comprimé, de diazote ainsi qu'à un réservoir mobile de diazote liquide (XRP 60-S équipé d'une tête de soutirage S-2).

La pièce où sera installé l'équipement est équipée d'un système de renouvellement d'air et est en légère surpression (5 renouvellements par heure, pièce de 745 m^3 avec un débit d'extraction de $1500 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ et de soufflage de $2500 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$). Plusieurs extracteurs sont dans la pièce et seront notamment à proximité de l'enceinte thermique.

Si le fournisseur est en capacité de proposer une solution technique adaptée nécessitant des modifications de l'environnement, celui-ci le mentionnera clairement.

Si le fournisseur le souhaite, une visite du site et notamment de la pièce où l'équipement sera installé peut-être réalisée.

8.3 Livraison

Tout matériel livré devra porter la référence de la commande ainsi que le nom du destinataire. Le fournisseur devra prévoir toutes les dispositions pour décharger et installer l'équipement. Les livraisons seront effectuées entre 8h et 16h30 du Lundi au Vendredi.

Le matériel devra être installé sur le site de l'INES dans le bâtiment Lynx 4 (au premier étage en salle 211). L'accès requiert de passer un monte-charge aux dimensions $1450 \times 1180 \times 1990 \text{ mm}^3$.

CAHIER DES CHARGES EQUIPEMENT

Enceinte thermique régulée (pour mesures optiques de déformations)

Référence (n° chrono) : **DTS/CDC/2025/009 Version A**

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 par la suite 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).

8.4 Modalités d'intervention sur le site du CEA

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

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 son intervention : EPI, EPC, Il en assurera le remplacement et la réparation et le cas échéant (sans indemnité de la part du CEA), il veillera à sensibiliser, former de manière réglementaire son personnel à leur utilisation. Ce matériel obéira à la réglementation en vigueur et disposera d'un certificat de conformité.

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

9. DELAIS

L'équipement sera installé sur site et réceptionné dans un délai souhaité de 22 semaines à compter de la date To de notification de la commande par le CEA.

10. QUALITE

Pour l'ensemble de ses activités, le fournisseur applique un système qualité d'un niveau équivalent à la norme ISO 9001.

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

Enceinte thermique régulée (pour mesures optiques de déformations)

Référence (n° chrono) : **DTS/CDC/2025/009 Version A**

mesure). Si le fournisseur sous-traite ces mesures, elles devront être accompagnées d'un certificat de conformité.

11. 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 » (cf. chapitre 4 documents applicables).

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. § 13 Documentation).

11.1 Analyse de risque

Sans objet (en dehors de ceux listés dans la fonction F8 de la section 7).

11.2 Risques liés aux utilités et aux machines

L'équipement devra être conforme à la réglementation en vigueur, notamment à la directive « machine » 2006/42/CE.

11.2.1 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.

11.2.2 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.

11.2.3 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.



11.2.4 Raccordement en air comprimé ou azote « service »

CAHIER DES CHARGES EQUIPEMENT

Enceinte thermique régulée (pour mesures optiques de déformations)

Référence (n° chrono) : **DTS/CDC/2025/009 Version A**

Si l'équipement utilise de l'air comprimé ou de l'azote (gazeux) 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.

11.3 Risques liés à l'électricité

11.3.1 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/UE ;
- « Compatibilité électromagnétique » 2014/30/UE ;
- « Limitation de substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques » (2011/65/UE).

Si l'équipement est composé d'appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire, celui-ci devra être conforme à la norme NF EN 61010-1.

11.3.2 Présence d'un onduleur (UPS)

Sans objet

11.4 Risques liés à l'incendie

Sans objet

11.5 Risques liés à l'explosion

L'injection d'azote peut entraîner une montée en pression dans l'enceinte. Le « fournisseur » précisera dans son offre la solution retenue ou la justification permettant de prévenir une montée de pression excessive liée à l'injection d'azote.

11.6 Risques liés aux produits chimiques

Sans objet

11.7 Risques liés aux manutentions

Sans objet

11.8 Risques liés aux appareils sous pression

Sans objet

CAHIER DES CHARGES EQUIPEMENT

Enceinte thermique régulée (pour mesures optiques de déformations)

Référence (n° chrono) : **DTS/CDC/2025/009 Version A**

11.9 Risques liés aux travaux en hauteur

Sans objet

11.10 Risques liés aux rayonnements optiques artificiels

Sans objet

11.11 Risques liés au bruit

L'équipement devra être conforme à la réglementation en vigueur, en s'inspirant notamment de la directive « machine » 2006/42/CE en la matière de risque lié de bruit

11.12 Risques liés aux températures

L'équipement devra être conforme à la réglementation en vigueur, en s'inspirant notamment de la directive « machine » 2006/42/CE en matière de risque lié à la température.

L'équipement devra empêcher l'accès à l'intérieur de l'enceinte par l'utilisateur pour des températures inférieures à 0°C ou supérieures à 60°C. Cette sécurisation traite les risques de brûlures et d'anoxie.

11.13 Signalisation

L'équipement devra être conforme à la réglementation en vigueur, en s'inspirant notamment de la directive « machine » 2006/42/CE.

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

11.14 Contrôles Réglementaires

Le CEA fera réaliser par un organisme agréé de son choix les contrôles réglementaires nécessaires, pour s'assurer de la conformité réglementaire 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 les opérations de mise en service dans l'attente de la résolution des problèmes (cf. article 30 du chapitre 11 des CGA).

11.14.1 Contrôle équipement de travail

Sans objet.

11.14.2 Contrôle réglementaire électrique

Enceinte thermique régulée (pour mesures optiques de déformations)

Référence (n° chrono) : **DTS/CDC/2025/009 Version A**

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.

12. CLAUSES ENVIRONNEMENTALES

Sans objet

13. DOCUMENTATION EQUIPEMENT

Le fournisseur de l'équipement s'engage à fournir (liste non exhaustive) :

- la notice d'utilisation rédigée en français (conformément à la directive « machine » 2006/42/CE)
- la notice d'entretien et de maintenance (conformément à la directive « machine » 2006/42/CE) ;
- la déclaration de conformité CE.

14. CONDITIONS DE RECEPTION

La réception est prononcée après livraison complète de l'équipement et à la fin des opérations d'installation, de mise en service, et après essais satisfaisants.

La réception fait l'objet d'un procès-verbal rédigé par le CEA et signé contradictoirement par les représentants du CEA et du fournisseur.

Critères de prononciation de la réception :

- Conformité réglementaire de l'équipement (cf. § 11)
- Exigences techniques contractuelles

A la réception, des tests de conformité thermique seront réalisés :

- Mesures avec échantillon *factis* (dans l'air, à proximité de celui-ci) de température sur une rampe de température $+1^{\circ}\text{C}.\text{min}^{-1}$ de -40°C à 160°C (hors début et fin de rampe).
- Mesures de température (idem, dans l'air et à proximité d'un échantillon *factis*) en isotherme pendant le régime stationnaire à -40°C , 0°C , 100°C et 160°C
- Contrôle de visibilité au travers des fenêtres d'observations au cours des deux tests ci-dessus (sera contrôlé par un test de lisibilité d'un texte disposé fixement dans l'enceinte).

15. FORMATION

Le fournisseur s'engage à dispenser les formations suivantes.

15.1 Formation sur l'utilisation de l'équipement

Le fournisseur s'engage à dispenser une formation portant sur l'utilisation de l'Equipement pour trois personnes. Le fournisseur indiquera dans son offre le nombre de jours de formation nécessaires.

CAHIER DES CHARGES EQUIPEMENT

Enceinte thermique régulée (pour mesures optiques de déformations)

Référence (n° chrono) : **DTS/CDC/2025/009 Version A**

15.2 Formation sur la maintenance de premier niveau

Le fournisseur s'engage à dispenser une formation portant sur la maintenance de premier niveau pour 2 personnes. Le fournisseur indiquera dans son offre le nombre de jours de formation nécessaires.

16. GARANTIE

Nonobstant la garantie légale, l'équipement est garanti 1 an(s) 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.

Pendant la période de garantie, le fournisseur s'engage à intervenir pour les dépannages au plus tard dans les 96 heures suivant la réception d'une télécopie ou 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'Équipement.

17. MAINTENANCE

À la fin de la période de garantie, le CEA aura la possibilité de souscrire un contrat de maintenance.

Dans son offre de prix, le fournisseur chiffrera, pour information, des prestations de maintenance sur une durée de 5 ans en tenant compte des niveaux d'exigences suivants :

- Full service (engagements sur des temps de disponibilité de l'équipement incluant les prestations de maintenance préventive, maintenance corrective illimitée et fourniture pièces détachées). Par défaut, les performances attendues dans le contrat Full Service sont celles du présent cahier des charges ;
- Maintenance préventive (pièces et main d'œuvre) + maintenances correctives à la demande (taux horaires) avec respects de délais d'intervention et de réparation.

Suite à l'ajustement des besoins du CEA en termes de maintenance, le contrat de maintenance pourra être mis en place à l'issue de la période de garantie suite à négociations.

18. ELEMENTS A FOURNIR EN REPONSE A LA CONSULTATION

- ❑ Commentaires de l'Équipementier sur le Cahier des charges Equipement en décrivant pour chacune des fonctions comment le fournisseur répond à la fonction ainsi qu'aux points d'alerte (cf. section 7.2).
- ❑ Caractéristiques complétées des besoins en fluide, alimentation électrique et toutes autres interfaces nécessaires (cf. Annexe 1).
- ❑ Coûts des différentes maintenances

CAHIER DES CHARGES EQUIPEMENT

Enceinte thermique régulée (pour mesures optiques de déformations)

Référence (n° chrono) : **DTS/CDC/2025/009 Version A**

- ☐ Durées et descriptions des formations prévues
- ☐ Analyse de sécurité de l'équipement (cf. § 11.1)

Enceinte thermique régulée (pour mesures optiques de déformations)

Référence (n° chrono) : **DEPARTEMENT/CDC/ANNEE/NUMERO Version A**

Annexe 1. Spécifications pour l'installation d'un équipement - à renseigner par l'Équipementier

Caractéristiques complétées des besoins en fluide, alimentation électrique et toutes autres interfaces qu'il juge nécessaires pour une bonne estimation du coût de l'installation de l'équipement.

- 1) Cette annexe permettra au CEA de réaliser le PID pour les fluides et PID électrique.
- 2) Ces PIDs seront alors envoyés pour vérification au fournisseur de l'équipement pour approbation.
- 3) Le Hook Up et le Fit Up débuteront après la validation officielle des PID par le fournisseur.



Annexe2_FeuilleDet
ailleePourinstallatio

Ce fichier peut être envoyé à la demande des entreprises.

Le contenu du fichier est mis ici à titre d'illustration du contenu demandé.

CAHIER DES CHARGES EQUIPEMENT

Enceinte thermique régulée (pour mesures optiques de déformations)

Référence (n° chrono) : **DEPARTEMENT/CDC/ANNEE/NUMERO Version A**

Modèle de l'équipement :

Liste des Equipments & sous-equipments

Nom	Location (Fab or sub-fab)	Type (Chiller, pump...)	Model	Dimensions (L x w x h) in mm	Weight (Kg)	Supplied by

Dimensionnement nécessaire des facilities pour le bon fonctionnement de l'équipement				Connection		Consumption (e) = "Consomation"				Pressure (bar) at the connection on the tool		Temp (° C)		Purity		
Fluid (a)	From	To	Description (b)	ID (c.)	Size (d)	Type	Min	Max	Average	Min	Max	Min	Max		Supplied by	Comments (ex: max length..) (f)

CAHIER DES CHARGES EQUIPEMENT

Enceinte thermique régulée (pour mesures optiques de déformations)

Référence (n° chrono) : **DEPARTEMENT/CDC/ANNEE/NUMERO Version A**

Comments

(a): Voir feuille "Fluids" pour quelques exemples

(b): Pour décrire le but et les caractéristiques de connexion

(c): Nom de la connexion identifiée sur l'équipement

(d): Taille de la connexion, l'unité doit être précisée

(e): Flows (débit entrant et sortant) et consommations qui doivent être converti comme décrit ci-dessous :

Exhaust : m³/h

ERP (PCW), EDI (DIW), VP, drain : l/min

Gaz : Slm (Standard liter per minute)

(f): Mettre les remarques et contraintes à connaître pour l'installation de l'équipement : par exemple longueur maximale, ...