

# CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL DE CONSULTATION

Affaire n° . 458227-25-MES-SOL

Fourniture, installation et mise en service d'un calorimètre  
ARC

**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</b>	<b>PRESENTATION GENERALE.....</b>	<b>3</b>
1.1	OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION .....	3
1.2	CONTEXTE .....	3
1.3	OBJECTIFS.....	3
1.4	ANNEXES AU CAHIER DES CHARGES.....	3
<b>2</b>	<b>DEFINITIONS.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>EXPRESSION DES BESOINS.....</b>	<b>4</b>
3.1	EXPRESSION FONCTIONNELLE DES BESOINS .....	4
3.2	NATURE DES ECHANTILLONS ET CONDITIONS OPERATOIRES .....	12
<b>4</b>	<b>EXPRESSION DES CONTRAINTES.....</b>	<b>12</b>
4.1	LEGISLATION, REGLEMENTATION, NORMES EN VIGUEUR .....	12
4.2	MARQUAGE CE.....	12
4.3	SECURITE .....	12
4.4	INFORMATIQUE - PILOTAGE – LOGICIEL.....	12
4.5	ENVIRONNEMENT D'UTILISATION .....	13
<b>5</b>	<b>MODALITES DE RECEPTION DE L'ÉQUIPEMENT ET DES PRESTATIONS ASSOCIEES .....</b>	<b>14</b>
5.1	RECEPTION EN ATELIER/USINE (FAT) .....	14
5.2	RECEPTION IN SITU (SAT).....	14
<b>6</b>	<b>CONDITIONS LOGISTIQUES.....</b>	<b>15</b>
6.1	PLANNING DE REALISATION ATTENDU .....	15
6.2	ADRESSE DE LIVRAISON .....	15
6.3	EMBALLAGE - TRANSPORT - LIVRAISON .....	15
6.3.1	<i>Emballage - Transport .....</i>	<i>15</i>
6.3.2	<i>Déchargement – Manutention – Transfert intra site IFPEN .....</i>	<i>15</i>

## 1 Présentation générale

### 1.1 Objet et domaine d'application

Objet du marché : IFPEN souhaite acquérir un calorimètre ARC afin de réaliser des tests d'emballage thermique sur des batteries dont la capacité et la géométrie sont compatibles avec les nouvelles batteries utilisées par les constructeurs automobiles.

Prestations associées : L'installation, la mise en service et formation pour un calorimètre ARC permettant de tester des batteries de grandes capacités et de nouvelles chimies avec son ensemble de contrôle (algorithme, soft, pc) permettant de réaliser des tests d'emballage thermique avec des protocoles usuellement utilisés pour cette problématique comme le test « Heat Wait and Search » ou un test de « rampe de température ».

### 1.2 Contexte

Jusqu'à très récemment (<2020), les batteries utilisées avaient des capacités allant de quelques Ah (formats cylindrique) à quelques dizaines d'Ah (format prismatique/pouch).

Aujourd'hui, l'intégration en pack évolue chez presque tous les constructeurs automobiles. Les batteries d'aujourd'hui sont de plus en plus grandes, atteignant jusqu'à un mètre de longueur, avec des capacités allant jusqu'à 200 Ah pour un poids pouvant atteindre 6 kg.

Pour caractériser l'emballage thermique des batteries, IFPEN a développé une expertise en utilisant des méthodologies élaborées sur son propre calorimètre ARC. Ce calorimètre permet de qualifier l'emballage thermique de batteries de capacité faible à moyenne (maximum 100 Ah) et de géométrie inférieure à 50 cm. Cet outil ne nous permet pas de travailler sur les batteries récemment introduites par les constructeurs.

Pour continuer à étudier expérimentalement l'emballage thermique des nouvelles batteries, IFPEN doit acquérir un calorimètre ARC disposant d'une chambre de grand volume et résistant à l'emballage des batteries de grande capacité.

### 1.3 Objectifs

IFPEN souhaite acquérir un moyen expérimental permettant de réaliser, dans un environnement contrôlé, des essais d'emballage thermique sur des cellules de grandes géométries et de fortes capacités.

### 1.4 Annexes au cahier des charges

Documents	Référence	Date	Rev.	Version jointe <sup>1</sup>	
				Electronic	Paper
Livret Ecart aux Règles d'Or	vf			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mémo Sécurité des Entreprises Extérieures Lyon			V5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Questionnaire informatique		07/02/22	V3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Procès Verbal de réception				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<sup>1</sup> Check if the document is appended to the specifications.

## 2 Définitions

Equipement	Calorimètre ARC
Soumissionnaire	Personne physique ou morale qui soumissionne à la présente consultation.
FAT - Factory Acceptance Test	Réception en atelier/usine
SAT - Site Acceptance Test	Réception in situ, sur le site IFPEN
Titulaire	Titulaire du marché à l'issue de la présente consultation

## 3 Expression des besoins

### 3.1 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.

Diffusion Externe	Référence	Version	Date	Page
	458227-25-MES-SOL	1	07/02/2025	5/15

Calorimètre ARC			
P	Fonctions attendues	Performances attendues	Acceptabilité min max
A	Emballlement thermique	<p>Il est essentiel de tester l'emballement thermique des cellules (y compris celles des nouvelle génération) en suivant le protocole HWS. Les deux exemples ci-contre doivent être inclus dans cette évaluation.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Cellule de format prismatique de dimension 204 x 173 x 71,4 mm, de capacité de 300 Ah et de masse 6 kg sur des chimies types NMC type (EVE Power LF280K)</li> <li>2) Cellule de format prismatique de dimension 945 x 90,5 x 13,9 mm, de capacité de 150 Ah et de masse 2.5 kg type (BYD Blade C102F)</li> </ol> <p>L'utilisation du protocole HWS nécessite un moyen expérimental, des logiciels contrôlant le moyen d'essai, des outils de calibration et un algorithme de contrôle</p>	
A	Mesure de la température	Instrumentation et acquisition de la température lors du protocole HWS	<p>Format CSV de préférence.</p> <p>Calibration à 0,01°C/minutes</p> <p>Suivi de la température à 0,02°C/minutes</p>
A	Mesure de la capacité thermique de la batterie		
A	Mesure de la tension	Acquisition de la tension lors de l'emballement thermique	

Diffusion Externe	Référence	Version	Date	Page
	458227-25-MES-SOL	1	07/02/2025	6/15

A	Test abusif d'une batterie selon un protocole de rampe de température		
A	Test abusif d'une batterie selon un protocole de surcharge		
B	Température de la batterie contrôlée par la température de parois du calorimètre.		Aucun système de chauffe en contact avec la batterie ne doit être nécessaire pour utiliser le protocole HWS.
B	Réaliser un test HWS sur des batteries Li-Metal sans dommage pour le calorimètre		
B	Mesure de la pression	Instrumentation et acquisition de la pression lors du protocole HWS	
B	Ergonomie	Système permettant de manipuler/déplacer l'ARC Facilité démontage des capteurs, et de la maintenance de niveau 1.	

### Ecoconception et efficacité énergétique

Fonctions attendues	Performances attendues	
		Acceptabilité min max
Utilisation de matériaux de la Fourniture facilement recyclables	Liste des matériaux et le pourcentage de la partie recyclable	
Equipements avec durée de vie	Le candidat devra indiqué la durée de vie de la Fourniture	
Optimisation maximale de l'énergie utilisée	Transmettre la consommation énergétique de la Fourniture.	

Diffusion Externe	Référence	Version	Date	Page
	458227-25-MES-SOL	1	07/02/2025	7/15

Pilotage / Logiciel			
P	Fonctions attendues	Performances attendues	Acceptabilité
			min max
C	Le PC sera fourni par IFPEN	Le candidat joindra à son offre le questionnaire informatique IFPEN qu'il aura préalablement complété, et, le cas échéant, les spécifications du/des ordinateur(s) requis.	

<sup>1</sup> La DSI 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 application) proposé et/ou s'il nécessite des optimisations au niveau de son paramétrage pour en réduire l'impact.

Diffusion Externe	Référence	Version	Date	Page
	458227-25-MES-SOL	1	07/02/2025	8/15

## Hygiène - Sécurité - Environnement

P	Fonctions attendues	Performances attendues	
		min	Acceptabilité max
A	Etre installé et mis en service par des intervenants habilités Risque Chimique	Installateurs habilités Risque Chimique 1 et 2	Possession des habilitations

## Documentation technique

P	Fonctions attendues	Performances attendues	
		min	Acceptabilité max
A	Fourniture à la livraison des notices d'utilisation et d'entretien	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rédigées en Anglais.</li> <li>Archivées sous format informatique (PDF).</li> </ul>	



Diffusion Externe	Référence	Version	Date	Page
	458227-25-MES-SOL	1	07/02/2025	9/15

# Prestations associées d'assistance, de support, ou de formation

P	Fonctions attendues	Performances attendues	
			Acceptabilité min max
A	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.	
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> <li>de former les utilisateurs aux opérations de maintenance de niveau 1.</li> </ul>	Minimum 2 jours de formation

Diffusion Externe	Référence	Version	Date	Page
	458227-25-MES-SOL	1	07/02/2025	10/15

## Prestations d'entretien, maintenance, SAV

P	Fonctions attendues	Performances attendues	
		min	max
A	<b>Garantie</b>	<p>Durée minimale de garantie : 12 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 par mail : 24 heures</li> <li>• Délai d'intervention : 2 semaines</li> <li>• Délai de changement de pièce : à préciser par le fournisseur de manière contractuelle</li> </ul>	
A	<b>SAV</b>	Dans son offre, le soumissionnaire devra préciser le délai de prise en compte de toute demande ainsi que le délai de diagnostic.	
A	<b>Indice de réparabilité</b>	Facilité la prise en main de l'appareil pour des réparations niveau I	
C	<b>Contrat de maintenance à proposer en option</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maintenance préventive annuelle</li> </ul>	

Diffusion Externe	Référence	Version	Date	Page
	458227-25-MES-SOL	1	07/02/2025	11/15

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maintenance curative pièces et main d'œuvre (appareil et accessoires),</li> <li>• Garantie des pièces de rechange : 12 mois minimum</li> <li>• Délai de réponse assistance : 24 heures</li> <li>• Délai d'intervention : 2 semaines</li> </ul> <p>Indication des moyens de transport de l'intervenant technique durant le contrat de maintenance</p>	
--	--	---	--

### 3.2 Nature des échantillons et conditions opératoires

1. Cellule de format prismatique de dimension 204 x 173 x 71,4 mm, de capacité de 300 Ah et de masse 6 kg sur des chimies types NMC type (EVE Power LF280K)
2. Cellule de format prismatique de dimension 945 x 90,5 x 13,9 mm, de capacité de 150 Ah et de masse 2.5 kg type (BYD Blade C102F)

## 4 Expression des contraintes

### 4.1 Législation, réglementation, normes en vigueur

L'Équipement fourni et les prestations assurées par le titulaire devront respecter la réglementation en vigueur.

L'équipement devra, en particulier, être conforme à la directive n° 2006/42/CE du 17 mai 2006 relative aux machines ainsi qu'à toute autre directive qui lui serait applicable (notamment les directives basse tension, compatibilité électromagnétique, appareils utilisés en atmosphères explosibles, équipements sous pression, récipients à pression simples, etc.).

La machine devra disposer d'un marquage de conformité CE apposé de manière distincte.  
Elle sera livrée accompagnée de la documentation suivante :

- Déclaration de conformité CE aux directives applicables,
- Notice d'instruction légale prévoyant, notamment, les indications pour que la mise en service, l'utilisation, le réglage et la maintenance puissent s'effectuer sans risque,
- Documentation technique relative aux moyens mis en œuvre pour assurer la conformité de la machine.  
Si la machine comporte des récipients sous pression, la documentation décrira leurs caractéristiques de pression, température mini/maxi admissibles, volumes afin de vérifier et réaliser, le cas échéant, le suivi en service réglementaire en France. Elle décrira également les caractéristiques et valeurs de réglage des accessoires de sécurité (soupapes de sûreté, disques de rupture, etc.).

### 4.2 Marquage CE

Conformément aux textes réglementaires, l'Équipement livré doit être muni du marquage CE et livré avec une attestation de conformité CE.

### 4.3 Sécurité

La Sécurité est une préoccupation permanente de la Direction générale d'IFP Energies nouvelles. Le personnel appelé à travailler sur les sites d'IFP Energies nouvelles devra se conformer aux consignes définies dans les documents suivants :

- Mémo Sécurité des Entreprises Extérieures
- Ecart aux Règles d'Or

### 4.4 Informatique - Pilotage – Logiciel

Lorsqu'une configuration informatique (matériel, logiciel) est proposé avec l'Équipement, les contraintes relatives à la configuration informatique ainsi que les documents à fournir sont précisées dans le fichier Excel en annexe au cahier des charges. En particulier :

- Le matériel informatique est acheté séparément par IFPEN, suivant des spécifications techniques précisées dans l'offre.

- 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.

## 4.5 Environnement d'utilisation

L'Équipement sera installé dans un environnement dont les paramètres extérieurs sont les suivants :

- Local / Emplacement : Laboratoire Agathe 115 Solaize
- Température moyenne : 10°C à 40°C

**Ces valeurs sont données à titre d'information.** Il appartient au soumissionnaire de s'assurer lors d'une visite, de la conformité du local d'IFP Energies nouvelles aux contraintes d'environnement et aux exigences techniques imposées par le constructeur. **Un compte-rendu de visite devra être transmis à IFP Energies nouvelles préalablement à toute contractualisation.**

Le soumissionnaire a la responsabilité de préciser à IFP Energies nouvelles les contraintes liées à l'environnement et relatives à l'utilisation de l'Équipement dans les conditions normales d'utilisation et de maintenance. En particulier :

- les utilités nécessaires au fonctionnement de l'Équipement :
  - voltage et puissances électriques nécessaires,
  - nature des fluides et pressions de réseau nécessaires.
- les précautions d'utilisation,
- les protections nécessaires.

## 5 Modalités de réception de l'Équipement et des prestations associées

### 5.1 Réception en atelier/usine (FAT)

Ce jalon doit permettre à IFPEN de pouvoir constater le bon avancement des travaux liés à la conception de l'Équipement et sa conformité en regard des fonctionnalités et performances décrites au Cahier des Charges Fonctionnel.

Les tests seront à réaliser par le Titulaire et à fournir à l'IFPEN pour acceptation de la FAT.

### 5.2 Réception in situ (SAT)

Les tests de réception associés à cette étape s'effectueront sur le site IFP Energies nouvelles selon les conditions opératoires définies ci-dessous :

Tests	Fonctions testées	Performances attendues	Conditions d'acceptabilité
Test n°1 (calibration)	Stabilité du calorimètre	Calorimètre stable	Stabilisation de la température pendant 1h avec baisse ou augmentation. Dérive de 0,01°C/minute maximum acceptée.
Test n°2 (drift sur cellule non reactive)	Stabilité thermique	Calorimètre stable	Condition adiabatique assurée. Stabilité des plateaux de température durant 20 minutes à 1h chacun. Dérive de 0,02°C/minute maximum acceptée.
Test n°3 emballement sur batterie commerciale de petite capacité (5 ampère / heure) disponible dans base de donnée IFPEN/littérature	Réponse du moyen lors d'un emballement thermique. Calorimètre robuste.	Test d'emballement avec évolution temporelle de la température/tension.	Suivie temporelle de l'emballement. Résultat en accord avec notre base de donnée et la littérature (possibilité d'annexer une publication de référence).
Test n°4 emballement sur batterie commerciale de grande capacité.	Réponse du moyen lors d'un emballement thermique Calorimètre robuste.	Test d'emballement avec évolution de la température/tension.	Suivie temporelle de l'emballement jusqu'à destruction de la batterie.
Test n°5 emballement sur batterie commerciale de grande capacité	Variabilité des tests	Test d'emballement avec évolution de la température/tension.	Résultat proche du test n°4 en terme de température caractéristique (initiation, voltage drop, Tmax et emballement thermique). Dérive de 10°C de différence avec le test n°4 est acceptable.

Test n°6 mesure capacité calorifique d'une batterie	Mesure Cp d'une batterie	Cp obtenu en cohérence avec la littérature	Cp correcte en fonction des référence littéraire.
Test n°7 rampe de température	Réponse du moyen lors d'un emballement thermique. Calorimètre robuste.	Test d'emballement avec évolution de la température/tension.	Suivie temporelle de l'emballement. Résultat en accord avec notre base de donnée et la littérature (possibilité d'annexer une publication de référence).

IFPEN s'engage à réaliser les tests SAT sous 4 mois après réception quantitative.

La réception définitive est prononcée après signature par IFP Energies nouvelles du Procès-Verbal de réception.

La réception telle que définie ci-dessus entraîne le début de la période de garantie.

## 6 Conditions Logistiques

### 6.1 Planning de réalisation attendu

Date de livraison souhaitée : 21 Juillet 2025

### 6.2 Adresse de livraison

IFP Energies nouvelles, Rond-point de l'Échangeur de Solaize, 69360 Solaize, France

### 6.3 Emballage - Transport - Livraison

#### 6.3.1 Emballage - Transport

Le Titulaire prend à sa charge :

- l'emballage adéquat de l'Équipement et de ses accessoires, nécessaire à son transport, Le Titulaire demeure responsable du mauvais conditionnement ou de l'insuffisance des emballages nécessaires au transport de l'Équipement.
- le transport de l'Équipement et de ses accessoires, depuis ses ateliers jusqu'au lieu de livraison indiqué sur la commande.

#### 6.3.2 Déchargement – Manutention – Transfert intra site IFPEN

Dès lors que le Titulaire est en charge de l'installation de l'Équipement, ainsi que dans les cas de conditions particulières de chargement, déchargement ou manutention, celui-ci devra assurer :

- la livraison de l'Équipement sur son lieu d'utilisation, la personne assurant la livraison devra au préalable se présenter au service Réception et remettre le bordereau de livraison,
- les opérations de déballage de l'Équipement.