

Procédure n°250252A00F

Acquisition d'un ensemble de matériels scientifiques constitutifs d'un banc de caractérisation d'organes de stockage électrochimique.

Cahier des Clauses Techniques Particulières
(CCTP)
Commun à tous les lots

La procédure de consultation utilisée est la suivante :

Appel d'offres ouvert en application des articles L2124-2, R2124-2, 1° et R2161-2 à R2161-5 du Code de la commande publique

SOMMAIRE

Article 1 -Objet du marché public	3
Article 2 – Caractéristiques techniques	3
2.1 Contexte d'utilisation	3
2.2 Caractéristiques techniques	4
2.3 Variantes obligatoires constituant des prestations supplémentaires éventuelles (PSE)	5
2.4 Variante à l'initiative du soumissionnaire	5
Article 3- Prestations connexes.....	5
3.1 Formations.....	5
3.2 Garantie et Service Après-Vente.....	6
3.3 Maintenance	6
3.4 Documentation	6
3.5 Livraison et installation	6

Article 1 -Objet du marché public

La présente consultation concerne l'achat d'un ensemble de matériels scientifiques constitutifs d'un banc de caractérisation d'organes de stockage électrochimique.

Les objectifs scientifiques et industriels sont le développement et la validation expérimentale d'algorithmes et de modèles mathématiques permettant :

- le contrôle des flux de puissance au sein d'un stockage hybride en tenant compte du vieillissement de ses divers organes (batterie, pile à combustible, supercondensateurs, etc.),
- la charge (ultra) rapide des batteries Li-ion actuelles et de nouvelles générations,
- l'estimation d'état de charge (SoC), l'état de santé (SoH) et l'état de fonction (SoF) des différents organes d'un système de stockage électrochimique hybride,
- le développement de jumeaux numériques des batteries pour la réduction de leur "time-to-market" et pour leur monitoring,
- et d'une façon plus générale, le diagnostic et le pronostic du système de stockage électrochimique.

Article 2 – Caractéristiques techniques

2.1 Contexte d'utilisation

Cette plateforme doit permettre :

1. De caractériser des matériaux et éléments de stockage électrochimique par des essais temporels et par spectroscopie d'impédance : la spectroscopie d'impédance reste en effet la méthode de référence et la plus documentée pour caractériser des matériaux et des organes de stockage électrochimique.

=> Utilisation classique d'un cycleur d'accumulateurs avec fonction EIS.

2. De faire vieillir (en calendrier, à différentes T° , ou par cyclage) des organes de stockage électrochimique, en particulier des accumulateurs Li-ion et des cellules de pile à combustible.

=> Association du cycleur d'accumulateur et de la chambre climatique (avec synchronisation des deux)

=> Association du cycleur de batterie (module 60 V) et de la chambre climatique (avec synchronisation des deux)

=> Module de batterie 60 V dont il est possible de venir modifier certains accumulateurs connectés en série afin de pouvoir créer des modules de stockage dont les accumulateurs ont des états de dégradation différents.

3. De développer et de valider expérimentale des algorithmes développés au laboratoire pour :

- le contrôle des flux de puissance d'un stockage hybride en fonction du vieillissement de ses divers organes, ce qui nécessite au préalable d'estimer les paramètres des différents organes, par spectroscopie d'impédance ou par identification dans le domaine temporel si le modèle doit être valide à courant fort.

=> Utilisation classique du cycleur d'accumulateurs.

- la charge rapide des batteries, ce qui nécessite de pouvoir exécuter des algorithmes de contrôle/estimation en temps réel et de piloter en temps réel le cycleur d'accumulateurs (pour la phase de mise au point) et le cycleur de batterie 60 V (pour la phase de validation expérimentale), tout en maîtrisant la température des organes de stockage.

=> Utilisation d'un cycleur d'accumulateurs ayant la possibilité d'être commandable en temps réel par une entrée analogique ou numérique (pour faire office de source de courant).

=> Utilisation d'une cible numérique (soit un ordinateur portable avec interface de communication CAN, soit une carte à microcontrôleur)-pour l'exécution des algorithmes de contrôle en temps réel du cycleur

=> Utilisation des capteurs de mesures de tension et de courant du cycleur d'accumulateurs ou du BMS de la batterie 60 V pour alimenter les algorithmes temps réel de la cible numérique.

- l'estimation d'état de charge (SoC), d'état de santé (SoH) et d'état de fonction (SoF) d'un système de stockage électrochimique hybride, ce qui nécessite de pouvoir appliquer des profils de courant de

charge/décharge et des profils de température très variés correspondant à des profils de mission réalistes.

= > Association du cycleur d'accumulateurs et de la chambre climatique (avec synchronisation des deux)

=> Utilisation d'un module de batterie 60 V dont il est possible de venir modifier certains accumulateurs connectés en série afin de pouvoir créer des modules de stockage dont les accumulateurs ont des états de dégradation différents.

2.2 Caractéristiques techniques

2.2.1 – Lot 1 : cycleur d'accumulateur multi-voies

Un système multi-voies de cyclage et de caractérisation de cellules électrochimiques à 2 (ou 3) électrodes. Chaque voie doit être capable de faire de la spectroscopie d'impédance dans la gamme [10 mHz - 10kHz], et de pouvoir enchaîner des séquences de caractérisation par EIS et des séquences de cyclage temporel sans manipulation humaine. Pour au moins 8 voies, l'amplitude du courant de sortie doit être compatible avec les accumulateurs classiques (cylindrique, & pouch), donc dans les gammes +/- 1mA, +/- 1A, +/- 10 A. Au moins une voie doit être compatible avec la gamme d'accumulateur prismatique, c'est-à-dire avec possibilité d'aller jusqu'à +/- 100A, soit à l'aide d'un booster, soit par parallélisation des voies de cyclage précédentes. Au moins une voie doit être compatible avec la gamme de courant d'accumulateur de type pile-bouton, c'est-à-dire avec des gammes de courant +/- 10 uA, +/- 100 uA, +/- 1 mA

- gamme de tension de sortie des voies : [0V - 10V]
- précision/résolution des mesures de tension : <0,1% PE / <0,01% PE
- précision/résolution des mesures de courant : <0,1% PE / <0,01% PE

Le système doit pouvoir piloter la température de la chambre climatique de la plateforme afin de pouvoir synchroniser ses séquences de cyclages et de caractérisation avec la température des accumulateurs testés. Le système doit pouvoir générer n'importe quel profil de courant ou tension ou puissance à partir d'un fichier CSV.

Il doit être possible de piloter au moins une voie +/- 10 A à partir d'une consigne analogique ou numérique (bus CAN ou RS232) afin de pouvoir tester nos algorithmes de charge rapide dans une boucle d'asservissement model-in-the-loop. Et pour cela, la voie devra également être capable de fournir les mesures de tension et courant de l'accumulateur testé par une/des sortie(s) analogique(s) ou numérique(s).

2.2.2 – Lot 2 : chambre climatique

La chambre climatique doit pouvoir imposer une température de l'enceinte comprise entre -10°C et + 70°C. Au moins une chambre climatique doit pouvoir être pilotée par le cycleur multi-voies (pour la synchronisation des profils de T° de courant/tension). La fluctuation de la T° autour de la consigne doit être inférieure à 1°C. La chambre peut être alimentée en 220 V monophasée ou en 380 V triphasé. Le système de refroidissement ne doit pas nécessiter de circulation d'eau ou d'évacuation vers l'extérieur du bâtiment (pas d'ouverture possible dans le mur du bâtiment). Le niveau de sécurité (norme EUCAR Hazard Levels) doit être supérieur ou égal à 4 et ne doit pas nécessiter d'évacuation vers l'extérieur. Le volume de la chambre doit être au moins de 200 l, avec des dimensions supérieures à 600 mm x 200 mm x 400mm pour pouvoir accueillir des accumulateurs cylindriques / pouchs / prismatiques ou des modules de stockage de 60 V.

2.2.3 – Lot 3 : cycleur de batterie 60 V

Le cycleur de batterie doit permettre de cycliser des modules de batterie dans la plage de tension [+3 V - 70 V]. Les voies du cycleur doivent pouvoir être parallélisables de façon à pouvoir atteindre un courant dans la plage [-200 A - 200 A] sous 60 V pour au moins une voie. Le cycleur doit disposer d'au moins deux voies de cyclage. Chaque voie doit pouvoir imposer un profil de courant ou de puissance quelconque défini à l'aide d'un fichier de données CSV.

- précision/résolution des mesures de tension : <1% PE / <0,1% PE
- précision/résolution des mesures de courant : <1% PE / <0,1% PE
- précision de l'asservissement en tension : <1% PE / <0,1% PE
- précision de l'asservissement en courant : <1% PE / <0,1% PE

2.2.4 – Lot 4 : modules de stockage batterie

Le stockage batterie consiste en au moins 2 modules de 60 V (au moins un module équipé d'accumulateurs de chimie LFP, et au moins un module de chimie NMC).

Les modules sont conçus de façon à ce qu'on puisse changer (remplacer) facilement les accumulateurs connectés en série, ceci afin de pouvoir constituer des modules déséquilibrés, c'est-à-dire ayant des accumulateurs avec des états de santé différents. C'est indispensable pour pouvoir valider les algorithmes d'estimation d'état de santé de batterie Li-ion à l'échelle de l'accumulateur.

Chaque module est accompagné d'un jeu de 30 accumulateurs neufs identiques à ceux du module (ils seront vieillis de façon contrôlée avant d'être insérés dans le module pour créer des modules ayant un état de santé quelconque, mais connu et maîtrisé à l'échelle de l'accumulateur).

Chaque module est équipé d'un BMS (système de surveillance du module) pouvant fournir (idéalement en temps réel) à un système informatique externe (un ordinateur) les mesures de tension, courant et T° de chaque accumulateur du module connectés en série (ces données seront traitées sur le système informatique externe par les algorithmes développés dans le laboratoire).

La fréquence de mise à jour de l'ensemble des données de tension/courant/température du module doit être supérieure à 10 Hz.

Les modules de batterie sont fournis avec des câbles de puissance permettant de les connecter à un cycleur de batterie par cosses tubulaires ou équivalentes.

2.3 Variantes obligatoires constituant des prestations supplémentaires éventuelles (PSE)

La présente consultation contient deux (2) variantes à l'initiative de l'acheteur à caractère obligatoire, décrites ci-dessous, et constituant des prestations supplémentaires éventuelles qui sont communes aux quatre lots.

Les soumissionnaires ont l'obligation de faire une proposition chiffrée pour ces variantes en faisant apparaître un chiffrage détaillé, et clairement identifié comme portant sur la variante, dans le devis établi. Chaque élément propre à une variante doit également être détaillé dans le mémoire technique.

Variante	Description
Variante PSE n°1	Un contrat de maintenance préventive sur 5 ans
Variante PSE n°2	Un contrat de maintenance corrective sur 3 ans

Si le soumissionnaire ne fait pas d'offre concernant ces PSE, son offre (et son offre de base) est déclarée irrégulière et est rejetée.

2.4 Variante à l'initiative du soumissionnaire

Conformément à l'article R2151-8-1° du code de la commande publique, les variantes sont interdites.

Article 3- Prestations connexes

3.1 Formations

3.1.1 - Lot 2 : formation de base

Il est demandé une formation sur site pour la prise en main et la configuration du module de pilotage de la chambre climatique par le cycleur. Cette formation à destination de deux (2) utilisateurs devra être réalisée au maximum quatre (4) mois à la suite de l'installation de l'équipement.

Le contenu de la formation sera détaillé dans le mémoire technique des candidats.

3.1.2 - Lot 4 : formation avancée

Il est demandé une formation sur site pour la prise en main du BMS des modules batterie 60 V car il faut pouvoir décoder les trames numériques du bus CAN et il faut pouvoir configurer le BMS de façons spécifiques afin qu'il accepte des plages de courant/tension différentes des grandeurs normalisées. Cette formation à destination de deux (2) utilisateurs devra être réalisée au maximum quatre (4) mois à la suite de l'installation de l'équipement.

Le contenu de la formation sera détaillé dans le mémoire technique des candidats.

3.2 Garantie et Service Après-Vente

Les équipements feront l'objet d'une garantie minimale d'un an. Le point de départ du délai de garantie est la date de notification de la décision d'admission. Si le titulaire a proposé dans son offre une garantie plus longue que la garantie minimale d'un an, cette durée plus longue prévaut et l'engage contractuellement.

Aussi longtemps que les matériels seront sous garantie, le titulaire fournira, au titre du service après-vente, une assistance technique au diagnostic et au dépannage (par téléphone).

3.3 Maintenance

Il est demandé en variantes (PSE) des contrats de maintenance préventive et corrective sur 3 ans. A ce titre, les candidats doivent préciser les coûts annuels, les coûts des pièces non couvertes, les délais d'intervention et les possibilités de remplacement de l'appareil en cas de dysfonctionnement.

3.4 Documentation

Le titulaire fournira au moment de la livraison de l'équipement une documentation complète en français (ou en anglais) comprenant le descriptif technique et les manuels d'utilisation (réglages et paramètres ...).

La documentation fournie restera la propriété de Nantes Université.

3.5 Livraison et installation

3.5.1 Livraison

L'équipement devra être livré à l'adresse de livraison suivante :

Nantes Université

IREENA – bâtiment CRTT

37, boulevard de l'université

CS 90406, 44612 Saint-Nazaire

Le délai de livraison sera proposé par les candidats et indiqué dans l'offre sachant que celui-ci court à compter de la date de réception de la notification du marché public par le titulaire du marché.

3.5.2 Installation

Les équipements seront installés au premier étage du bâtiment CRTT qui dispose d'un ascenseur monte-charge (largeur de porte : 80 cm, hauteur max : 2 m, masse maximale : 630 k). Toutefois si un ou des équipement(s) proposé(s) est/sont inadapté(s) à l'utilisation du monte-charge alors le banc de caractérisation d'organes de stockage électrochimique sera installé au rez-de-chaussée du bâtiment.

L'installation de chaque équipement sera assurée par le titulaire et comprendra les raccordements (électrique, fluide, ...) ainsi qu'une première mise en route. La date d'installation des équipements sera fixée avec accord avec le laboratoire IREENA mais elle devra intervenir au plus tard deux (2) mois après la livraison de l'équipement.