



## CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES

### MARCHE PUBLIC DE FOURNITURES COURANTES ET DE SERVICES

---

#### **Acquisition de bancs de tests pour électrolyseurs pédagogiques**

---

**Institut polytechnique de Grenoble**  
**DAFA / Service Achats**  
46 avenue Félix Viallet  
38031 Grenoble Cedex 1

Pour l'École Grenoble INP - Phelma, UGA

# SOMMAIRE

|                                                                                            |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. OBJET DE LA CONSULTATION .....</b>                                                   | <b>4</b>  |
| <b>2. LIEU D'EXÉCUTION .....</b>                                                           | <b>4</b>  |
| <b>3. DESCRIPTION FONCTIONNELLE DU BESOIN .....</b>                                        | <b>4</b>  |
| 3.1 DESCRIPTION GÉNÉRALE .....                                                             | 4         |
| 3.2 OBJECTIF PÉDAGOGIQUE .....                                                             | 4         |
| <b>4. SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES ATTENDUES POUR L'OFFRE DE BASE .....</b>                   | <b>5</b>  |
| 4.1 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES .....                                                       | 5         |
| 4.1.1 Description globale de l'offre de base .....                                         | 5         |
| 4.1.2 Exploitation pédagogique .....                                                       | 6         |
| 4.1.3 Interfaces .....                                                                     | 6         |
| 4.2 LA GESTION FLUIDIQUE .....                                                             | 7         |
| 4.2.1 Gestion des liquides .....                                                           | 8         |
| 4.2.2 Gestion des gaz .....                                                                | 9         |
| 4.2.3 Température .....                                                                    | 9         |
| 4.2.4 Pression de sortie .....                                                             | 10        |
| 4.3 MESURE DES PERFORMANCES ET DE LA DURABILITÉ .....                                      | 10        |
| 4.3.1 Cellule d'électrolyse .....                                                          | 10        |
| 4.3.2 Caractérisations électrochimiques spécifiques .....                                  | 10        |
| 4.4 ACQUISITION DES DONNÉES .....                                                          | 10        |
| 4.4.1 Données d'acquisition .....                                                          | 10        |
| 4.4.2 Ordinateur de supervision et logiciel de pilotage de l'équipement .....              | 11        |
| 4.4.3 Contrôle commande et sécurité .....                                                  | 11        |
| <b>5. POUR LES PSE FACULTATIVES .....</b>                                                  | <b>12</b> |
| 5.1 FOURNITURES ATTENDUES AU TITRE DES PSE FACULTATIVES .....                              | 12        |
| 5.1.1 PSE n°1 : Système de régulation en température .....                                 | 12        |
| 5.1.2 PSE n°2 : Cellules électrochimiques .....                                            | 12        |
| 5.1.3 PSE n°3 : Capteur pour l'analyse des gaz supplémentaires : CO, CO <sub>2</sub> ..... | 12        |
| 5.1.4 PSE n°4 : Capteur pour l'analyse des gaz supplémentaires : H <sub>2</sub> O .....    | 12        |
| 5.1.5 PSE n°5 : Analyse de l'électrolyte, mesure du pH .....                               | 12        |
| 5.2 PRESTATIONS DE SERVICE ATTENDUES AU TITRE DES PSE FACULTATIVES .....                   | 13        |
| 5.2.1 PSE n°6 : Extension de garantie .....                                                | 13        |
| 5.2.2 PSE n°7 : Maintenance de l'instrumentation .....                                     | 13        |
| <b>6. DOCUMENTATION .....</b>                                                              | <b>13</b> |
| <b>7. LIVRAISON .....</b>                                                                  | <b>13</b> |
| <b>8. INSTALLATION ET MISE EN SERVICE .....</b>                                            | <b>14</b> |
| <b>9. FORMATION .....</b>                                                                  | <b>14</b> |
| <b>10. GARANTIE, SAV ET SUPPORT TECHNIQUE .....</b>                                        | <b>14</b> |
| 10.1 GARANTIE .....                                                                        | 14        |
| 10.2 SUPPORT TECHNIQUE .....                                                               | 14        |
| <b>11. PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT .....</b>                                             | <b>15</b> |
| 11.1 EN LIEN AVEC LES SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES DES FOURNITURES .....                      | 15        |
| 11.2 TRANSPORT ET LIVRAISON .....                                                          | 15        |
| 11.3 GESTION DES EMBALLAGES .....                                                          | 15        |

|      |                          |    |
|------|--------------------------|----|
| 11.4 | GESTION DES DÉCHETS..... | 15 |
|------|--------------------------|----|

## 1. Objet de la consultation

La consultation porte sur un banc d'essais pédagogique pour illustrer la production d'hydrogène par électrolyse de l'eau.

## 2. Lieu d'exécution

Le banc de TP est installé dans le lieu suivant :

Phelma - salle TP campus 206  
Grenoble INP - PHELMA Bâtiment TP  
1280 Rue de la Piscine  
38610 Gières

## 3. Description fonctionnelle du besoin

### 3.1 Description générale

Le présent marché a pour objet la fourniture, l'installation et la mise en service d'un banc de test de cellules d'électrolyse à basse température. Ce banc de test est destiné à la caractérisation des conditions opératoires et des performances de mono-cellule d'électrolyse de l'eau multi-technologie (alcaline et à membrane échangeuse de proton) de surface de 5 cm<sup>2</sup>.

Le banc de test de cellules d'électrolyse à destination des travaux pratiques doit assurer le bon fonctionnement d'un électrolyseur mono-cellule dans des conditions opératoires variées et doivent être équipés des sécurités nécessaires pour la manipulation par des étudiants. Un pilote comprend :

- La gestion fluidique de l'électrolyte liquide et de l'évacuation des gaz pour un d'électrolyse alcaline liquide (Alcaline Water Electrolysis : AWE)
- La gestion fluidique de l'eau et de l'évacuation des gaz pour une électrolyse acide (Proton Exchange Membrane Water Electrolysis : PEMWE)
- Un système de caractérisation électrochimique des performances
- Un système de caractérisation des conditions opératoires et des gaz produits
- Un système de pilotage (avec deux postes) et d'acquisition de données

### 3.2 Objectif pédagogique

L'équipement sera mis à disposition sur la plateforme électrochimique de Phelma-campus pour les enseignants et étudiants de l'école Phelma, de l'ENSE3, DFP, Polytech Grenoble, CPP, IUT1, UFR Chimie et Biologie de l'UGA.

Il est principalement destiné à des travaux pratiques durant au maximum une journée pour deux trinômes d'étudiants ainsi que pour des projets plus longs demandant la reproductibilité des expériences.

Le principal objectif pédagogique est de collecter un maximum de mesures (même redondantes) afin d'illustrer et de vérifier les notions théoriques vues en cours. D'autre part, il est intéressant que les étudiants puissent identifier facilement tous les éléments constitutifs du banc comme les deux circuits de fluide, la position et nature des capteurs. L'approche « boîte noire » avec une machine intégralement recouverte d'un capot est à éviter en ce sens.

## 4. Spécifications techniques attendues pour l'offre de base

### 4.1 Caractéristiques générales

#### 4.1.1 Description globale de l'offre de base

Le banc de test pour cellules d'électrolyse est découpé en plusieurs modules. La figure 1 permet d'illustrer la description fonctionnelle du besoin :

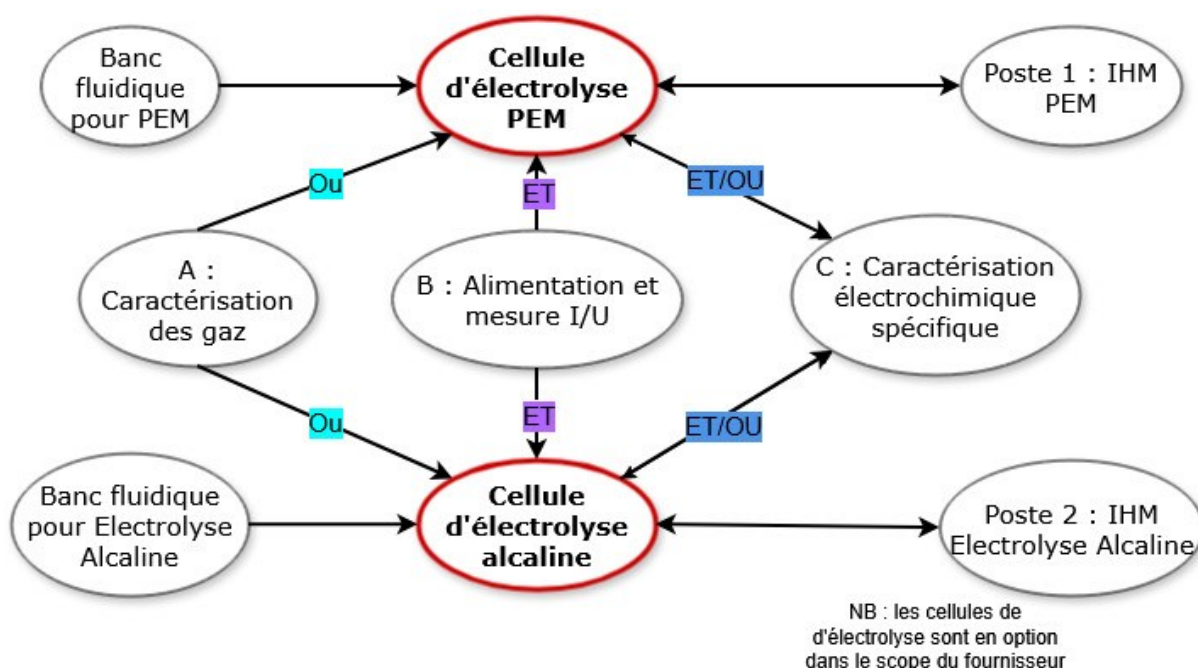


Figure 1 : schéma de principe (non contractuel) des fonctionnalités du banc de test d'électrolyse

Pour atteindre les fonctionnalités présentées dans la figure 1 (gestion fluide, caractérisation électrochimique et des gaz, alimentation, IHM), les deux possibilités suivantes sont acceptées :

- Équipement mono-poste compatible avec un fonctionnement en AWE et PEMWE,
- Équipement double poste, un AWE et l'autre PEMWE.

A noter que la présence de deux interfaces homme machine permettant de fonctionner en parallèle sur deux postes permet d'accueillir plus d'étudiants (deux groupes d'étudiants) et constituera un atout lors de la notation.

L'indépendance des modules de caractérisation A et C (voir figure 1) quant à leur fonctionnement en parallèle sur les deux postes de travail constitue également un atout pris en compte dans la notation.

Toutefois, l'analyse des gaz et la caractérisation électrochimique spécifique (p.ex mesure d'impédance électrochimique) peuvent être faites de manière alternative sur une voie ou l'autre, avec un changement simple entre les voies (par exemple via une vanne trois voies pour la caractérisation des gaz).

#### **4.1.2 Exploitation pédagogique**

Les bancs sont destinés à des travaux pratiques fonctionnant sur une journée ou une demi-journée.

Une attention particulière lors de la notation est portée à l'exploitation pédagogique du banc (notamment circuits fluides indépendants pour la clarté du fonctionnement, présence de nombreuses mesures).

#### **4.1.3 Interfaces**

##### **➤ Gaz**

La salle est équipée d'un réseau de gaz neutre. Le soumissionnaire devra préciser la pression d'alimentation en gaz recommandée.

Actuellement le gaz neutre est de l'argon. Un passage en azote est envisagé courant 2026.

##### **➤ Cellule électrochimique**

L'équipement est compatible avec différentes cellules d'électrolyse. Une cellule électrochimique ad hoc peut être connectée au système de gestion fluidique et son remplacement se fait en un temps et avec une complexité raisonnable.

Fluidique : le raccordement se fait via un système double bague en 6 mm. Il comprend deux connectiques d'alimentation et deux connectiques d'évacuation des électrolytes par cellule.

Le soumissionnaire précise les caractéristiques de l'interface compatible avec le capteur de température, la mesure de tension, le branchement électrique et l'éventuel système de gestion thermique

##### **➤ Eau de refroidissement**

La salle n'est pas équipée d'un circuit d'eau de refroidissement.

##### **➤ Alimentation électrique**

L'équipement doit pouvoir se connecter à un réseau domestique monophasé.

### ➤ Interface Homme Machine

Le software et l'hardware de pilotage sont inclus dans l'équipement demandé.

### ➤ Encombrement

Les dimensions limitantes sont liées à l'acheminement par ascenseur, précisées au chapitre 7. Livraison.

L'équipement peut être installé sur une paillasse (présente dans la salle) ou sur un châssis posé au sol.

## 4.2 La gestion fluide

L'équipement comporte l'ensemble des équipements nécessaires à son bon fonctionnement pour les deux applications PEMWE et AWE désirées. Il comporte deux circuits indépendants permettant une gestion séparée des fluides et l'alimentation de deux cellules en parallèle ; une alimentation en électrolyte pour l'AWE et en eau pour la PEMWE.

L'équipement doit être muni de différents capteurs pour faire fonctionner le banc de test selon les conditions opératoires voulues et décrites par la suite. Tous les capteurs analogiques sont reliés au système de supervision.

La figure 2 est une représentation schématique des éléments attendus sur la partie fluide de l'équipement. Ce schéma permet de clarifier la demande émise dans ce document mais n'a pas de valeur contractuelle.

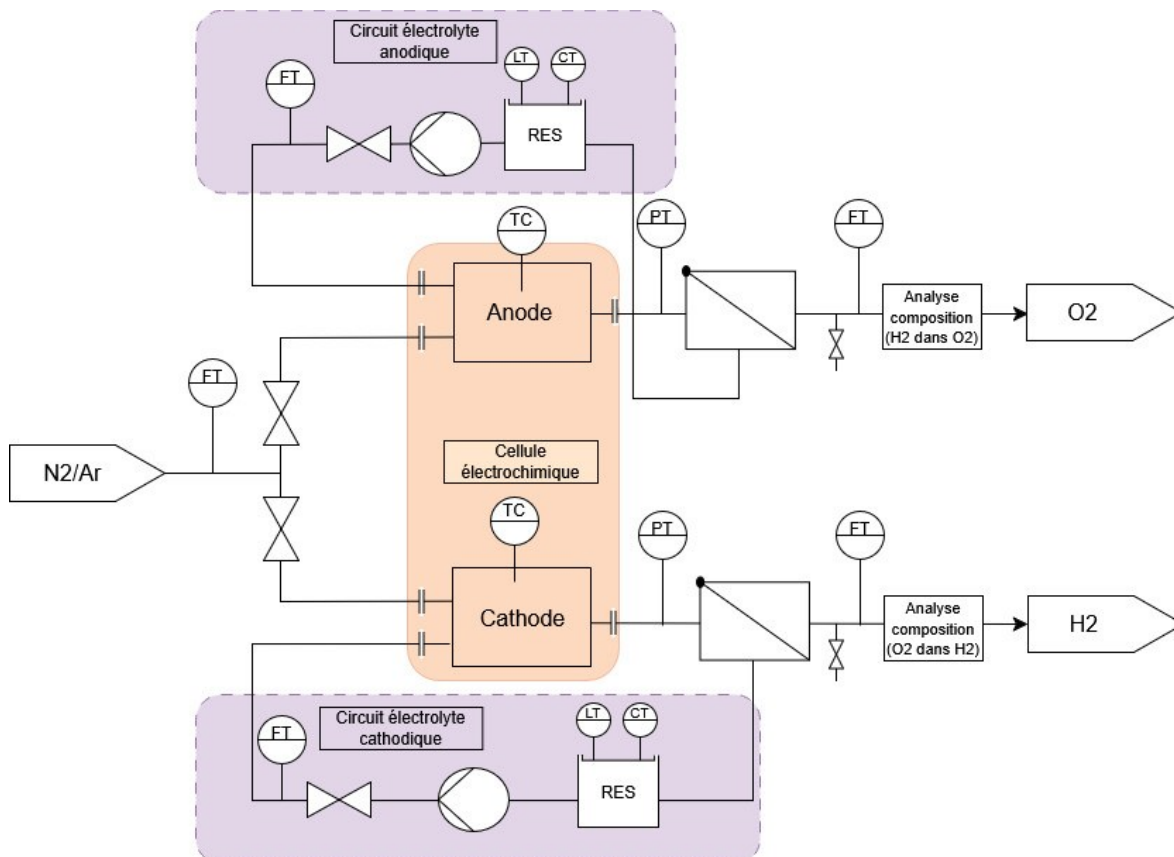


Figure 2 : Schéma TI de la partie fluide du banc de test pour cellule d'électrolyse (non contractuel)

## 4.2.1 Gestion des liquides

### 4.2.1.1 Spécificités de chaque circuit liquide :

- ◆ **AWE** : électrolyte alcalin, NaOH ou KOH concentré.  
Valeur max de concentration  $C = 7 \text{ mol/L}$   
Les tuyaux et l'instrumentation destinés à la fluidique doivent résister à l'utilisation de ces solutions basiques concentrées. Les différentes connectiques fluidiques, les pompes doivent être également compatibles avec ces solutions.  
  
Le fournisseur devra détailler la solution envisagée pour garantir cette compatibilité chimique.
- ◆ **PEMWE** : fonctionnement en eau dé-ionisée  
  
La PEMWE peut fonctionner avec deux électrodes noyées (circulation d'eau dans les deux compartiments) ou avec l'une des deux en gaz (circuit liquide isolé).

### 4.2.1.2 Débitmètres

L'équipement doit être équipé de débitmètres côté anodes et cathodes permettant d'ajuster et de contrôler le débit d'entrée des réactifs pour un fonctionnement aux conditions fluidiques voulues.

Le débit liquide d'eau/électrolyte doit varier dans la fourchette suivante :

- Débit liquide min = 25 mL/min
- Débit liquide max = 100 mL/min

Le soumissionnaire peut proposer de meilleures valeurs min (<25mL/min).

Le soumissionnaire indique la précision du contrôle de débit des électrolytes.

### 4.2.1.3 Circuits et réservoirs

L'alimentation des compartiments anodiques et cathodiques se fait via deux circuits distincts. Chaque circuit est équipé de deux réservoirs de contenance suffisante pour un fonctionnement pendant 4 heures minimum. Le remplissage se fait de manière relativement simple et sécurisée (notamment pour le KOH). Le dispositif permet également la vidange totale du circuit afin de pouvoir renouveler totalement l'électrolyte ou d'en changer la concentration.

Les réservoirs sont équipés chacun d'indicateurs de niveaux.

La conductivité de l'eau et de l'électrolyte doivent pouvoir être mesurées en ligne, via un conductimètre adapté à la conductivité de l'eau et un conductimètre adapté à la conductivité de solutions basiques concentrées.

### 4.2.1.4 Prélèvements

Il doit également être possible de prélever des échantillons d'électrolytes pour réaliser des analyses ex-situ.

### 4.2.2 Gestion des gaz

On distingue la gestion des gaz d'inertage (N<sub>2</sub>, Ar), des gaz produits par la cellule électrochimique (H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>).

#### 4.2.2.1 Gaz d'inertage :

L'équipement doit avoir la possibilité de purger les lignes avec un gaz inerte type argon ou azote afin de sécher les lignes fluidiques et d'éliminer les gaz produits résiduels. Il permet d'assurer la sécurité en éliminant les mélanges de gaz lors d'un fonctionnement anormal du banc de test qui amènerait à l'arrêt automatique du banc.

Le circuit d'inertage devra être équipé d'un débitmètre pour contrôler le débit de gaz neutre dans les compartiments de la cellule.

Dans le cas du fonctionnement en PEMWE en cathode sèche, il doit être possible d'isoler le circuit liquide de la cathode et d'utiliser le gaz neutre comme un gaz vecteur pour évacuer l'H<sub>2</sub> produit. A l'anode, le compartiment est toujours alimenté en liquide.

#### 4.2.2.2 Gaz produits par électrolyse :

Des séparateurs gaz/liquide sont placés en sortie de cellule d'électrolyse de manière à purifier le gaz en vue d'analyse et de mesure du débit.

#### 4.2.2.3 Mesure des gaz produits par électrolyse :

Le débit des gaz produit est mesuré et la composition des gaz est analysée en ligne :

- Gamme de débit des gaz estimée pour une cellule de 5 cm<sup>2</sup> : 20 ml/min à 100 ml/min
- Analyse de la composition des gaz produits en ligne :
  - O<sub>2</sub> dans H<sub>2</sub>
  - H<sub>2</sub> dans O<sub>2</sub>

NB : dans le cas du fonctionnement en cathode sèche, le débitmètre peut être by-passé.

### 4.2.3 Température

Le module fluidique doit être équipé d'un système de gestion thermique. Ce dernier pourra être un simple élément chauffant.

Le soumissionnaire précise quelles sous-parties sont concernées par la gestion thermique : le stockage de l'électrolyte, la cellule électrochimique, la tuyauterie.

La température doit pouvoir être contrôlée dans la gamme suivante :

- Température min = 40 °C
- Température max = 80 °C

Le contrôle de température de l'électrolyte est stable et précis, au plus proche de la cellule d'électrolyse. Le soumissionnaire indique la précision de la régulation de la température (à combien de °C près la température en entrée de la cellule est contrôlée)

Un capteur de température à insérer dans la cellule d'électrolyse est prévu pour effectuer une mesure locale (exemple Pt100 de 1 mm de diamètre).

#### **4.2.4 Pression de sortie**

La pression en sortie devra être paramétrable. La pression attendue est comprise dans la gamme suivante :

- Pression minimale : 1 bar, absolu
- Pression maximale : 3 bars, absolu

Le soumissionnaire indique la précision des capteurs de pression.

### **4.3 Mesure des performances et de la durabilité**

#### **4.3.1 Cellule d'électrolyse**

Les cellules utilisées sont des mono-cellules d'une surface de 5 cm<sup>2</sup>.

Les gammes de courant / tension suivantes sont attendues :

- Gamme de tension : 0,1 V à 10 V
- Gamme de courant d'alimentation : 1 mA à 10 A

Les valeurs de tension et de courant doivent être mesurées et enregistrées. La précision est indiquée par le soumissionnaire.

#### **4.3.2 Caractérisations électrochimiques spécifiques**

Le module de caractérisation électrochimique, par exemple un potentiostat, devra pouvoir appliquer les méthodes suivantes :

- Voltamétrie cyclique,
- Chrono-ampérométrie,
- Chrono-potentiométrie,
- Spectroscopie d'impédance électrochimique (ou FRA) avec une gamme de fréquence comprise entre 1mHz et 10 kHz,
- Échelon de courant ou de potentiel.

La réponse du soumissionnaire peut être un ou deux potentiostats ou tout autre solution répondant au besoin.

### **4.4 Acquisition des données**

#### **4.4.1 Données d'acquisition**

Le module d'acquisition permet *a minima* l'acquisition des données des paramètres contrôlés et des grandeurs mesurées suivantes :

- Température,

- Pression d'entrée et de sortie,
- Débit d'électrolyte et de gaz,
- Tension,
- Intensité,
- Conductivité,
- Composition des gaz effluents.

#### **4.4.2 Ordinateur de supervision et logiciel de pilotage de l'équipement**

Un ordinateur de supervision est compris dans l'offre du candidat.

L'interface de supervision se fait avec un logiciel installé sur l'ordinateur de supervision fourni avec l'équipement. Elle doit être pédagogique et adaptée à l'utilisation par des étudiants.

Un nombre suffisant de paramètres sont réglables par l'utilisateur pour contrôler et paramétrer les conditions opératoires (température et pression), de circulation des fluides (débit d'eau/d'électrolyte) et des différents seuils de mise en sécurité (précision du capteur d'H<sub>2</sub> dans O<sub>2</sub> par exemple) afin d'acquérir des données expérimentales lors des caractérisations électrochimiques.

La flexibilité et les options disponibles du module de supervision seront valorisés dans la notation (présence de plusieurs modes : utilisateur, développement, maintenance, ajout de voies d'acquisitions et contrôle a posteriori & environnement de développement facile à prendre en main).

Le logiciel d'acquisition des données doit permettre l'affichage et le traitement des données expérimentales issues des caractérisations. Il doit également permettre d'exporter les données expérimentales dans un format (par exemple ASCII) compatible avec des logiciels classiques de traitements de données (par exemple .xls).

#### **4.4.3 Contrôle commande et sécurité**

Mise en sécurité : l'équipement doit être équipé d'une sécurité interne permettant la coupure automatique, sécurisée et générale de l'équipement en cas de fonctionnement anormal ou non conforme du banc de test (p.ex. court-circuit). Les données relatives à la procédure d'arrêt automatique du banc doivent être enregistrées dans un fichier lors de l'utilisation du banc de test pour permettre le suivi de ces données qui ont déclenché la procédure d'arrêt.

Des mesures de sécurité automatiques sont indispensables lors d'un fonctionnement anormal du banc de test ou de la cellule à savoir : consigne limite réglable en potentiel, en courant, en température, et en pression. La mise en sécurité automatique du banc pourra également intervenir au-delà d'un seuil (défini par l'utilisateur en %) d'H<sub>2</sub> dans O<sub>2</sub>.

En cas d'alarme critique l'équipement est mis en sécurité de manière automatique, *a minima* sur les aspects suivants :

- Arrêt de l'alimentation électrique
- Inertage

## 5. Pour les PSE facultatives

Le candidat peut faire une ou des proposition(s) pour les fournitures et prestations décrites ci-après.

Les PSE facultatives proposées sont décrites dans le cadre de réponse technique et environnemental (CRTE) et sont chiffrées dans le cadre de réponse financier (CRF).

L'acheteur peut retenir aucune PSE, une PSE ou plusieurs PSE parmi les propositions du candidat retenu.

Les PSE facultatives ne sont pas prises en compte dans le jugement des offres.

### 5.1 Fournitures attendues au titre des PSE facultatives

#### 5.1.1 PSE n°1 : Système de régulation en température

La salle n'est pas équipée d'un circuit d'eau de refroidissement. Le module fluide de l'offre du candidat doit être équipé d'un système de gestion thermique qui peut être un simple élément chauffant.

Le candidat peut donc proposer, en PSE facultative n°1, un système de régulation de température (et non uniquement de chauffage) permettant de fonctionner à  $T^{\circ} \leq T_{amb}$ . La gamme de température attendue pour la PSE n°1 est alors :

- Température min = 20 °C
- Température max = 80 °C

#### 5.1.2 PSE n°2 : Cellules électrochimiques

Fourniture de 2 cellules électrochimiques :

- Fourniture d'une cellule AEMWE de test de 5 cm<sup>2</sup> compatible avec des électrolytes alcalins
- Fourniture d'une cellule PEMWE de test de 5 cm<sup>2</sup> compatible avec une alimentation en eau.

#### 5.1.3 PSE n°3 : Capteur pour l'analyse des gaz supplémentaires : CO, CO<sub>2</sub>

La teneur en CO, CO<sub>2</sub> est analysée au sein des gaz produits.

#### 5.1.4 PSE n°4 : Capteur pour l'analyse des gaz supplémentaires : H<sub>2</sub>O

La teneur en eau est analysée au sein des gaz produits.

#### 5.1.5 PSE n°5 : Analyse de l'électrolyte, mesure du pH

Un capteur permet de mesurer le pH des électrolytes.

## **5.2 Prestations de service attendues au titre des PSE facultatives**

### **5.2.1 PSE n°6 : Extension de garantie**

Le soumissionnaire propose une extension de garantie.

### **5.2.2 PSE n°7 : Maintenance de l'instrumentation**

Le soumissionnaire propose une prestation de maintenance.

La prestation de maintenance couvre la maintenance préventive et la maintenance curative avec support téléphonique et déplacements sur site.

## **6. Documentation**

A la livraison, le titulaire fournit avec chaque matériel une documentation détaillée :

- Pour la mise en fonctionnement du matériel et la procédure courante d'utilisation (démarrage, option de fonctionnement, arrêt),
- Pour décrire la composition et les caractéristiques/performances de tous les composants de l'équipement ainsi que les caractéristiques nécessaires relatives à la sécurité,
- Pour décrire les procédures de maintenance nécessaire à l'entretien du matériel, à travers un programme de maintenance annuel reprenant l'ensemble des interventions à réaliser,
- Pour la mise en arrêt de l'équipement en toute sécurité.

## **7. Livraison**

Le délai maximal de livraison est de 8 mois à compter de la notification.

Le titulaire doit s'assurer des conditions de livraison et de déplacement du matériel depuis l'entrée du site jusqu'à la pièce de destination.

La livraison et la manutention du matériel sont à la charge du titulaire jusqu'à la salle TP, située au deuxième étage du bâtiment (accès par ascenseur).

Caractéristiques de l'ascenseur :

- Largeur de la porte = 75 cm
- Longueur de l'ascenseur = 110 cm
- Hauteur = 190 cm
- Poids maximal = 525 kg

Le nom et les coordonnées du responsable technique sont communiqués au titulaire lors de la notification du marché.

Le candidat décrit les modalités et processus de la livraison, notamment nom et modalités de fonctionnement du transporteur s'il est connu au moment du dépôt de l'offre.

Les instrumentations sont étalonnées au plus tard à la mise en service de l'équipement par le candidat sélectionné.

## 8. Installation et mise en service

L'installation et la mise en service sont assurées par le titulaire dans un **délai maximum de 30 jours** à compter de la livraison.

## 9. Formation

Le titulaire s'engage à la formation technique nécessaire à l'utilisation et la maintenance de l'équipement d'au minimum trois (3) personnes pendant un minimum de deux (2) jours. La formation du personnel utilisateur se déroule dans les locaux de Phelma à Grenoble INP. Cette formation permet, notamment, au personnel d'assurer :

- La conduite et l'entretien courant du matériel,
- Les opérations et manipulations de maintenance,
- La maîtrise des logiciels d'acquisition de données et de contrôle de manière autonome,
- Les problématiques de sécurité liées à chaque composant du banc de test.

La formation a lieu dans un **délai maximum de 3 jours** à compter de la mise en service.

Le candidat précise dans son cadre de mémoire technique le contenu et les modalités d'organisation de la formation.

## 10. Garantie, SAV et support technique

### 10.1 Garantie

Le titulaire précise les modalités de garantie (1 an minimum) dans son cadre de mémoire technique, s'agissant notamment des délais de réponses et des délais d'intervention.

Les conditions réglementaires d'exécution portant sur la garantie sont détaillées à l'article 6.5 du CCAP.

### 10.2 Support technique

Dans le cadre du support technique proposé, le soumissionnaire précise dans son cadre de réponse technique et environnemental et environnemental les modalités d'organisation notamment les différents délais d'intervention maximum, expertise du personnel, provenance des pièces détachées, conditions de mise à jour des logiciel).

## **11. Protection de l'environnement**

Les éventuelles spécifications techniques et celles relatives à l'exécution du marché sont en lien direct avec l'objet du marché.

### **11.1 En lien avec les spécifications techniques des fournitures**

Le soumissionnaire indique les spécifications techniques des électrolyseurs pédagogiques visant à réduire l'impact environnemental. Il répond dans son cadre de mémoire technique quand il peut fournir les réponses aux questions posées, en annexant tout document utile.

Le candidat indique la disponibilité des pièces détachées.

Le soumissionnaire garantit la disponibilité des pièces détachées durant au moins 5 ans après l'achat de l'appareil. Il indique également la durée de disponibilité des pièces détachées après la production du dernier système d'électrolyseurs, afin de limiter l'obsolescence prématurée et de prolonger la durée de vie de l'équipement.

Le candidat indique tout renseignement utile sur l'écoconception, s'il y a lieu.

### **11.2 Transport et livraison**

Le mode de transport a une incidence directe et significative sur les émissions de gaz à effet de serre.

Le soumissionnaire renseigne dans le cadre de mémoire technique les efforts fournis pour réduire l'impact environnemental des conditions de transport et de livraison mises en œuvre au titre de l'exécution de ce marché (cf. art. 6.1 et 6.6 du CCAP).

### **11.3 Gestion des emballages**

Le titulaire limite le nombre d'emballages, notamment plastiques, dans la limite de ce qui est possible pour assurer un transport sécurisé des fournitures. Il privilégie les emballages en matériaux recyclés.

Le soumissionnaire précise, dans le cadre de mémoire technique, la proportion d'emballages recyclables ayant servi s'agissant de l'emballage du mur d'images tactile, objet de ce marché.

Le titulaire reprend l'ensemble des emballages à la suite de la livraison et après l'installation du matériel.

### **11.4 Gestion des déchets**

Le soumissionnaire décrit dans le cadre du mémoire technique ce qu'il met en œuvre pour le traitement des déchets liés à la fabrication et au transport du banc de test pour cellule d'électrolyse, objet du marché.