



**Université
de Limoges**

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES

MARCHÉ PUBLIC DE FOURNITURES COURANTES ET DE SERVICES

**Marchés 907 26 19 20 - Four métallique haute
température et four à glissement (2 lots)**

Lot 2 – Four à glissement

(english version bellow)

Université de Limoges
<http://www.unilim.fr>
Pôle de la commande publique
33 rue François Mitterrand
87032 LIMOGES

Sommaire

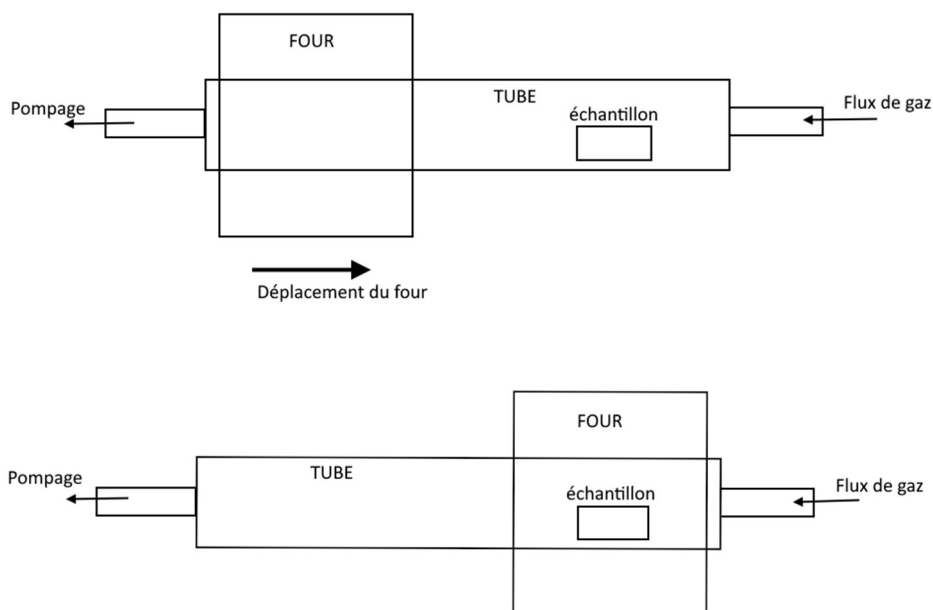
1. Objet du marché	3
2. Description générale du matériel	3
3. Performances et caractéristiques techniques minimales	4
4. Commande, automatisme et supervision.....	4
5. Sécurité et conformité.....	5
6. Prestations à la charge du titulaire	5
7. Installation, essais et réception.....	5
8. Garantie et maintenance	5

1. Objet du marché

Le présent marché a pour objet la **fourniture, l'installation, la mise en service et la formation à l'utilisation** d'un **four de laboratoire glissant à tube horizontal**, destiné à des applications de recherche à haute température.

La procédure de réalisation d'un essai serait la suivante :

- Le four est mis en chauffe jusqu'à la température de consigne.
- L'échantillon est positionné à l'intérieur d'un tube (par l'une des extrémités)
- Fermeture du tube
- Le tube est mis sous vide à la pression de consigne
- L'écoulement du gaz est enclenché
- Une fois l'ensemble des conditions réunies, le four est glissé en direction du tube afin de permettre le chauffage rapide du tube.
- Un fois le temps d'essai écoulé le four est ramené à sa position d'origine
- Un ventilateur est alors enclenché pour refroidir le tube d'essai.
- Arrêt du vide
- Une fois la pression atmosphérique obtenue et l'intérieur du tube refroidi, l'échantillon est récupéré



Le matériel fourni devra permettre des traitements thermiques jusqu'à 1300 °C, sous atmosphère contrôlée ou sous vide (1100°C), conformément aux caractéristiques techniques précisées ci-après.

2. Description générale du matériel

Le titulaire devra fournir un **four à tube horizontal**, intégrant au minimum les équipements suivants :

- Four à tube scindé, horizontal, à ouverture simplifiée.
- **Système de contrôle automatique du four**
- **Système d'alimentation en gaz automatique** pour deux gaz non inflammables (type Ar, CO₂).
- **Deux régulateurs massiques de débit (MFC)** pilotés ou non par l'automate pour ajustement automatique des flux gazeux.
- **Système de translation du four sur chariot à roulettes**, permettant le refroidissement du tube d'essai par ventilateur intégré.
- **Système de verrouillage de sécurité** empêchant l'ouverture au-delà de 70 °C.
- **Pompe turbo-moléculaire** pour atteindre un vide inférieur à 10⁻⁵ mbar
- **Tube de travail** en alliage APM (FeCrAl), une extrémité fermée, une avec bride étanche à fermeture rapide. (Fourniture de 2 tubes)
- **Ecoulement des gaz de droite (entrée) vers la gauche (sortie)** (pas de recirculation de gaz dans le tube). Pompage des gaz en sortie du tube

3. Performances et caractéristiques techniques minimales

Caractéristiques	Exigence minimale
Température maximale du four	1300 °C
Température maximale dans le tube	1250 °C
Température maximale sous vide	1100 °C
Longueur du tube chauffé	750 mm
Zone à température constante (±5 K)	375 mm
Diamètre extérieur du tube	164 mm
Diamètre intérieur du tube	152 mm
Thermocouple (glissant) de contrôle dans le tube	1
Alimentation électrique	400 V – 3 N / PE – 50 Hz
Puissance	env. 12 kW
Rampes de chauffe du four	jusqu'à 600 K/h (ajustables)
Qualité de vide	Inférieur à 10 ⁻⁴ mbar (tube froid, vide et propre)
Étanchéité (fuite)	< 5 × 10 ⁻³ mbar·L/s
Gaz du procédé	Ar, CO ₂ (non inflammables)
Débit de gaz	2 – 50 L/h selon gaz
Eau de refroidissement	2 – 5 L/min, eau claire
Norme de protection	IP 20

4. Commande, automatisme et supervision

- Commande automate avec écran tactile couleur
- Gestion d'au moins **10 programmes / 10 segments** avec possibilité de démarrage différé.
- Affichage simultané des consignes et valeurs réelles de température.
- Archivage automatique des cycles de traitement via module

5. Sécurité et conformité

Le four devra être conforme à l'ensemble des **normes européennes en vigueur**

Les matériaux isolants devront être **sans fibres céramiques réfractaires (RCF)** classées dangereuses.

6. Prestations à la charge du titulaire

Le titulaire assurera :

- La **fourniture complète du matériel** et de ses accessoires.
- Le **transport, le déchargement, la mise en place et le raccordement**.
- La **mise en service complète**, y compris essais de fonctionnement.
- Traitement des déchets d'installation par le fournisseur
- La **formation du personnel utilisateur** (1 journée minimum).
- La **fourniture des documents techniques** :
 - Notices d'utilisation et d'entretien en français ;
 - Schémas électriques et pneumatiques ;
 - Certificat CE de conformité ;
 - Manuel de maintenance et pièces détachées.

7. Installation, essais et réception

- **Installation et mise en service** réalisées par un technicien agréé du fabricant.
- Essais fonctionnels réalisés sur site (test de montée en température, d'étanchéité et de sécurité).
- **Procès-verbal de réception** signé conjointement par le titulaire et le maître d'ouvrage.

8. Garantie et maintenance

- Garantie **12 mois** à compter de la réception.
- Exclusion : pièces d'usure et dommages liés à une mauvaise utilisation.
- Le candidat proposera au titre de Prestations Supplémentaires Eventuelle une extension de garantie et un contrat de maintenance préventive.

ENGLISH

Purpose of the Contract

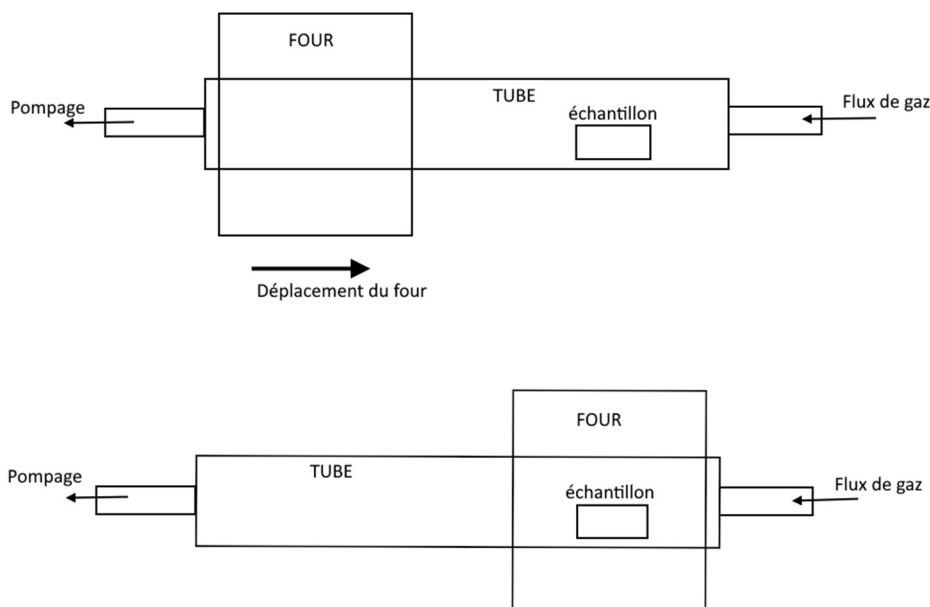
The purpose of this contract is the **supply, installation, commissioning, and user training** for a **horizontal sliding tube laboratory furnace** intended for **high-temperature research applications**.

Test Procedure

The typical test procedure is as follows:

The typical test procedure is as follows:

- The furnace is heated to the setpoint temperature.
- The sample is placed inside the tube (via one of the ends).
- The tube is closed.
- The tube is evacuated to the set vacuum pressure.
- Gas flow is initiated.
- Once all the required conditions are met, the furnace is slid toward the tube to allow for rapid heating of the tube.
- After the test duration has elapsed, the furnace is returned to its initial position.
- A fan is activated to cool down the test tube.
- The vacuum is released.
- Once atmospheric pressure and sufficient cooling are achieved, the sample is retrieved.



The supplied equipment must allow **thermal treatments up to 1300 °C**, under **controlled atmosphere or vacuum (up to 1100 °C)**, in accordance with the technical specifications below.

General Description of the Equipment

The contractor shall supply a **horizontal split-tube furnace** including, at minimum, the following components:

- Horizontally split-tube furnace with simplified opening system.
- Automatic furnace control system.
- Automatic gas supply system for two non-flammable gases (e.g., Ar, CO₂).
- Two **mass flow controllers (MFCs)**, controlled or not by the PLC, for automatic adjustment of gas flow rates.
- **Sliding system on a wheeled carriage**, enabling furnace translation and tube cooling via integrated fan.
- **Safety interlock system** preventing opening above 70 °C.
- **Turbo-molecular pump** capable of achieving vacuum levels below 10⁻⁵ mbar (with gas flow of 50 L/h).
- **Working tube** in **APM alloy (FeCrAl)**, one end closed, one end fitted with a quick-seal flange (2 tubes supplied).
- Gas flow from right (inlet) to left (outlet) — no gas recirculation inside the tube. Gas extraction at the tube outlet.

Minimum Performance and Technical Specifications

Characteristic	Minimum Requirement
Maximum furnace temperature	1300 °C
Maximum temperature inside the tube	1250 °C
Maximum temperature under vacuum	1100 °C
Heated tube length	750 mm
Constant temperature zone (±5 K)	375 mm
Outer tube diameter	164 mm
Inner tube diameter	152 mm
Sliding control thermocouple	1 (inside the tube)
Electrical supply	400 V – 3 N / PE – 50 Hz
Power rating	approx. 12 kW
Furnace heating rate	up to 600 K/h (adjustable)
Vacuum quality	vacuum levels below 10 ⁻⁴ mbar (cold, empty and clean work tube)
Leak rate	< 5 × 10 ⁻³ mbar·L/s
Process gases	Ar, CO ₂ (non-flammable)
Gas flow rate	2 – 50 L/h depending on gas
Cooling water flow	2 – 5 L/min, clean water
Protection rating	IP 20

Control, Automation, and Supervision

- PLC-based control with **color touchscreen interface**.
- Management of **at least 10 programs / 10 segments**, with **delayed start** option.
- Simultaneous display of **setpoints and actual temperature values**.
- **Automatic logging and archiving** of treatment cycles via data module.

Safety and Compliance

- The furnace must comply with **all applicable European standards**.
- **Insulating materials** shall be **free from hazardous refractory ceramic fibers (RCF)**.

Contractor Responsibilities

The contractor shall ensure:

- **Complete supply** of the equipment and all accessories.
- **Transport, unloading, installation, and connection** of the system.
- **Full commissioning**, including functional tests.
- **Waste management** related to the installation by the supplier.
- **User training** (minimum one full day).
- Delivery of the following **technical documentation**:
 - Operating and maintenance manuals in French;
 - Electrical and pneumatic diagrams;
 - CE Certificate of Conformity;
 - Maintenance and spare parts manual.

Installation, Testing, and Acceptance

- Installation and commissioning shall be carried out by a **qualified technician authorized by the manufacturer**.
- **On-site functional testing**, including temperature ramp tests, leak testing, and safety checks.
- **Acceptance report** jointly signed by the contractor and the contracting authority.

Warranty and Maintenance

- **Minimum 12-month** from the date of acceptance.
- Exclusions: **wear parts** and **damage due to misuse**.
- Option for **extended warranty** and **preventive maintenance contract**.