

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES (CCTP)

MARCHE PUBLIC DE FOURNITURES

2025-024

**Acquisition de matériels pédagogiques pour le
département MT2E de l'IUT de Ville d'Avray,
composante du Pôle Scientifique et Technologique
de l'Université Paris Nanterre**

Marché public à procédure formalisée
passé selon les articles L2120-1 3° L2124-1,
L2124-2, R2124-1, R2124-2 1° du Code de la
commande publique.

Article 1. OBJET DU MARCHÉ	3
Article 2. DUREE D'EXÉCUTION	3
Article 3. NATURE ET ETENDUE DES PRESTATIONS EXIGÉES	3
3.1 Contenu de la prestation	3
3.2 Descriptif des équipements	3
3.2.1 Le banc de chaudière à hydrogène (Lot 1)	3
3.2.1.1 Etude de faisabilité (Uniquement pour le Lot 1)	4
3.2.2 Le banc échangeur thermique (Lot 2)	4
3.3 Livrables techniques et documentation (commun à tous les lots)	5
3.4 Variantes (commun à tous les lots)	6
3.5 Prestations supplémentaires éventuelles	6
3.5.1 Pour le banc de chaudière à hydrogène (Lot 1)	6
3.5.2 Pour le banc échangeur thermique (Lot 2)	6
Article 4. NATURE ET ETENDUE DES PRESTATIONS EXIGÉES (Commun à tous les lots)	7
4.1 Installation	7
4.2 Livraison	7
4.3 Admission	8
Article 5. Conformité et garantie (COMMUN A TOUS LES LOTS)	8
5.1 Conformité du matériel	8
5.2 Service après-vente / Garantie	8
5.3 Opération de maintenance	8
Article 6. INTERLOCUTEUR RÉFÉRENT	9

Article 1. OBJET DU MARCHE

Le présent marché concerne l'acquisition des équipements suivants, pour le département Métiers de la Transition et de l'Efficacité Énergétiques (MT2E) de l'IUT Ville d'Avray, au sein de l'Université Paris Nanterre.

- Un banc de chaudière à hydrogène avec une option sur un banc de production d'hydrogène par électrolyse avec stockage
- Un banc échangeur thermique avec une option pour générateur de chaleur et un groupe frigorifique

Ces équipements seront utilisés par les étudiants, les enseignants et les techniciens du département MT2E, dans le cadre de travaux pratiques en énergétique.

Le site est localisé au 50, rue de Sèvres, 92410 Ville d'Avray (France).

Article 2. DUREE D'EXÉCUTION

La durée estimative du marché est de 24 mois à compter de l'admission des prestations.

Les équipements devront être livrés avant le **1er décembre 2026**.

L'entreprise renseignera dans son offre les délais de fabrication, de livraison et d'installation. Elle s'engage à respecter ces délais maximums.

Article 3. NATURE ET ETENDUE DES PRESTATIONS EXIGÉES

3.1 Contenu de la prestation

- L'étude de faisabilité d'installation de l'équipement ;
- La fourniture de l'équipement ;
- La livraison, le déchargement et la mise en place sur le site dans la zone désignée du Rez-de-jardin du bâtiment A ;
- L'installation et montage de l'équipement ;
- La mise en route accompagnée de tests de fonctionnement ;
- Formation à l'utilisation des machines (1 journée à 6/8 personnes dont techniciens)
- La garantie de l'équipement pendant toute la durée du marché ;
- La maintenance curative et préventive dont les contrôles de vérification et des rapports ;
- Les logiciels pour le fonctionnement de l'équipement

3.2 Descriptif des équipements

3.2.1 Le banc de chaudière à hydrogène (Lot 1)

Le département Métiers de la Transition et de l'Efficacité Énergétiques souhaite s'équiper d'un banc pédagogique comprenant une chaudière à hydrogène (avec possibilité de mixer le carburant H2 avec du gaz de ville pour différentes proportions).

En préalable à l'acquisition du banc de chaudière à hydrogène, une étude de faisabilité devra être effectuée dont le but est de définir les éléments nécessaires afin d'adapter 2 salles de TP aux conditions d'utilisation d'hydrogène gazeux en présence d'étudiants. Ces préconisations devront notamment porter sur :

- Normes de sécurité applicables
- Analyse des adaptations des 2 salles de TP
- Préconisation et définition des équipements
- Analyse des risques
- Liste des équipements à ajouter pour lutter contre les incendies
- Procédure d'utilisation et consignes de sécurité pour les utilisateurs

L'objectif technique est de pouvoir réaliser une combustion de l'hydrogène gazeux dans une chaudière et de contrôler les paramètres thermiques et énergétiques liés à la combustion (mesure de la température de flamme, richesse du mélange, analyse des gaz brûlés, mesure des débits de comburant

et carburant, mesure du débit des fumées). Il s'agira donc d'un banc de combustion hybride gaz naturel-H₂ sur un prototype de brûleur d'une puissance comprise entre 5 et 10kW. Le banc sera alimenté en gaz naturel sur le réseau de l'IUT en 30 ou 300 mbar et H₂ par un réseau H₂ 200 bars (si le système est branché sur une bouteille de stockage externe) ou directement par un électrolyseur (voir variante du projet). Le système peut utiliser jusqu'à 100% H₂.

Il peut être couplé avec un échangeur d'eau. Le banc permettra une visualisation directe du brûleur et de la flamme (hublot ou trappe pour mesure par spectrométrie d'émission de flamme). En définitive, la richesse et teneur en H₂ pourront être modulables pour étudier leurs influences sur les propriétés de la flamme. L'impact de l'H₂ sur les émissions de la chaudière sera étudié avec un analyseur de gaz brûlé dédié. La température et la vitesse de la flamme seront mesurées et contrôlées.

Le système de refroidissement ou de récupération de l'énergie thermique du brûleur permettra un branchement possible pour un système de récupération de chaleur (type ORC). Dans tous les cas, le banc pourra être branché sur le système de refroidissement de l'IUT qui permet d'évacuer cette puissance à des niveaux de températures compris entre 40°C et 90°C.

Le système de refroidissement et d'évacuation sera équipé d'un système de comptage d'énergie afin de pouvoir effectuer un bilan complet de l'installation.

La gestion de la partie sécurité liée aux problématiques d'hydrogène sera détaillée par le fournisseur.

La supervision du banc de chaudière à hydrogène sera assurée par un automate programmable industriel type « Proface ». L'interface pourra être sous forme d'écran tactile et déportée vers un écran d'ordinateur.

La qualité essentielle de cette chaudière sera la facilité de prise en main du banc.

3.2.2 Le banc échangeur thermique (Lot 2)

Le département Métiers de la Transition et de l'Efficacité Énergétiques (BUT MT2E) souhaite acquérir un banc pédagogique destiné à l'enseignement des transferts thermiques. Ce banc sera utilisé par les étudiants dans le cadre de travaux pratiques en énergétique.

Objectifs pédagogiques :

- Comprendre le fonctionnement de différents types d'échangeurs thermiques industriels
- Réaliser des bilans thermiques à co-courant et contre-courant
- Mesurer et comparer les performances thermiques de différentes technologies à surface d'échange équivalente

Description technique attendue :

- **Échangeurs à inclure :**
 - Échangeur coaxial
 - Échangeur multitubulaire à calandre
 - Échangeur à plaques

Tous les échangeurs doivent avoir :

- Une surface d'échange équivalente, supérieure à 0,2 m²
- Une configuration commutable pour permettre les comparaisons sur le même banc

Alimentation thermique :

- Fonctionnement avec de l'eau chaude (température : de 10 °C à 90 °C)
- L'alimentation en vapeur n'est pas requise mais une évolution future n'est pas exclue

Régulation :

- Système de régulation automatisée de température

Instrumentation :

- Sondes de température installées dans des doigts de gant
- Débitmètres sur les lignes eau chaude et eau froide
- Sondes de pression pour calcul des pertes de charge
- Affichage sur écran tactile avec synoptique clair et interactif
- Enregistrement des mesures sur clé USB

- Possibilité d'export des données (format .CSV ou équivalent)

Mesures réalisables :

- Coefficient global d'échange thermique **U** en fonction :
 - Des débits d'eau chaude et froide
 - Des pertes de charge
- Efficacité thermique
- Puissance thermique transférée
- Pertes de charges

Exigences en sécurité et ergonomie :

- Vannes de sécurité
- Dispositifs anti-brûlures
- Purge automatique
- Composants accessibles et sécurisés pour une utilisation par des étudiants
- Manuel d'utilisation en français

Livraison et formation :

- Installation du banc dans une salle technique dédiée
- Formation à l'utilisation et à la maintenance du banc (enseignants et personnel technique)
- Fourniture des fichiers de configuration et des documentations techniques

Contraintes logistiques :

- Banc installé en intérieur
- Préciser les dimensions et les besoins en raccordement (eau, électricité)
- Livraison souhaitée avant :

3.3 Livrables techniques et documentation (commun à tous les lots)

Le titulaire s'engage à remettre pour chaque équipement fourni, l'ensemble des livrables documentaires nécessaires à sa bonne utilisation, à sa maintenance et à son suivi technique.

Les documents suivants devront être transmis au format numérique (PDF) aux adresses électroniques des correspondants techniques désignés, à savoir, notamment : les manuels d'utilisation en langue française, les fiches techniques détaillées et les plans de maintenance.

Tous les documents mentionnés ci-dessus devront être remis au plus tard dans un délai de 7 jours ouvrés à compter de la réception des équipements sur site.

3.4 Variantes (commun à tous les lots)

Les candidats peuvent proposer, en complément de leur offre de base conforme à la solution envisagée dans les documents de la consultation, des variantes pouvant offrir une amélioration financière ou du matériel décrit.

Le nombre maximal de variantes autorisées est de trois.

Les variantes devront obligatoirement respecter l'ensemble du cahier des charges.

3.5 Prestations supplémentaires éventuelles

3.5.1 Pour le banc de chaudière à hydrogène (Lot 1)

PSE 1 : Banc de production et stockage d'hydrogène

En option, le banc de chaudière à hydrogène pourra disposer d'un banc pédagogique de production et stockage.

Ce banc doit permettre de piloter la production de l'électrolyseur depuis la supervision. Des capteurs, reliés à la supervision, permettront de mesurer la température, la pression et le débit massique

d'hydrogène sortant de l'électrolyseur. Des mesures de courant et de tension permettront de calculer la puissance consommée par l'électrolyseur et le sécheur de gaz. Il devra aussi permettre de remplir un stockage d'un volume de 5L à une pression maximale de 6 bars. Le remplissage pourra se faire depuis l'électrolyseur ou une bouteille d'hydrogène du commerce type B20. Il devra être possible d'isoler un volume d'hydrogène entre deux vannes cadenassables afin de réaliser en sécurité des tests de fuite sur des raccords prévus à cet effet. Plusieurs propositions de test de fuite pourront être faites.

Enfin, ce banc devra être capable d'être raccordé à une ligne de distribution H2 afin d'alimenter cette dernière à une pression de 6 bars.

Le banc sera mobile et monté sur roues pivotantes permettant son déplacement.

Le banc devra être relié à un stockage d'azote gazeux sous pression (type bouteille B20) pour assurer un inertage en cas de fuite importante d'hydrogène. Cette bouteille devra être fournie par le client et sera raccordée au banc lors de son installation sur site.

Aucun essai sur le banc pédagogique ne pourra être réalisé en l'absence d'une pression minimale de 10 bars dans la bouteille d'azote.

Le banc sera équipé d'un détecteur d'H2, un détecteur d'O2 et un détecteur de fumée reliés à une centrale gaz.

L'IUT disposant d'un réseau d'eau déminéralisé, tout système additionnel de traitement de l'eau utilisé dans l'électrolyseur devra être incorporé à l'offre.

La supervision du banc pédagogique sera assurée par un automate programmable industriel type « Proface ». L'interface pourra être sous forme d'écran tactile et déportée vers un écran d'ordinateur.

3.5.2 Pour le banc échangeur thermique (Lot 2)

PSE 1 : Deux échangeurs montable en série ou en dérivation

Le banc pourra être équipé d'un circuit supplémentaire comprenant deux échangeurs identiques et de surfaces équivalentes aux échangeurs de base, pouvant être montés :
en série ou en dérivation

L'objectif est d'étudier l'impact sur les performances thermiques et hydrauliques

Ce module devra intégrer les mêmes dispositifs de mesure (température, débit, pression) et permettre une commande simple du mode de fonctionnement, raccordé à l'affichage sur écran tactile avec synoptique clair et interactif

PSE 2 : Chaudière électrique intégrée

Le banc pourra être livré avec une chaudière électrique intégrée, adaptée :

- aux gammes de température (jusqu'à 90 °C)
- aux débits et aux puissances thermiques correspondant aux échangeurs fournis

Le module devra inclure :

- un régulateur de température automatique
- les sécurités nécessaires (limiteur haute température, protection électrique)

PSE 3 : Groupe frigorifique intégré

Le banc pourra être livré avec un groupe froid intégré, permettant l'alimentation en eau froide des échangeurs. Le groupe devra être dimensionné pour fournir de l'eau à température régulée, adaptée aux conditions expérimentales (jusqu'à 10 °C minimum).

Le module devra également comporter un système de régulation automatique et les dispositifs de sécurité appropriés

Article 4. ETUDE DE FAISABILITÉ (UNIQUEMENT POUR LE LOT 1)

En préalable à l'acquisition du banc de chaudière à hydrogène, une étude de faisabilité devra être effectuée dont le but est de définir les éléments nécessaires afin d'adapter 2 salles de TP aux conditions

d'utilisation d'hydrogène gazeux en présence d'étudiants. Ces préconisations devront notamment porter sur :

- Normes de sécurité applicables
- Analyse des adaptations des 2 salles de TP
- Préconisation et définition des équipements
- Analyse des risques
- Liste des équipements à ajouter pour lutter contre les incendies
- Procédure d'utilisation et consignes de sécurité pour les utilisateurs

Le titulaire devra rendre un livrable écrit comportant l'ensemble des éléments cités ci-dessus dans un délai de 45 jours après la notification du marché. Il pourra solliciter le référent technique de l'Université pour obtenir l'ensemble des informations nécessaires à la réalisation de cette mission.

Si à l'issue de l'étude de faisabilité, il apparaît qu'il est impossible d'installer les équipements, l'université peut résilier le marché pour motif d'intérêt général sans indemnité de résiliation, ni indemnité pour les frais et investissements engagés (dérogation à l'article 42 du CCAG-FCS).

Article 5. NATURE ET ETENDUE DES PRESTATIONS EXIGÉES (COMMUN À TOUS LES LOTS)

5.1 Installation

L'entreprise prendra toutes les précautions nécessaires pour éviter toute détérioration du bâtiment lors de l'installation. Elle sera considérée responsable en cas de dégâts notables. Un état des lieux préalable sera établi de manière contradictoire.

Les équipements commandés seront installés dans la zone désignée au préalable, sous-sol du bâtiment A.

L'entreprise devra apporter ses propres moyens de levage et de manutention et prendra garde notamment à ne pas endommager le sol (par ex. traces de pneumatiques ou traces d'huile). Il n'est pas possible d'utiliser un chariot élévateur pour atteindre la zone désignée (mais il est possible de l'utiliser pour décharger et s'approcher à 10m de la zone, puis utiliser des patins à roues).

L'entreprise évacuera du site tous déchets et emballages générés par l'installation du matériel.

Tout matériel endommagé à l'issue de l'installation devra être remplacé à l'identique dans les plus brefs délais.

- ❖ **Pour le banc de chaudière hydrogène (lot 1) :** l'installation comprendra le raccordement du banc aux circuits de refroidissement et de chaleur.
- ❖ **Pour le le banc échangeur (lot 2), l'installation comprendra :**
 - Raccordement du banc aux lignes de gaz H2 et N2 le cas échéant
 - Raccordement des sorties gaz du banc aux différents événements
 - Tests de fuite et du bon fonctionnement de tous les éléments

5.2 Livraison

Pour des raisons d'accessibilité sur site, la livraison devra être effectuée par un camion de 20m3 et 12m de long maximum, muni d'une grue de manutention, ou d'un chariot élévateur et de rampes.

La livraison est possible du lundi au vendredi, de 9h à 12h, puis de 13h30 à 17h.

Conformément à l'article 20.3 du CCAG-FCS, les risques afférents au transport jusqu'au lieu de destination ainsi que les opérations de conditionnement, de chargement, l'arrimage et le déchargement incombent au titulaire.

Le Titulaire s'engage dans le cadre de l'exécution de ses prestations, à prendre toutes les dispositions et à mettre en oeuvre tous les moyens nécessaires au respect de la réglementation relative à la pollution et à la protection de l'environnement, à savoir notamment :

-

- Limiter les déchets (emballages) et diminuer les impacts environnementaux des déchets en les valorisant ou en les recyclant.
- Limiter les pollutions générées par le transport et les nuisances sur l'environnement.

En application de l'article 20.2.2 du CCAG-FCS, les emballages restent la propriété du titulaire. Tous les produits devront être obligatoirement étiquetés.

5.3 Admission

La prestation sera considérée comme achevée dès lors que la formation sera finie après la réception des matériels commandés qui devront avoir été correctement montés, testés et installés.

Article 6. CONFORMITÉ ET GARANTIE (COMMUN A TOUS LES LOTS)

6.1 Conformité du matériel

Les matériels installés seront conformes aux normes et directives machines en vigueur en France à la date de la commande. L'ensemble du matériel fourni (de manière non exhaustive : armoire électrique, carters, systèmes de sécurité et de commande) devront être certifiés à la norme CE.

L'entreprise fournira, avec son offre, les PV de conformité des matériels installés, ainsi qu'un manuel d'utilisation, d'installation et de maintenance en français, ainsi que l'ensemble des schémas électriques.

6.2 Service après-vente / Garantie

L'Université Paris Nanterre souligne que le Titulaire doit assurer un service d'assistance, de remise en état et de service du matériel dans les délais indiqués ci-dessous au maximum :

- Délai d'intervention par téléassistance : 24 heures
- Délai d'intervention par une assistance sur site : 72 heures
- Délai maximum de l'indisponibilité, remise en état et service : 14 jours ouvrés.

L'offre présentera de façon claire et précise les conditions de SAV. L'offre présentera les conditions de garantie du matériel installé, ainsi que la durée de mise à disposition des pièces de rechange.

Le titulaire devra indiquer la procédure de retour des pièces de +30kg. Les frais de retour sont à sa charge. En cas de retour usine du matériel pour réparation, les frais d'expédition aller et retour sont à la charge du titulaire.

6.3 Opération de maintenance

La maintenance comprend les interventions demandées par l'Université Paris Nanterre, en cas de fonctionnement défectueux de l'un des équipements faisant l'objet du marché, ainsi que l'entretien préventif.

La maintenance préventive inclut :

- La réalisation d'interventions techniques régulières, conformément aux prescriptions du fabricant ;
- La fourniture, le remplacement et la pose de pièces détachées en cohérence avec leur durée de vie ;
- La mise à jour des systèmes informatiques et des logiciels associés aux équipements ;
- La mobilisation de la main-d'œuvre nécessaire ainsi que la prise en charge des frais de déplacement

Le titulaire est tenu d'assurer une maintenance préventive durant toute la durée de garantie du matériel. Pendant la durée de la garantie, le titulaire doit assurer une maintenance préventive tous les six mois et une maintenance curative selon le besoin.

La maintenance curative inclut :

- Diagnostic de la panne à la demande de l'Université Paris Nanterre ;
- Réparation ou remplacement des composants ou matériels défectueux ;
- Remise en service complète de l'équipement, dans des conditions de sécurité et de conformité opérationnelle.

Conformément à l'article 32.1 du CCAG FCS, le titulaire s'engage à assurer, pendant toute la durée du marché, les opérations de maintenance préventive et curative des équipements.

Article 7. INTERLOCUTEUR RÉFÉRENT

Un interlocuteur unique, parlant français sera dédié au suivi de l'exécution du service destiné à l'Université. Le titulaire devra également nommer un chef d'équipe en charge de coordonner le travail de ses salariés sur le chantier.

Le titulaire communique les noms et coordonnées de l'interlocuteur en annexe de l'acte d'engagement du présent marché (nom(s), adresse personnelle au sein de l'entreprise, ligne téléphonique directe, n° de télécopie, adresse électronique personnelle au sein de l'entreprise, etc.)

Le titulaire se chargera d'informer l'Université en cas de changement d'interlocuteur.

Article 8. DEROGATIONS AU CCAG-FCS

Articles du présent CCTP	Articles du CCAG/FCS auxquels ils dérogent
4	42