



CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

Fourniture d'une centrale hydroélectrique pédagogique pour l'Université de Pau et des Pays de l'Adour

Procédure formalisée
N° de marché : 2026-1505

ACHETEUR :
UNIVERSITE DE PAU ET DES PAYS DE L'ADOUR

SOMMAIRE

ARTICLE 1 – OBJET DU MARCHÉ	3
ARTICLE 2 – ALLOTISSEMENT	3
ARTICLE 3 – CONTEXTE DU MARCHÉ.....	3
3.1 Présentation générale de l’université	3
3.2 Responsabilité Sociétale et plan de sobriété	3
3.3 Présentation du service émetteur du besoin et contexte de l’achat	4
ARTICLE 4 – OBJECTIFS	4
ARTICLE 5 – CONFORMITE, NORMES ET REFERENCES	5
ARTICLE 6 – DESCRIPTION TECHNIQUE	5
6.1 Contexte d’utilisation	5
6.2 Caractéristiques techniques	6
6.3 Documentation technique	8
ARTICLE 7 – PRESTATIONS SUPPLEMENTAIRES EVENTUELLES	8
ARTICLE 8 – VARIANTES.....	8
ARTICLE 9 – CLAUSE ENVIRONNEMENTALE	8
ARTICLE 10 – CONDITIONS D’EXECUTION	8
10.1 Livraison.....	8
10.2 Mise en service avec formation	9
10.3 Opérations de vérification.....	9
10.4 Admission du matériel.....	9
10.5 Garantie	9
10.6 Service après-vente	10

ARTICLE 1 – OBJET DU MARCHÉ

Le présent marché a pour objet la fourniture, la livraison, la mise en service et la formation nécessaire à l'utilisation d'une centrale hydroélectrique pédagogique pour l'université de Pau et des pays de l'Adour (UPPA).

Le numéro de référence attribué à ce marché est le 2026-1505.

Ce marché fait suite au classement sans suite du marché 2026-1477.

Le montant estimatif du marché est de 47 500 € HT.

ARTICLE 2 – ALLOTISSEMENT

Conformément à l'article L2113-11 2° du code de la commande publique, le présent marché n'est pas alloti pour des raisons techniques.

ARTICLE 3 – CONTEXTE DU MARCHÉ

3.1 Présentation générale de l'université

L'université de Pau et des Pays de l'Adour se distingue par son caractère pluridisciplinaire et sa configuration multi sites sur 5 campus :

- 4 campus en région Nouvelle Aquitaine : dans les Pyrénées-Atlantiques (64) à Pau, Bayonne et Anglet, dans les Landes (40) à Mont-de-Marsan.
- 1 campus en région Occitanie : dans les Hautes-Pyrénées (65) à Tarbes.

L'UPPA est organisée en 3 collèges universitaires. Chaque collège regroupe des composantes internes de formation et de recherche, des écoles d'ingénieurs et instituts (IUT, IAE), des écoles doctorales et des services administratifs.

Université renommée, à taille humaine, elle prépare avec ses 1 627 personnels, 13 405 étudiants à l'obtention de plus de 100 diplômes, aussi bien en formation initiale, professionnelle que continue. Elle compte 879 enseignants et son activité de recherche est importante.

Pour plus d'informations, le site de l'université est accessible à l'adresse suivante : <http://www.univ-pau.fr/live/>.

3.2 Responsabilité Sociétale et plan de sobriété

Depuis la définition de sa politique RSU (Responsabilité sociétale de l'université) en 2022, l'UPPA s'est fortement engagée dans la structuration de sa stratégie environnementale et sociétale par :

- la spécialisation de sa recherche au travers de cinq missions interdisciplinaires¹, en lien avec les objectifs de développement durable (ODD) de l'ONU.
- l'intégration de la Transition écologique pour un développement soutenable (TEDS) dans la formation initiale des étudiants.
- la formation tout au long de la vie de l'ensemble des personnels de l'Etablissement supérieur et de la recherche (ESR).

L'élaboration d'un plan de sobriété en 2022 a concrétisé cet engagement et démontre la volonté d'atteindre, à court et moyen termes, des objectifs chiffrés de réduction de consommation énergétique. Ainsi, en réponse au Plan Climat du Ministère de l'ESR, l'UPPA a élaboré son premier bilan des émissions de gaz à effet de serre (BEGES). Ce document est disponible sur le site de l'Ademe. Réalisé en interne en 2024, ce bilan a permis de mesurer

¹ Lien UPPA vers page web des 5 missions : <https://recherche.univ-pau.fr/fr/accueil.html>

l'empreinte carbone de l'université et identifier des pistes d'amélioration pour réduire son impact environnemental.

Dans cette dynamique, l'ambition de l'université s'est tournée vers la candidature au label Développement durable & responsabilité sociétale - **DD&RS**. Celui-ci repose sur un référentiel national exigeant décliné en cinq axes (Stratégie et gouvernance, Enseignement et formation, Recherche et innovation, Environnement, Politique sociale). En décembre 2024, l'UPPA a obtenu ce label pour la durée maximale de 4 ans. Cette réussite affirme le potentiel et la volonté de l'université de s'engager dans une démarche qualité et d'amélioration continue. Enfin, l'UPPA élabore un schéma directeur Développement durable & responsabilité sociétale et environnementale (SD DD&RSE). Il répondra aux attendus stratégiques et opérationnels du Ministère (Plan climat-biodiversité, circulaire Services publics écoresponsable - SPE²).

A cette fin, dans son offre, le prestataire tient compte des éventuelles conditions d'exécution et critère(s) en prenant en compte les considérations relatives à l'environnement, au domaine social, à l'emploi ou à la lutte contre les discriminations.

3.3 Présentation du service émetteur du besoin et contexte de l'achat

L'école Nationale Supérieure en Génie des Technologies Industrielles (E.N.S.G.T.I.) est une école interne de l'université de Pau et des Pays de l'Adour (U.P.P.A.) au sens de l'article L713-9 du code de l'éducation.

L'école est habilitée par la Direction Générale de l'Enseignement Supérieur et de l'Insertion Professionnelle (DGESIP), après accréditation par la Commission des Titres d'Ingénieur (C.T.I.), à délivrer les titres d'ingénieur diplômé, spécialité Génie des Procédés depuis 1991, spécialité Energétique depuis 2008 et enfin, depuis septembre 2021, spécialité Génie Electrique et Informatique Industrielle. Cette dernière spécialité est opérée exclusivement en alternance, en formation initiale sous statut d'apprenti (FISA) et en formation continue.

Dans le cadre du Contrat d'Objectifs et de Moyens (COM), entre l'ENSGTI et le collège STEE, l'école s'est engagée dans un plan d'investissement visant à maintenir, adapter et développer son parc de Travaux Pratiques, lequel constitue donc un des piliers de sa pédagogie.

Ce projet fait l'objet d'un plan d'investissement pour la spécialité Génie Electrique et Informatique Industrielle (GEII) de l'ENSGTI. Il s'inscrit dans le cadre de la convention attributive de subvention 2024 (AAPES2024-2023-32254610) entre la Région Nouvelle Aquitaine et l'UPPA. Le projet intitulé « Renforcement des travaux pratiques dans le domaine du GEII » vise à acquérir un ensemble de matériels pédagogiques de dernière génération pour les enseignements expérimentaux, à destination principalement des apprentis ingénieurs de la spécialité GEII de l'ENSGTI.

Le présent marché s'inscrit dans le cadre du projet « RFORCE ONE » (RenFORCEment des travaux pratiques dans le dOmaiNE du GEII) auprès de la Région Nouvelle-Aquitaine.

ARTICLE 4 – OBJECTIFS

L'objectif de cet achat est de compléter un panel d'expérimentations portant sur des dispositifs de production d'énergie électrique. Cet équipement est destiné aux activités de travaux pratiques et de projets pédagogiques au sein des formations d'ingénieur de l'ENSGTI et principalement des apprentis ingénieurs de la spécialité Génie Électrique et Informatique Industrielle (GEII).

Cette centrale devra permettre de former les élèves à l'étude expérimentale des principes de conversion d'énergie hydraulique en énergie électrique, d'étudier et de comprendre les enjeux de production énergétique afin de maîtriser le fonctionnement des systèmes industriels de production hydroélectrique. L'équipement devra être

² <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/plan-climat-biodiversite-et-transition-ecologique-de-l-enseignement-superieur-et-de-la-recherche-91292>

conçu dans une optique pédagogique afin de permettre l'observation, la mesure et l'analyse des phénomènes physiques et énergétiques impliqués dans une installation hydroélectrique.

ARTICLE 5 – CONFORMITE, NORMES ET REFERENCES

L'ensemble du dispositif doit être conforme aux normes européennes en vigueur au moment de la livraison.

Le matériel devra se conformer aux réglementations locales et internationales sur les installations électriques et de sécurité.

L'ensemble du dispositif pédagogique devra être conforme aux normes électriques en vigueur, et protégé en conséquence.

ARTICLE 6 – DESCRIPTION TECHNIQUE

L'attention des candidats est attirée sur le fait que l'offre doit répondre à toutes les exigences définies dans les documents de la consultation.

Toute spécification technique figurant dans les documents doit être entendue avec la mention « ou équivalent » sauf mention contraire.

Le matériel issu du présent marché sera utilisé dans la halle technologique de l'ENSGTI de Pau.

La solution technique attendue est une installation « clé en main » en état de fonctionnement selon les besoins exprimés (de l'élaboration de la maquette à la mise en service du matériel dans les locaux de l'UPPA, et incluant notamment la programmation de l'automatisme et du terminal opérateur décrits ci-après).

6.1 Contexte d'utilisation

Le dispositif devra permettre d'étudier les thématiques suivantes :

- la production d'énergie hydroélectrique à partir d'une turbine,
- la chaîne de conversion d'énergie (énergies hydraulique, mécanique et électrique) et réversibilité énergétique,
- la régulation des systèmes hydrauliques et électromécaniques (asservissement et régulation industrielle),
- le fonctionnement d'une station de turbinage et de pompage, le stockage de l'énergie (pile à eau),
- la qualité de l'énergie électrique,
- les architectures d'automatisme communicantes.

Pour répondre à ces besoins, le système devra correspondre à une station de pompage et de turbinage et être une représentation homothétique mais didactique d'une centrale hydroélectrique réelle. Les grandeurs hydrauliques ainsi que les puissances électriques seront réduites afin d'être compatibles avec les infrastructures et les équipements de l'UPPA. Les dimensions totales de la centrale hydroélectrique ne devront pas excéder : Hauteur = 2000mm, Longueur = 1600mm, largeur = 1600mm. Le fonctionnement, le comportement et les méthodes de réglage resteront néanmoins identiques à ce qui est rencontré sur le système réel. Les éléments constitutifs du système didactique tels que la turbine et la génératrice devront être issus du monde industriel et être couramment utilisés dans de véritables projets de microcentrale hydroélectrique.

Cette approche permettra de mettre les utilisateurs de ce système dans des conditions réelles d'exploitation d'une microcentrale hydroélectrique.

Ce banc pédagogique devra être compatible à un environnement soumis à une température ambiante de service compris entre +15°C et 40°C. Il devra être compatible avec une alimentation électrique : 230/400V – 50 Hz. L'environnement pédagogique sécurisé devra être assuré.

6.2 Caractéristiques techniques

Le système devra permettre d'émuler le fonctionnement d'une conduite forcée d'une centrale hydroélectrique située en milieu montagneux, ainsi que d'effectuer la gestion d'une station de turbinage et de pompage. Il devra notamment permettre l'étude de l'influence de la hauteur de chute, du débit et de la vitesse de rotation sur la puissance produite.

L'installation devra comprendre :

- une partie opérative hydraulique, permettant la circulation de l'eau et l'alimentation de la turbine à partir d'un réservoir,
- une chaîne électromécanique de conversion d'énergie, comprenant la turbine et la génératrice,
- un système de mesure et de contrôle-commande, permettant la supervision et la régulation de l'installation,
- un ensemble de dispositifs de sécurité garantissant une utilisation conforme aux normes en vigueur dans un environnement pédagogique.

Le fonctionnement du système devra reproduire de manière réaliste les principes de mise en service, d'exploitation et de régulation d'une microcentrale hydroélectrique.

6.2.1. Partie opérative hydraulique

La partie opérative devra intégrer l'ensemble des équipements nécessaires à la circulation de l'eau, à la création de la hauteur de chute équivalente (émulation de barrage) et à l'alimentation de la turbine.

- Châssis

L'ensemble devra être monté sur un châssis rigide (de préférence structure Inox), conçu pour une utilisation répétée par des étudiants. La structure devra être équipée de roulettes permettant le déplacement du banc. Le système devra intégrer un réservoir hydraulique assurant une réserve d'eau suffisante pour le fonctionnement en circuit fermé et émulation de barrage. L'ensemble ne devra pas dépasser 700kg en configuration opérationnelle.

- Pompe hydraulique

Le groupe hydraulique devra comprendre une pompe de puissance suffisante pour générer une pression permettant d'émuler une hauteur de chute comprise entre 300m et 800m. Des capteurs devront permettre la mesure des grandeurs hydrauliques principales, notamment la pression et le débit. Ces mesures devront être exploitables par le système de contrôle-commande afin de permettre l'étude expérimentale du fonctionnement de la centrale et la mise en œuvre de boucles de régulation de pression et de débit.

6.2.2. Chaîne électromécanique de conversion d'énergie

- Turbine

La conversion de l'énergie hydraulique en énergie mécanique devra être assurée par une turbine de type Pelton ou équivalent, adaptée aux conditions de fonctionnement simulant une hauteur de chute comprise entre 300m et 800m.

La turbine devra être équipée d'un système d'injection motorisé permettant la variation du débit d'eau alimentant la roue. La régulation du débit en fonction de la vitesse de la génératrice devra être possible.

La transmission de la puissance mécanique vers la génératrice devra être réalisée par un système mécanique adapté (courroie ou équivalent) permettant un fonctionnement fiable et sécurisé dans un environnement pédagogique. L'ensemble devra permettre d'étudier les relations entre débit, vitesse de rotation, couple mécanique et puissance produite.

- Génératrice

La génératrice devra être constituée d'une machine électrique triphasée permettant la conversion de l'énergie mécanique fournie par la turbine en énergie électrique. La puissance nominale de la machine devra être adaptée à la puissance de la turbine afin de permettre une exploitation pédagogique complète de la chaîne de conversion d'énergie.

Le système pourra permettre le cas échéant un fonctionnement en mode couplé au réseau, afin de reproduire les conditions de fonctionnement d'une installation réelle dans le cas d'un fonctionnement en micro réseau isolé. Les dispositifs nécessaires à la protection électrique et au couplage au réseau devront être intégrés à l'installation.

6.2.3. Système complet de mesure et de contrôle-commande

- Automatisation

La centrale pédagogique devra être équipée d'un système complet de contrôle-commande basé sur un automate programmable industriel.

Cet automate devra permettre la gestion de l'ensemble des fonctions de l'installation, notamment :

- le pilotage des actionneurs,
- l'acquisition des mesures,
- la mise en œuvre des régulations,
- la gestion des alarmes et des sécurités.

L'automate devra disposer d'entrées et sorties numériques et analogiques permettant l'interfaçage avec les capteurs et les actionneurs du système. Il devra également permettre la communication avec les différents équipements du système via un réseau de communication industriel.

- Module de mesure d'énergie électrique

Un module de mesure d'énergie électrique devra être intégré afin de permettre la mesure des grandeurs électriques principales telles que la tension, le courant, la puissance active, la puissance apparente et le facteur de puissance. Les données mesurées devront être accessibles depuis le système de supervision (terminal opérateur).

- Variateur

Un variateur de vitesse (variateur de fréquence) devra être intégré afin de permettre le pilotage de la pompe ou des éléments du système nécessitant une régulation de vitesse.

- Pressostat et débitmètre

Un pressostat (capteur de pression) et un débitmètre communicant via un réseau de communication industriel (par exemple, lo link) devront être intégrés permettant la mesure et la régulation de la pression et du débit d'eau.

- Interface Homme-Machine

Le système devra être équipé d'une interface homme-machine graphique, permettant la supervision de l'installation.

Cette interface devra permettre :

- la visualisation de l'état du système,
- l'affichage des mesures hydrauliques, mécaniques et électriques,
- le paramétrage des régulations,
- la gestion des alarmes et des défauts,
- L'extraction des données pour sauvegarde et analyse ultérieure.

L'interface devra être accessible depuis un écran intégré au système. Une connexion réseau devra permettre l'accès au système depuis un ordinateur afin de faciliter les activités pédagogiques et l'exploitation des données.

6.2.4. Sécurité

L'installation devra intégrer l'ensemble des dispositifs nécessaires pour garantir une utilisation sécurisée dans un environnement pédagogique.

Le système devra notamment comporter :

- un dispositif d'arrêt d'urgence directement connecté sur la chaîne de commande du système de couplage qui permet la déconnexion rapide du réseau et l'arrêt de la pompe hydraulique,
- des protections électriques adaptées,
- des dispositifs de protection contre les surpressions hydrauliques,
- des protections mécaniques empêchant l'accès aux parties en mouvement.

L'ensemble devra être conforme aux directives européennes applicables et aux normes de sécurité en vigueur.

6.3 Documentation technique

Documentations techniques sur les produits et la mise en service du banc, à fournir par le titulaire lors de la mise en service du matériel :

- o Schémas électriques et hydrauliques ;
- o Listing du programme automate ;
- o Notice d'utilisation ;
- o Les fiches techniques de chaque élément ;
- o Un dossier pédagogique contenant des activités pédagogiques sous forme de travaux pratiques.
Une présentation du dossier pédagogique est attendue dans le mémoire technique du candidat en vue de l'évaluation des offres.

ARTICLE 7 – PRESTATIONS SUPPLEMENTAIRES EVENTUELLES

Aucune prestation supplémentaire éventuelle n'est prévue.

ARTICLE 8 – VARIANTES

Les variantes ne sont pas autorisées dans le cadre de cette consultation.

ARTICLE 9 – CLAUSE ENVIRONNEMENTALE

A la demande de l'acheteur, le titulaire s'engage à :

- fournir la composition des produits et notamment leur caractère écologique / polluant / toxique ;
- mener des actions en faveur du réemploi, de la réutilisation, du reconditionnement, de l'intégration de matières recyclées et du recyclage ;
- réaliser des économies d'énergie et contribuer au développement des énergies renouvelables ;
- être acteur dans la prévention de la production des déchets et leur orientation vers des filières de valorisation.

Le titulaire veille à limiter l'impact environnemental des livraisons et du transport des produits proposés. Ainsi, la circulation en heure de pointe doit être évitée, le transport groupé des marchandises privilégié et les véhicules à faibles émissions ou les modes de transport doux ou alternatifs à la route favorisés.

Le titulaire s'assure du respect par ses sous-traitants des obligations environnementales fixées par le marché.

ARTICLE 10 – CONDITIONS D'EXECUTION

Le titulaire s'engage à respecter les mesures sanitaires en vigueur dans le cadre des prestations de livraison, installation, mise en service, vérifications, formation et garantie (et service après-vente si proposé).

10.1 Livraison

Le prestataire doit être capable de livrer le matériel dans un délai de **35 semaines maximum** à compter de la date de notification du marché.

En cas de possible livraison dans un délai inférieur de 4 semaines à compter de la notification du marché, cette prestation sera conditionnée à un accord de l'acheteur.

Le matériel sera livré par le titulaire après prise de rendez-vous avec le coordonnateur, selon un planning établi en commun, ceci afin d'éviter les interruptions de service ou les perturbations dans le fonctionnement des collègues et services.

Le matériel sera livré à l'adresse :

ENSGTI
Bâtiment Lavoisier - Halle technologique
Rue Jules Ferry
64000 PAU

10.2 Mise en service avec formation

Le prestataire doit fournir une assistance technique sous **2 semaines maximum** après la livraison du matériel. Elle consistera en une mise en service (avec essais de sécurité et calibration éventuelle) et une formation en présentiel indispensable à la mise en ordre de marche du matériel (apprentissage d'utilisation du système avec démonstration des fonctionnalités), qui sera dispensée à 3 personnes membres du personnel UPPA.

À ce titre, le prestataire doit fournir la documentation technique indiquée à l'article 6.3 ainsi que des documents de réception (rapports de tests, certificats de conformité) pour permettre à l'acheteur de procéder aux opérations de vérification.

10.3 Opérations de vérification

Les opérations de vérification seront réalisées sur site et porteront sur l'ensemble des spécifications demandées au présent CCTP, selon les modalités définies ci-après.

Par dérogation à l'article 28 du CCAG-FCS, les deux types de vérifications suivantes sont effectuées en vue de l'admission de la prestation :

10.3.1 Vérification d'aptitude (VA)

Une réception technique provisoire du matériel devra être constatée par procès-verbal dans un délai de **2 semaines maximum** à l'issue de la mise en service.

Cette vérification d'aptitude doit permettre de constater l'efficacité technique du matériel selon les spécifications du marché. La validation du fonctionnement en situation normale sera assurée à travers les essais en conditions réelles assurés par le prestataire.

10.3.2 Vérification de service régulier (VSR)

En plus de la vérification d'aptitude, la vérification de service régulier aura pour but de constater que les équipements fournis sont capables d'assurer un service régulier dans les conditions normales d'exploitation pour remplir les fonctions visées dans le présent document.

La régularité du service s'observe dans un délai de **quatre semaines maximum** à partir du jour de la décision positive de vérification d'aptitude prise par l'acheteur. Le service est réputé régulier si la durée cumulée, sur un mois, des indisponibilités imputables à chaque élément de matériel ne dépasse pas 10 % de la durée d'utilisation effective qui s'étend de 8 heures à 18 heures, du lundi au vendredi, jours fériés exclus.

10.4 Admission du matériel

L'acheteur prononce l'admission du matériel, sous réserve des vices cachés, s'il répond aux stipulations du marché.

L'admission prend effet à la date de notification au titulaire de la décision d'admission ou en l'absence de décision, dans un délai de **6 semaines maximum** à dater de l'achèvement de la mise en service, par dérogation à l'article 28.2 du CCAG-FCS.

10.5 Garantie

10.5.1 Garantie légale

Il est rappelé au candidat que le matériel acquis au titre du présent marché bénéficie de la garantie légale prévue par les lois en vigueur.

10.5.2 Garantie contractuelle

Selon les usages de la profession, le candidat peut proposer une garantie contractuelle sans contrepartie financière. Tout chiffrage par le candidat sera réputé non écrit.

10.6 Service après-vente

Selon les usages de la profession, le candidat peut proposer un service après-vente sans contrepartie financière. Tout chiffrage par le candidat sera réputé non écrit.