

Cahier des Clauses Techniques Particulières

N° 26EMD006M

**Banc pédagogique et expérimental d'exploitation de la géothermie
avec système à deux puits – Fourniture, livraison et assistance à la
mise en service**

PRESENTATION GENERALE / OBJET DU BESOIN :

Le présent marché a pour objet la fourniture, la livraison et assistance à la mise en service d'un banc pédagogique et expérimental d'exploitation de la géothermie avec système à deux puits, destiné au Centre d'Enseignement, de Recherche et d'Innovation « Énergie et Environnement » (CERI EE) de l'IMT Nord Europe.

Cet équipement s'inscrit dans le cadre du projet **MEDEI – Métiers et Expertises pour une Décarbonation accélérée de l'Énergie et de l'Industrie (France 2030)** et contribue au développement de la plateforme pédagogique « Énergies renouvelables et composants thermofluidiques ».

Le banc devra permettre :

- la démonstration du fonctionnement d'un système géothermique ouvert à deux puits ;
- l'étude des écoulements en milieu poreux et des caractéristiques hydrauliques du sol ;
- la mesure des températures, débits et niveaux piézométriques ;
- la détermination de la puissance thermique transférée ;
- la simulation du bilan énergétique d'une pompe à chaleur.

L'équipement sera utilisé dans le cadre :

- des formations d'ingénieurs (FISE et FISA – parcours Génie Énergétique) ;
- de la formation professionnelle continue ;
- d'activités expérimentales avancées et de projets pédagogiques.

Les caractéristiques techniques décrites dans le présent CCTP correspondent à un banc didactique d'exploitation de la géothermie de type **ET 264 (GUNT) ou équivalent**. Toute proposition équivalente devra démontrer strictement la conformité aux performances minimales exigées.

Le matériel devra être livré complet, prêt à fonctionner, accompagné de l'ensemble des accessoires, logiciels d'acquisition, documentation technique et des prestations de formation proposées pour faciliter son exploitation.

ARTICLE 1 - NATURE DES PRESTATIONS A REALISER

Le titulaire assurera la fourniture, la livraison et assistance à la mise en service d'un banc pédagogique d'exploitation de la géothermie avec système à deux puits, conforme aux spécifications du présent CCTP.

Les prestations comprennent notamment :

- la fourniture du banc expérimental complet, incluant la section d'essai en milieu poreux (lit de sable), les puits de production et d'absorption, le réservoir de stockage, l'échangeur de chaleur, le système de chauffage intégré, les pompes, les dispositifs de mesure (température, débit, niveaux), ainsi que l'ensemble des éléments de régulation et de sécurité ;

- la fourniture du sable nécessaire au fonctionnement du dispositif (environ 250 kg, granulométrie adaptée) ;
- la fourniture du logiciel d'acquisition de données et du câble de connexion permettant l'exploitation des mesures sur PC ;
- la livraison sur site, déchargement compris ;
- la mise à disposition du matériel sur le site du CERI Énergie Environnement à Douai, l'installation physique étant réalisée par le personnel technique de l'établissement ;
- assistance à la mise en service complète avec essais fonctionnels.

Le titulaire devra s'assurer du bon fonctionnement de l'ensemble du dispositif en conditions réelles d'utilisation et procéder à une démonstration opérationnelle incluant :

- la circulation d'eau dans le système à deux puits ;
- la régulation thermique du réservoir ;
- la mesure des températures et débits ;
- la détermination de la puissance thermique transférée ;
- l'exploitation des données via le logiciel fourni.

L'équipement devra être livré prêt à fonctionner et ne nécessiter aucun développement complémentaire pour assurer les fonctionnalités décrites au présent CCTP.

Le titulaire devra intégrer dans son offre l'ensemble des prestations nécessaires à une exploitation immédiate et pédagogique de l'équipement.

ARTICLE 2 - CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DE L'APPAREIL ENVISAGE

Le matériel proposé devra être un banc pédagogique permettant la démonstration et l'étude expérimentale d'un système géothermique ouvert à deux puits, intégrant un circuit d'eaux souterraines en milieu poreux et un circuit secondaire avec échangeur thermique.

Les performances minimales exigées sont les suivantes :

2.1 – Configuration générale

Le banc devra comprendre au minimum :

- une section d'essai en milieu poreux permettant la visualisation des écoulements souterrains ;
- un puits de production et un puits absorbant ;
- un réservoir de stockage ;
- un échangeur thermique ;
- un système de chauffage régulé ;
- des pompes de circulation adaptées ;
- un dispositif de visualisation des niveaux d'eau.

2.2 – Caractéristiques dimensionnelles et hydrauliques minimales

- Section d'essai d'environ 1,5 à 1,7 m de longueur ;
- Volume du réservoir de stockage de l'ordre de 100 à 150 litres ;
- Débit du puits de production permettant d'atteindre environ 15 L/min minimum ;
- Débit du circuit d'eaux souterraines permettant d'atteindre environ 18 L/min minimum ;

- Fourniture du matériau poreux (type sable ou équivalent) nécessaire au fonctionnement du banc.

2.3 – Échange thermique et chauffage

- Échangeur thermique adapté à la démonstration de transfert de chaleur en géothermie ;
- Surface d'échange thermique de l'ordre de 0,35 à 0,45 m² ;
- Dispositif de chauffage intégré permettant une puissance thermique d'environ 8 kW ;
- Système de régulation de température du réservoir.

2.4 – Plages de mesure minimales

Le système devra permettre :

- la mesure de température sur une plage au minimum comprise entre 0 °C et 50 °C ;
- la mesure de débit compatible avec les performances indiquées ci-dessus ;
- la visualisation des niveaux d'eau dans les deux puits.

Le dispositif devra permettre la détermination de la puissance thermique transférée à partir des mesures de température et de débit.

2.5 – Acquisition et exploitation des données

Le banc devra être équipé :

- d'un système d'affichage des grandeurs mesurées ;
- d'un dispositif d'acquisition de données permettant la transmission vers un PC ;
- d'un logiciel d'exploitation compatible avec un environnement Windows récent.

2.6 – Alimentation électrique

Le titulaire précisera dans son mémoire technique les caractéristiques d'alimentation électrique nécessaires au fonctionnement du banc (tension, fréquence, monophasé ou triphasé, puissance requise).

Toute exigence particulière d'infrastructure devra être clairement indiquée dans l'offre.

2.7 – Équivalence

Les caractéristiques ci-dessus correspondent à un banc didactique d'exploitation de la géothermie de type ET 264 (GUNT) ou équivalent.

Toute solution proposée comme équivalente devra démontrer explicitement, dans le mémoire technique, la conformité à l'ensemble des performances minimales exigées.

ARTICLE 3 – CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES

Le titulaire précisera les conditions nécessaires à la bonne mise en place et au bon fonctionnement du banc expérimental, notamment :

- l'encombrement au sol et la hauteur totale du dispositif ;
- la masse approximative de l'équipement en ordre de fonctionnement ;
- les conditions ambiantes recommandées (plage de température, hygrométrie) ;
- les contraintes éventuelles liées aux vibrations ;
- les exigences relatives à l'alimentation électrique ;

- les besoins éventuels en alimentation et évacuation d'eau ;
- les exigences en matière de mise à la terre et de sécurité électrique.

Le titulaire devra indiquer toute contrainte particulière liée :

- à la présence d'un réservoir d'eau ;
- à l'utilisation d'un dispositif de chauffage intégré ;
- au stockage et à la manipulation du matériau poreux (sable ou équivalent).

Il précisera également les dispositions recommandées pour :

- la prévention des risques liés aux projections d'eau ou débordements ;
- la maintenance préventive ;
- l'accès aux organes de mesure et de régulation.

Toute exigence spécifique d'infrastructure devra être clairement identifiée dans l'offre.

DOCUMENTATION TECHNIQUE

Le titulaire devra fournir une documentation complète et détaillée relative au banc didactique proposé, comprenant notamment :

- une notice d'installation détaillée permettant la mise en place du matériel par le personnel technique de l'établissement ;
- une notice d'utilisation pédagogique et technique ;
- les schémas hydrauliques et électriques ;
- les caractéristiques techniques détaillées des composants principaux (pompes, échangeur thermique, système de chauffage, capteurs, dispositifs de mesure) ;
- les consignes de sécurité relatives à l'utilisation du banc ;
- les procédures de maintenance préventive et corrective.

La documentation devra être fournie en version papier et en version numérique.

Elle devra être rédigée en langue française ou, à défaut, en langue anglaise.

Le titulaire fournira également :

- le logiciel d'acquisition et d'exploitation des données ;
- les supports pédagogiques associés permettant la réalisation des travaux pratiques (contenu didactique, exemples d'essais, exploitation des mesures).

Toute documentation complémentaire relative aux mises à jour logicielles devra être accessible pendant toute la durée de vie du matériel.

ARTICLE 4 - CONDITIONS D'EXÉCUTION

4.1 - Délai d'exécution

Le matériel faisant l'objet du marché devra être livré, mis en service et en ordre de fonctionnement dans un délai maximum de **quatre (4) mois** à compter de la date de notification du marché.

Le délai prévisionnel proposé par le titulaire ne pourra excéder le délai contractuel maximal fixé au présent article.

4.2 - Lieu de livraison

Le matériel sera livré à l'adresse suivante :

IMT NORD EUROPE
Centre d'Enseignement, de Recherche et d'Innovation
CERI « Énergie Environnement », Bâtiment EI1
764 Boulevard Lahure
59500 Douai – FRANCE

ARTICLE 5 - FORMATION

La formation des utilisateurs constitue une prestation supplémentaire éventuelle (PSE) **obligatoire** au sens du règlement de consultation.

Les candidats devront obligatoirement proposer une prestation de formation en présentiel des utilisateurs du CERI « Énergie Environnement ».

La formation devra être d'une durée maximale de huit (8) heures, réalisée sur une journée, et concernera un groupe de deux (2) à trois (3) participants.

La formation devra comprendre au minimum :

- la mise en route du banc ;
- la présentation détaillée des différents sous-systèmes (circuit d'eaux souterraines, échangeur thermique, système de chauffage, instrumentation) ;
- la prise en main du système d'acquisition de données et du logiciel associé ;
- la réalisation d'essais représentatifs (mesure des débits, températures, niveaux piézométriques, détermination de la puissance thermique transférée, simulation du bilan énergétique d'une pompe à chaleur) ;
- les opérations de maintenance préventive courante ;
- les consignes de sécurité et bonnes pratiques d'exploitation.

La formation sera réalisée après mise en service du matériel.

Le titulaire précisera dans son offre :

- la durée de la formation (en heures ou en jours) ;
- le nombre maximal de participants ;
- les supports pédagogiques fournis ;
- les modalités d'assistance technique post-formation.

La formation sera dispensée en langue française. Les supports pédagogiques pourront être fournis en langue française ou anglaise.

ARTICLE 7 - CONSTATATION DE L'EXECUTION DU MARCHE

Les clauses du CCAG / FCS s'appliquent.

ARTICLE 8 - GARANTIES

Le matériel fourni dans le cadre du présent marché devra bénéficier d'une garantie technique minimale de **vingt-quatre (24) mois**, couvrant les pièces, la main-d'œuvre et les déplacements.

La garantie prendra effet à compter de la date d'admission définitive du matériel, constatée par procès-verbal de réception signé par le représentant de l'IMT Nord Europe, à l'issue :

- de la livraison du matériel,
- de la mise en service.

La garantie ne pourra être remise en cause du seul fait que l'installation physique est réalisée par le personnel technique de l'établissement, sous réserve du respect des prescriptions techniques fournies par le titulaire.

Sont exclus de la garantie les éléments consommables ou soumis à usure normale.

Durant la période de garantie, le titulaire s'engage à :

- intervenir dans les meilleurs délais en cas de dysfonctionnement ;
- remplacer ou réparer tout élément défectueux sans frais pour l'établissement ;
- assurer une assistance technique à distance (téléphone ou courriel).

Le titulaire précisera dans son offre :

- les délais moyens d'intervention ;
- la localisation de son service après-vente ;
- les modalités de prise en charge en cas de retour en atelier.

Le service après-vente devra être basé en Europe.

Toute extension de garantie proposée fera l'objet d'un chiffrage distinct dans l'offre.

ARTICLE 9 - NORMES

Le titulaire garantit que le matériel fourni est conforme à l'ensemble des réglementations et normes européennes en vigueur applicables aux équipements électriques, hydrauliques et didactiques.

Le matériel devra notamment :

- être conforme aux exigences essentielles des directives européennes applicables ;
- porter le marquage CE ;
- respecter les prescriptions relatives à la sécurité électrique et à la compatibilité électromagnétique ;
- être conforme aux règles de sécurité applicables aux équipements de laboratoire.

Le titulaire devra fournir, à la demande de l'établissement, toute déclaration de conformité CE ou attestation justificative correspondante.

La conformité à des référentiels normatifs hors Union Européenne pourra être prise en considération à titre complémentaire.

ARTICLE 10 - COUT D'EXPLOITATION

Le titulaire devra préciser, dans son offre, les éléments permettant d'évaluer le coût d'exploitation du banc didactique sur sa durée de vie prévisionnelle.

À ce titre, il devra notamment indiquer :

- la durée de vie estimative des principaux composants (pompes, système de chauffage, échangeur thermique à plaques, capteurs) ;
- les opérations de maintenance préventive recommandées et leur fréquence ;
- les opérations de maintenance corrective courantes ;
- la périodicité éventuelle de remplacement du matériau poreux (sable ou équivalent) ;
- les mises à jour logicielles éventuelles et leurs conditions d'accès.

Le titulaire précisera également :

- la disponibilité des pièces détachées (durée minimale de fourniture garantie) ;
- le délai moyen d'approvisionnement des pièces essentielles ;
- les conditions financières applicables hors période de garantie.

Ces éléments feront l'objet d'un complément au mémoire technique et ne pourront en aucun cas modifier le prix forfaitaire du marché pendant sa durée contractuelle.

ARTICLE 11 – SERVICE APRES VENTE

Le titulaire devra assurer un service après-vente structuré et opérationnel pour le matériel fourni dans le cadre du présent marché.

À ce titre, le titulaire précisera dans son offre :

- la localisation de son service après-vente ;

- les moyens humains et techniques mobilisables ;
- les coordonnées d'un interlocuteur technique identifié ;
- les horaires de disponibilité du support technique.

Les modalités détaillées du service après-vente devront être décrites dans le mémoire technique du titulaire.

11.1 Assistance technique

Le titulaire devra assurer :

- une assistance technique à distance (téléphone et courriel) ;
- une aide au diagnostic en cas de dysfonctionnement ;
- un accompagnement pour la remise en service après incident.

Le délai de première réponse ne devra pas excéder deux (2) jours ouvrés.

11.2 Intervention sur site

En cas de nécessité d'intervention sur site, le titulaire devra préciser :

- le délai moyen d'intervention ;
- les modalités de déplacement ;
- les conditions financières applicables hors période de garantie.

Pendant la période de garantie, les interventions sur site liées à un défaut couvert par la garantie ne donneront lieu à aucun surcoût pour l'établissement.

11.3 Retour atelier

Lorsque la réparation nécessite un retour en atelier, le titulaire précisera :

- le délai moyen d'immobilisation ;
- les modalités logistiques ;
- les responsabilités respectives en matière de transport.

11.4 Disponibilité des pièces détachées

Le titulaire s'engage à assurer la disponibilité des pièces détachées essentielles pendant une durée minimale de cinq (5) ans à compter de la livraison du matériel.