

MARCHES PUBLICS DE FOURNITURES COURANTES ET SERVICES



Ecole Nationale du Génie de l'Eau
et de l'Environnement de Strasbourg
1, quai Koch
67000 STRASBOURG

Acquisition de Bacs Hydrauliques

Cahier des clauses techniques particulières

1. Objet du marché

Ce marché a pour objectif l'acquisition de bancs hydrauliques utilisés par les étudiants en formation à l'ENGEES dans le cadre pédagogique des travaux pratiques en hydraulique en charge et à surface libre. Dans ce contexte, 5 dispositifs hydrauliques font l'objet de ce marché.

L'objectif pédagogique de chaque banc est succinctement décrit ci-dessous en termes de visualisation, compréhension, mesure et analyse :

1. **Grand canal HSL** : courbes de remous, profils de vitesse à surface libre, ressaut hydraulique, point de contrôle et interaction entre courbe de remous et ouvrages hydrauliques en canal.
2. **Petit canal HSL** : lois d'ouvrages spécifiques telles que les seuils, les vannes de fond, les venturis à surface libre.
3. **Coup de bélier de masse** : oscillation de masse, cheminée d'équilibre.
4. **Coup de bélier d'onde** : propagation d'une onde de choc, fermeture brutale et progressive d'une vanne.
5. **Pompes en parallèle et série** : pompe centrifuge, cavitation, courbe de fonctionnement en parallèle et série, similitude de pompe à vitesse variable.

2. Spécifications techniques

L'objectif de ce paragraphe est de décrire dans le détail les caractéristiques techniques de chaque banc hydraulique.

2.1. Grand canal HSL

Ce banc hydraulique a pour objectif l'étude des écoulements uniformes et non-uniformes en graduellement varié et rapidement varié. Les courbes de remous en fluvial et torrentiel doivent pouvoir être observées. Les régimes transcritiques fluvial=> torrentiel et torrentiel => fluvial doivent également être visibles. Le transport de sédiments par charriage et suspension dans le canal doit permettre de visualiser des pentes d'équilibre ainsi que des exhaussements et érosions progressives et régressives liés à des ouvrages hydrauliques tels qu'un seuil ou une vanne de fond.

Ce canal doit répondre aux exigences suivantes :

Caractéristiques du canal :

- Canal transparent non teinté,

- Matériau constitutif du canal compatible avec du transport solide de type sable et gravier permettant de ne pas le rayer,
- Dimension de la section d'essai :
 - Longueur entre 5m et 6m,
 - Section transversale :
 - Largeur entre 75mm et 90mm
 - Hauteur entre 150mm et 300mm
- Réglage de la pente du canal : entre environ -0.5% et 3%,
- Système de blocage pour la pente,
- Ouvrage de régulation en aval du canal de type seuil/vanne de fond réglable,
- Système de support complet ne nécessitant aucun ajout complémentaire,
- Ligne d'eau visible par un observateur debout.

Alimentation hydraulique et électrique :

- Banc hydraulique autonome en eau,
- Alimentation par une pompe en boucle fermée,
- Débit maximal dans le canal entre 10 et 20 m³/h,
- Réservoir d'eau pour la boucle fermée,
- Alimentation électrique : 220/230V - 50/60Hz,
- Mesure du débit permettant de couvrir toute la plage de débit pouvant circuler dans le canal,
- Ajustement du débit par une vanne ou organe de régulation en sortie de pompe.
- Armoire de commande IP55 avec interrupteur général avec voyant, fusibles, arrêt d'urgence de type coup de poing, bouton « marche/arrêt »,
- Tableau électrique aux normes en vigueur et compatible avec une manipulation par une personne sans habilitation électrique.

Caractéristiques pour le transport de sédiments

- Piège à sédiments avec une maille entre 0.2mm et 0.3mm pour récupérer le transport solide compatible avec du sable et des graviers,
- Alimentation en sédiments automatique pour le transport par charriage (sable de 1 à 2mm),
- Débit solide environ 100 l/h,
- Système de fixation ou de support du piège à sable et du système d'alimentation en sédiments ne nécessitant aucun support complémentaire.

Caractéristiques des ouvrages hydrauliques à placer au milieu du canal

- Vanne de fond,
- Seuil à paroi mince,
- Seuil épais,

- Vanne secteur,
- Seuil de type Neyrpic,
- Venturi (contraction latérale),
- Chaque ouvrage hydraulique à un système de fixation sur le canal.

Caractéristiques des instruments de mesure dans le canal

- Mesure de vitesse par tube de Pitot ou tube de Prandtl avec mesure de la position verticale du tube dans le canal et dispositif de fixation sur le dessus du canal sur toute sa longueur,
- En option : Dispositif permettant d'utiliser le tube de Pitot sur quelques positions latérales en plus des positions verticales en vue d'établir une cartographie des vitesses dans la section.
- 2 x mesures mobiles de la hauteur d'eau dans le canal par jauge et dispositif de fixation sur le dessus du canal sur toute sa longueur,
- Dispositif de graduation permettant de mesurer la position longitudinale des dispositifs de mesures précédents.

2.2. Petit canal HSL

Ce banc hydraulique a pour objectif l'étude des ouvrages hydrauliques classiques en canaux ouverts. Il s'agit plus spécifiquement de l'étude des seuils minces et épais, des vannes de fond et des venturis. Chaque ouvrage doit pouvoir être noyé et dénoyé.

Ce canal doit répondre aux exigences suivantes :

Caractéristiques du canal :

- Canal transparent non teinté,
- Dimension de la section d'essai :
 - Longueur entre 1m et 2.5m,
 - Section transversale :
 - Largeur entre 40mm et 100mm
 - Hauteur entre 150mm et 300mm
- Réglage de la pente du canal : non nécessaire,
- Ouvrage de régulation en aval du canal de type seuil/vanne de fond,
- Système de support complet ne nécessitant aucun ajout complémentaire,
- Banc hydraulique mobile sur roulettes,
- La ligne d'eau doit être visible par un observateur debout,
- Une armoire de commande IP55 avec interrupteur général avec voyant, fusibles, arrêt d'urgence de type coup de poing, bouton « marche/arrêt »,

- Tableau électrique aux normes en vigueur et compatible avec une manipulation par une personne sans habilitation électrique.

Alimentation hydraulique et électrique :

- Banc hydraulique autonome en eau.
- Alimentation par une pompe en boucle fermée,
- Débit maximal dans le canal entre 8 et 20 m³/h,
- Réservoir d'eau pour la boucle fermée,
- Alimentation électrique : 220/230V - 50/60Hz,
- Mesure du débit permettant de couvrir toute la plage de débit pouvant circuler dans le canal,
- Ajustement du débit par une vanne ou organe de régulation en sortie de pompe.

Caractéristiques des ouvrages hydrauliques à placer au milieu du canal

- Vanne de fond,
- Seuil à paroi mince,
- Seuil épais,
- Vanne secteur,
- Seuil de type Neyrpic,
- Venturi (contraction latérale),
- En option : possibilité d'observer des passages en charge/surface libre.

Caractéristiques des instruments de mesure dans le canal

- 2 x mesures mobiles de la hauteur d'eau dans le canal par jauge et dispositif de fixation sur le dessus du canal sur toute sa longueur.
- En option : mesure de vitesse par tube de Pitot ou tube de Prandtl avec mesure de la position verticale du tube dans le canal et dispositif de fixation sur le dessus du canal sur toute sa longueur,

2.3. Coup de bélier de masse

Ce banc hydraulique a pour objectifs l'étude du coup de bélier de choc et de masse provoqué par une fermeture brutale d'une vanne ainsi que d'une cheminée d'équilibre permettant de limiter les effets du coup de bélier. La mesure de la vitesse du son dans l'eau et dans la conduite doit pouvoir être faite. La cavitation doit pouvoir être observée au moment de la dépression.

Caractéristiques du banc :

- Conduites en cuivre ou en inox de longueur minimale 10m,

- Encombrement du pilote :
 - Longueur inférieure à 2.5m,
 - Largeur inférieure à 1.5m,
- Vanne à fermeture rapide entre 10 et 30ms,
- Système de support complet ne nécessitant aucun ajout complémentaire,
- Banc hydraulique mobile sur roulettes,
- Une armoire de commande IP55 avec interrupteur général avec voyant, fusibles, arrêt d'urgence de type coup de poing, bouton « marche/arrêt »,
- Tableau électrique aux normes en vigueur et compatible avec une manipulation par une personne sans habilitation électrique.

Alimentation hydraulique et électrique :

- Banc hydraulique autonome en eau.
- Alimentation par une pompe en boucle fermée,
- Réservoir d'eau pour la boucle fermée,
- Alimentation électrique : 220/230V - 50/60Hz,
- Mesure du débit de la pompe.

Caractéristiques des instruments de mesure

- Mesure de la pression en amont et en aval par des capteurs piézoélectriques,
- Enregistrement temporel à un échantillonnage d'environ entre 500 et 1000Hz des mesures de pression,
- Les mesures doivent pouvoir être enregistrées et extraites sous un format texte ou csv.
- Mesure de l'évolution de la hauteur dans la cheminée.

2.4. Coup de bélier d'onde

Ce banc hydraulique a pour objectif l'étude du coup de bélier de choc provoqué par une fermeture soit brutale soit lente d'une vanne. La mesure de la vitesse du son dans l'eau et dans la conduite doit pouvoir être faite. La cavitation doit pouvoir être observée au moment de la dépression.

Caractéristiques du banc :

- Conduites en cuivre ou en inox de longueur minimale 10m,
- Encombrement du pilote :
 - Longueur inférieure à 2.5m,
 - Largeur inférieure à 1.5m,
- Vanne à fermeture lente contrôlée entre 1 et 4s,
- Vanne à fermeture rapide entre 10 et 30ms,
- Banc hydraulique mobile sur roulettes,

- Une armoire de commande IP55 avec interrupteur général avec voyant, fusibles, arrêt d'urgence de type coup de poing, bouton « marche/arrêt »,
- Tableau électrique aux normes en vigueur et compatible avec une manipulation par une personne sans habilitation électrique.

Alimentation hydraulique et électrique :

- Banc hydraulique autonome en eau.
- Alimentation par une pompe en boucle fermée,
- Réservoir d'eau pour la boucle fermée,
- Alimentation électrique : 220/230V - 50/60Hz,
- Mesure du débit de la pompe.

Caractéristiques des instruments de mesure

- Mesure de la pression en amont et en aval par des capteurs piézoélectriques,
- Enregistrement temporel à un échantillonnage d'environ entre 500 et 1000Hz des mesures de pression,
- Les mesures doivent pouvoir être enregistrées et extraites sous un format texte ou csv.

2.5. Pompes en parallèle et série

Ce banc a pour objectifs l'étude des pompes centrifuges en série et en parallèle. Le dispositif doit permettre la détermination des courbes caractéristiques HMT et réseau de l'installation. Ce banc doit également permettre de vérifier le fonctionnement des pompes en similitude de rotation. Les rendements électriques et mécaniques doivent également être mesurés. Les courbes de NPSH requis feront l'objet de mesure. Une mise en évidence du phénomène de cavitation doit pouvoir être observée.

Caractéristiques du banc :

- Dimension globale du pilote :
 - Longueur inférieure à 2.5m,
 - Largeur inférieure à 1.5m,
 - Hauteur inférieure à 2m.
- Banc hydraulique mobile sur roulettes,
- Une armoire de commande IP55 avec interrupteur général avec voyant, fusibles, arrêt d'urgence de type coup de poing, bouton « marche/arrêt »,
- Tableau électrique aux normes en vigueur et compatible avec une manipulation par une personne sans habilitation électrique,

Alimentation hydraulique et électrique :

- Banc hydraulique autonome en eau.
- Réservoir d'eau pour la boucle fermée,
- Alimentation électrique : 220/230V - 50/60Hz,
- Mesure des débits de chaque pompe,
- Pression de fonctionnement du système de -1bar à 5 bars au minimum.
- Deux pompes centrifuges avec corps inox, montées sur supports anti-vibration avec des débit max de l'ordre de 2 à 8 m³/h,
- Vannes à membrane permettant le fonctionnement en série ou parallèle des pompes centrifuges,
- Conduites d'aspiration des pompes avec crépines et vannes,
- Conduites de refoulement des pompes avec vannes de réglage de type membrane.

Caractéristiques des instruments de mesure

- Une pompe montée sur un système de mesure de la puissance mécanique absorbée,
- 2 débitmètres permettant la mesure du débit dans chaque pompe,
- Un Mano-vacuomètre sur chaque conduite d'aspiration (2 au total) permettant de connaître la dépression et la surpression pour toute la gamme de débit,
- Un Manomètre sur chaque conduite de refoulement (2 au total) permettant de connaître la surpression pour toute la gamme de débit,
- Un manomètre sur la conduite de retour après la mise en parallèle des pompes permettant de connaître la surpression pour toute la gamme de débit,
- Un wattmètre, ampèremètre et voltmètre avec afficheur sur chaque pompe,
- Une mesure de vitesse de la pompe avec afficheur,
- Un variateur de fréquence électronique avec commande manuelle.

3. Description des matériels

Le fournisseur devra présenter un devis détaillé qui respecte l'ordre des fonctions de service et spécifications techniques. Il devra y faire figurer les technologies, les appareils et le modèle de conception adoptés dans sa solution. Il devra également fournir des schémas descriptifs les plus détaillés et complets possibles.

4. Fonctions de service assumées

Le fournisseur devra faire apparaître les justifications techniques et économiques des choix retenus pour satisfaire les exigences du CCTP.

La présentation devra permettre facilement et sans ambiguïté de bâtir une solution viable.

5. Livraison et mise en service

5.1. Livraison et installation

L'appareil sera livré, installé et mis en service sur site. L'offre devra préciser les délais de livraison des différents matériels à partir de la date de notification du marché. La livraison devra se faire au plus tard le 30 novembre 2021.

5.2. Conditions d'environnement

Les prestations nécessaires à l'acheminement, à la mise en place et au bon fonctionnement complet seront précisées. Le fournisseur devra préciser quelles sont les contraintes d'environnement pour le fonctionnement des matériels proposés : en particulier, l'environnement technique et le niveau de sécurité pour le bon fonctionnement du matériel choisi.

Une notice d'utilisation et de maintenance des bancs devront être fournies. Un livret pédagogique ou document didactique sera également fourni.

6. Garantie et maintenance

La durée de garantie des pièces et main d'œuvre devra être précisée. Le candidat s'engagera à fournir les pièces de rechange pendant 10 ans après la fin de commercialisation de l'équipement concerné.