Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
formav.co/explorer

LICENCE

SCIENCES POUR L'INGÉNIEUR

ÉPREUVE C2 : EXPLOITER DES DONNÉES À DES FINS D'ANALYSE

SESSION 2026

Durée : 2 heures

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
SCIENCES POUR L'INGÉNIEUR	3,0 (COEFFICIENT INDICATIF)

Moyens de calculs et matériel autorisés :

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire, « type collège », est autorisé.

Aucun document ou matériel autorisé en dehors de ceux fournis avec le sujet.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Ce sujet comporte 8 pages numérotées de 1/8 à 8/8.

Les documents réponses en fin de sujet sont à rendre avec la copie.

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : LABORATOIRE D'ESSAIS ÉNERGÉTIQUES DE LA SOCIÉTÉ THERMOFLUX, GRENOBLE

Le laboratoire ThermoFlux caractérise un banc de récupération de chaleur destiné à un atelier de production. Vous intervenez comme assistant ingénieur chargé d'exploiter les relevés d'essais, de vérifier la cohérence des mesures et de rédiger une conclusion technique argumentée.

Le banc comprend un circuit d'eau instrumenté, un échangeur thermique, un débitmètre et des sondes de température. L'objectif de l'étude est d'évaluer la puissance thermique transférée, le rendement apparent du banc et les limites des données collectées.

Les documents DT 1 à DT 3 fournissent l'ensemble des données nécessaires. Les réponses aux questions doivent être justifiées, accompagnées des unités et des étapes de calcul utiles. Le barème total est de 20 points.

La compétence C2 relève du référentiel de licence. Les modalités d'évaluation d'une licence sont définies par l'établissement dans lequel la formation est dispensée.

PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et cadre de l'étude (4 points)

Définir les grandeurs utiles et examiner la qualité des ressources

À partir des documents DT 1 et DT 2, identifiez les grandeurs utiles à l'évaluation du transfert thermique et les limites de mesure à prendre en compte.

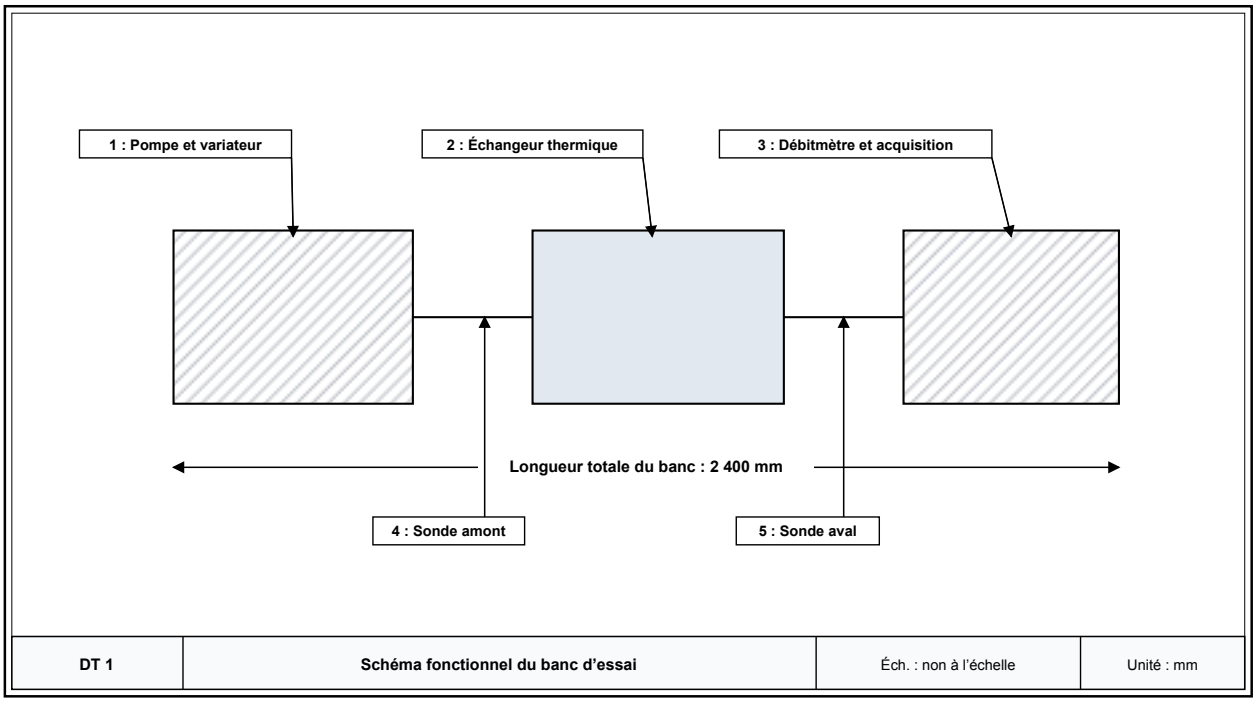


Schéma de principe, non à l'échelle. Le sens de circulation de l'eau est indiqué par une flèche.

1.1 (1,5 point) Pour déterminer la puissance thermique transmise à l'eau, nommez les grandeurs à relever, précisez leur unité SI et indiquez les instruments associés à partir du schéma DT 1.

1.2 (2,5 points) À partir du cahier des charges et de la fiche d'instrumentation DT 2, identifiez deux critères de validité à vérifier avant d'exploiter les relevés. Pour chacun, expliquez la conséquence possible sur le résultat si le critère n'est pas respecté.

PARTIE 2 : Traitement des mesures et calculs (7 points)

Étalonner, calculer une puissance et évaluer un rendement

Les relevés d'essai sont fournis dans le document DT 3. Pour l'eau, utilisez les constantes de DT 2. Le débit en litres par minute doit être converti en mètres cubes par seconde avant le calcul de puissance.

Relevés expérimentaux à exploiter

Essai	Tension débitmètre U (V)	Débit de référence q (L/min)	Écart de température ΔT (°C)	Puissance électrique absorbée P_e (kW)
1	0,24	3,0	8,0	2,10
2	0,32	4,0	7,0	2,35
3	0,40	5,0	6,0	2,55
4	0,48	6,0	5,0	2,75

2.1 (2 points) À partir des couples tension-débit de DT 3, établissez la relation de calibration linéaire de la forme $q = aU + b$. Déterminez a et b, avec les unités adaptées, puis indiquez le débit estimé pour une tension de $0,36\ \mathrm{V}$.

2.2 (2 points) Pour l'essai 3, convertissez le débit en $\mathrm{m^3\ s^{-1}}$, puis calculez la puissance thermique reçue par l'eau avec $P_{th} = \rho c_p q_v \Delta T$. Donnez le résultat en kilowatts.

2.3 (2 points) Calculez la puissance thermique et le rendement apparent $\eta = P_{th}/P_e$ pour chacun des quatre essais. Présentez les résultats dans le document réponse DR 1, avec un chiffre après la virgule pour les puissances en kilowatts et un pourcentage entier pour les rendements.

2.4 (1 point) Calculez le rendement apparent moyen des quatre essais. Indiquez si les résultats sont compatibles avec un transfert thermique inférieur à la puissance électrique absorbée.

PARTIE 3 : Préparation du protocole et analyse critique (5 points)

Organiser l'exploitation des données et formuler un diagnostic

Le laboratoire souhaite répéter l'essai pour confirmer la tendance observée. Les incertitudes instrumentales et les conditions de mesure sont indiquées dans DT 2.

Contrôles à renseigner avant validation des données

Contrôle	Donnée à examiner	Résultat ou action attendue
Étalonnage du débitmètre	Relation tension-débit de DT 3	À compléter dans DR 2
Stabilité thermique	Écart entre les températures amont et aval	À compléter dans DR 2
Cohérence énergétique	Comparaison de Pth et Pe	À compléter dans DR 2

3.1 (2 points) Rédigez un protocole de répétition en quatre étapes au minimum. Il doit préciser la vérification initiale des sondes, les conditions de stabilisation, le nombre de relevés à effectuer par point de fonctionnement et les données à archiver.

3.2 (1,5 point) Pour l'essai 3, estimez l'incertitude relative maximale sur P_{th} en additionnant les incertitudes relatives du débit, de l'écart de température, de la masse volumique et de la capacité thermique massique. Utilisez les valeurs et incertitudes de DT 2.

3.3 (1,5 point) À partir des calculs et des contrôles de DR 2, rédigez une conclusion de quatre à six lignes. Elle doit indiquer la tendance observée, la cohérence physique des résultats et au moins une limite de l'analyse.

PARTIE 4 : Prévention et sécurité (4 points)

Repérer les risques et définir des mesures de prévention

Avant toute intervention sur le banc, l'opérateur applique les consignes du laboratoire et les règles de prévention du travail sur équipement électrique et circuit hydraulique.

Situations de travail à examiner

Situation	Risque principal
Purge d'un circuit encore chaud et sous pression	Brûlure ou projection de fluide
Intervention dans l'armoire électrique du variateur	Choc électrique
Circulation autour du banc et de ses flexibles	Chute de plain-pied

4.1 (2 points) Pour chacune des trois situations du tableau, proposez une mesure de prévention collective ou une procédure de travail permettant de réduire le risque. Distinguez les interventions réalisables par l'opérateur de celles réservées à une personne habilitée.

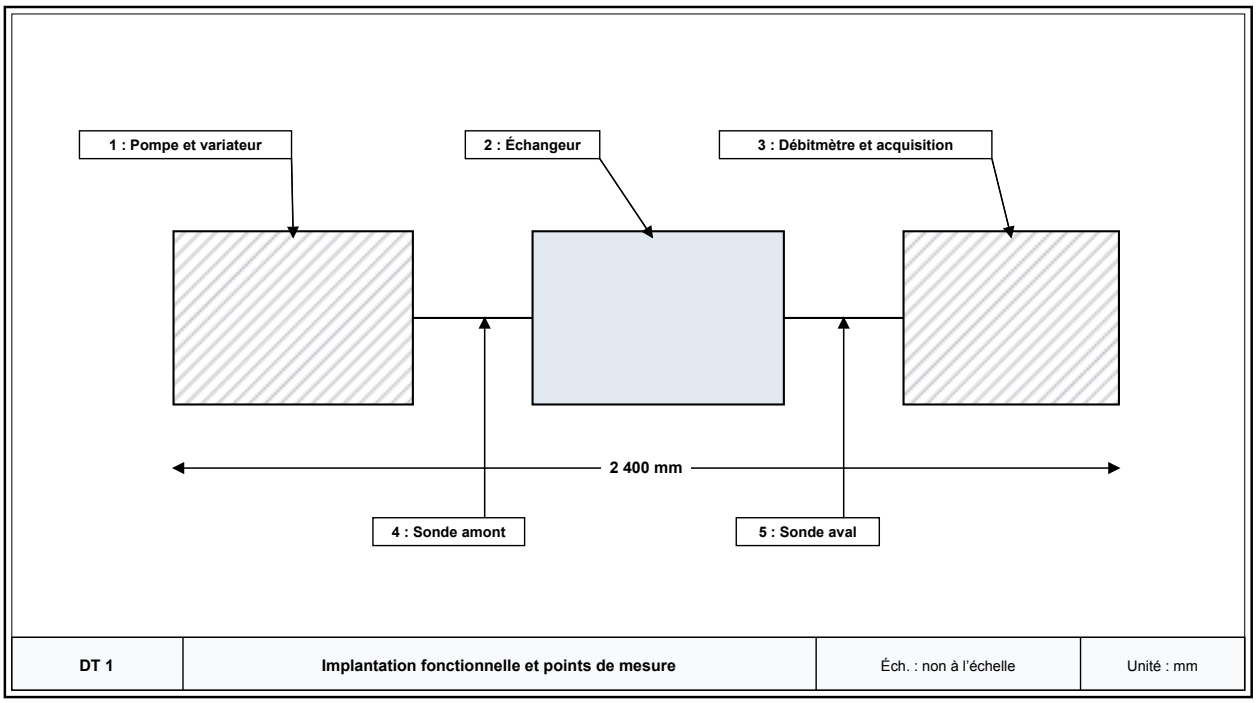
4.2 (2 points) Indiquez les vérifications à effectuer avant la mise en service du banc, puis précisez la conduite à tenir si une fuite, une valeur de température anormale ou une mesure électrique incohérente est observée.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : BANC D'ESSAI DE RÉCUPÉRATION THERMIQUE

Le banc étudié comporte une pompe à vitesse réglable, un échangeur, un débitmètre et deux sondes de température placées en amont et en aval de l'échangeur. Le débit de référence a été mesuré lors de l'étalonnage avec un instrument volumétrique vérifié. La longueur hors tout du banc est de $2\,400\ \text{mm}$. Le schéma est une représentation fonctionnelle et ne définit pas les dimensions des composants.



Les repères 1 à 5 sont décrits dans le schéma. La flèche représente le sens de circulation de l'eau.

DT 2 : FICHE D'INSTRUMENTATION, CONSTANTES ET EXIGENCES DE MESURE

Les valeurs ci-dessous sont celles retenues pour le calcul de cet essai. Les incertitudes sont des incertitudes relatives maximales communiquées par le laboratoire. Pour l'estimation demandée, elles sont additionnées selon la méthode conservative indiquée dans l'énoncé.

Caractéristiques des instruments et données de calcul

Grandeur ou équipement	Caractéristique	Valeur ou exigence
Débitmètre	Signal de sortie	0 à 10 V
Débitmètre	Incertitude relative maximale sur le débit	2 %
Sondes de température	Incertitude maximale par sonde	± 0,10 °C
Puissance électrique	Incertitude relative maximale	1 %
Eau dans la plage d'essai	Masse volumique utilisée	ρ = 1 000 kg/m³, incertitude relative 0,2 %
Eau dans la plage d'essai	Capacité thermique massique utilisée	cp = 4 180 J/(kg·K), incertitude relative 0,5 %
Circuit hydraulique	Pression maximale d'utilisation du banc	3 bar
Circuit hydraulique	Consigne avant ouverture ou purge	Arrêt de la pompe, isolement et dépressurisation
Équipement électrique	Intervention dans l'armoire du variateur	Réservée à une personne habilitée

DT 3 : RELEVÉS D'ÉTALONNAGE ET RÉSULTATS DES ESSAIS

Les quatre essais ont été réalisés avec le même échangeur, la même eau et une température ambiante stable. Le débit de référence a été relevé en régime stabilisé. La puissance électrique correspond à la puissance absorbée par le banc pendant chaque essai.

Mesures expérimentales

Essai	Tension U (V)	Débit de référence q (L/min)	Température amont (°C)	Température aval (°C)	Écart ΔT (°C)	Puissance électrique Pe (kW)
1	0,24	3,0	20,0	28,0	8,0	2,10
2	0,32	4,0	20,0	27,0	7,0	2,35
3	0,40	5,0	20,0	26,0	6,0	2,55
4	0,48	6,0	20,0	25,0	5,0	2,75

Relations et conversions utilisables

Élément	Valeur
Conversion du débit	1 L/min = 1,6667 × 10^{-5} m³/s
Puissance thermique reçue par l'eau	Pth = ρ cp qv ΔT
Rendement apparent du banc	η = Pth / Pe
Écart de température	ΔT = Taval − Tamont

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : questions 2.3 et 2.4 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Complétez le tableau avec les puissances thermiques calculées, les rendements apparents et le rendement moyen. Indiquez les unités et respectez les arrondis demandés.

Calcul des puissances et rendements

Essai	Pth (kW)	Pe (kW)	η (%)
1	.....	2,10	.....
2	.....	2,35	.....
3	.....	2,55	.....
4	.....	2,75	.....
Moyenne	.....	.....	.....

Cadre réservé aux justifications, calculs complémentaires ou schémas du candidat :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Document réponse à rendre avec la copie : questions 3.2 et 3.3 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Complétez les éléments de calcul et utilisez le tableau pour structurer votre diagnostic. La conclusion est rédigée sur la copie.

Estimation d'incertitude et diagnostic des données

Élément	Valeur ou conclusion
Incertitude relative sur le débit	2 %
Incertitude relative sur ΔT pour l'essai 3	.....
Incertitude relative sur ρ	0,2 %
Incertitude relative sur cp	0,5 %
Incertitude relative maximale estimée sur Pth	.....
Tendance entre le débit et la puissance thermique	.....
Cohérence entre puissance thermique et puissance électrique	.....
Limite principale de l'analyse	.....

Cadre réservé aux justifications, calculs complémentaires ou schémas du candidat :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.