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 SPI

Sciences pour l'ingénieur

Session 2026 • Code sujet : **26-LSPI-C2** • Durée : **2 heures** • Coefficient : **3,0 (coefficient indicatif)**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Analyse fonctionnelle et qualité des mesures** (2 questions) — **Page 3**
2. **Étalonnage, calcul des puissances et rendement apparent** (4 questions) — **Page 4**
3. **Protocole de répétition et analyse critique des données** (3 questions) — **Page 6**
4. **Prévention et sécurité sur le banc d'essai** (2 questions) — **Page 9**
5. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 10**

Sujet officiel (PDF) : https://licencespi.fr/assets/annales/licence-spi/C2 - Exploiter des données à des fins d'analyse/2026/Licence Sciences Pour l'Ingénieur - C2 - Exploiter des données à des fins d'analyse - Session 2026 - 1-Sujet.pdf

1. Analyse fonctionnelle et qualité des mesures

Au laboratoire ThermoFlux, un banc instrumenté avec pompe, échangeur, débitmètre et sondes étudie le transfert thermique à l'eau. Il faut définir les grandeurs utiles et repérer les limites de mesure avant d'exploiter les relevés.

Question 1.1. Pour déterminer la puissance thermique transmise à l'eau, nommer les grandeurs à relever, préciser leur unité SI et indiquer les instruments associés à partir du schéma DT 1.

La puissance thermique se détermine avec $P_{th} = \rho c_p q_v \Delta T$, où $\Delta T = T_{aval} - T_{amont}$. Il faut relever le débit et les deux températures aux points indiqués sur DT 1. La masse volumique et la capacité thermique massique sont des constantes fournies par DT 2, non des mesures à effectuer.

Grandeur	Unité SI	Instrument ou source
Débit volumique q_v	m³/s	Débitmètre, repère 3
Température amont et aval	K	Sondes, repères 4 et 5
Masse volumique ρ, capacité thermique c_p	kg/m³ ; J/(kg·K)	Constantes de DT 2

✓ RÉPONSE À RETENIR

Relever q_v, T_{amont} et T_{aval} avec les instruments des repères 3, 4 et 5 ; prendre ρ et c_p dans DT 2.

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

Avant l’exploitation, vérifier deux critères. Le débitmètre doit utiliser la relation tension-débit établie avec le débit de référence et son signal doit rester dans sa plage de sortie, de 0 à 10 V. Sinon, le débit estimé est biaisé et entraîne une erreur sur P_{th}.

Les sondes doivent être placées respectivement en amont et en aval de l’échangeur et respecter leur incertitude maximale de ±0,10 °C. Un défaut de positionnement ou un écart de mesure peut fausser ΔT, donc la puissance thermique calculée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Valider la relation et la plage du débitmètre, puis le positionnement et l’incertitude des sondes avant d’exploiter les mesures.

2. Étalonnage, calcul des puissances et rendement apparent

Quatre essais fournissent la tension du débitmètre, le débit de référence, l'écart de température et la puissance électrique absorbée. Il faut établir la calibration du débitmètre, calculer les puissances thermiques et les rendements, puis vérifier la cohérence énergétique.

Question 2.1. À partir des couples tension-débit de DT 3, établir la relation de calibration linéaire de la forme q = aU + b. Déterminer a et b avec les unités adaptées, puis indiquer le débit estimé pour une tension de 0,36 V.

Les quatre couples donnent une pente de $a = (6,0 - 3,0)/(0,48 - 0,24) = 12,5$ L·min⁻¹·V⁻¹. L'ordonnée à l'origine vaut $b = 3,0 - 12,5 \times 0,24 = 0$ L/min. Pour $U = 0,36$ V, la relation donne $q = 12,5 \times 0,36 = 4,5$ L/min.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> **$q = 12,5U$, avec q en L/min et U en V. À 0,36 V : 4,5 L/min.**

Question 2.2. Pour l'essai 3, convertir le débit en m³·s⁻¹, puis calculer la puissance thermique reçue par l'eau avec Pth = ρcpqvΔT. Donner le résultat en kilowatts.

Pour l'essai 3, $q_v = 5,0 \times 1,6667 \times 10^{-5} = 8,3335 \times 10^{-5}$ m³·s⁻¹. Ainsi, $P_{th} = 1000 \times 4180 \times 8,3335 \times 10^{-5} \times 6,0 = 2090,0418$ W, soit 2,09 kW. L'écart de température de 6,0 °C a la même valeur numérique que 6,0 K.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> **$q_v = 8,3335 \times 10^{-5}$ m³·s⁻¹ ; $P_{th} = 2,09$ kW.**

Question 2.3. Calculer la puissance thermique et le rendement apparent η = Pth/Pe pour chacun des quatre essais. Reporter 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.

On applique $P_{th} = \rho c_p q_v \Delta T$, avec le débit converti en m³·s⁻¹, puis $\eta = 100 P_{th}/P_e$. Les puissances sont arrondies au dixième de kilowatt et les rendements au pourcentage entier.

Essai	P_{th} (kW)	P_e (kW)	η (%)
1	1,7	2,10	80
2	2,0	2,35	83
3	2,1	2,55	82
4	2,1	2,75	76

DR 1 complété : puissances et rendements des essais

Essai	Pth (kW)	Pe (kW)	η (%)
1	1,7	2,10	80
2	2,0	2,35	83
3	2,1	2,55	82
4	2,1	2,75	76
Moyenne			

✓ RÉPONSE À RETENIR

P_{th} : 1,7 ; 2,0 ; 2,1 ; 2,1 kW. η : 80 ; 83 ; 82 ; 76 %.

Question 2.4. Calculer le rendement apparent moyen des quatre essais et indiquer si les résultats sont compatibles avec un transfert thermique inférieur à la puissance électrique absorbée.

La moyenne des rendements non arrondis est $(79,62064 + 83,00875234 + 81,96242353 + 76,00152)/4 \approx 80,15$ %, soit 80 % à l'unité. Pour chaque essai, la puissance thermique calculée est inférieure à la puissance électrique absorbée : les résultats sont compatibles avec ce bilan énergétique.

DR 1 complété : rendement apparent moyen

Moyenne			80 %

✓ RÉPONSE À RETENIR

Rendement apparent moyen : 80 %. Pour chaque essai, $P_{th} < P_e$.

3. Protocole de répétition et analyse critique des données

Le laboratoire veut répéter l'essai pour confirmer la tendance observée, en tenant compte des incertitudes instrumentales et des conditions de mesure. Il faut proposer un protocole, estimer l'incertitude sur la puissance thermique et rédiger un diagnostic argumenté à partir des contrôles.

Question 3.1. Rédiger un protocole de répétition en quatre étapes au minimum. 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.

1. À l'arrêt, vérifier les deux sondes par comparaison avec une même référence, puis confirmer leur position amont et aval. Contrôler le débitmètre et son acquisition.
2. Remplir le circuit, purger à froid et vérifier l'étanchéité ainsi que le respect de la pression maximale de 3 bar.
3. Régler chaque point de fonctionnement et attendre que le débit et les températures soient stabilisés avant les relevés.
4. Effectuer au moins trois relevés stabilisés par point, en notant débit, tension, températures amont et aval, puissance électrique et heure.
5. Archiver mesures brutes, moyennes, réglages, conditions ambiantes, identification des instruments et anomalies observées.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Vérifier les sondes, stabiliser chaque point, réaliser au moins trois relevés et archiver mesures, réglages et conditions d'essai.

Question 3.2. Pour l'essai 3, estimer l'incertitude relative maximale sur Pth en additionnant les incertitudes relatives du débit, de l'écart de température, de la masse volumique et de la capacité thermique massique. Utiliser les valeurs et incertitudes de DT 2 et compléter DR 2.

Pour l'essai 3, $\Delta T = 6,0\ ^\circ C$ et les deux sondes ont chacune une incertitude maximale de $0,10\ ^\circ C$. L'incertitude absolue maximale sur l'écart vaut donc $0,10 + 0,10 = 0,20\ ^\circ C$, soit $0,20/6,0 \times 100 = 3,33\,\%$. Selon la méthode conservative demandée, on ajoute les incertitudes relatives du débit, de ΔT, de la masse volumique et de la capacité thermique massique.

DR 2 complété : incertitudes

Élément	Valeur ou conclusion
Incertitude relative sur le débit	2 %
Incertitude relative sur ΔT pour l'essai 3	3,33 %
Incertitude relative sur ρ	0,2 %
Incertitude relative sur cp	0,5 %
Incertitude relative maximale estimée sur Pth	6,03 %
Tendance entre le débit et la puissance thermique	
Cohérence entre puissance thermique et puissance électrique	
Limite principale de l'analyse	

✓ RÉPONSE À RETENIR

Incertitude relative sur ΔT : 3,33 %. Incertitude relative maximale estimée sur Pth : 6,03 %, soit environ 6,0 %.

Question 3.3. À partir des calculs et des contrôles de DR 2, rédiger sur la copie une conclusion de quatre à six lignes indiquant la tendance observée, la cohérence physique des résultats et au moins une limite de l'analyse.

La puissance thermique augmente avec le débit jusqu'à l'essai 3, puis reste stable entre les essais 3 et 4.
Elle est inférieure à la puissance électrique absorbée pour chacun des quatre essais, ce qui est cohérent avec les pertes du banc.
L'incertitude relative maximale estimée sur P_{th} est d'environ 6,0 %.
Les pertes thermiques ne sont pas quantifiées et l'étude ne comporte que quatre points de fonctionnement.
Ces limites restreignent la portée du diagnostic.

DR 2 complété : diagnostic

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	Croît puis se stabilise
Cohérence entre puissance thermique et puissance électrique	Pth < Pe
Limite principale de l'analyse	Pertes non quantifiées

✓ RÉPONSE À RETENIR

La puissance thermique croît puis plafonne et reste inférieure à la puissance électrique. Les pertes non quantifiées et le nombre limité de points restreignent le diagnostic.

4. Prévention et sécurité sur le banc d'essai

Les interventions sur le banc comportent des risques liés à un circuit chaud et sous pression, à l'armoire électrique du variateur et à la circulation autour des flexibles. Il faut proposer des mesures de prévention, distinguer les interventions selon l'habilitation et définir les vérifications et réactions adaptées aux anomalies.

Question 4.1. Pour chacune des trois situations du tableau, proposer une mesure de prévention collective ou une procédure de travail permettant de réduire le risque. Distinguer les interventions réalisables par l'opérateur de celles réservées à une personne habilitée.

Situation	Prévention et intervenant
Purge d'un circuit chaud et sous pression	L'opérateur arrête la pompe, isole le circuit et vérifie sa dépressurisation avant toute ouverture. Il attend le refroidissement, porte les EPI prescrits et se tient à l'écart de la sortie du fluide.
Armoire du variateur	Intervention réservée à une personne habilitée, après consignation électrique et vérification d'absence de tension.
Circulation près des flexibles	L'opérateur range et sécurise les flexibles hors des passages et maintient la zone dégagée.

Respecter la pression maximale d'utilisation du banc : 3 bar. L'opérateur n'intervient pas dans l'armoire électrique.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Purger uniquement après arrêt, isolement et dépressurisation, une fois le circuit refroidi. Armoire réservée à une personne habilitée. Flexibles sécurisés hors des passages.

Question 4.2. Indiquer les vérifications à effectuer avant la mise en service du banc, puis préciser la conduite à tenir si une fuite, une valeur de température anormale ou une mesure électrique incohérente est observée.

Avant le démarrage, vérifier l'état et le raccordement des flexibles, l'absence de fuite, une pression ne dépassant pas 3 bar, le positionnement des sondes, les protections et le dégagement de la zone. Contrôler que les indications des instruments sont plausibles.

- **Fuite :** arrêter la pompe, isoler le circuit et attendre sa dépressurisation avant intervention.
- **Température anormale :** interrompre l'essai, sécuriser le circuit et contrôler les sondes après refroidissement.
- **Mesure électrique incohérente :** arrêter l'essai et signaler l'anomalie. Ne pas ouvrir l'armoire, réservée à une personne habilitée.

Consigner l'anomalie et ne remettre le banc en service qu'après correction et vérification.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Vérifier le circuit, la pression, les sondes, les protections et la zone. En cas d'anomalie, arrêter et sécuriser le banc, signaler le défaut et réserver toute intervention électrique à une personne habilitée.

SYNTHÈSE DE L'ÉPREUVE & RÉFÉRENTIEL • LICENCE SCIENCES POUR L'INGÉNIEUR

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2026)

Bilan de l'épreuve : L'épreuve C2 de Sciences pour l'ingénieur, session 2026, code 26-LSPI-C2, dure deux heures et porte un coefficient indicatif de 3,0. Elle étudie un banc de récupération thermique du laboratoire ThermoFlux. Les candidats exploitent des mesures, étalonnent un débitmètre, calculent puissance et rendement, estiment les incertitudes, construisent un protocole et appliquent les règles de prévention.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La puissance thermique reçue par l'eau se calcule avec $P_{th} = \rho c_p q_v \Delta T$, avec q_v exprimé en $m^3 \cdot s^{-1}$.
- Convertir le débit avant le calcul : 1 L/min = $1{,}6667 \times 10^{-5}$ m^3/s.
- La calibration linéaire du débitmètre s'écrit $q = aU + b$; les unités de a et b dépendent des unités choisies pour q et U.
- Le rendement apparent est $\eta = P_{th}/P_e$; comparer les puissances dans la même unité et exprimer le rendement en pourcentage si demandé.

Points de vigilance & attentes du jury

- Associer chaque grandeur à l'instrument correspondant et donner les unités SI attendues.
- Convertir le débit en $m^3 \cdot s^{-1}$ avant d'appliquer la formule de puissance thermique.
- Respecter les arrondis demandés et reporter les résultats dans DR 1 et DR 2.
- Pour l'incertitude de ΔT, tenir compte des deux sondes et rapporter l'incertitude absolue à l'écart mesuré.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer la puissance thermique à partir du débit mesuré ?

Convertissez d'abord le débit volumique en $m^3 \cdot s^{-1}$, puis appliquez $P_{th} = \rho c_p q_v \Delta T$. Avec ρ en $kg \cdot m^{-3}$, c_p en $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$ et ΔT en K, le résultat est en watts ; divisez par 1 000 pour l'exprimer en kilowatts.

Q : Comment estimer l'incertitude relative de l'écart de température ?

L'écart ΔT est obtenu par différence entre deux sondes. Pour l'incertitude maximale, additionnez leurs incertitudes absolues, puis divisez cette somme par l'écart mesuré et multipliez par 100. Pour l'essai 3, ΔT vaut 6 °C.

Q : Combien de temps dure l'épreuve et comment les points sont-ils répartis ?

L'épreuve dure deux heures et le barème total est de 20 points. Les quatre parties sont notées sur 4 points pour l'analyse, 7 pour les calculs, 5 pour le protocole et l'analyse critique, et 4 pour la prévention.

Q : Qu'est-ce qui est attendu pour justifier les calculs et le diagnostic ?

Présentez les étapes de calcul utiles, les unités et les arrondis demandés. Le diagnostic doit s'appuyer sur les résultats, commenter la cohérence entre puissance thermique et puissance électrique, et mentionner au moins une limite de l'analyse.

Sujet officiel associé (PDF) : https://licencespi.fr/assets/annales/licence-spi/C2 - Exploiter des données à des fins d'analyse/2026/Licence Sciences Pour l'Ingénieur - C2 - Exploiter des données à des fins d'analyse - Session 2026 - 1-Sujet.pdf
Ressources Licence Sciences Pour l'Ingénieur : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

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.