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

Mesures physiques - BUT MP : C1

Session 2026 • Code sujet : **26-BUT-MP-EP1** • Durée : **3 heures** • Coefficient : **3,0**
indicatif

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Analyse du besoin et exigences de la campagne (3 questions) **Page 3**

2. Préparation du panneau et choix du protocole (4 questions) **Page 5**

3. Traitement des mesures et conclusion métrologique (4 questions) **Page 8**

4. Prévention, sécurité et traçabilité (3 questions) **Page 12**

5. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 14**

Sujet officiel (PDF) : https://butmp.fr/assets/annales/but-mp/C1 - Mener une campagne de mesures/2026/BUT Mesures Physiques - C 1 - Mener une campagne de mesures - Session 2026 - 1-Sujet.pdf

1. Analyse du besoin et exigences de la campagne

Le laboratoire ThermoMesure doit caractériser la résistance thermique surfacique d'un panneau en polystyrène expansé et vérifier son homogénéité. Cette partie demande de définir le mesurande, d'établir la référence et son intervalle de conformité, puis de proposer un échantillonnage spatial traçable.

Question 1.1. Définir le mesurande de la campagne, en précisant la grandeur recherchée, son unité et les grandeurs directement mesurées qui permettent de la déterminer.

Le mesurande est la résistance thermique surfacique du panneau, évaluée en régime permanent dans chaque zone repérée. Elle s'exprime en $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$. On mesure directement la différence de température entre les deux faces, ΔT, et la densité de flux thermique traversant le panneau, q. On calcule ensuite, pour chaque zone, $R = \Delta T/q$. La comparaison des valeurs obtenues dans les différentes zones permet de rechercher une éventuelle hétérogénéité spatiale.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Mesurande : résistance thermique surfacique $R = \Delta T/q$, en $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$. Grandeurs mesurées : ΔT et q.

Question 1.2. Calculer la résistance thermique de référence Rref et l'intervalle de conformité correspondant à la tolérance client de ±10 %, en indiquant les unités.

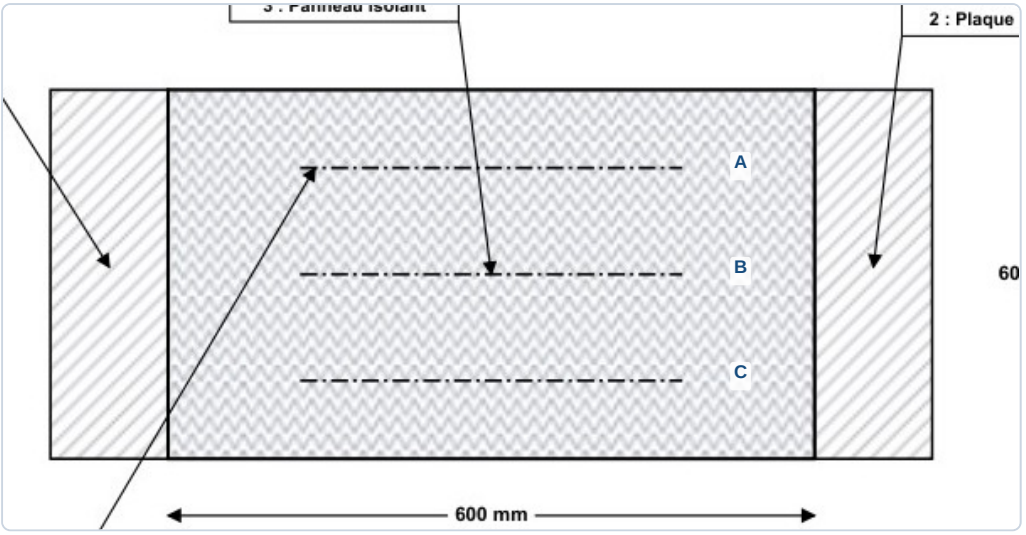
La résistance de référence se calcule avec l'épaisseur $e = 0{,}120$ m et la conductivité $\lambda_{ref} = 0{,}036$ $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$: $R_{ref} = e/\lambda_{ref} = 0{,}120/0{,}036 = 3{,}33$ $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$. La tolérance de ±10 % donne une borne basse de 0,90 Rref et une borne haute de 1,10 Rref. En calculant les bornes à partir de la valeur non arrondie, l'intervalle de conformité est [3,00 ; 3,67] $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $R_{ref} = 3{,}33$ $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$. Intervalle de conformité client : [3,00 ; 3,67] $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$.

Question 1.3. Proposer un plan d'échantillonnage spatial comportant au moins trois zones du panneau. Justifier leur nombre et leur répartition pour rechercher une hétérogénéité, puis citer deux informations à consigner pour assurer la traçabilité.

Repérer trois zones A, B et C régulièrement réparties dans la zone centrale du panneau, comme les trois positions indiquées sur le schéma DT 1. Elles permettent de comparer plusieurs positions et de détecter une variation spatiale, tout en limitant l'influence des bords. Sur le schéma, on peut repérer A en haut, B au centre et C en bas. Consigner au minimum la position de chaque zone, la date et l'opérateur, ainsi que l'identification des instruments et leur statut de vérification ou d'étalonnage.

Repérage des trois zones de mesure



✓ RÉPONSE À RETENIR

Trois zones A, B et C régulièrement réparties au centre, à l'écart des bords. Consigner leurs positions, la date, l'opérateur et les références et statuts métrologiques des instruments.

2. Préparation du panneau et choix du protocole

Un panneau brut doit être découpé pour produire une éprouvette de dimensions adaptées au banc à plaques chaude et froide. Les tâches portent sur le rendement matière, les consommables et le temps de coupe, ainsi que sur la préparation, l'installation des capteurs et la conduite des mesures.

Question 2.1. Calculer la surface du panneau brut, la surface de l'éprouvette, le rendement matière en surface, la surface de chute et le coût matière attribuable à l'éprouvette. Présenter les formules, les résultats et les unités.

On applique les relations du DT 3 avec les dimensions en mètres. Le rendement rapporte la surface utile à la surface brute ; la chute est leur différence. Le coût demandé porte sur la seule surface de l'éprouvette, au tarif de 18,00 €·m⁻².

Grandeur	Calcul	Résultat
Surface du panneau brut	1,250 × 0,600	0,750 m²
Surface de l'éprouvette	0,600 × 0,600	0,360 m²
Rendement matière	0,360 / 0,750 × 100	48,0 %
Surface de chute	0,750 − 0,360	0,390 m²
Coût attribué	0,360 × 18,00	6,48 €

La chute n'est pas incluse dans le coût attribué à l'éprouvette.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Surfaces : 0,750 m² et 0,360 m² ; rendement : 48,0 % ; chute : 0,390 m² ; coût attribué : 6,48 €.

Question 2.2. Calculer le temps de coupe pour une trajectoire de 0,600 m à la vitesse d'avance indiquée, puis la masse totale de pâte thermique nécessaire aux six points de contact.

Le temps de coupe se calcule par la longueur de trajectoire divisée par la vitesse d'avance : 0,600 / 0,30 = 2,00 min. La masse de pâte thermique est la quantité nécessaire par interface multipliée par le nombre de points : 0,20 × 6 = 1,20 g. Ces résultats supposent une vitesse constante sur la trajectoire et la dose prévue appliquée à chacun des six contacts.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Temps de coupe : 2,00 min. Pâte thermique nécessaire : 1,20 g.

Question 2.3. **Rédiger un protocole opératoire chronologique pour préparer le panneau et ses interfaces, installer les capteurs, vérifier l'installation, atteindre le régime permanent, acquérir et archiver les mesures. Préciser les contrôles à effectuer avant de retenir les relevés.**

1. Vérifier l'état du dispositif de découpe et la ventilation. Découper l'éprouvette de 600 × 600 × 120 mm en gardant les mains à distance du fil chaud ; contrôler ensuite ses dimensions et l'état de ses faces.
2. Mettre le banc hors tension avant montage. Nettoyer les interfaces, appliquer la pâte thermique aux six contacts et poser les capteurs conformément au DT 1. Contrôler les instruments : zéro et date de vérification du FQ-17, raccordement du TD-08, zéro du PC-04 et remise à zéro du CH-11.
3. Mettre le banc en marche et contrôler la stabilité toutes les 2 min. Attendre une variation inférieure à 0,2 K sur 10 min, puis acquérir les flux sans dérive monotone manifeste. Archiver données brutes, conditions, identifiants, date et opérateur. Sinon, contrôler le contact et répéter la série.

✓ RÉPONSE À RETENIR

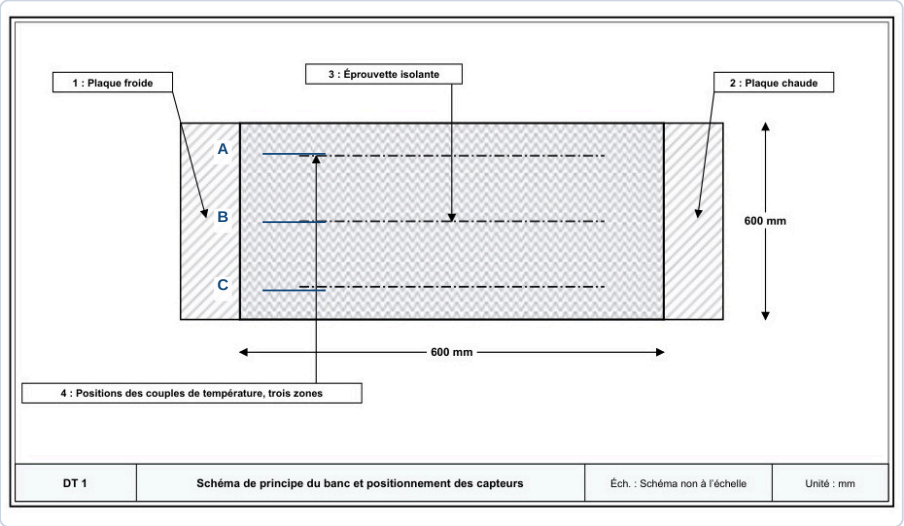
Acquérir les mesures après stabilité thermique vérifiée, puis archiver les données brutes et les références instrumentales.

Question 2.4. **À partir du schéma DT 1, indiquer comment répartir les trois zones de mesure sur la surface et expliquer comment limiter les effets de bord et les erreurs liées au contact thermique.**

Sur le DT 1, les trois zones sont réparties régulièrement sur la hauteur de la surface : une en partie supérieure, une au centre et une en partie inférieure. Elles suivent les trois lignes horizontales du schéma et sont repérées A, B et C. Cette répartition permet de comparer différentes positions du panneau.

Les points de mesure restent dans la zone utile, à distance des bords, afin de limiter les pertes latérales. Nettoyer les surfaces, appliquer une quantité fine et homogène de pâte thermique aux interfaces, puis assurer un appui régulier sans déplacer les capteurs. Consigner les emplacements pour rendre la comparaison reproductible.

Zones A, B et C sur le DT 1



✓ RÉPONSE À RETENIR

Trois zones régulièrement espacées en haut, au centre et en bas, éloignées des bords ; interfaces propres, pâte homogène et appui régulier.

3. Traitement des mesures et conclusion métrologique

Des relevés de flux thermique sont fournis pour trois zones du panneau, après stabilisation du banc, avec un écart de température moyen identique dans chaque zone. Il faut traiter statistiquement les relevés, calculer les résistances et leur incertitude, puis comparer les résultats au critère client et conclure sur une éventuelle investigation complémentaire.

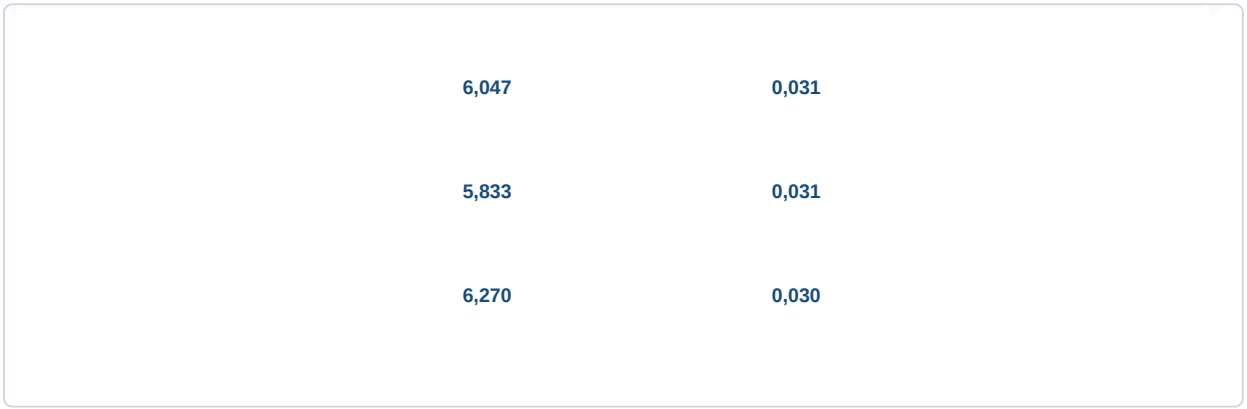
Question 3.1. Pour chacune des zones A, B et C, calculer le flux thermique moyen et l'écart-type expérimental des trois mesures selon la formule fournie. Présenter les résultats avec une précision cohérente.

Pour chaque zone, la moyenne est la somme des trois flux divisée par 3. L'écart-type expérimental utilise la somme des carrés des écarts à cette moyenne, divisée par 2, puis sa racine carrée.

Zone	Flux moyen (W·m⁻²)	Écart-type s (W·m⁻²)
A	6,047	0,031
B	5,833	0,031
C	6,270	0,030

Les écarts-types faibles indiquent une bonne répétabilité des trois relevés dans chaque zone.

DR 2 complété : flux moyens et écarts-types



✓ RÉPONSE À RETENIR

A : 6,047 et 0,031 ; B : 5,833 et 0,031 ; C : 6,270 et 0,030 W·m⁻², respectivement pour le flux moyen et l'écart-type.

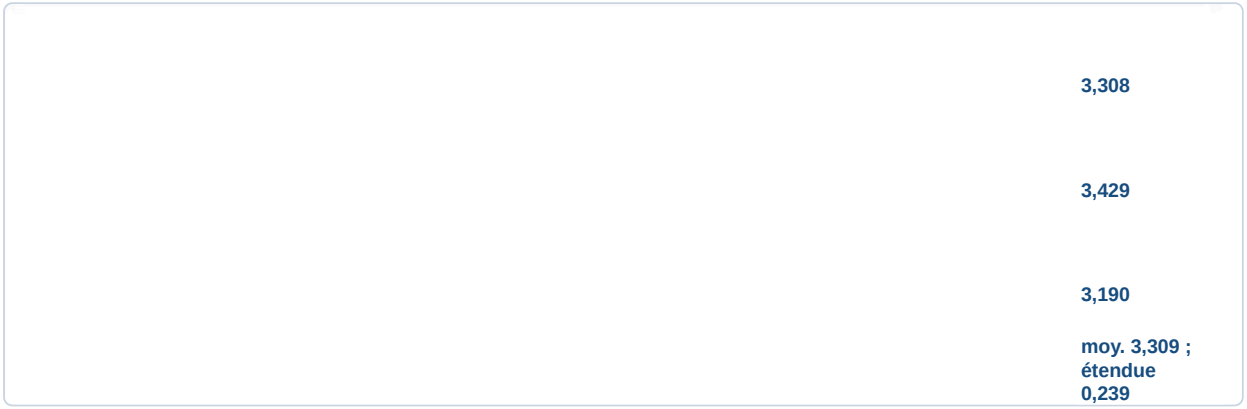
Question 3.2. Calculer la résistance thermique de chacune des trois zones, puis la moyenne des résistances et l'étendue des résultats. Commenter la dispersion spatiale observée.

On applique $R = \Delta T / \bar{q}$, avec $\Delta T = 20,0$ K et les flux moyens calculés pour chaque zone. La moyenne est la moyenne arithmétique des trois résistances ; l'étendue est la différence entre la plus grande et la plus petite valeur.

Zone	Résistance thermique (m²·K·W⁻¹)
A	3,308
B	3,429
C	3,190
Moyenne	3,309
Étendue	0,239

La zone B a la résistance la plus élevée et la zone C la plus faible : une dispersion spatiale est observée.

DR 2 complété : résistances et synthèse



✓ RÉPONSE À RETENIR

RA = 3,308 ; RB = 3,429 ; RC = 3,190 m²·K·W⁻¹. Moyenne : 3,309 m²·K·W⁻¹ ; étendue : 0,239 m²·K·W⁻¹.

Question 3.3. Pour la zone A, calculer l'incertitude-type composée de R selon la propagation fournie, avec u(ΔT) = 0,10 K et u(q̄) = 0,10 W·m⁻². Déterminer l'incertitude élargie U = 2u(R) et présenter le résultat sous la forme RA ± U.

Pour A, $\bar{q} = (6,02 + 6,08 + 6,04)/3 = 6,0467$ W·m⁻² et $R_A = 20,0/6,0467 = 3,3076$ m²·K·W⁻¹. Les incertitudes étant indépendantes, la propagation donne $u(R_A) = R_A\sqrt{(0,10/20,0)^2 + (0,10/6,0467)^2} = 0,057$ m²·K·W⁻¹.

Avec $k = 2$, $U = 2u(R_A) = 0,114$ m²·K·W⁻¹, arrondi à 0,11. La résistance est arrondie au même rang décimal.

DR 2 complété : incertitude et résultat pour A

	0,057 m²·K·W⁻¹
	0,11 m²·K·W⁻¹
	3,31 ± 0,11

✓ RÉPONSE À RETENIR

$u(R_A) = 0,057$ m²·K·W⁻¹ ; $R_A = (3,31 \pm 0,11)$ m²·K·W⁻¹.

Question 3.4. Comparer la moyenne des résistances mesurées à l'intervalle de conformité calculé à la question 1.2. Conclure au regard du critère client et préciser si les données conduisent à recommander une investigation complémentaire.

La référence vaut $R_{ref} = 0,120/0,036 = 3,333$ m²·K·W⁻¹. Avec la tolérance de ±10 %, l'intervalle de conformité est

$$3,000 ; 3,667$$

m²·K·W⁻¹. La moyenne mesurée, 3,309 m²·K·W⁻¹, est dans cet intervalle.

L'étendue spatiale est de 0,239 m²·K·W⁻¹, inférieure à l'écart de tolérance de 0,333 m²·K·W⁻¹. Les résultats satisfont donc le critère ; aucune investigation complémentaire n'est recommandée selon ce critère.

DR 2 complété : décision de conformité

	Conforme : moyenne
	Pas d'investigation

✓ RÉPONSE À RETENIR

Moyenne conforme : 3,309 $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$ dans l'intervalle [3,000; 3,667]. Étendue sous la tolérance : pas d'investigation complémentaire requise.

4. Prévention, sécurité et traçabilité

La campagne mobilise un outil de découpe au fil chaud, un banc électrique chauffant et des capteurs raccordés par des câbles. Cette partie évalue la prévention des risques, l'archivage nécessaire à la reproductibilité et les actions à envisager si l'hétérogénéité spatiale dépasse le critère accepté.

Question 4.1. Pour chacune des trois situations du tableau, proposer une mesure de prévention prioritaire et un équipement de protection ou une vérification complémentaire adaptés. Distinguer les risques pendant la découpe et pendant l'essai.

Priorité à la ventilation, à la mise en sécurité électrique et à la suppression des obstacles. Les protections individuelles complètent ces mesures selon l'évaluation des risques du poste.

Situation	Prévention prioritaire	Protection ou vérification
Découpe au fil chaud	Vérifier le dispositif, ventiler et garder les mains à distance du fil.	Vérifier la ventilation; porter des lunettes adaptées si l'évaluation des risques le prévoit.
Montage et démontage du banc	Mettre hors tension selon la procédure et attendre le refroidissement des plaques.	Vérifier l'absence d'alimentation; utiliser des gants adaptés aux surfaces chaudes si nécessaire.
Capteurs et câbles	Maintenir les câbles hors des passages et les fixer.	Inspecter l'état des câbles et des connecteurs avant l'essai.

La découpe expose aux brûlures et aux émanations; pendant l'essai, s'ajoutent les risques électriques et les plaques chaudes.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Ventiler et s'éloigner du fil chaud; mettre le banc hors tension et le laisser refroidir; sécuriser les câbles et contrôler les connecteurs.

Question 4.2. Établir la liste des informations minimales à archiver pour rendre la campagne reproductible et traçable. Inclure les références des instruments, leur statut de vérification ou d'étalonnage, les conditions d'essai, les données brutes et les traitements appliqués.

Archiver un dossier permettant de reconstituer les conditions, les mesures et la décision. Conserver les données brutes, même lorsque les moyennes sont calculées.

- Éprouvette et zones A, B, C identifiées, dimensions, date et opérateur.
- Instruments FQ-17, TD-08, PC-04 et CH-11, statut et date de vérification ou d'étalonnage, contrôles préalables et incertitudes.
- Montage, températures, pâte thermique, intervalles d'acquisition et stabilité vérifiée : variation inférieure à 0,2 K sur 10 min.
- Tous les relevés bruts horodatés, incidents, unités, calculs et traitements appliqués, incertitudes, critère de décision et conclusion.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Archiver l’identification, les instruments et leur statut, les conditions et contrôles, les données brutes, les traitements, les incertitudes et la décision.

Question 4.3. Proposer deux actions correctives ou investigations complémentaires si l’hétérogénéité spatiale observée dépasse le critère accepté par le laboratoire, et justifier brièvement leur intérêt métrologique ou technique.

Si l’étendue des résistances dépasse le critère spatial retenu, vérifier d’abord que l’écart n’est pas dû au montage ou aux instruments.

1. Contrôler les contacts et le positionnement des capteurs, vérifier les instruments, puis répéter les mesures après stabilisation. Cela permet d’écarter un biais de mesure ou un défaut de répétabilité.
2. Mesurer des points supplémentaires et inspecter l’éprouvette, son épaisseur et ses interfaces. La cartographie localise l’écart et l’inspection peut révéler un défaut de matière ou de contact.

Consigner les résultats et toute modification du protocole pour maintenir la traçabilité de la conclusion.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Contrôler le montage et répéter les mesures; compléter la cartographie et inspecter l’éprouvette pour localiser et expliquer l’écart spatial.

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

Bilan de l'épreuve : Épreuve de Mesures physiques, BUT MP, compétence C1, session 2026, code 26-BUT-MP-EP1, d'une durée de trois heures et de coefficient indicatif 3,0. L'étude porte sur la résistance thermique et l'homogénéité d'un panneau isolant en polystyrène expansé. Elle évalue l'analyse du besoin, la préparation d'une campagne, le traitement statistique, les incertitudes, la décision métrologique, la prévention et la traçabilité.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La résistance thermique surfacique se calcule par $R = \Delta T/q$ et s'exprime en $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$.
- La résistance de référence est $R_{ref} = e/\lambda_{ref}$; l'intervalle client applique la tolérance de ±10 % à cette valeur.
- Le régime permanent est atteint si la variation de température reste inférieure à 0,2 K pendant 10 min.
- Pour des grandeurs indépendantes, $u(R) = R\sqrt{[(u(\Delta T)/\Delta T)^2 + (u(\bar{q})/\bar{q})^2]}$ et l'incertitude élargie demandée est $U = 2u(R)$.

Points de vigilance & attentes du jury

- Toujours préciser les unités, les formules utilisées et un nombre de chiffres significatifs cohérent avec les instruments.
- Repérer et documenter les zones de mesure ; éloigner les points des bords pour réduire les effets de bord.
- Archiver toutes les valeurs brutes, pas seulement les moyennes, avec les instruments, dates, opérateur et conditions d'essai.
- Vérifier stabilité thermique, absence de dérive manifeste, contact des capteurs et statut métrologique des instruments avant validation.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer la résistance thermique surfacique à partir des mesures du banc ?

Divisez l'écart de température mesuré entre les surfaces par la densité moyenne de flux thermique : $R = \Delta T/\bar{q}$. L'unité obtenue est le $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$. Utilisez des mesures réalisées après stabilisation du banc.

Q : Comment déterminer l'incertitude composée de la résistance ?

Pour des incertitudes indépendantes sur ΔT et $\bar{q}$, combinez leurs contributions relatives par somme quadratique : $u(R) = R\sqrt{[(u(\Delta T)/\Delta T)^2 + (u(\bar{q})/\bar{q})^2]}$. L'incertitude élargie demandée s'obtient en multipliant $u(R)$ par 2.

Q : Comment organiser le temps et les calculs dans cette épreuve de trois heures ?

Le sujet répartit les points entre quatre parties : analyse, préparation, traitement métrologique, puis prévention et traçabilité. Traitez d'abord les calculs directs, gardez du temps pour vérifier unités et conclusions, et complétez les documents réponses.

Q : Quels éléments de traçabilité et critères de qualité faut-il faire apparaître ?

Consignez l'identification des instruments, leur statut de vérification ou d'étalonnage, la date, l'opérateur, les conditions d'essai et les données brutes avec leurs traitements. Indiquez aussi les contrôles de stabilité, de répétabilité et la décision au regard du critère client.

Sujet officiel associé (PDF) : https://butmp.fr/assets/annales/but-mp/C1 - Mener une campagne de mesures/2026/BUT Mesures Physiques - C1 - Mener une campagne de mesures - Session 2026 - 1-Sujet.pdf

Ressources BUT Mesures Physiques : 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.