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

BUT MP

BUT Mesures Physiques : C4 Caractérisation des matériaux

Session 2026 • Code sujet : **26-BUT-MP-EP1** • Durée : **2 h 30** • Coefficient : **3, indicatif**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Analyse fonctionnelle et réglementaire (3 questions) **Page 3**

2. Étude technologique, choix des matériaux et calculs (4 questions) **Page 5**

3. Préparation de fabrication et protocole opératoire (3 questions) **Page 8**

4. Prévention et sécurité (2 questions) **Page 10**

5. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 11**

Sujet officiel (PDF) : https://butmp.fr/assets/annales/but-mp/C4 - Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau/2026/BUT Mesures Physiques - C4 - Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau - Session 2026 - 1-Sujet.pdf

1. Analyse fonctionnelle et réglementaire

Un laboratoire doit caractériser un panneau composite à matrice polymère pour déterminer son identité probable, sa masse volumique et son aptitude à l'isolation. Il faut choisir les méthodes disponibles et préparer les mesures en limitant les biais.

Question 1.1. Pour chacun des trois besoins du client, indiquer la grandeur ou l'information à obtenir et l'unité associée lorsqu'elle s'applique.

Besoin	Grandeur ou information	Unité
Identifier le polymère	Spectre infrarouge et bandes caractéristiques	Nombre d'onde : cm^{-1} ; identité : sans unité
Caractériser le matériau	Masse volumique ρ	$kg \cdot m^{-3}$
Vérifier l'isolation	Conductivité thermique λ	$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$

L'identité est déduite par comparaison des bandes spectrales aux références ; la masse volumique et la conductivité thermique sont des grandeurs physiques exprimées dans les unités indiquées.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Spectre infrarouge : nombres d'onde en cm^{-1} ; masse volumique : $kg \cdot m^{-3}$; conductivité thermique : $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$.

Question 1.2. À l'aide du DT 1, associer chaque besoin à une méthode de caractérisation adaptée. Justifier chaque choix par le principe de la méthode et par la grandeur mesurée ou observée.

Pour identifier le polymère, utiliser la spectroscopie FTIR-ATR : elle mesure les bandes d'absorption infrarouges, à comparer à une bibliothèque de référence. Les bandes à 1715, 1240, 1090 et 725 cm^{-1} sont compatibles avec un polyester aromatique de type PET, sans permettre une identification certaine.

Pour la masse volumique, mesurer les dimensions et peser le panneau, puis calculer le rapport masse/volume. Pour l'isolation, utiliser la plaque chaude gardée en régime stationnaire : les mesures du flux thermique, de l'écart de température et de l'épaisseur permettent de déterminer la résistance puis la conductivité thermique.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> FTIR-ATR pour l'identité probable ; pesée et mesures dimensionnelles pour la masse volumique ; plaque chaude gardée pour la conductivité thermique.

Question 1.3. Proposer les opérations de préparation et de conditionnement nécessaires avant les mesures de masse volumique, de conductivité thermique et de spectroscopie infrarouge. Préciser au moins une précaution permettant de limiter un biais de mesure pour chacune de ces méthodes.

1. **Masse volumique :** conditionner le panneau selon les conditions du laboratoire, mesurer ses dimensions en plusieurs points et tarer la balance avant la pesée. Cela limite les biais liés aux irrégularités dimensionnelles et à une tare incorrecte.

2. **Conductivité thermique :** préparer une éprouvette plane, à faces parallèles, mesurer son épaisseur et vérifier sa compatibilité avec le porte-échantillon. Assurer un contact uniforme et attendre la stabilisation du flux et des températures.
3. **FTIR-ATR :** nettoyer et sécher la surface, puis établir un contact régulier avec le cristal. Éviter toute contamination et conserver le spectre brut pour assurer la traçabilité.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Conditionner, mesurer et tarer pour la masse volumique ; préparer une éprouvette plane d'épaisseur mesurée et attendre le régime stationnaire ; nettoyer et sécher la surface ATR.

2. Étude technologique, choix des matériaux et calculs

Le panneau mesure nominalement 300 × 300 × 30 mm et sa masse mesurée est de 1,62 kg, avec une incertitude élargie de ± 0,01 kg. Les données thermiques servent à calculer la résistance et la conductivité, à évaluer le critère client et à établir le rendement de découpe et les coûts matière.

Question 2.1. Calculer le volume du panneau en m³, puis sa masse volumique en kg·m⁻³ à partir de la masse mesurée. Indiquer le résultat avec un nombre de chiffres significatifs cohérent avec les données.

Conversion en unités SI : les dimensions nominales deviennent 0,300 m × 0,300 m × 0,030 m. Le volume du panneau est donc **V = 0,00270 m³**. La masse volumique moyenne vaut $\rho = m/V = 1,62/0,00270 = 600$ kg·m⁻³. L'incertitude de masse de ± 0,01 kg représente environ ± 4 kg·m⁻³ sur cette valeur ; les dimensions sont considérées comme exactes pour le calcul demandé.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> V = 0,00270 m³ ; ρ = (600 ± 4) kg·m⁻³.

Question 2.2. Calculer la résistance thermique surfacique de l'éprouvette à partir de la différence de température et de la densité de flux mesurées, avec R = ΔT/q. Reporter le résultat et son unité dans le DR 1.

En régime stationnaire, la résistance thermique surfacique est le rapport de la différence de température à la densité de flux. On utilise $\Delta T = 20,0$ K et $q = 25,0$ W·m⁻², valeurs fournies pour l'essai.

R = ΔT/q = 20,0/25,0 = 0,800 m²·K·W⁻¹.

L'unité résulte du rapport entre une température en kelvins et un flux thermique surfacique en W·m⁻². Reporter cette valeur avec son unité dans la première ligne thermique du DR 1.

DR 1 complété : résistance thermique

copie. Inscrire les unités et rédiger une conclusion exploitable par le client.

Exploitation de l'essai thermique

Grandeur calculée	Relation	Résultat	Unité
Résistance thermique surfacique R	R = ΔT / q	0,800	m²·K·W⁻¹
Conductivité thermique λ	λ = e / R	.....	.....
Comparaison au critère client	λ ≤ 0,040 W·m⁻¹·K⁻¹	.....	Conclusion : ...

Bilan de découpe et coût matière

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> R = 0,800 m²·K·W⁻¹.

Question 2.3. En déduire la conductivité thermique expérimentale avec λ = e/R. Comparer le résultat au critère client λ ≤ 0,040 W·m⁻¹·K⁻¹ et formuler une conclusion. Commenter brièvement l'effet de l'incertitude élargie de ± 0,002 W·m⁻¹·K⁻¹ sur cette conclusion.

Avec l'épaisseur mesurée $e = 0,030$ m et la résistance thermique calculée, la conductivité expérimentale vaut $\lambda = e/R = 0,030/0,800 = 0,0375$ W·m⁻¹·K⁻¹.

- La valeur mesurée est inférieure au seuil de 0,040 W·m⁻¹·K⁻¹.
- En ajoutant l'incertitude élargie de ± 0,002, l'intervalle est [0,0355 ; 0,0395] W·m⁻¹·K⁻¹. Sa borne supérieure reste sous le seuil.

Le panneau respecte donc le critère client, même en tenant compte de l'incertitude, avec une marge réduite à la borne supérieure.

DR 1 complété : conductivité et conformité

copie. Inscrire les unités et rédiger une conclusion exploitable par le client.

Exploitation de l'essai thermique

Grandeur calculée	Relation	Résultat	Unité
Résistance thermique surfacique R	R = ΔT / q	.....	.....
Conductivité thermique λ	λ = e / R	0,0375	W·m⁻¹·K⁻¹
Comparaison au critère client	λ ≤ 0,040 W·m⁻¹·K⁻¹	Conforme, incertitude incluse	

Bilan de découpe et coût matière

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

λ = 0,0375 ± 0,002 W·m⁻¹·K⁻¹ ; conforme, y compris à la borne supérieure de 0,0395 W·m⁻¹·K⁻¹.

Question 2.4. **Pour quatre éprouvettes de 100 mm × 100 mm découpées dans le panneau avec une lame de largeur de coupe 3 mm, la disposition 2 × 2 nécessite une zone de 203 mm × 203 mm. Calculer le rendement surfacique des éprouvettes par rapport au panneau entier et la surface résiduelle, en distinguant les éprouvettes de la chute. Calculer le coût matière du panneau entier et le coût matière théorique des quatre éprouvettes, hors coût de découpe, au prix de 42,00 €·m⁻².**

Grandeur	Calcul	Résultat
Surface du panneau	0,300 × 0,300	0,090 m²
Surface des quatre éprouvettes	4 × 0,100 × 0,100	0,040 m²
Rendement surfacique	0,040/0,090 × 100	44,4 %
Chute dans la zone 203 × 203 mm	0,203² − 0,040	0,001209 m²
Surface hors zone de prélèvement	0,090 − 0,203²	0,048791 m²
Surface résiduelle, éprouvettes exclues	0,090 − 0,040	0,050 m²
Coût matière du panneau entier	42,00 × 0,090	3,78 €
Coût théorique des quatre éprouvettes	42,00 × 0,040	1,68 €

La chute de 0,001209 m² correspond à la partie non prélevée dans la zone de découpe ; les 0,048791 m² restants sont hors de cette zone. Ensemble, ces surfaces donnent 0,050 m² résiduels, éprouvettes exclues. Les coûts sont calculés au prix indiqué, sans coût de découpe.

DR 1 complété : bilan de découpe et coûts

Élément	Calcul ou valeur	Résultat
Surface du panneau entier	300 mm × 300 mm	0,090 m²
Surface totale des quatre éprouvettes	4 × 100 mm × 100 mm	0,040 m²
Rendement surfacique	Surface éprouvettes / surface panneau × 100	44,4 %
Surface résiduelle, éprouvettes exclues	Surface panneau - surface éprouvettes	0,050 m²
Coût matière du panneau entier	42,00 €·m⁻² × surface panneau	3,78 €
Coût matière théorique des quatre éprouvettes	42,00 €·m⁻² × surface des éprouvettes	1,68 €

Chute dans la zone : 0,001209 m²

✓ RÉPONSE À RETENIR

Rendement : 44,4 % ; surface résiduelle : 0,050 m² ; coûts matière : 3,78 € pour le panneau et 1,68 € pour les éprouvettes.

3. Préparation de fabrication et protocole opératoire

Le laboratoire prépare des éprouvettes pour les contrôles dimensionnels, thermiques et chimiques, ainsi qu'une solution aqueuse de NaCl de référence. Les paramètres de la scie, les méthodes de caractérisation et les exigences de traçabilité sont fournis dans les documents techniques.

Question 3.1. Calculer la masse de chlorure de sodium nécessaire à la préparation de 250,0 mL de solution à 0,0100 mol·L⁻¹, à partir de n = CV et m = nM, avec le volume exprimé en litres. Indiquer le matériel volumétrique adapté pour obtenir le volume final demandé.

Convertir d'abord le volume : 250,0 mL = 0,2500 L. La quantité de matière vaut n = CV = 0,0100 × 0,2500 = 2,50 × 10^{-3} mol. Ainsi, m = nM = 2,50 × 10^{-3} × 58,44 = 0,1461 g, soit 0,146 g à trois chiffres significatifs. Peser cette masse de NaCl, la dissoudre dans un peu d'eau distillée et transférer quantitativement la solution dans une fiole jaugée de 250,0 mL. Compléter au trait de jauge, boucher et homogénéiser par retournements.

DR 2 complété : préparation de la solution

DR 2 : Document réponse à rendre avec la copie : questions 3.1 et 3.2 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter les résultats, les unités et la décision. Détailler les relations et conversions d'unités dans la copie.

Préparation de solution et contrôle de la découpe

Opération	Calcul ou relation	Résultat	Décision ou matériel
Quantité de matière de NaCl	n = C V	2,50 × 10⁻³ mol	
Masse de NaCl à peser	m = n M	0,146 g	
Verrerie pour préparer 250,0 mL	Choix de verrerie		Fiole jaugée 250,0 mL
Vitesse périphérique de la lame	v = π D n / 60	... m·s⁻¹	
Vérification de la limite fabricant	v ≤ 60 m·s⁻¹		

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> NaCl : 0,146 g ; verrerie : fiole jaugée de 250,0 mL.

Question 3.2. Calculer la vitesse périphérique de la lame en m·s⁻¹, puis vérifier sa compatibilité avec la limite du fabricant. Indiquer le résultat et la décision dans le DR 2.

Grandeur	Calcul	Résultat
Vitesse périphérique	π × 0,160 × 3 000 / 60	25,1 m·s⁻¹
Limite fabricant	25,1 ≤ 60	Compatible

Le diamètre est exprimé en mètres et la rotation en tours par minute. La division par 60 convertit la rotation en tours par seconde, ce qui donne une vitesse en mètres par seconde. La vitesse calculée reste nettement sous la valeur maximale autorisée : la lame respecte le critère de vitesse du fabricant.

DR 2 complété : contrôle de la lame

DR 2 : Document réponse à rendre avec la copie : questions 3.1 et 3.2 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter les résultats, les unités et la décision. Détailler les relations et conversions d'unités dans la copie.

Préparation de solution et contrôle de la découpe

Opération	Calcul ou relation	Résultat	Décision ou matériel
Quantité de matière de NaCl	$n = C\,V$	... mol	.....
Masse de NaCl à peser	$m = n\,M$	... g	.....
Verrerie pour préparer 250,0 mL	Choix de verrerie	.....	.....
Vitesse périphérique de la lame	$v = \pi\,D\,n / 60$	... ^{25,1}	Conforme
Vérification de la limite fabricant	$v \leq 60\ m \cdot s^{-1}$	Oui	$25,1 \leq 60$

✓ RÉPONSE À RETENIR

v = 25,1 m·s⁻¹ ; lame compatible avec la limite de 60 m·s⁻¹.

Question 3.3. Rédiger un protocole opératoire synthétique, dans l'ordre chronologique, pour caractériser les trois propriétés demandées. Inclure la préparation et le repérage des éprouvettes, les principales mesures à réaliser, les informations à consigner pour assurer la traçabilité et au moins un critère de validité des résultats pour chaque méthode.

1. Repérer le panneau et les éprouvettes, puis découper quatre éprouvettes de 100 × 100 mm dans la zone prévue. Noter leurs identifiants. Pour la masse volumique, tarer la balance, peser le panneau et mesurer ses dimensions en plusieurs points ; calculer le volume et la masse volumique. Vérifier la cohérence des dimensions relevées.
2. Pour l'essai thermique, choisir une éprouvette plane, mesurer son épaisseur et assurer un contact uniforme avec l'appareil à plaque chaude gardée. Relever températures et flux après stabilisation ; la validité exige le régime stationnaire.
3. Pour la FTIR-ATR, nettoyer et sécher la surface, assurer son contact régulier avec le cristal, enregistrer le spectre brut et comparer l'ensemble des bandes à la bibliothèque. Consigner identifiants, date, opérateur, appareils, conditions et mesures ; conserver les résultats bruts pour permettre leur traçabilité.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Mesurer et peser le panneau, puis contrôler l'éprouvette thermique en régime stationnaire et comparer le spectre FTIR-ATR à la bibliothèque, en consignant les conditions et résultats.

4. Prévention et sécurité

Les opérations comprennent la découpe du panneau à la scie circulaire, la préparation d'une solution de chlorure de sodium et des mesures par spectroscopie infrarouge ATR. Il faut proposer des mesures de prévention contre les risques de coupure, de projection, de poussière, de renversement et de contamination des appareils.

Question 4.1. Pour la découpe, citer trois mesures de prévention adaptées, dont au moins une mesure collective ou liée à l'équipement et une mesure individuelle. Préciser la conduite à tenir si l'aspiration des poussières est indisponible.

Pour prévenir les coupures, les projections et l'exposition aux poussières :

- Utiliser la scie avec ses protecteurs en place et l'aspiration fonctionnelle.
- Maintenir la pièce avec un dispositif adapté et garder les mains éloignées de la lame. Ne jamais retirer les copeaux à la main lorsque la machine tourne.
- Porter les équipements de protection individuelle prévus par l'évaluation des risques du laboratoire.

Si l'aspiration est indisponible, ne pas démarrer ou interrompre la découpe et avertir le responsable.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Protecteurs en place, pièce maintenue et EPI adaptés. Aspiration indisponible : interrompre la découpe et avertir le responsable.

Question 4.2. Indiquer les précautions à prendre lors de la préparation de la solution et de l'utilisation du spectromètre ATR. Citer une conduite à tenir en cas de renversement de solution ou de contamination de la surface de mesure.

Préparer la solution sur un plan de travail propre, avec une verrerie adaptée, en évitant les projections. Pour l'ATR, manipuler l'éprouvette sans contaminer sa surface et éviter tout choc ou toute rayure du cristal ; assurer un contact régulier.

En cas de renversement, nettoyer selon les consignes du laboratoire. Si la surface de mesure est contaminée, suspendre l'analyse puis nettoyer le cristal avec une méthode compatible avant de reprendre.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Prévenir les projections et les contaminations. En cas de renversement ou de cristal contaminé, suspendre l'opération et nettoyer selon les consignes du laboratoire.

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

Bilan de l'épreuve : Cette évaluation de compétence C4 du BUT Mesures Physiques, session 2026, porte le code 26-BUT-MP-EP1. D'une durée de 2 h 30, avec un coefficient indicatif de 3, elle étudie un panneau composite à matrice polymère. Sur 20 points, elle évalue le choix des méthodes, les calculs de masse volumique et de conductivité thermique, l'interprétation FTIR, la préparation des éprouvettes, la traçabilité et la prévention.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La masse volumique moyenne se calcule par $\rho = m/V$, avec les dimensions converties en mètres et le volume d'un parallélépipède $V = L \times l \times e$.
- En régime stationnaire, la résistance thermique surfacique vaut $R = \Delta T/q$, puis la conductivité thermique $\lambda = e/R$.
- Les bandes FTIR à 1715, 1240, 1090 et 725 cm^{-1} sont compatibles avec un polyester aromatique de type PET, sans constituer une preuve isolée.
- Pour la solution, utiliser $n = CV$ avec V en litres, puis $m = nM$; pour la lame, $v = \pi Dn/60$ avec D en mètres.

Points de vigilance & attentes du jury

- Convertir systématiquement dimensions et volumes en unités adaptées avant les calculs.
- Présenter les étapes de calcul utiles, les unités et des chiffres significatifs cohérents avec les données.
- Comparer la conductivité au seuil client et tenir compte de l'incertitude élargie de ± 0,002 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$.
- Ne pas conclure sur une seule bande FTIR ; consigner les paramètres et vérifier la validité de chaque méthode.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer la conductivité thermique à partir des données de l'essai ?

Calculez d'abord la résistance surfacique $R = \Delta T/q$, avec ΔT en K et q en $W \cdot m^{-2}$. Vous obtenez R en $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$, puis utilisez $\lambda = e/R$ avec l'épaisseur en mètres pour obtenir λ en $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$.

Q : Que permet de conclure le spectre infrarouge sur le polymère ?

Les bandes observées à 1715, 1240, 1090 et 725 cm^{-1} concordent avec les repères d'un polyester aromatique de type PET. L'identification reste probable et doit s'appuyer sur l'ensemble des bandes, pas sur une bande isolée.

Q : Comment organiser le temps dans cette épreuve de 2 h 30 ?

Les quatre parties valent respectivement 4, 7, 6 et 3 points, pour un total de 20. Une gestion du temps proportionnelle aux points peut aider ; gardez aussi du temps pour vérifier les unités, les conclusions et les documents réponses.

Q : Quelles exigences de notation faut-il respecter pour les calculs et les conclusions ?

Le sujet demande les unités, les étapes de calcul utiles et une interprétation fondée sur le dossier technique. Pour la thermique, comparez le résultat au seuil et commentez l'incertitude ; pour le FTIR, formulez une identification probable.

Sujet officiel associé (PDF) : https://butmp.fr/assets/annales/but-mp/C4 - Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau/2026/BUT Mesures Physiques - C4 - Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau - 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.