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 SGM

BUT SGM : C4 CARACTÉRISATION

Session 2026 • Code sujet : **26-BUT-SGM-C4-ETAB** • Durée : **3 heures** • Coefficient : **3,0 indicatif**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Analyse fonctionnelle, exigences et choix des caractérisations** (3 questions) — **Page 3**
2. **Exploitation des résultats et diagnostic matériau** (4 questions) — **Page 5**
3. **Préparation des éprouvettes et protocole opératoire** (4 questions) — **Page 8**
4. **Prévention, sécurité et qualité des mesures** (3 questions) — **Page 12**
5. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 14**

Sujet officiel (PDF) : https://butsgm.fr/assets/annales/but-sgm/C4 - Caractériser des matériaux et des produits/2026/BUT Science et Génie des Matériaux - C4 - Caractériser des matériaux et des produits - Session 2026 - 1-Sujet.pdf

1. Analyse fonctionnelle, exigences et choix des caractérisations

Le laboratoire contrôle le lot L26-041 d'un composite thermoplastique renforcé de fibres de verre, annoncé PA6-GF30, après le signalement d'une baisse de rigidité sur les pièces du client. Il faut relier le besoin de contrôle, les propriétés recherchées et les moyens de caractérisation disponibles afin de proposer une stratégie cohérente.

Question 1.1. Formuler le besoin de contrôle du client, puis citer deux propriétés dont la vérification est directement pertinente au regard de la baisse de rigidité signalée et justifier brièvement chaque choix.

Le client veut vérifier la conformité du lot L26-041 et comprendre la baisse de rigidité signalée sur les pièces. Le **module d'Young** est directement pertinent : il caractérise la rigidité dans le domaine élastique. La **contrainte maximale en traction** complète le contrôle en vérifiant la résistance mécanique du lot, sans mesurer directement sa rigidité.

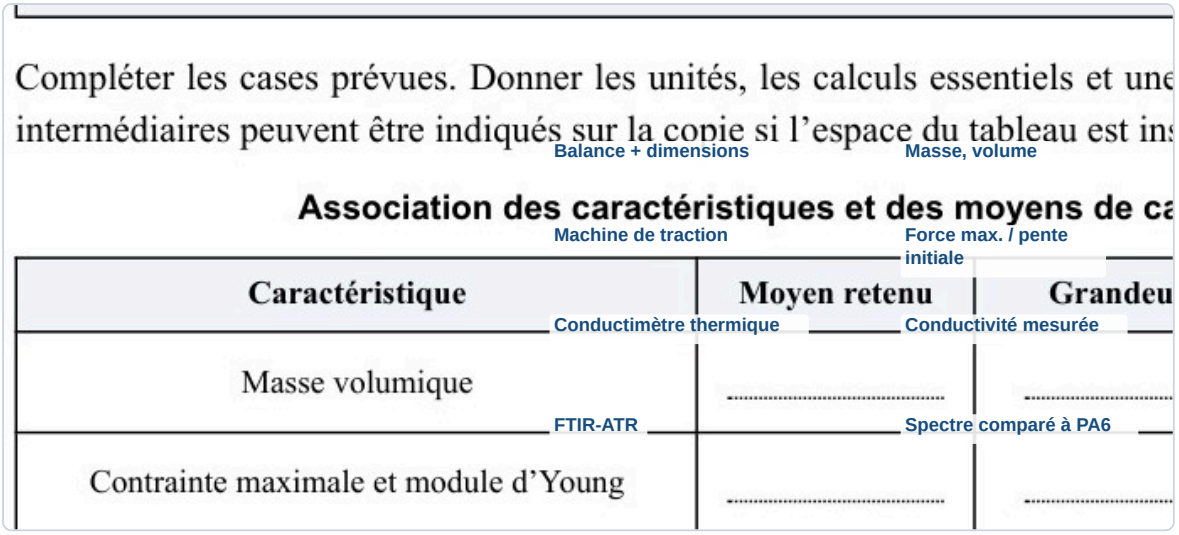
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Contrôler la conformité du lot, en priorité le module d'Young, puis vérifier la résistance maximale en traction.

Question 1.2. Pour chacune des cinq caractéristiques du tableau d'acceptation, associer le moyen de caractérisation approprié et indiquer la grandeur mesurée directement ou la donnée exploitée. Compléter le document réponse DR 1.

Les deux propriétés mécaniques sont obtenues par traction : la force maximale sert à calculer la contrainte maximale, tandis que la pente initiale contrainte-déformation donne le module d'Young.

Caractéristique	Moyen retenu	Grandeur mesurée ou donnée exploitée
Masse volumique	Balance et mesures dimensionnelles	Masse et volume géométrique
Contrainte maximale en traction	Machine universelle de traction	Force maximale et section initiale
Module d'Young en traction	Machine universelle de traction	Pente initiale de la courbe contrainte-déformation
Conductivité thermique	Conductimètre thermique	Conductivité mesurée selon la méthode interne
Identification de la matrice	Spectroscopie FTIR-ATR	Signature spectrale comparée à la référence PA6

DR 1 complété : moyens et données exploitées



Compléter les cases prévues. Donner les unités, les calculs essentiels et une
intermédiaires peuvent être indiqués sur la copie si l'espace du tableau est ins

Balance + dimensions

Masse, volume

Association des caractéristiques et des moyens de ca

Machine de traction

Force max. / pente initiale

Caractéristique	Moyen retenu	Grandeu
	Conductimètre thermique	Conductivité mesurée
Masse volumique	.....	.....
	FTIR-ATR	Spectre comparé à PA6
Contrainte maximale et module d'Young	.....	.....

✓ RÉPONSE À RETENIR

Masse volumique : balance et dimensions. Propriétés mécaniques : traction. Conductivité : conductimètre. Matrice : FTIR-ATR.

Question 1.3. Proposer un ordre de réalisation des opérations depuis la réception du prélèvement jusqu'aux essais destructifs. Justifier l'ordre choisi par une contrainte de préparation, de conservation de l'échantillon ou de sécurité.

1. À réception, vérifier l'état du prélèvement, enregistrer le lot et attribuer les identifiants liés à l'orientation et aux essais.
2. Avant la découpe, effectuer les contrôles non destructifs sur des surfaces propres : masse et dimensions pour la densité, FTIR-ATR, puis conductivité thermique. Consigner les résultats.
3. Débiter les éprouvettes, les ébavurer, vérifier leurs dimensions et leur état, puis les identifier et les conditionner 24 h dans le local d'essai.
4. Terminer par la traction : contrôler l'alignement et le serrage, fermer l'écran et dégager la zone de rupture.

Les mesures non destructives précèdent le débit, qui modifie le prélèvement, et la traction, qui détruit l'éprouvette.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Réception et identification, contrôles non destructifs, débit et conditionnement des éprouvettes, puis essais de traction.

2. Exploitation des résultats et diagnostic matériau

Les dimensions et la masse d'une éprouvette, les résultats de traction, la conductivité thermique et la comparaison FTIR du prélèvement sont fournis dans le dossier technique. Il faut calculer les propriétés utiles, les confronter aux critères d'acceptation du client et conclure sur la conformité du lot.

Question 2.1. Calculer le volume et la masse volumique de l'éprouvette de densité à partir de ses dimensions et de sa masse. Convertir les unités de façon cohérente et conclure sur le respect du critère client.

Le volume de l'éprouvette est le produit de ses trois dimensions : 100,0 × 10,0 × 4,0 = **4 000 mm³**. Avec 1 cm³ = 1 000 mm³, cela donne **4,00 cm³**. La masse mesurée est 5,52 g ; ainsi, ρ = m/V = 5,52/4,00 = **1,38 g/cm³**. Cette valeur se situe dans l'intervalle accepté de 1,30 à 1,45 g/cm³ : le critère de masse volumique est respecté pour le prélèvement.

DR 1 : résultat de masse volumique

Propriété	Résultat avec unité	Critère client	Conclusion
Masse volumique	1,38 g/cm³	1,30 à 1,45 g/cm³	Conforme
Contrainte maximale	.....	≥ 105 MPa	.....
Module d'Young	.....	≥ 7,0 GPa	.....
Conductivité thermique	.....	≤ 0,45 W/(m·K)	.....
Identification FTIR	.....	Compatible avec PA6	.....

✓ RÉPONSE À RETENIR

Volume : 4,00 cm³. Masse volumique : 1,38 g/cm³, conforme.

Question 2.2. Calculer la section initiale de l'éprouvette de traction, puis sa contrainte maximale à partir de la force mesurée. Déterminer le module d'Young à partir de la pente initiale fournie, conclure séparément sur les deux critères mécaniques et reporter les résultats au DR 1.

La section initiale se calcule avec la largeur et l'épaisseur de la zone utile. La force maximale doit être convertie en newtons pour obtenir la contrainte en N/mm², équivalente au MPa. Le module est déterminé avec la pente élastique initiale fournie dans le DT 2.

Grandeur	Calcul	Résultat et décision
Section initiale	10,0 × 4,0	40,0 mm²
Contrainte maximale	4,60 × 1 000 / 40,0	115 MPa : conforme, seuil ≥ 105 MPa
Module d'Young	8,0 / 0,0010	8 000 MPa = 8,0 GPa : conforme, seuil ≥ 7,0 GPa

Les deux critères mécaniques sont respectés sur l'éprouvette mesurée. Reporter les valeurs et conclusions dans les lignes correspondantes du DR 1.

DR 1 : résultats mécaniques

Propriété	Résultat avec unité	Critère client	Conclusion
Masse volumique	.....	1,30 à 1,45 g/cm³	.....
Contrainte maximale	115 MPa	≥ 105 MPa	Conforme
Module d'Young	8,0 GPa	≥ 7,0 GPa	Conforme
Conductivité thermique	.....	≤ 0,45 W/(m·K)	.....
Identification FTIR	.....	Compatible avec PA6	.....

✓ RÉPONSE À RETENIR

Section : 40,0 mm². Contrainte maximale : 115 MPa, conforme. Module d'Young : 8,0 GPa, conforme.

Question 2.3. Calculer la résistance thermique surfacique de la plaque à partir de son épaisseur et de la conductivité mesurée. Présenter le résultat en m²·K/W et préciser ce que cette grandeur permet d'évaluer dans le cadre de cet essai.

L'épaisseur traversée est 4,0 mm, soit 0,0040 m. Avec la relation de résistance thermique surfacique R = e/λ et la conductivité mesurée de 0,32 W/(m·K), on obtient R = 0,0040/0,32 = **0,0125 m²·K/W**. Cette grandeur exprime l'opposition de la plaque au transfert de chaleur à travers son épaisseur, pour les conditions de la méthode comparative utilisée. Elle ne remplace pas la comparaison directe de conductivité au seuil client.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Résistance thermique surfacique : 0,0125 m²·K/W.

Question 2.4. Interpréter le résultat de conductivité thermique et la comparaison FTIR du DT 2 au regard des critères fournis. Rédiger une conclusion de contrôle du lot en distinguant les critères conformes, non conformes ou à confirmer.

Les résultats du prélèvement respectent les deux critères examinés ici :

- Conductivité thermique : 0,32 W/(m·K), inférieure à la limite de 0,45 W/(m·K), donc conforme.
- FTIR-ATR : les bandes sont compatibles avec la référence PA6, donc l'identification de la matrice est conforme. Cette comparaison qualitative ne mesure pas la teneur en fibres de verre.

Avec les résultats précédents, les cinq critères du cahier des charges sont conformes pour le prélèvement testé. La conformité du lot reste à confirmer par la série d'éprouvettes prévue.

DR 1 : conductivité et identification FTIR

Propriété	Résultat avec unité	Critère client	Conclusion
Masse volumique	.....	1,30 à 1,45 g/cm³	.....
Contrainte maximale	.....	≥ 105 MPa	.....
Module d'Young	.....	≥ 7,0 GPa	.....
Conductivité thermique	0,32 W/(m·K)	≤ 0,45 W/(m·K)	Conforme .....
Identification FTIR	Compatible PA6	Compatible avec PA6	Conforme .....

✓ RÉPONSE À RETENIR

Prélèvement conforme aux cinq critères contrôlés. Confirmation du lot à réaliser sur la série d'éprouvettes.

3. Préparation des éprouvettes et protocole opératoire

Le laboratoire doit préparer douze éprouvettes rectangulaires de 100 mm × 10 mm × 4 mm à partir d'une plaque de 308 mm × 50 mm × 4 mm. Le candidat exploite le plan de découpe et les paramètres de matière et d'usinage, puis décrit une préparation traçable suivie des essais de traction.

Question 3.1. Calculer le volume total des douze éprouvettes et la masse de matière utile correspondante. Calculer ensuite le volume et la masse de la plaque brute.

Une éprouvette a pour volume 100 × 10 × 4 = 4 000 mm³, soit 4 cm³. Les 12 éprouvettes représentent donc 48 cm³ et, à 1,38 g/cm³, une masse utile de 66,24 g. Pour la plaque brute : 308 × 50 × 4 = 61 600 mm³, soit 61,6 cm³ ; sa masse calculée est 61,6 × 1,38 = 85,008 g. Les deux masses utilisent la masse volumique de calcul indiquée dans le sujet.

DR 2 complété : volumes et masses

reporter dans le tableau les données de débit et de coût demandées.

Feuille de débit et de préparation des éprouvettes

Donnée à établir	Calcul ou résultat	Unité
Volume utile total des 12 éprouvettes	48	cm³
Masse utile totale	66,24	g
Volume de la plaque brute	61,6	cm³
Masse de la plaque brute	85,008	g
Rendement matière		%
Pourcentage de chute		%
Coût matière de la plaque brute		€
Coût matière de la masse utile		€

✓ RÉPONSE À RETENIR

Volume utile : 48 cm³ ; masse utile : 66,24 g. Plaque brute : 61,6 cm³ ; masse : 85,008 g.

Question 3.2. Calculer le rendement matière en masse et le pourcentage de chute, puis calculer le coût de la plaque brute et le coût matière associé à la masse utile des éprouvettes. Préciser les hypothèses retenues.

Le rendement est la masse utile divisée par la masse brute. La chute est son complément à 100 %. Le calcul du coût suppose que la plaque entière est facturée, que seule la matière des éprouvettes est imputée au coût utile, et qu'aucun coût d'usinage ni aucune valorisation des chutes n'est inclus.

Grandeur	Calcul	Résultat
Rendement matière	66,24 / 85,008 × 100	77,92 %
Pourcentage de chute	100 − 77,922548	22,08 %
Coût de la plaque brute	0,085008 × 24,00	2,04 €
Coût de la masse utile	0,06624 × 24,00	1,59 €

DR 2 complété : rendement et coûts

reporter dans le tableau les données de débit et de coût demandées.

Feuille de débit et de préparation des éprouvettes

Donnée à établir	Calcul ou résultat	Unité
Volume utile total des 12 éprouvettes	.....	cm³
Masse utile totale	.....	g
Volume de la plaque brute	.....	cm³
Masse de la plaque brute	77,92	g
Rendement matière	22,08	%
Pourcentage de chute	2,04	%
Coût matière de la plaque brute	1,59	€
Coût matière de la masse utile		€

✓ RÉPONSE À RETENIR

Rendement : 77,92 % ; chute : 22,08 % ; coût de la plaque : 2,04 € ; coût utile : 1,59 €.

Question 3.3. Calculer la vitesse de coupe périphérique de la fraise en m/min à partir de son diamètre et de la vitesse de broche. Écrire la formule utilisée et donner le résultat arrondi à l'unité.

La relation du dossier est Vc = πDn / 1 000, avec D en millimètres et n en tours par minute. En utilisant le diamètre de fraise de 6 mm et la vitesse de broche de 12 000 tr/min : Vc = π × 6 × 12 000 / 1 000 = 226,2 m/min. L'arrondi à l'unité donne 226 m/min. Cette valeur est la vitesse périphérique au bord de la fraise ; elle ne correspond pas à la vitesse d'avance.

DR 2 complété : vitesse de coupe

reporter dans le tableau les données de débit et de coût demandées.

Feuille de débit et de préparation des éprouvettes

Donnée à établir	Calcul ou résultat	Unité
Volume utile total des 12 éprouvettes	.....	cm³
Masse utile totale	.....	g
Volume de la plaque brute	.....	cm³
Masse de la plaque brute	.....	g
Rendement matière	.....	%
Pourcentage de chute	.....	%
Coût matière de la plaque brute	.....	€
Coût matière de la masse utile	226	€

✓ RÉPONSE À RETENIR

Vitesse de coupe périphérique : 226 m/min.

Question 3.4. Rédiger un protocole opératoire synthétique et ordonné pour préparer les éprouvettes puis réaliser les essais de traction. Mentionner au moins quatre points de contrôle assurant la traçabilité, la qualité de préparation et la validité des mesures. Compléter la feuille de préparation du DR 2.

1. Identifier le lot et l'orientation du prélèvement. Vérifier le poste, les protections et le bridage. Un opérateur habilité fraise les 12 éprouvettes capot fermé.
2. Ébavurer et nettoyer. Contrôler dimensions, bords et état de surface, puis écarter toute pièce présentant un défaut dangereux. Attribuer à chaque éprouvette un identifiant lié au lot, à l'orientation et à la méthode. Conditionner 24 h dans le local.
3. Consigner date, opérateur, dimensions, équipement et statut de vérification, conditions d'essai et anomalies. Avant traction, vérifier le serrage et l'alignement des mors, dégager la zone de rupture et fermer l'écran.
4. Réaliser l'essai selon la méthode du laboratoire et enregistrer les résultats bruts, calculs et conclusion. Retirer les fragments après arrêt complet et décharge de l'effort.

DR 2 : protocole opératoire

1. Identifier, brider ; fraiser capot fermé.	.....	€
Vitesse de coupe périphérique 2. Ébavurer, contrôler, identifier ; conditionner 24 h.	.....	m/min

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

3. Tracer les données ; vérifier mors et alignement.

.....

..... 4. Traction sous écran ; retirer les fragments machine arrêtée. .....

.....

.....

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Préparation contrôlée et traçable ; éprouvettes conditionnées 24 h ; traction réalisée et consignée selon la méthode du laboratoire.

4. Prévention, sécurité et qualité des mesures

Les opérations de laboratoire comprennent le fraisage, l'ébavurage, la manipulation des éprouvettes, l'essai de traction et la mesure FTIR-ATR. Les consignes de prévention et de traçabilité du dossier technique servent à identifier les risques et à proposer les mesures adaptées.

Question 4.1. Pour le fraisage et l'essai de traction, identifier un risque pour chaque opération et indiquer une mesure de prévention collective ou organisationnelle adaptée.

Les protections collectives et l'organisation du poste limitent l'exposition aux dangers.

- **Fraisage :** les copeaux peuvent être projetés et l'outil peut blesser. Confier l'opération à un opérateur habilité, fermer le capot et brider correctement la pièce.
- **Traction :** la rupture peut projeter des fragments. Installer l'écran de protection, dégager la zone de rupture et vérifier le serrage ainsi que l'alignement avant de lancer l'essai.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Fraisage : opérateur habilité, capot fermé, pièce bridée. Traction : écran en place, zone dégagée, serrage et alignement vérifiés.

Question 4.2. Indiquer les équipements de protection individuelle nécessaires pour le fraisage et l'ébavurage. Préciser une règle de sécurité à respecter lors du réglage ou du nettoyage de la machine.

Pour le fraisage et l'ébavurage, porter des **lunettes de protection** et, lorsque l'évaluation du poste le requiert, des **protections auditives**. Évacuer les copeaux avec un moyen adapté, jamais à la main. Manipuler avec précaution les éprouvettes ébavurées.

Avant tout réglage ou nettoyage, arrêter la machine et attendre l'immobilisation complète de l'outil. Ne jamais intervenir dans la zone de coupe lorsque l'outil tourne ni intervenir sur une machine en mouvement ou sous énergie.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Lunettes et protections auditives si requises. Réglage ou nettoyage uniquement après arrêt et immobilisation complète, sans intervention sous énergie.

Question 4.3. Décrire la conduite à tenir avant l'essai lorsqu'une éprouvette présente une bavure au bord et qu'une autre n'est pas identifiée. Expliquer en quoi ces écarts peuvent compromettre la sécurité ou la validité des résultats.

Ne lancer l'essai qu'après traitement des deux écarts :

1. **Bavure :** arrêter la machine avant toute intervention, ébavurer avec précaution, puis contrôler le bord et les dimensions. Écarter l'éprouvette si elle reste dangereuse ou défectueuse.
2. **Absence d'identification :** mettre l'éprouvette en attente et rétablir son identité à partir d'une traçabilité fiable ; sinon, l'exclure de l'essai.

La bavure peut blesser, modifier la section ou amorcer une rupture prématurée. Une éprouvette non identifiée ne permet pas d’attribuer ni d’interpréter correctement le résultat.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Ébavurer et contrôler l’éprouvette, ou l’écarter si elle reste défectueuse. Identifier l’autre par traçabilité fiable, sinon l’exclure de l’essai.

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

Bilan de l'épreuve : Cette évaluation BUT SGM de la compétence C4, session 2026, code 26-BUT-SGM-C4-ETAB, dure 3 heures et affiche un coefficient indicatif de 3,0. Elle porte sur le contrôle d'un composite thermoplastique annoncé PA6-GF30. Les compétences évaluées couvrent le choix des caractérisations, l'exploitation des mesures, la préparation d'éprouvettes, le diagnostic de conformité et la prévention des risques.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La masse volumique se calcule par $\rho = m/V$, en convertissant les dimensions dans des unités cohérentes avant comparaison au critère.
- La contrainte normale en traction se calcule par $\sigma = F/S_0$, avec F en newtons et S_0 en mm² pour obtenir σ en MPa.
- Dans le domaine élastique linéaire, le module d'Young est $E = \Delta\sigma/\Delta\varepsilon$; la déformation relative est $\varepsilon = \Delta L/L_0$.
- La résistance thermique surfacique d'une couche homogène est $R = e/\lambda$; le rendement matière est la masse utile divisée par la masse brute.

Points de vigilance & attentes du jury

- Présenter les résultats numériques avec leurs unités et un nombre de chiffres significatifs adapté.
- Distinguer les critères mécaniques : calculer et conclure séparément sur la contrainte maximale et le module d'Young.
- Respecter les conditions de préparation et de mesure : dimensions, état de surface, conditionnement, alignement et contact adaptés.
- Tracer chaque éprouvette et consigner lot, orientation, équipement, conditions d'essai, résultats, anomalies et décision.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment déterminer le module d'Young à partir des données fournies ?

Utilisez la pente initiale de la courbe contrainte-déformation : $E = \Delta\sigma/\Delta\varepsilon$. La contrainte est exprimée en MPa et la déformation est sans unité. Convertissez ensuite le résultat en GPa si nécessaire pour le comparer au seuil client.

Q : La comparaison FTIR permet-elle de vérifier le taux de fibres de verre ?

Non. La comparaison FTIR-ATR du sujet permet de vérifier qualitativement la compatibilité de la signature de la matrice avec la référence PA6. Elle ne détermine pas, à elle seule, le pourcentage de fibres de verre.

Q : Quels éléments prévoir dans le temps consacré à la préparation des éprouvettes ?

Réservez du temps à l'identification et au contrôle du prélèvement, au débit et à l'ébavurage, aux vérifications dimensionnelles, au conditionnement et à la traçabilité, puis au réglage et à la réalisation des essais. L'épreuve dure trois heures.

Q : Que faut-il faire si une éprouvette est bavurée ou sans identification ?

Ne lancez pas l'essai. Faites corriger ou écarter l'éprouvette bavurée selon les consignes et rétablissez l'identification à partir d'une information traçable. Une bavure crée un risque de coupure ou une amorce de rupture, et une identification absente empêche d'attribuer le résultat.

Sujet officiel associé (PDF) : https://butsgm.fr/assets/annales/but-sgm/C4 - Caractériser des matériaux et des produits/2026/BUT Science et Génie des Matériaux - C4 - Caractériser des matériaux et des produits - Session 2026 - 1-Sujet.pdf
Ressources BUT Science et Génie des Matériaux : 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.