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 Science et Génie des Matériaux : C1 Élaborer des matériaux

Session 2026 • Code sujet : **26-BUT-SGM-EP1** • Durée : **3 heures** • Coefficient : **3,0**
indicatif, selon les modalités locales d'évaluation

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Analyse fonctionnelle et exigences applicables** (3 questions) — **Page 3**
2. **Choix du matériau, formulation et calculs de production** (3 questions) — **Page 5**
3. **Préparation de fabrication et protocole opératoire** (3 questions) — **Page 7**
4. **Prévention, sécurité et gestion des écarts** (2 questions) — **Page 9**
5. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 10**

Sujet officiel (PDF) : https://butsgm.fr/assets/annales/but-sgm/C1 - Élaborer des matériaux/2026/BUT Science et Génie des Matériaux - C1 - Élaborer des matériaux - Session 2026 - 1-Sujet.pdf

1. Analyse fonctionnelle et exigences applicables

L'Atelier Matériaux du Val doit fabriquer des plaques prototypes en composite époxy chargé répondant au cahier des charges d'Équipements Volcaniques. Il faut reformuler le besoin, définir des vérifications adaptées et renseigner le tableau d'analyse des exigences à l'aide des documents techniques.

Analyse du besoin

Question 1.1. Reformuler la fonction principale de la plaque prototype et relever trois exigences chiffrées ou vérifiables du cahier des charges. Pour chacune, préciser une grandeur ou un constat permettant de vérifier sa satisfaction.

La plaque prototype doit permettre au client de réaliser des essais de mise au point. Trois exigences vérifiables : dimensions nominales de 200 × 150 × 6 mm, Tg après polymérisation d'au moins 60 °C et surface sans fissure, zone non polymérisée ni défaut majeur visible. Mesurer les dimensions, déterminer la Tg et examiner visuellement la plaque sous un éclairage suffisant.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Fonction : permettre les essais de mise au point. Exigences : 200 × 150 × 6 mm, Tg ≥ 60 °C, absence de défaut majeur visible.

Choix des essais

Question 1.2. À partir des normes et méthodes indiquées dans le DT 3, proposer un essai pertinent pour vérifier la température de transition vitreuse et un essai pertinent pour caractériser le comportement mécanique en traction. Pour chaque essai, indiquer la propriété mesurée et une précaution nécessaire pour obtenir un résultat exploitable.

Pour vérifier la Tg, réaliser une DSC selon l'ISO 11357-2 et déterminer la température de transition vitreuse sur la courbe. Préparer et conditionner l'échantillon conformément à la méthode, puis consigner la courbe et la valeur obtenue. Pour caractériser la traction, appliquer l'ISO 527-2 sur des éprouvettes adaptées : l'essai mesure la réponse mécanique en traction. Respecter la géométrie des éprouvettes, leur conditionnement et les paramètres instrumentaux prescrits afin d'obtenir un résultat exploitable.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Tg : DSC selon ISO 11357-2. Traction : ISO 527-2 sur éprouvettes adaptées, préparées et conditionnées selon la méthode.

Tableau d’analyse des exigences

Question 1.3. Compléter le tableau du DR 1 en associant à chaque exigence une méthode de vérification, un document de référence disponible dans le dossier et un critère d’acceptation. Pour les critères non chiffrés dans les données, formuler un critère d’observation adapté sans inventer de seuil normatif.

Les contrôles et critères ci-dessous reprennent les exigences du cahier des charges et les méthodes du dossier technique. Pour les dimensions, aucune tolérance n’étant indiquée, consigner les valeurs mesurées et les comparer aux nominaux sans ajouter de seuil. Pour la composition, vérifier la fraction massique à partir des masses réellement pesées.

Exigence	Méthode de vérification	Document ou référence	Critère d’acceptation ou constat
Dimensions : 200 × 150 × 6 mm	Mesure de la longueur, de la largeur et de l’épaisseur avec un instrument adapté	DT 1 et DT 3	Valeurs consignées et comparées aux dimensions nominales
Tg ≥ 60 °C	DSC	DT 1 et DT 3, ISO 11357-2	Tg déterminée ≥ 60 °C ; consigner la courbe et la valeur
Surface sans défaut majeur visible	Examen visuel sous éclairage suffisant	DT 1 et DT 3	Absence de fissure, de zone non polymérisée et de défaut majeur visible
Charge minérale : 25 % massique	Calcul à partir des masses réellement pesées et enregistrées	DT 1, DT 2 et DT 3	Masse de charge / masse totale du composite = 25 %

DR 1 complété : méthodes, références et critères

Exigence	Méthode de vérification	Document ou référence	Critère d’acceptation ou constat
Dimensions nominales : 200 mm × 150 mm × 6 mm	Mesure L / l / e	DT 1, DT 3	Valeurs comparées aux nominaux
Tg au moins égale à 60 °C	DSC	DT 1, DT 3 ISO 11357-2	Tg ≥ 60 °C
Surface sans défaut majeur visible	Examen visuel	DT 1, DT 3	Aucune fissure, zone non polymérisée visible
Composition avec 25 % massique de charge	Masses pesées et calcul	DT 1, DT 2, DT 3	Fraction massique de charge égale à 25 %

✓ RÉPONSE À RETENIR

Mesurer et consigner les dimensions, obtenir Tg ≥ 60 °C, constater l’absence de défaut majeur visible et vérifier 25 % de charge en masse.

2. Choix du matériau, formulation et calculs de production

Le laboratoire doit préparer un lot de 2,000 kg de composite époxy chargé, avec 25 % de charge minérale et un rapport résine-durcisseur calculé à partir des équivalents réactifs. Les tâches portent sur les masses de formulation, le rendement en plaques et le coût matière, à partir des données géométriques et des prix fournis.

Calcul de formulation

Question 2.1. Calculer les masses de résine, de durcisseur et de charge nécessaires pour préparer exactement 2,000 kg de composite, sans tenir compte des pertes. Utiliser le rapport stœchiométrique défini par les données du DT 2, montrer le calcul du rapport massique résine-durcisseur et donner les masses en grammes à 0,1 g près.

La charge représente 25 % de 2 000 g, soit 500 g ; la matrice représente donc 1 500 g. À l'équilibre stœchiométrique, $m_{résine}/185 = m_{durcisseur}/95$: le rapport massique résine/durcisseur vaut donc 185/95. On répartit les 1 500 g de matrice selon ce rapport, puis on arrondit les masses au dixième de gramme.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Rapport résine/durcisseur : 185/95 ≈ 1,947. Résine : 991,1 g ; durcisseur : 508,9 g ; charge minérale : 500,0 g.

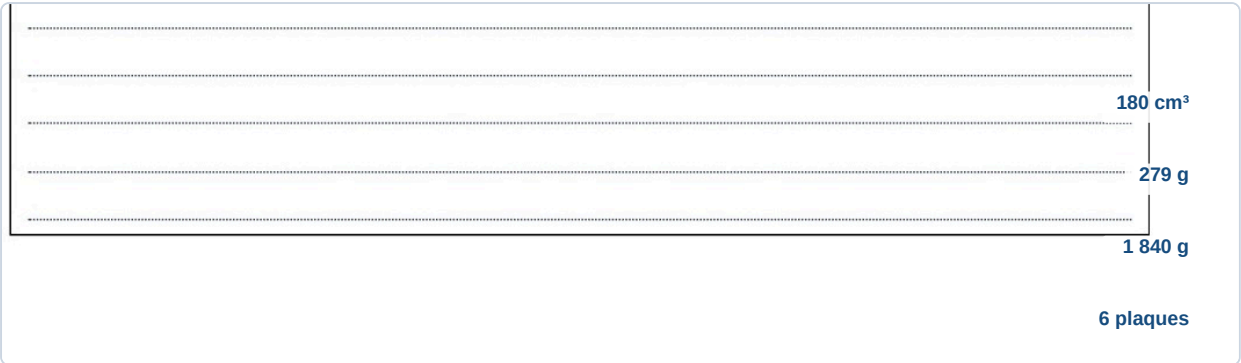
Rendement de production

Question 2.2. Calculer le volume d'une plaque de 200 mm × 150 mm × 6 mm, puis sa masse théorique à partir de la masse volumique fournie. En tenant compte d'une perte de 8 % sur le lot préparé de 2,000 kg, déterminer le nombre entier de plaques complètes réalisables et présenter les étapes de calcul dans le DR 2.

Grandeur	Calcul	Résultat
Volume d'une plaque	20 × 15 × 0,6	180 cm³
Masse théorique	180 × 1,55	279 g
Masse utile du lot	2 000 × (1 − 0,08)	1 840 g
Plaques complètes	Partie entière de 1 840/279	6

Les dimensions sont converties en centimètres avant le calcul du volume. La masse utile permet six plaques complètes ; elle ne suffit pas pour une septième. Reporter ces résultats dans le DR 2.

DR 2 complété : résultats du calcul de production



✓ RÉPONSE À RETENIR

Volume : 180 cm³ ; masse par plaque : 279 g ; masse utile : 1 840 g ; production : 6 plaques complètes.

Calcul du coût matière

Question 2.3. À partir des prix unitaires du DT 2, calculer le coût matière du lot préparé de 2,000 kg, puis le coût matière moyen par plaque complète selon le nombre déterminé à la question 2.2. Distinguer le coût du lot du coût moyen par plaque et préciser les unités.

Le coût du lot est la somme des coûts des trois constituants, calculés avec leurs masses en kilogrammes et les prix du DT 2. La résine coûte 13,875 €, le durcisseur 9,161 € et la charge 0,900 €. Le total est arrondi au centime. Le coût moyen par plaque complète correspond au coût du lot divisé par les six plaques réalisables.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Coût matière du lot préparé : 23,94 €. Coût moyen par plaque complète : 3,99 €/plaque, pour 6 plaques.

3. Préparation de fabrication et protocole opératoire

La fabrication se déroule sur une table de moulage équipée d'un moule plan, d'une balance et d'un dispositif de mélange. Il faut rédiger un protocole conforme aux paramètres du DT 2, analyser un écart de formulation et proposer les caractérisations du matériau obtenu.

Protocole de fabrication

Question 3.1. Rédiger un protocole opératoire numéroté permettant de fabriquer le lot. Préciser les opérations de pesée, l'ordre d'incorporation, le mélange, le moulage et la polymérisation en reprenant les paramètres du DT 2. Mentionner au moins deux contrôles à réaliser pendant le procédé.

1. Identifier les matières et leurs lots. Vérifier que le moule est propre et sec, puis que le local et les composants sont entre 20 °C et 25 °C. Pour le lot de 2,000 kg, peser 991,1 g de résine, 500,0 g de charge sèche et 508,9 g de durcisseur.
2. Incorporer la charge à la résine et disperser 3 min à vitesse modérée. Vérifier l'homogénéité, puis ajouter le durcisseur et mélanger 2 min en raclant les parois et le fond. Contrôler et consigner les masses réellement pesées.
3. Dégazer 5 min sous vide si l'équipement est disponible, puis couler dans le moule. Contrôler l'absence de défauts visibles et noter la température.
4. Polymériser 24 h à 23 °C, démouler, puis post-cuire 3 h à 80 °C. Consigner les durées et températures réelles.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Pesées : résine 991,1 g, charge 500,0 g, durcisseur 508,9 g. Cycle : 24 h à 23 °C, puis 3 h à 80 °C.

Écart de formulation

Question 3.2. Un opérateur a ajouté le durcisseur à 10 % de la masse de résine au lieu du rapport stœchiométrique calculé. Expliquer la nature de l'écart, déterminer la masse de durcisseur qui aurait dû être ajoutée pour la masse de résine calculée à la question 2.1, puis indiquer deux conséquences possibles sur la polymérisation ou les propriétés du matériau.

À l'équilibre, les équivalents réactifs sont égaux : le rapport massique résine/durcisseur vaut donc 185/95. Pour les 991,1 g de résine calculés à la question 2.1, il fallait environ 508,9 g de durcisseur. Un ajout à 10 % de la masse de résine n'apporte qu'environ 99,1 g : le durcisseur est fortement sous-dosé et la résine est en excès. Cet écart peut provoquer une polymérisation incomplète et une Tg inférieure à la valeur attendue. Il peut aussi diminuer les propriétés mécaniques du matériau.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Durcisseur requis : 508,9 g. À 10 %, l'ajout est de 99,1 g, soit un déficit de 409,8 g.

Plan de caractérisation

Question 3.3. Proposer un plan de caractérisation du matériau obtenu comprenant au minimum un contrôle dimensionnel, une observation de l'état de surface, une mesure de Tg et un essai mécanique. Pour chaque contrôle, préciser le moment de réalisation ou le type d'éprouvette nécessaire, ainsi que le résultat à consigner.

Après polymérisation et post-cuisson, identifier chaque plaque et consigner les conditions de contrôle. Les dimensions sont relevées sur chaque plaque ; aucune tolérance dimensionnelle n'est précisée, donc consigner les valeurs mesurées et les comparer aux dimensions nominales.

Contrôle	Moment ou éprouvette	Résultat à consigner
Dimensions	Chaque plaque, avec un instrument adapté	Longueur, largeur et épaisseur mesurées
État de surface	Chaque plaque, sous éclairage suffisant	Défauts observés ou absence de défaut majeur visible
Tg	Échantillon analysé par DSC selon ISO 11357-2	Courbe et Tg déterminée ; vérifier Tg ≥ 60 °C
Traction	Éprouvette adaptée à ISO 527-2	Identification, dimensions, conditions d'essai et résultats mesurés

Respecter la préparation, le conditionnement et les paramètres instrumentaux applicables. Aucun seuil mécanique n'est fixé pour cette commande.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Consigner les dimensions, l'état de surface, la courbe et la Tg, ainsi que les conditions et résultats de traction.

4. Prévention, sécurité et gestion des écarts

La préparation met en œuvre une résine époxy, un durcisseur aminé et une charge minérale en poudre. Les tâches demandent d'appliquer les mesures de prévention du DT 3, de traiter les projections et déchets selon les consignes et d'assurer la traçabilité des écarts de fabrication.

Risques et prévention

Question 4.1. Identifier quatre risques associés aux opérations de pesée, de mélange, de moulage ou de nettoyage. Pour chacun, associer une mesure de prévention ou une protection adaptée en s'appuyant sur le DT 3.

Les principaux risques et leurs mesures de prévention sont :

- **Pesée de la charge en poudre :** inhalation de poussières. Manipuler sans dispersion, dans la zone ventilée, et porter les protections respiratoires définies par l'évaluation des risques.
- **Transvasement de résine ou de durcisseur :** contact cutané ou projection oculaire. Porter lunettes, gants compatibles et blouse, et transvaser avec précaution.
- **Mélange et polymérisation :** échauffement et contact avec le produit. Respecter les masses et le protocole, surveiller le mélange et ne pas dépasser les quantités prévues.
- **Nettoyage :** exposition aux produits et élimination inadéquate des résidus. Suivre les fiches de données de sécurité et utiliser les contenants de déchets identifiés.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Poussières : ventilation et protection adaptée. Projections : lunettes, gants compatibles et blouse. Mélange : respecter les masses et surveiller. Nettoyage : suivre les FDS et utiliser les contenants prévus.

Incident, déchets et traçabilité

Question 4.2. Décrire la conduite à tenir si une projection de mélange atteint la peau. Indiquer comment gérer les résidus non polymérisés et le mélange polymérisé conformément aux consignes du DT 3. Préciser les informations à consigner dans le compte rendu de fabrication en cas d'écart au protocole.

1. **Projection sur la peau :** retirer les vêtements contaminés, rincer immédiatement et abondamment à l'eau, appliquer les consignes de la fiche de données de sécurité et solliciter les secours selon la gravité. Ne pas nettoyer la peau avec un solvant.
2. **Déchets :** recueillir les résidus non polymérisés dans un contenant identifié et fermé, puis les orienter vers la filière définie par le site et la FDS. Ne pas les évacuer à l'évier. Trier les déchets complètement polymérisés selon les consignes locales, sans les mélanger aux recyclables sans consigne validée.
3. **Traçabilité :** consigner l'identification du lot et des matières, les masses réellement pesées, la température, les heures de début et de fin, les paramètres de mélange, le cycle de polymérisation et tout écart constaté.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Rincer immédiatement la peau à l'eau et suivre la FDS. Trier les déchets selon leur état et la filière prévue. Consigner les paramètres du procédé et tout écart constaté.

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

Bilan de l'épreuve : Cette évaluation locale du BUT Science et Génie des Matériaux, session 2026, porte le code 26-BUT-SGM-EP1 et dure 3 heures, avec un coefficient indicatif de 3,0 selon les modalités locales. Elle étudie la formulation et la fabrication de plaques prototypes en composite époxy chargé, ainsi que les calculs de production, les contrôles, les essais, la prévention et la traçabilité associés.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- À l'équilibre stœchiométrique, m résine/EEW = m durcisseur/AHEW ; le rapport massique résine-durcisseur vaut donc EEW/AHEW.
- La charge représente 25 % de la masse totale du composite fini, soit 500 g pour un lot de 2,000 kg.
- Convertir les dimensions en cm pour calculer le volume, puis utiliser m = V × ρ pour obtenir la masse théorique.
- La masse utile après pertes vaut M préparée × (1 - taux de perte) ; le nombre de plaques est la partie entière de M utile/m plaque.

Points de vigilance & attentes du jury

- Convertir les trois dimensions en centimètres avant de calculer le volume de la plaque.
- Distinguer la fraction massique de charge du rapport stœchiométrique entre résine et durcisseur.
- Appliquer les pertes au lot préparé, puis ne retenir que le nombre entier de plaques complètes.
- Ne pas inventer de seuil mécanique absent du cahier des charges et consigner les résultats réellement mesurés.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment déterminer le rapport massique entre la résine et le durcisseur ?

À l'équilibre, les quantités d'équivalents réactifs sont égales : la masse de résine divisée par son EEW égale la masse de durcisseur divisée par son AHEW. Le rapport massique résine-durcisseur est donc EEW/AHEW.

Q : Quelles précautions rendent les essais de Tg et de traction exploitables ?

Pour la Tg, appliquer la méthode DSC ISO 11357-2 et consigner la courbe et la valeur déterminée. Pour la traction, utiliser des éprouvettes adaptées à ISO 527-2, préparées et conditionnées selon la méthode retenue.

Q : Comment organiser le temps et traiter le barème de cette épreuve ?

L'épreuve dure 3 heures et totalise 20 points répartis entre quatre parties. Répartissez le temps selon les points, en gardant une marge pour vérifier les unités, les calculs et les réponses, puis rendre les documents réponses demandés.

Q : Quels critères de notation et quelles normes faut-il respecter ?

Le sujet indique les points par partie et par question, sans détailler davantage le barème. Respectez les normes citées, la préparation et le conditionnement des éprouvettes, ainsi que la traçabilité ; aucun seuil mécanique n'est fixé.

Sujet officiel associé (PDF) : https://butsgm.fr/assets/annales/but-sgm/C1 - Élaborer des matériaux/2026/BUT Science et Génie des Matériaux - C1 - Élaborer des matériaux - 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.