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 consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du BTS MN, veuillez visiter :
btsmn.fr/annales-sujets-et-corriges

BTS Construction navale, Définition de processus, épreuve U52, partie 2

Session 2009 • Code sujet : **U52** • Durée : **2 heures (durée conseillée)**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Étude de faisabilité et rentabilité de l'infusion d'une coque de semi-rigide (25 questions) **Page 3**

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

Sujet officiel (PDF) : https://btsmn.fr/assets/annales/bts-mn/E5 - Conduite des systèmes mécatroniques/2009/BTS MN - E5 - Conduite des systèmes mécatroniques - Session 2009 - 2-Sujet.pdf

1. Étude de faisabilité et rentabilité de l’infusion d’une coque de semi-rigide

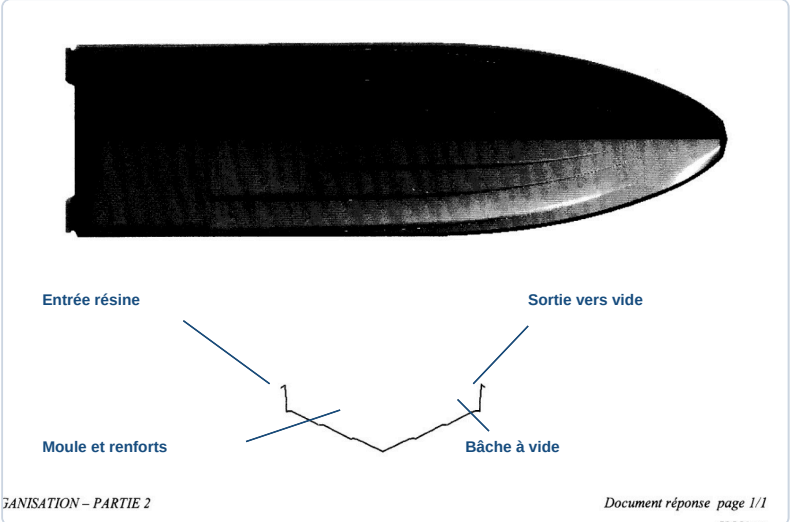
Une PME qui fabrique de petites séries de semi-rigides envisage de réaliser un nouveau modèle par infusion plutôt qu’au contact. L’étude, limitée à la coque, compare les masses et les quantités de résine, puis estime le coût des consommables et l’intérêt économique du procédé.

Première partie : comparaison de la masse de deux coques

Question 1.1. Décrire en quelques lignes le procédé d’infusion et réaliser un schéma de principe explicite sur le document réponse fourni.

Les renforts secs sont déposés dans le moule, puis recouverts des consommables et d’une bâche étanche. La mise sous vide compacte l’empilement et aspire la résine depuis l’entrée, à travers les renforts, vers la sortie reliée au vide. Après imprégnation et polymérisation, la pièce est démoulée.

Principe d’infusion annoté



✓ RÉPONSE À RETENIR

La résine traverse les renforts secs de l’entrée vers la sortie sous vide.

Question 1.2. Décrire les avantages et les inconvénients du procédé d’infusion par rapport au procédé au contact.

Par rapport au contact, l’infusion permet un taux de fibres plus élevé, une coque plus légère et une imprégnation plus régulière. La résine étant confinée sous bâche, l’exposition des opérateurs aux émissions est réduite.

- Inconvénients : consommables et équipement de vide supplémentaires.
- La préparation et l’étanchéité demandent une bonne maîtrise : une fuite ou un front de résine mal contrôlé peut créer des zones sèches.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Avantages : coque légère, stratification régulière, exposition réduite. Inconvénients : coût des consommables et mise en œuvre exigeante.

Calcul de la masse de la coque au contact

Question 1.3.1. Calculer l'épaisseur des plis de mat epm300c et epm450c.

Au contact, le mat contient 40 % de fibres. Pour chaque pli, la masse surfacique du stratifié est donc le grammage divisé par 0,40. Son épaisseur s'obtient en divisant cette masse surfacique par la masse volumique du stratifié, 1530 kg/m³, puis en convertissant les mètres en millimètres.

> Épaisseur = grammage / taux de fibres / masse volumique.

✓ RÉPONSE À RETENIR

epm300c = 0,490 mm ; epm450c = 0,735 mm par pli.

Question 1.3.2. Calculer la masse de mat.

Le plan de drapage prévoit, sur la carène et sur le tableau avec sa lèvre, un pli de mat à 300 g/m² et quatre plis à 450 g/m². La masse de mat sec est le grammage total appliqué, multiplié par la surface totale de 16,69 + 2,02 m².

Calcul : masse surfacique totale × surface des deux zones.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Masse totale de mat sec : 39,291 kg.

Question 1.3.3. Calculer l'épaisseur des plis de tissus quadriaxiaux ept850c.

Chaque zone reçoit quatre plis de quadriaxial à 850 g/m². Au contact, le taux massique de fibres est de 50 %. La masse surfacique du stratifié par pli vaut donc 0,850 / 0,50 kg/m². On divise ensuite par la masse volumique de 1642 kg/m³ et on convertit en millimètres.

✓ RÉPONSE À RETENIR

ept850c = 1,035 mm par pli.

Question 1.3.4. Calculer la masse de tissus quadriaxiaux.

Quatre plis quadriaxiaux sont posés sur chacune des deux zones. La surface totale drapée est donc 4 × (16,69 + 2,02) m². La masse de tissu sec s'obtient en multipliant cette surface par le grammage de 0,850 kg/m².

La fraction massique de fibres ne modifie pas la masse du renfort sec.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Masse totale de tissu quadriaxial sec : 63,614 kg.

Question 1.3.5. Calculer la masse de feutre polyester Coremat.

Le Coremat imprégné figure dans le drapage de la carène seulement. Sa densité de 0,63 correspond à 630 kg/m³. Sa masse est le produit de cette masse volumique, de son épaisseur de 0,004 m et de la surface de carène, 16,69 m².

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Masse de Coremat imprégné : 42,059 kg.

Question 1.3.6. Calculer la masse de la coque au contact.

La masse des stratifiés au contact comprend la masse du mat divisée par son taux de fibres, celle du quadriaxial divisée par son taux de fibres, puis la masse du Coremat imprégné. Les masses de renfort sec calculées sont respectivement 39,291 kg et 63,614 kg. Les consommables de fabrication ne font pas partie de la coque finie.

Coque = stratifié de mat + stratifié quadriaxial + Coremat imprégné.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Masse de la coque au contact : 267,514 kg.

Question 1.3.7. Calculer la masse de résine à préparer.

Pour les stratifiés au contact, la résine correspond à la masse totale du stratifié moins la masse de fibres. On ajoute ensuite la consommation de résine du Coremat, soit 2,4 kg/m² sur la carène. Les pertes dans le filet et la gaine sont propres au procédé d'infusion et ne sont pas ajoutées ici.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Résine à préparer au contact : 162,607 kg.

Calcul de la masse de la coque en infusion

Question 1.4.1. Calculer la masse volumique du stratifié constitué de mat.

Le mat infusé contient 60 % de fibres et 40 % de résine en masse. La masse volumique du stratifié se calcule par l'inverse de la somme des fractions massiques divisées par les masses volumiques des constituants, soit 2600 kg/m³ pour le verre et 1200 kg/m³ pour la résine.

> Les fractions massiques sont rapportées à une masse totale de stratifié.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Masse volumique du stratifié de mat infusé : 1772,73 kg/m³.

Question 1.4.2. Calculer l'épaisseur des plis de mat epm300i et epm450i.

Pour chaque pli, la masse surfacique du stratifié est le grammage du mat divisé par son taux de fibres de 60 %. On divise ensuite par la masse volumique du stratifié infusé, 1772,73 kg/m³, puis on convertit en millimètres. La même méthode s'applique aux grammages de 300 et 450 g/m².

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> epm300i = 0,282 mm ; epm450i = 0,423 mm par pli.

Question 1.4.3. Calculer la masse de mat.

Sur chacune des deux zones, le drapage comporte un pli de mat à 300 g/m² et quatre plis à 450 g/m². La masse de renfort sec reste identique à celle du procédé au contact : le taux de fibres plus élevé en infusion réduit la quantité de résine, mais ne change pas le grammage du mat.

> Surface totale traitée : carène + tableau et lèvre de collage.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Masse de mat sec : 39,291 kg.

Question 1.4.4. Calculer la masse volumique du stratifié constitué de tissus quadriaxiaux.

Le tissu quadriaxial infusé contient 70 % de fibres et 30 % de résine en masse. Sa masse volumique est l'inverse de la somme des fractions massiques divisées par les masses volumiques respectives : 2600 kg/m³ pour le verre et 1200 kg/m³ pour la résine.

Formule : inverse de la somme des rapports fraction massique / masse volumique.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Masse volumique du stratifié quadriaxial infusé : 1925,93 kg/m³.

Question 1.4.5. Calculer l'épaisseur des plis de tissus quadriaxiaux ept850i.

Un pli de quadriaxial à 850 g/m² contient 70 % de fibres. Sa masse surfacique de stratifié vaut donc 0,850 / 0,70 kg/m². On divise cette valeur par la masse volumique calculée pour le quadriaxial infusé, puis on convertit les mètres en millimètres.

✓ RÉPONSE À RETENIR

ept850i = 0,631 mm par pli.

Question 1.4.6. Calculer la masse de tissus quadriaxiaux.

Le plan prévoit quatre plis quadriaxiaux sur la carène et quatre sur le tableau avec sa lèvre. La masse totale de tissu sec est donc le grammage de 0,850 kg/m² multiplié par quatre fois la somme des deux surfaces. Le taux de fibres n'intervient pas dans la masse de tissu sec.

> Les surfaces considérées sont 16,69 m² et 2,02 m².

✓ RÉPONSE À RETENIR

Masse totale de tissu quadriaxial sec : 63,614 kg.

Question 1.4.7. Calculer la masse de la coque infusée.

En infusion, la masse de stratifié de mat est la masse de renfort divisée par 0,60, et celle du quadriaxial est la masse de renfort divisée par 0,70. On ajoute la masse de Coremat imprégné calculée pour la carène. Les pertes de résine dans les consommables d'infusion ne font pas partie de la masse de la coque finie.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Masse de la coque infusée : 198,421 kg.

Question 1.4.8. Calculer la masse de résine à préparer.

La résine des stratifiés vaut leur masse totale moins la masse de fibres. On ajoute 2,4 kg/m² pour le Coremat, puis les pertes : 600 g/m² sur la surface de filet de 18,71 × 1,10 m² et 80 g/m sur les 13,84 m de gaine de diffusion. La quantité calculée comprend donc les pertes d'infusion.

> Les pertes du filet et de la gaine ne sont pas intégrées à la masse de la coque finie.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Résine à préparer en infusion, pertes comprises : 106,969 kg.

Comparaison

Question 1.5.1. Donner la différence de masse entre la coque infusée et la coque au contact.

La différence demandée est la masse de la coque infusée moins celle de la coque au contact. Un résultat négatif signifie que l'infusion réduit la masse de la coque. On peut aussi exprimer directement cette diminution comme une masse gagnée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La coque infusée est plus légère de 69,093 kg.

Question 1.5.2. Donner le gain de résine.

Le gain de résine est la quantité préparée au contact moins celle préparée en infusion. Pour cette dernière, les pertes dans le filet de drainage et la gaine de diffusion sont incluses. La différence obtenue représente la quantité de résine économisée par coque.

Gain = résine au contact - résine en infusion.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Gain de résine : 55,638 kg par coque.

Question 1.5.3. Indiquer les avantages et les inconvénients de la coque infusée par rapport à la coque au contact.

La coque infusée est plus légère et plus riche en fibres, ce qui favorise ses performances et la régularité du stratifié. Le confinement de la résine réduit les émissions et l'exposition directe des opérateurs. En contrepartie, la préparation des consommables est plus exigeante et l'étanchéité, le vide ainsi que le cheminement de la résine doivent être maîtrisés.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Coque plus légère et plus riche en fibres ; fabrication plus exigeante, dépendante de la maîtrise du vide et de l'imprégnation.

Deuxième partie : coût supplémentaire induit par l'infusion pour une coque

Question 2.1.1. Calculer le coût des différents matériaux consommables utilisés.

Les matériaux surfaciques sont calculés sur 18,71 m², avec 10 % de surface supplémentaire, sauf la bâche qui reçoit 20 %. Le périmètre de vide vaut 19,12 m ; la gaine de diffusion de résine mesure 13,84 m. Les tarifs sont appliqués au prorata des quantités consommées.

Consommable	Quantité	Coût HT
Tissu d'arrachage	20,581 m²	47,57 €
Bâche sous vide	22,452 m²	23,62 €
Film séparateur	20,581 m²	10,29 €
Filet de drainage	20,581 m²	30,75 €
Mastic d'étanchéité	19,12 m	7,76 €
Gaine spirale, vide et résine	32,96 m	26,70 €
Tuyau polyéthylène	3 m	3,24 €
Raccords en té	7 pièces	5,04 €

✓ RÉPONSE À RETENIR

Coûts HT : arrachage 47,57 € ; bâche 23,62 € ; séparateur 10,29 € ; filet 30,75 € ; mastic 7,76 € ; gaine 26,70 € ; tuyau 3,24 € ; tés 5,04 €.

Question 2.1.2. Calculer le coût total des consommables.

Le total est la somme des coûts des huit consommables, calculés selon les longueurs ou surfaces réellement utilisées et les tarifs de l'annexe. La résine n'est pas incluse dans ce total : sa valeur économisée est calculée séparément à partir du gain entre les procédés.

Le total est arrondi au centime.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Coût total des consommables : 154,97 € HT par coque.

Question 2.1.3. Calculer le coût de résine gagnée.

Le tarif de la résine est de 748 € pour 220 kg. La valeur de la résine économisée se calcule en multipliant le gain de 55,6375571 kg par le prix unitaire, obtenu en divisant le prix du lot par sa masse.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Valeur de la résine gagnée : 189,17 € HT par coque.

Question 2.1.4. Déterminer si le passage à l'infusion est rentable pour l'entreprise.

Le gain de résine est de 189,17 € HT par coque, tandis que les consommables d'infusion coûtent 154,97 € HT. Le bilan direct est donc positif de 34,20 € par pièce. Il ne prend pas en compte l'investissement dans l'équipement de vide, ni les coûts éventuels de main-d'œuvre et de formation.

> La rentabilité globale dépend aussi du nombre de coques produites.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Oui sur le bilan direct : gain net d'environ 34,20 € HT par coque, avant investissement et main-d'œuvre.

Question 2.1.5. Indiquer les raisons pour lesquelles une entreprise peut choisir de passer au procédé d'infusion.

Une entreprise peut retenir l'infusion pour alléger ses pièces, obtenir un taux de fibres supérieur et améliorer la régularité de fabrication. Le confinement de la résine réduit aussi les émissions et l'exposition des opérateurs. Ces avantages peuvent améliorer les performances du produit et les conditions de travail, si le volume de production justifie l'équipement.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Motifs : alléger les pièces, améliorer la qualité et le taux de fibres, réduire les émissions et l'exposition des opérateurs.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2009)

Bilan de l'épreuve : Cette partie de l'épreuve U52 du BTS Construction navale, session 2009, est notée sur 20 points et prévoit deux heures. Elle étudie la faisabilité de l'infusion d'une coque de semi-rigide, en comparaison avec le stratifié au contact. Les compétences évaluées portent sur la description du procédé, les calculs de masse et de résine, l'estimation des consommables et l'analyse de rentabilité.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Le taux massique de fibres est le rapport entre la masse de fibres et la masse totale du stratifié.
- Pour un mélange à fractions massiques, la masse volumique vaut 1/(fraction fibres/densité fibres + fraction résine/densité résine).
- La masse d'un pli se calcule à partir de sa masse surfacique et de la surface stratifiée, en tenant compte de la séquence de drapage.
- Le coût des consommables dépend des quantités nécessaires et des tarifs fournis, avec les marges de surface et longueurs de réseau prescrites.

Points de vigilance & attentes du jury

- Distinguer la surface de carène de celle du tableau arrière avec sa lèvre de collage.
- Compter séparément les plis de mat et de tissus quadriaxiaux dans chaque zone de la séquence.
- Convertir correctement les unités et inclure les pertes et marges indiquées dans les données.
- Comparer le coût des consommables avec la valeur de la résine économisée avant de conclure.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer la masse volumique d'un stratifié à partir du taux de fibres ?

Les fractions massiques de fibres et de résine sont complémentaires. Calculez la somme des rapports de chaque fraction massique à la masse volumique de son constituant, puis prenez l'inverse de cette somme pour obtenir la masse volumique du stratifié.

Q : Comment exploiter la séquence de drapage pour calculer la masse des plis ?

Repérez le nombre et le grammage de chaque type de pli dans chaque zone, carène et tableau avec lèvre de collage. Multipliez le grammage par la surface correspondante et par le nombre de plis, puis additionnez les contributions.

Q : Comment organiser le temps dans cette partie de deux heures ?

La durée de deux heures est conseillée pour cette partie notée sur 20 points. Avancez dans l'ordre des calculs, gardez les résultats intermédiaires avec leurs unités et réservez du temps à la comparaison des coûts et à la conclusion.

Q : Que faut-il présenter pour justifier la rentabilité du procédé ?

Présentez le coût total des consommables et le coût de la résine gagnée à partir des quantités calculées et des tarifs fournis. Comparez les deux montants, puis formulez une conclusion argumentée sur l'intérêt économique du procédé.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsmn.fr/assets/annales/bts-mn/E5 - Conduite des systèmes mécatroniques/2009/BTS MN - E5 - Conduite des systèmes mécatroniques - Session 2009 - 2-Sujet.pdf
Ressources BTS Mécatronique Navale : 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.