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

Métallurgie, métallurgie du soudage et calcul des coûts des soudures

Session 2002 • Code sujet : **U52** • Durée : **Durée non indiquée dans cette édition**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Métallurgie : pliage à froid d'un acier de coque (9 questions) **Page 3**

2. Métallurgie du soudage : fissuration, énergie et structures de la ZAT (6 questions) **Page 9**

3. Calcul des coûts des soudures (10 questions) **Page 12**

4. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 17**

Sujet officiel (PDF) : https://btsmn.fr/assets/annales/bts-mn/E5 - Conduite des systèmes mécatroniques/2002/BTS MN - E5 - Conduite des systèmes mécatroniques - Session 2002 - 2-Sujet.pdf

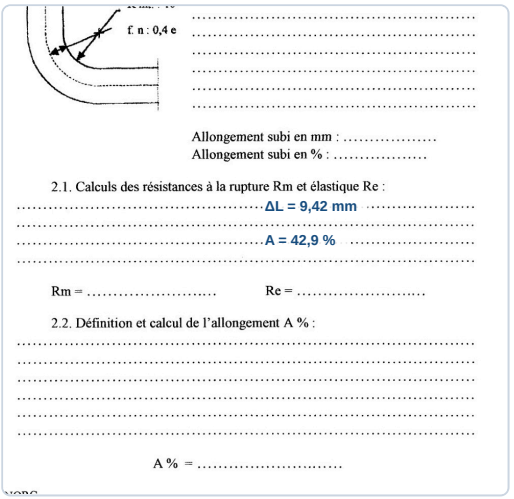
1. Métallurgie : pliage à froid d’un acier de coque

Une pièce en acier de coque destinée à un navire à grande vitesse présente des fissures après un essai de pliage sur presse-plieuse. L’étude s’appuie sur un essai de traction, un abaque de pliage et les critères du Bureau Veritas pour déterminer des paramètres adaptés.

Question 1. À partir du croquis et des paramètres de pliage indiqués, calculer l’allongement théorique maximal subi, en millimètres, puis l’allongement A en pourcentage par rapport à la fibre neutre située à 0,4 fois l’épaisseur depuis le côté intérieur.

Pour le pli à 90°, la fibre neutre se trouve à $0{,}4e = 4$ mm du côté intérieur. Son rayon est donc de 14 mm, tandis que celui de la fibre extérieure est de 20 mm. L’allongement extérieur est la différence des longueurs d’arc : $\Delta L = \frac{\pi}{2}(20 - 14) = 9{,}42$ mm. Rapporté à la longueur de la fibre neutre, cela donne $A = 9{,}42 / (\frac{\pi}{2} \times 14) \times 100 = 42{,}9\%$.

Allongement théorique au pli



✓ RÉPONSE À RETENIR

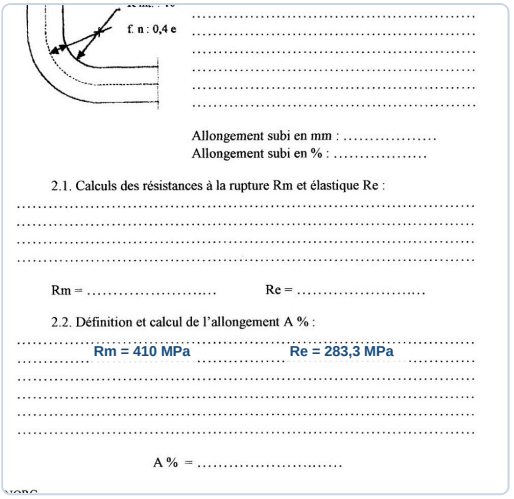
Allongement extérieur : 9,42 mm. Allongement relatif à la fibre neutre : 42,9 %.

Essai de traction

Question 2.1. À partir de la courbe d’essai de traction et des dimensions de l’éprouvette plate, calculer en MPa la résistance à la rupture Rm et la résistance élastique Re de l’acier.

La section initiale de l’éprouvette vaut $S_0 = 9 \times 25 = 225$ mm². Chaque résistance est égale à la force correspondante divisée par cette section. La force maximale lue sur la courbe est 92 250 N ; la force à la limite élastique indiquée est 63 750 N. Comme $1\,\mathrm{N/mm^2} = 1\,\mathrm{MPa}$, les quotients donnent directement les résistances en MPa.

Résistances issues de l'essai de traction



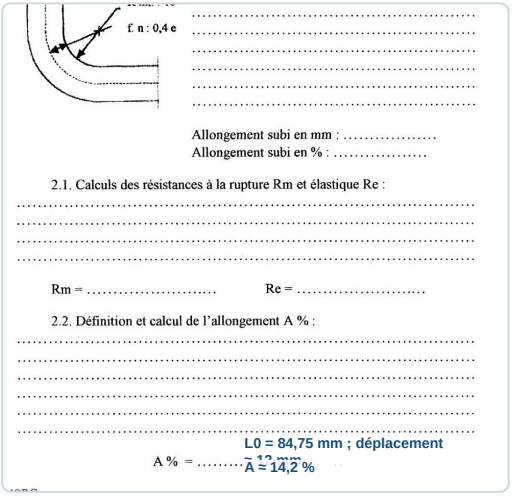
✓ RÉPONSE À RETENIR

Rm = 410 MPa ; Re = 283,3 MPa.

Question 2.2. Définir l'allongement A en pourcentage et le calculer à partir des données de l'essai de traction.

L'allongement après rupture est l'augmentation de longueur de l'éprouvette rapportée à sa longueur initiale : $A = (L_u - L_0)/L_0 \times 100$. Le croquis donne $L_0 = 5{,}65\sqrt{S_0}$. Avec $S_0 = 225$ mm², $L_0 = 84{,}75$ mm. La lecture de la courbe donne un déplacement à la rupture d'environ 12 mm ; ainsi, $A = 12/84{,}75 \times 100$.

Allongement mesuré à la traction



✓ RÉPONSE À RETENIR

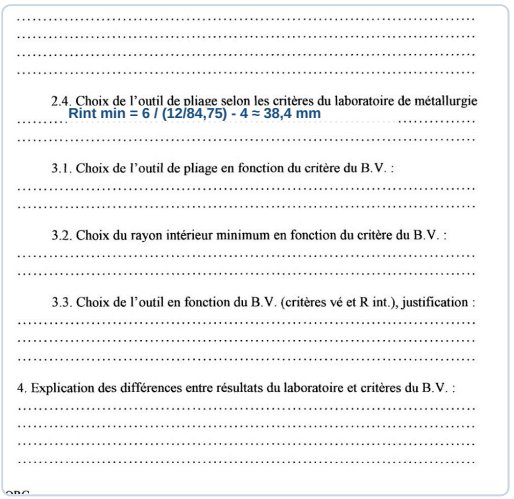
Allongement mesuré à la traction : A ≈ 14,2 %.

Critère du laboratoire

Question 2.3. Déterminer le rayon intérieur minimal permettant de plier l'acier sans provoquer de fissures sur la face extérieure, en fonction de l'allongement trouvé à la question 2.2.

La fibre neutre est à $0{,}4e = 4$ mm du côté intérieur ; la fibre extérieure en est distante de $0{,}6e = 6$ mm. L'allongement relatif extérieur vaut donc $6/(R_{int} + 4)$. Pour éviter la fissuration, il ne doit pas dépasser l'allongement mesuré à la traction, $12/84{,}75$. En résolvant l'inégalité, on obtient $R_{int} \geq 6/(12/84{,}75) - 4$.

Rayon intérieur minimal selon l'essai



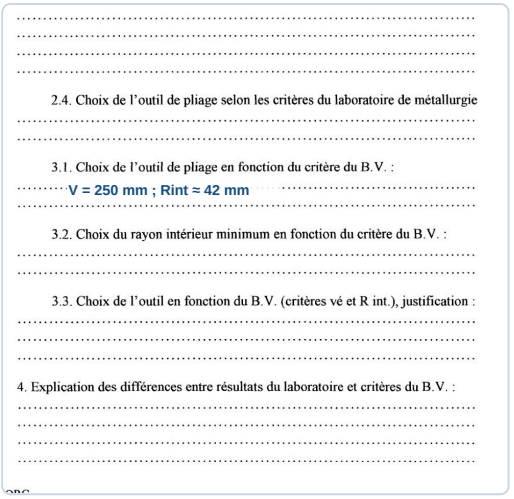
✓ RÉPONSE À RETENIR

Rayon intérieur minimal selon l'essai de traction : environ 38,4 mm.

Question 2.4. À l'aide de l'abaque de pliage, choisir l'outil qui donne le rayon acceptable le plus proche du rayon intérieur minimal déterminé précédemment.

Le rayon intérieur minimal calculé est d'environ 38,4 mm. L'abaque montre qu'un vé de 63 mm donne un rayon de 10 mm, insuffisant. En comparant les outils disponibles et leurs rayons sur l'abaque, le vé de 200 mm reste inférieur au rayon requis, tandis que le vé de 250 mm donne environ 42 mm. C'est donc l'outil qui satisfait le critère avec le rayon acceptable le plus proche.

Outil retenu selon le critère laboratoire



✓ RÉPONSE À RETENIR

Choisir le vé de 250 mm : rayon intérieur obtenu ≈ 42 mm, supérieur au minimum de 38,4 mm.

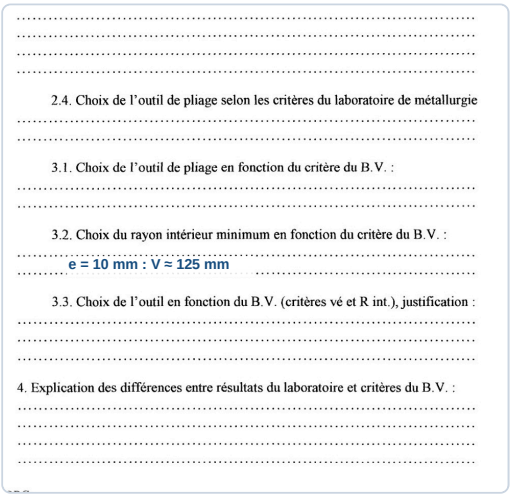
Critères du Bureau Veritas

Question 3.1. Pour les pièces de sécurité soumises à une limite d'allongement de 22 %, choisir la largeur de vé en fonction de l'épaisseur de la tôle à l'aide de l'abaque du Bureau Veritas.

Épaisseur	Lecture de l'abaque BV	Largeur de vé prescrite
10 mm	Environ 125 mm	Environ 125 mm

À 10 mm d'épaisseur, la droite de l'abaque BV indique une largeur d'environ 125 mm. Cette valeur constitue la largeur minimale à prendre en compte pour le choix de l'outil ; elle devra être adaptée aux outils disponibles pour l'application des critères de la question 3.3.

Largeur de vé selon l'abaque BV



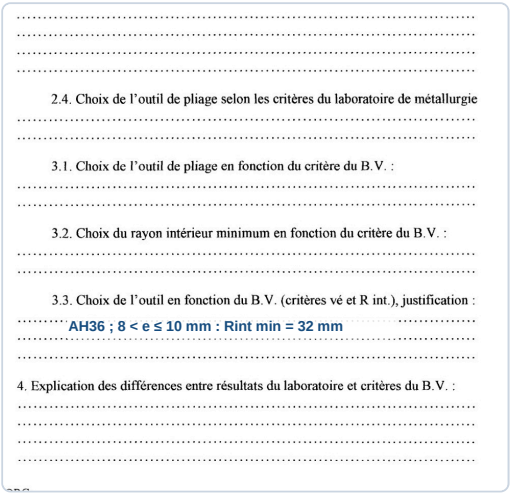
✓ RÉPONSE À RETENIR

Pour une tôle de 10 mm, largeur de vé BV : environ 125 mm.

Question 3.2. Choisir dans le tableau du Bureau Veritas le rayon intérieur minimal de pliage correspondant à l'épaisseur de la tôle et à la qualité de l'acier.

L'acier AH36 figure dans la ligne des aciers coque à haute résistance. Pour une épaisseur de 10 mm, la colonne applicable est $8 < e \leq 10$ mm. À l'intersection de cette colonne et de la ligne AH32, DH32, EH32, AH36, DH36, EH36, le tableau BV indique un rayon intérieur minimal de 32 mm. Cette valeur est une prescription liée à l'épaisseur et à la qualité d'acier.

Rayon minimal BV pour l'acier AH36


2.4. Choix de l'outil de pliage selon les critères du laboratoire de métallurgie

3.1. Choix de l'outil de pliage en fonction du critère du B.V. :

3.2. Choix du rayon intérieur minimum en fonction du critère du B.V. :

3.3. Choix de l'outil en fonction du B.V. (critères vé et R int.), justification :

AH36 ; 8 < e ≤ 10 mm : Rint min = 32 mm

4. Explication des différences entre résultats du laboratoire et critères du B.V. :

✓ RÉPONSE À RETENIR

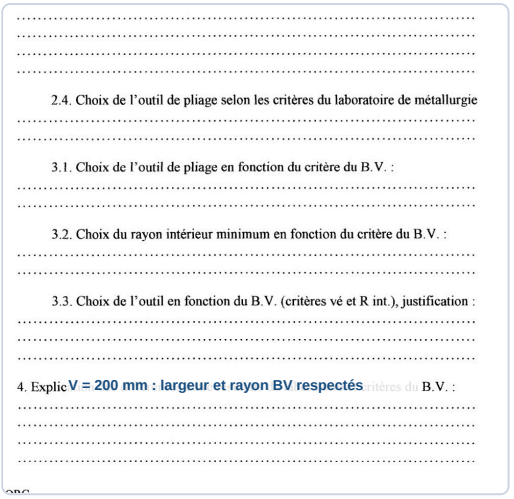
Acier AH36, épaisseur 10 mm : rayon intérieur minimal BV = 32 mm.

Question 3.3. À l'aide de l'abaque de pliage, choisir un outil respectant à la fois la largeur de vé et le rayon intérieur prescrits par le Bureau Veritas, puis justifier le choix.

1. L'abaque BV donne une largeur de vé d'environ 125 mm pour une tôle de 10 mm.
2. Le tableau BV prescrit un rayon intérieur minimal de 32 mm pour l'acier AH36.
3. Sur l'abaque de pliage, le vé de 160 mm ne permet pas d'atteindre ce rayon ; le vé de 200 mm l'atteint, avec un rayon d'environ 33 mm.

Le vé de 200 mm dépasse la largeur prescrite et satisfait le rayon minimal. Il respecte donc les deux critères BV.

Outil répondant aux critères BV

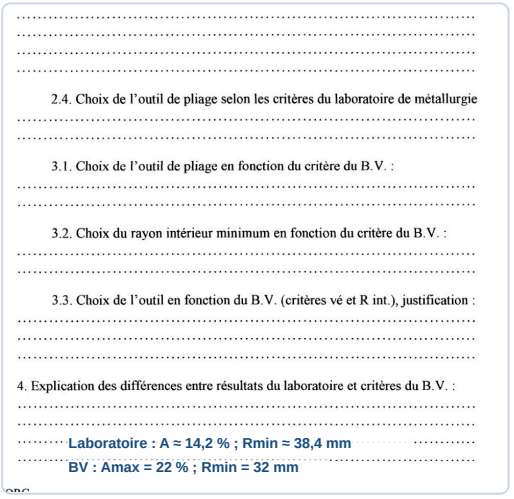


> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Retenir le vé de 200 mm : largeur supérieure à 125 mm et rayon obtenu d'environ 33 mm, supérieur au minimum de 32 mm.

Question 4. Expliquer les différences entre les résultats obtenus par le laboratoire et les critères prescrits par le Bureau Veritas.

Le laboratoire exploite l'allongement mesuré sur l'éprouvette, environ 14,2 %, pour calculer un rayon minimal propre à cet acier, environ 38,4 mm. Le BV fixe une limite d'allongement de 22 % pour les pièces de sécurité et prescrit un rayon minimal tabulé selon la qualité et l'épaisseur : 32 mm ici. Les résultats diffèrent car les critères ne reposent pas sur la même méthode : essai mécanique du matériau d'un côté, règle tabulée de conformité de l'autre.

Comparaison des critères laboratoire et BV



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Laboratoire : A ≈ 14,2 % et Rint min ≈ 38,4 mm. BV : Amax = 22 % et Rint min = 32 mm.

2. Métallurgie du soudage : fissuration, énergie et structures de la ZAT

Des pièces de sécurité en acier de coque de 10 mm sont soudées par électrode enrobée ou par fil fourré avec gaz, selon des modes opératoires homologués. Le cahier de soudage, les paramètres des modes opératoires et le diagramme de transformation de l'acier AH36 servent à étudier les risques de fissuration, l'énergie de soudage et les structures finales.

Procédures générales de soudage

Question 1.1. Nommer le type de fissuration susceptible de se produire si les règles du cahier de soudage ne sont pas respectées et citer les trois paramètres qui la provoquent.

Le défaut redouté est la **fissuration à froid par l'hydrogène**, généralement dans la zone affectée thermiquement. Elle apparaît lorsque trois facteurs se combinent :

- hydrogène diffusible dans le métal ;
- structure dure et fragile, favorisée par un refroidissement rapide ;
- contraintes de traction résiduelles.

L'humidité et des consommables souillés favorisent l'apport d'hydrogène.

Réponse 1.1

de Fissuration à froid : hydrogène, structure dure, contraintes paramètres qui la provoque :

✓ RÉPONSE À RETENIR

Fissuration à froid par l'hydrogène : hydrogène diffusible, structure dure et fragile, contraintes de traction.

Question 1.2. Citer le paramètre visé dans le cahier de soudage pour prévenir ce risque de fissuration et expliquer les raisons des précautions prises.

Le paramètre métallurgique visé est la **teneur en hydrogène diffusible**. Le cahier impose des surfaces propres et sèches, et le rejet des produits d'apport souillés. Si le joint est humide, il prescrit un séchage à environ 50 °C sur le joint et 75 mm de chaque côté.

Ces précautions limitent l'hydrogène apporté par l'eau et les contaminants. Le dégourdissage à environ 50 °C, requis pour l'acier AH36 si l'ambiance est sous -2 °C, ralentit aussi le refroidissement et limite la formation d'une structure dure.

Réponse 1.2

Paramètre visé : hydrogène diffusible

Propreté, séchage à 50 °C et dégourdissage limitent le risque

✓ RÉPONSE À RETENIR

Limiter l'hydrogène diffusible : propreté et séchage du joint, consommables propres et secs, dégourdissage selon les conditions prévues.

Énergie nominale de soudage

Question 2.1. Déterminer l'énergie nominale de la première passe en électrode enrobée de diamètre 3,2 mm, avec une vitesse de soudage de 12 cm/min, à partir des paramètres du mode opératoire correspondant.

Pour la première passe en électrode enrobée de diamètre 3,2 mm, le mode opératoire indique une tension de 21 V et une intensité de 110 A. La vitesse est de 12 cm/min. L'énergie nominale linéique se calcule par :

$$E_n = \frac{UI \times 60}{1000 v} = \frac{21 \times 110 \times 60}{1000 \times 12} = 11{,}55 \ \mathrm{kJ/cm}.$$

Il s'agit de l'énergie nominale, sans facteur de rendement thermique.

Réponse 2.1

En = 21 × 110 × 60 / (1000 × 12) = 11,55 kJ/cm

✓ RÉPONSE À RETENIR

Électrode enrobée : $E_n = 11{,}55 \ \mathrm{kJ/cm}$.

Question 2.2. Déterminer l'énergie nominale de la première passe en fil fourré avec gaz, avec une vitesse de soudage de 18 cm/min, à partir des paramètres du mode opératoire correspondant.

Pour la première passe en fil fourré avec gaz, le mode opératoire indique une tension de 23 V et une intensité de 190 A. Avec la vitesse de 18 cm/min :

$$E_n = \frac{UI \times 60}{1000 v} = \frac{23 \times 190 \times 60}{1000 \times 18} = 14{,}5667 \ \mathrm{kJ/cm}.$$

Cette énergie est calculée sans correction par un rendement thermique.

Réponse 2.2

En = 23 × 190 × 60 / (1000 × 18) = 14,57 kJ/cm

✓ RÉPONSE À RETENIR

Fil fourré avec gaz : $E_n \approx 14{,}57 \ \mathrm{kJ/cm}$.

Structure finale de l’acier AH36

Question 3.1. À partir des duretés relevées dans la zone affectée thermiquement et du diagramme de transformation au refroidissement de l’acier AH36, indiquer la structure finale obtenue pour chacun des deux procédés de soudage.

Le diagramme de transformation de l’acier AH36 associe les duretés aux domaines de structure. La dureté de **320 HV** mesurée avec l’électrode enrobée correspond au domaine contenant de la martensite, avec ferrite et carbures. À **275 HV**, pour le fil fourré, le diagramme indique ferrite et carbures, sans domaine martensitique.

La dureté plus faible du fil fourré traduit une transformation moins durcissante dans la ZAT.

Réponse 3.1

- da Électrode, 320 HV : M + F + C ar le procédé fil fourré avec gaz :

Fil fourré, 275 HV : F + C

3.2. Indiquer si ces structures finales comportent un risque et expliquer :

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Électrode enrobée, 320 HV : M + F + C. Fil fourré, 275 HV : F + C.

Risque lié aux structures finales

Question 3.2. Indiquer si les structures finales obtenues présentent un risque et expliquer la réponse.

Oui, la structure associée à **320 HV** présente une sensibilité accrue à la fissuration à froid : la martensite est dure et peu tenace. Le procédé fil fourré, à **275 HV**, conduit à une structure moins durcissante et réduit ce risque.

La dureté ne suffit pas à prédire à elle seule l’apparition d’une fissure : le risque dépend aussi de l’hydrogène diffusible et des contraintes de traction. Il reste donc à maîtriser ces facteurs pour les deux procédés.

Réponse 3.2

320 HV : structure dure, sensibilité accrue

275 HV : risque réduit, mais à maîtriser

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Risque de fissuration à froid accru avec l’électrode enrobée (320 HV), réduit avec le fil fourré (275 HV), mais non nul.

3. Calcul des coûts des soudures

Une étude compare le coût de deux procédés manuels, l'électrode enrobée et le fil fourré avec gaz, pour souder un assemblage en acier de coque sur une longueur de 1 m. Les calculs utilisent l'abaque de masse linéique du cordon, les rendements, les taux de dépôt, les facteurs de marche et les tarifs fournis.

Métal d'apport

Question 1.1. À l'aide de l'abaque de masse linéique et de la géométrie du chanfrein, déterminer pour chacun des deux procédés la masse Md de métal à déposer.

Pour le joint de 10 mm représenté, l'abaque donne environ 4,5 g/cm de métal à déposer. Pour 1 m, soit 100 cm : Md = 4,5 × 100 = 450 g = 0,45 kg. Cette masse est identique pour les deux procédés, puisque la géométrie du chanfrein est la même.

Procédé	Md
Électrode enrobée	0,45 kg
FFAG	0,45 kg

Masse de métal déposé

1.3. Calculer le coût du métal d'apport consommé .

Électrode : 0,45 kg | FFAG : 0,45 kg

Électrode : ..... FFAG : .....

✓ RÉPONSE À RETENIR

Md = 0,45 kg pour l'électrode enrobée et pour le FFAG.

Question 1.2. Calculer pour chacun des deux procédés la masse Mc de métal d'apport consommé à partir de Md et du rendement correspondant.

Le métal consommé tient compte des pertes de soudage. On divise Md par le rendement du procédé : 0,6 pour l'électrode enrobée et 0,9 pour le FFAG.

- Électrode : 0,45 / 0,6 = 0,75 kg.
- FFAG : 0,45 / 0,9 = 0,50 kg.

Masse de métal consommé

2.1. Calculer le temps d'arc : Ta.

Électrode : 0,75 kg | FFAG : 0,50 kg

Electrode : ..... FFAG : .....

2.2. Calculer le temps de réalisation Tr

✓ RÉPONSE À RETENIR

Mc = 0,75 kg en électrode enrobée et 0,50 kg en FFAG.

Question 1.3. Calculer pour chacun des deux procédés le coût du métal d'apport consommé à partir de Mc et du prix du produit d'apport.

Le coût du métal d'apport est la masse consommée multipliée par le prix au kilogramme : 1,50 €/kg pour l'électrode et 2,75 €/kg pour le FFAG.

Procédé	Calcul	Coût arrondi
Électrode	0,75 × 1,50	1,13 €
FFAG	0,50 × 2,75	1,38 €

Coût du métal d'apport

Electrode : ..... FFAG : .....

Électrode : 1,13 € | FFAG : 1,38 €

2.3. Calculer le coût de la main d'œuvre :

✓ RÉPONSE À RETENIR

Métal d'apport : 1,13 € en électrode et 1,38 € en FFAG.

Main-d'œuvre

Question 2.1. Calculer le temps d'arc Ta pour chacun des deux procédés à partir de la masse de métal à déposer et du taux de dépôt correspondant.

Le temps d'arc est la masse à déposer divisée par le taux de dépôt. Avec Md = 0,45 kg, les taux sont de 1,5 kg/h en électrode et de 4 kg/h en FFAG.

Électrode : 0,45 / 1,5 = 0,30 h, soit 18 min. FFAG : 0,45 / 4 = 0,1125 h, soit 6,75 min.

Temps d'arc

Electrode : ..... FFAG : .....

Électrode : 0,30 h | FFAG : 0,1125 h

3. Calculer le coût de l'électricité consommée :

✓ RÉPONSE À RETENIR

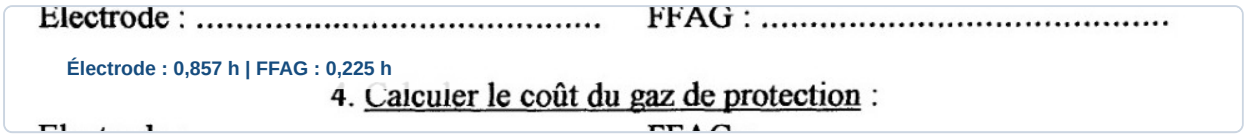
Ta = 0,30 h (18 min) en électrode et 0,1125 h (6,75 min) en FFAG.

Question 2.2. Calculer le temps de réalisation Tr pour chacun des deux procédés à partir du temps d'arc et du facteur de marche correspondant.

Le temps de réalisation tient compte des périodes sans arc. Il se calcule en divisant le temps d'arc par le facteur de marche : 0,35 en électrode et 0,5 en FFAG.

Procédé	Calcul	Tr
Électrode	0,30 / 0,35	0,857 h
FFAG	0,1125 / 0,5	0,225 h

Temps de réalisation



✓ RÉPONSE À RETENIR

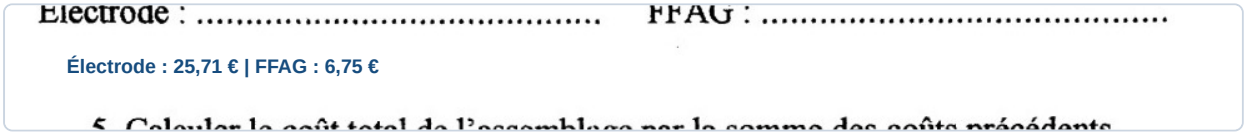
Tr = 0,857 h en électrode et 0,225 h en FFAG.

Question 2.3. Calculer le coût de la main-d'œuvre pour chacun des deux procédés à partir du temps de réalisation et du coût horaire du soudeur.

Le coût de main-d'œuvre est le temps de réalisation multiplié par le tarif horaire de 30 €/h. Le calcul conserve les temps non arrondis.

Électrode : 30 × (0,30 / 0,35) = 25,71 €. FFAG : 30 × 0,225 = 6,75 €.

Coût de la main-d'œuvre



✓ RÉPONSE À RETENIR

Main-d'œuvre : 25,71 € en électrode et 6,75 € en FFAG.

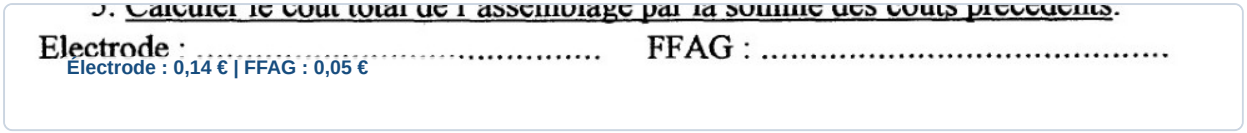
Électricité

Question 3. Calculer, pour chacun des deux procédés, le coût de l'électricité consommée à partir du temps d'arc et du coût horaire de l'énergie électrique.

Le coût électrique dépend du temps d'arc, au tarif de 0,45 €/h. Le temps de réalisation n'intervient pas.

Procédé	Calcul	Coût
Électrode	0,30 × 0,45	0,14 €
FFAG	0,1125 × 0,45	0,05 €

Coût de l’électricité



✓ RÉPONSE À RETENIR

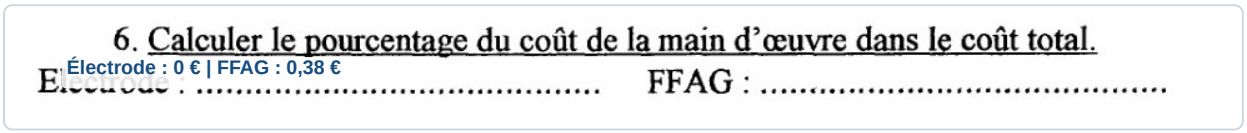
Électricité : 0,14 € en électrode et 0,05 € en FFAG.

Gaz de protection

Question 4. Calculer, pour chacun des deux procédés, le coût du gaz de protection à partir du temps d’arc et du coût horaire du gaz indiqué dans les documents ressources.

Le coût du gaz se calcule au tarif de 3,35 €/h pendant le temps d’arc. L’électrode enrobée n’utilise pas de gaz de protection externe : son coût est nul. Pour le FFAG : 0,1125 × 3,35 = 0,376875 €, soit 0,38 €.

Coût du gaz de protection



✓ RÉPONSE À RETENIR

Gaz : 0 € en électrode et 0,38 € en FFAG.

Coût total

Question 5. Calculer le coût total de l’assemblage pour chacun des deux procédés en additionnant les coûts précédemment déterminés.

Le total additionne métal d’apport, main-d’œuvre, électricité et gaz. Les montants intermédiaires non arrondis sont conservés jusqu’au résultat final.

Procédé	Calcul du total	Total
Électrode	1,125 + 25,7143 + 0,135	26,97 €
FFAG	1,375 + 6,75 + 0,050625 + 0,376875	8,55 €

Coût total de l’assemblage



✓ RÉPONSE À RETENIR

Pour 1 m de soudure : 26,97 € en électrode et 8,55 € en FFAG.

Part de la main-d’œuvre

Question 6. Calculer, pour chacun des deux procédés, le pourcentage du coût de la main-d’œuvre dans le coût total de l’assemblage.

La part de main-d’œuvre est son coût divisé par le coût total, puis multiplié par 100. Les coûts non arrondis sont employés pour éviter les écarts d’arrondi.

- Électrode : (25,7143 / 26,9743) × 100 = 95,33 %.
- FFAG : (6,75 / 8,5525) × 100 = 78,92 %.



✓ RÉPONSE À RETENIR

Main-d’œuvre dans le coût total : 95,33 % en électrode et 78,92 % en FFAG.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2002)

Bilan de l'épreuve : L'épreuve U52 du BTS Constructions Navales traite de la métallurgie du pliage, de la métallurgie du soudage et du coût des soudures. La session, la durée et le coefficient ne sont pas indiqués. À partir de pièces en acier de coque pour NGV, elle évalue les calculs de résistance, d'allongement, de pliage et d'énergie, l'analyse des risques métallurgiques et la comparaison économique de deux procédés de soudage.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- L'allongement en flexion se rapporte à la fibre neutre, située ici à 0,4 fois l'épaisseur depuis la face intérieure.
- Le rayon intérieur minimal de pliage dépend de l'allongement admissible, de l'épaisseur et de la qualité de l'acier.
- L'énergie nominale de soudage se calcule à partir des paramètres électriques et de la vitesse d'avance de la première passe.
- La masse consommée vaut Mc = Md/R, et le temps de réalisation vaut Tr = Ta/facteur de marche.

Points de vigilance & attentes du jury

- Distinguer les résultats de l'essai du laboratoire des exigences de sécurité du Bureau Veritas.
- Lire les axes et les unités des abaques avant de relever une largeur de vé, un rayon ou une masse linéique.
- Utiliser les paramètres du bon mode opératoire et convertir la vitesse de soudage dans des unités cohérentes.
- Calculer séparément les coûts des deux procédés, puis vérifier le total et le pourcentage de main-d'œuvre.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment déterminer l'allongement des fibres extérieures pendant le pliage ?

Repérez la fibre neutre à 0,4 fois l'épaisseur depuis la face intérieure, puis comparez la longueur de la fibre extérieure à sa longueur initiale. Exprimez l'allongement en millimètres et rapportez-le à la longueur de référence pour obtenir le pourcentage.

Q : Comment utiliser les documents du Bureau Veritas pour choisir un pliage ?

Déterminez d'abord la largeur de vé en fonction de l'épaisseur avec l'abaque du Bureau Veritas. Relevez ensuite le rayon intérieur minimal dans le tableau selon l'épaisseur et la qualité d'acier, puis vérifiez qu'un outil disponible respecte les critères.

Q : Comment organiser les calculs de coûts pour comparer les deux procédés ?

Effectuez les calculs séparément pour chaque procédé et dans l'ordre demandé : métal consommé, temps d'arc, temps de réalisation, main-d'œuvre, électricité, gaz, coût total et part de main-d'œuvre. Conservez les unités et les tarifs fournis.

Q : Le sujet indique-t-il une durée, un coefficient ou un barème de points ?

Aucune durée, aucun coefficient ni barème de points n'est imprimé dans les pages fournies. Le sujet présente les questions, les documents techniques et les paramètres utiles, mais ne permet pas d'attribuer officiellement des points aux différentes parties.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsmn.fr/assets/annales/bts-mn/E5 - Conduite des systèmes mécatroniques/2002/BTS MN - E5 - Conduite des systèmes mécatroniques - Session 2002 - 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.