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 - Épreuve U 52

Session 2001 • Code sujet : **U 52** • Durée : **Durée conseillée : 1 heure pour la partie 2-2 ; durée de la partie 2-1 et durée totale non indiquées**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Étude de la soudabilité d'un assemblage en acier EH 36 (9 questions) **Page 3**

2. Contrôle qualité des défauts de coupe des débits et optimisation du procédé d'oxycoupage (2 questions) **Page 7**

3. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 10**

Sujet officiel (PDF) : https://btsmn.fr/assets/annales/bts-mn/E5 - Conduite des systèmes mécatroniques/2001/BTS MN - E5 - Conduite des systèmes mécatroniques - Session 2001 - 2-Sujet.pdf

1. Étude de la soudabilité d’un assemblage en acier EH 36

L’étude porte sur l’assemblage soudé d’une tôle de 20 mm et d’un renfort en acier EH 36, représentatif d’un navire remorqueur de haute mer. Les données chimiques et mécaniques, les paramètres de soudage et les documents graphiques servent à examiner l’énergie, le refroidissement, la dureté de la zone affectée thermiquement et le risque de fissuration à froid.

Question 1. Déterminer l’énergie nominale dispensée par le procédé de soudage à partir des paramètres fournis et de la relation indiquée.

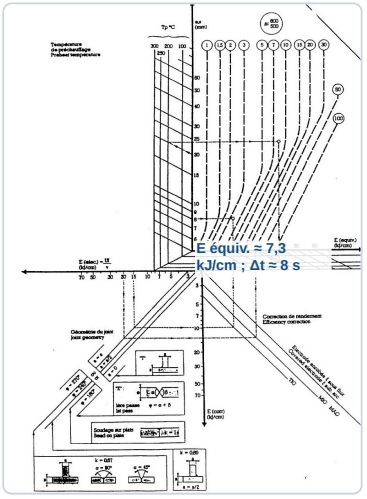
La tension est **U = 20 + 0,04 × 125 = 25 V**. En appliquant la relation fournie avec I = 125 A et V = 18 cm/min : En = 60 × 25 × 125 / (1000 × 18). Cette valeur est l’énergie nominale, avant les corrections de rendement et de géométrie utilisées sur le document réponse.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> En ≈ 10,4 kJ/cm.

Question 2. Déterminer le temps de refroidissement Δt 800-500 à l’aide des données de l’étude et du document réponse graphique.

Sur le nomogramme, reporter l’énergie nominale puis appliquer la correction de rendement de l’électrode enrobée et le facteur géométrique du joint en T, k = 0,87. On obtient une énergie équivalente d’environ 7,3 kJ/cm. La lecture du temps de refroidissement sur le document réponse donne alors environ 8 s pour le passage de 800 à 500 °C.

Lecture du refroidissement sur le nomogramme

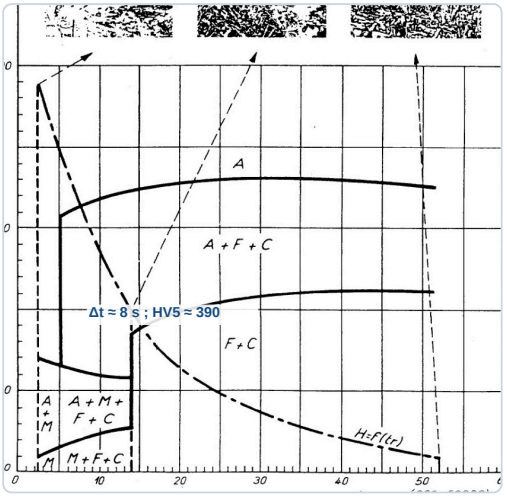


> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\Delta t_{800\text{-}500} \approx 8$ s.

Question 3. Déduire du temps de refroidissement la structure et la dureté HV5 de la zone affectée thermiquement.

À $\Delta t_{800\text{-}500} \approx 8$ s, le diagramme EH 36 situe la transformation dans le domaine comportant martensite, ferrite et carbures. La lecture de la courbe de dureté $H = f(t_r)$ donne environ 390 HV5. Cette lecture graphique indique une dureté élevée, cohérente avec le refroidissement rapide de la zone affectée thermiquement.

Lecture initiale sur le diagramme EH 36



✓ RÉPONSE À RETENIR

Structure : martensite, ferrite et carbures ; dureté ≈ 390 HV5.

Question 4. Comparer la dureté obtenue à la dureté critique HVc admise pour cet acier en condition de soudage.

La teneur en carbone du produit est C = 0,17 %. La dureté critique vaut donc HVc = 240 + 790 × 0,17 = 374,3. La dureté lue pour la zone affectée thermiquement, environ 390 HV5, dépasse ce seuil : les conditions initiales ne respectent pas le critère de dureté indiqué pour cet acier.

✓ RÉPONSE À RETENIR

390 HV5 > HVc = 374,3 : le seuil est dépassé.

Dans l’hypothèse où la dureté dépasse la dureté admise

Question 5.1. Proposer deux solutions justifiées pour diminuer la dureté.

Deux actions peuvent ralentir le refroidissement et réduire la formation de constituants durs :

- **Préchauffer les pièces**, par exemple à 250 °C, afin de réduire l’écart de température et d’allonger le refroidissement.

- **Augmenter l’énergie linéique**, notamment en réduisant la vitesse d’avance, dans les limites du mode opératoire autorisé.

Dans les deux cas, vérifier que les propriétés et la géométrie du joint restent conformes.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Préchauffage des pièces ou augmentation maîtrisée de l’énergie linéique.

Question 5.2. Commenter les solutions envisagées selon le coût, la mise en œuvre et le confort du soudeur, puis choisir la meilleure solution.

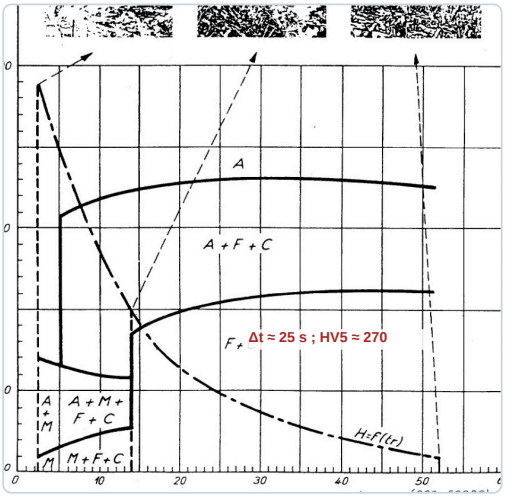
Réduire la vitesse est simple et peu coûteux, mais diminue la productivité et peut accroître les déformations. Le préchauffage demande du temps, du matériel et une surveillance de température ; il gêne davantage le soudeur, mais ralentit directement le refroidissement. Pour ces pièces de 20 mm, retenir un préchauffage localisé à 250 °C, avec contrôle de température et prévention des brûlures.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Choix : préchauffage localisé à 250 °C.

Question 5.3. Déterminer la nouvelle structure et la nouvelle dureté correspondant à la solution choisie.

Le nomogramme associe le préchauffage à 250 °C à un temps de refroidissement voisin de 25 s. À cette valeur, le diagramme EH 36 place la structure dans le domaine ferrite-carbures. La courbe H = f(t_r) indique une dureté d’environ 270 HV5, inférieure à la limite critique HVc = 374,3.

Lecture après préchauffage sur le diagramme EH 36

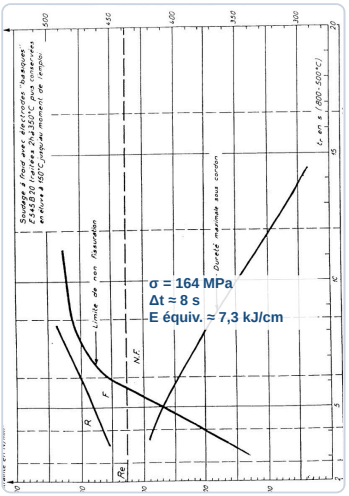


> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Après préchauffage : ferrite et carbures, environ 270 HV5.

Question 5.4. À l'aide de la courbe de fissuration à froid, déterminer le risque de fissuration avec les conditions de soudage initialement trouvées et une contrainte de bridage maximale de 0,5 Re.

La contrainte maximale de bridage est σ = 0,5 × Re = 0,5 × 328 = 164 MPa. Reporter cette contrainte et les conditions initiales sur la courbe : Δt ≈ 8 s et énergie équivalente ≈ 7,3 kJ/cm. La lecture se situe dans le domaine de non-fissuration du diagramme. Le risque est donc limité, à condition notamment d'utiliser des électrodes correctement séchées et conservées.

Conditions initiales à reporter sur la courbe de fissuration



✓ RÉPONSE À RETENIR

σ = 164 MPa ; domaine de non-fissuration sur la courbe, sous réserve d'électrodes sèches.

Question 5.5. Indiquer les précautions d'utilisation des électrodes choisies.

Les électrodes E 545 B 20, basiques, doivent être protégées de l'humidité pour limiter le risque de fissuration à froid. Le document de soudabilité prescrit un séchage à 350 °C, puis une conservation en étuve à 150 °C jusqu'à leur emploi. Les garder au sec au poste et écarter celles qui ont repris l'humidité.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Séchage à 350 °C, puis conservation à 150 °C jusqu'à l'emploi.

2. Contrôle qualité des défauts de coupe des débits et optimisation du procédé d'oxycoupage

Un chantier naval constate une dispersion excessive des caractéristiques de tôles découpées par oxycoupage et cherche à identifier les causes des non-conformités. Le sujet fournit les causes recensées, leurs fréquences relevées sur 100 produits non conformes, une annexe sur les défauts de coupe et un document réponse pour le diagramme d'Ishikawa.

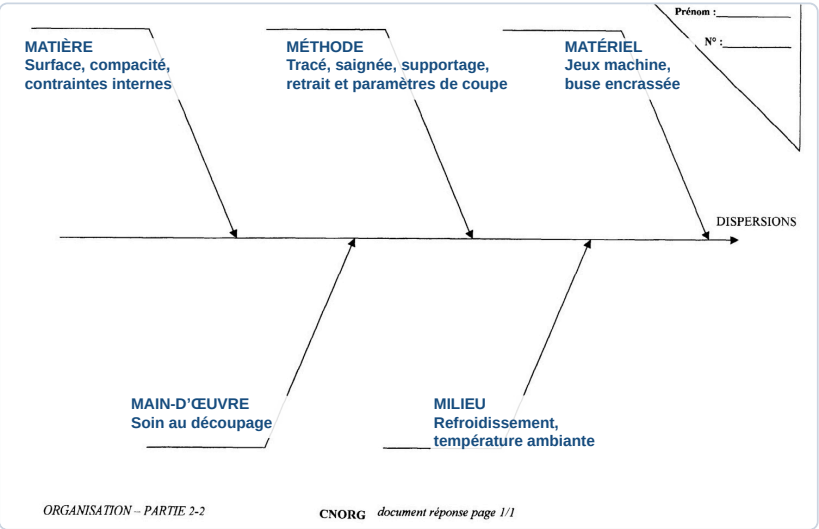
Question 1. À partir des causes recensées, tracer sur le document réponse un diagramme causes-effet d'Ishikawa selon la méthode des 5 M.

Classer les causes selon leur origine : la matière concerne la tôle, le matériel les équipements, la méthode les choix et paramètres de coupe, la main-d'œuvre l'intervention humaine et le milieu les conditions ambiantes. Les causes de procédé relatives aux réglages et à la conduite sont regroupées dans « Méthode ».

Famille	Causes à inscrire
Matière	État de surface ; mauvaise compacité ; contraintes internes de laminage.
Matériel	Jeux excessifs de la machine ; buse encrassée.
Méthode	Dessins approximatifs ; largeur de saignée mal prise en compte ; mauvais supportage ; retrait dû au chauffage ; flamme trop forte ou trop proche ; buse trop éloignée ; vitesse ou pression d'oxygène trop faible ; puissance de chauffe trop faible ou excessive ; pression d'oxygène excessive ; interruptions de coupe ; vitesse non réduite dans les courbes ou en fin de coupe.
Main-d'œuvre	Manque de soin au découpage.
Milieu	Conditions de refroidissement, dont la température ambiante.

Placer « Dispersions » à l'extrémité de la flèche principale et reporter ces cinq familles sur les branches du document réponse.

Diagramme d'Ishikawa complété



✓ RÉPONSE À RETENIR

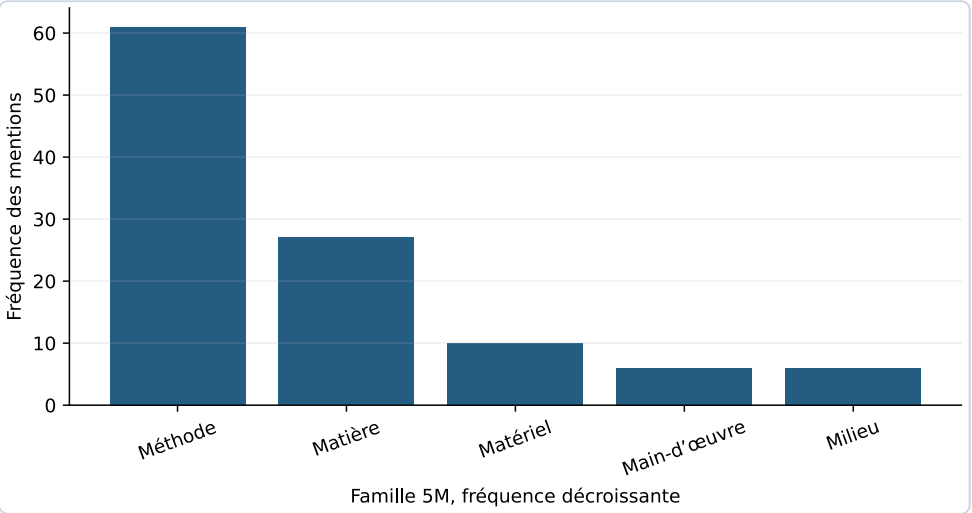
Diagramme complété : les cinq familles 5M relient leurs causes aux dispersions de coupe.

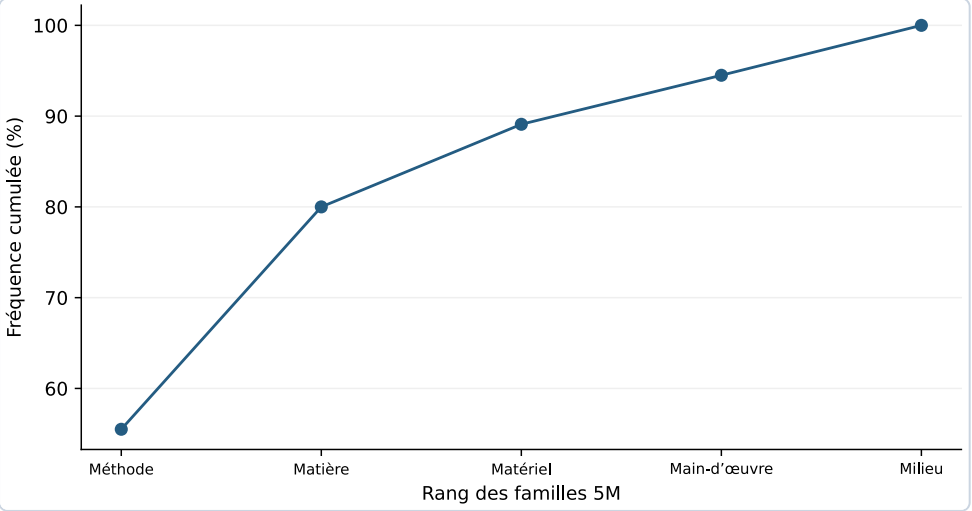
Question 2. Sur feuille de copie, tracer le diagramme de Pareto associé aux cinq causes principales selon les 5 M, puis conclure afin de mettre en évidence l'action prioritaire à développer.

Les fréquences des causes sont additionnées par famille 5M, puis classées par ordre décroissant. Le total est de 110 mentions pour 100 produits : plusieurs causes pouvant être relevées pour un même produit, le Pareto porte sur les mentions.

Rang	Famille	Fréquence	Part	Cumul
1	Méthode	61	55,5 %	55,5 %
2	Matière	27	24,5 %	80,0 %
3	Matériel	10	9,1 %	89,1 %
4	Main-d'œuvre	6	5,5 %	94,5 %
5	Milieu	6	5,5 %	100 %

La méthode est prioritaire : elle représente plus de la moitié des mentions. Il faut d'abord standardiser et contrôler les réglages, le tracé, l'avance et le supportage. Avec la matière, les deux premières familles cumulent 80 % des mentions. L'ordre des deux familles à égalité est indifférent.





✓ RÉPONSE À RETENIR

Priorité : agir sur la méthode de coupe, responsable de 61 mentions (55,5 %). Avec la matière, elle cumule 80 % des mentions.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2001)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve U 52 du BTS Construction navale, session 2001, s'intitule « Définition des processus ». La partie 2-1 étudie la soudabilité d'un assemblage en acier EH 36 ; la partie 2-2 analyse les défauts d'oxycoupage par les méthodes des 5 M et de Pareto. Cette dernière est notée sur 20 points et sa durée conseillée est d'une heure. Le coefficient n'est pas indiqué.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- L'énergie nominale se calcule avec En = 60UI/(1000V), en utilisant les unités indiquées dans le sujet.
- Le diagramme de l'acier EH 36 relie Δt 800-500 aux structures métallurgiques et à la dureté HV5.
- La dureté critique en condition de soudage est donnée par HVc < 240 + 790 % C.
- Ishikawa classe les causes selon les 5 M ; Pareto les hiérarchise à partir de leurs fréquences.

Points de vigilance & attentes du jury

- Vérifier les unités et calculer la tension avec U = 20 + 0,04 I avant de déterminer l'énergie.
- Lire soigneusement les axes des documents graphiques pour exploiter les temps, structures et duretés.
- Classer les causes dans les familles des 5 M en s'appuyant sur la liste et les fréquences fournies.
- Pour Pareto, ordonner les fréquences, représenter leur cumul et relier la conclusion à une action prioritaire.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer l'énergie nominale de soudage ?

Déterminez d'abord la tension avec U = 20 + 0,04 I. Remplacez ensuite U, I et V dans En = 60UI/(1000V), en respectant les unités données et en exprimant l'énergie en kJ/cm.

Q : Comment utiliser les 5 M pour analyser les défauts d'oxycoupage ?

Répartissez les causes recensées entre les cinq familles du diagramme d'Ishikawa. Pour le Pareto, utilisez les fréquences du tableau, classez les causes ou familles selon la demande, puis représentez le cumul et formulez une conclusion.

Q : L'heure indiquée correspond-elle à toute l'épreuve ?

Non. Le sujet précise une durée conseillée d'une heure pour la partie 2-2, notée sur 20 points. Il n'indique ni durée pour la partie 2-1 ni durée totale pour l'ensemble des parties.

Q : Quels éléments faut-il présenter pour répondre aux attentes de notation ?

Le sujet ne fournit pas de grille détaillée. Il demande des calculs et lectures de documents justifiés en partie 2-1, puis un Ishikawa conforme aux 5 M et un Pareto accompagné d'une conclusion en partie 2-2.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsmn.fr/assets/annales/bts-mn/E5 - Conduite des systèmes mécatroniques/2001/BTS MN - E5 - Conduite des systèmes mécatroniques - Session 2001 - 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.