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

Sciences et techniques industrielles

Session 2012 • Code sujet : **TMSTIAB** • Durée : **2 heures** • Coefficient : **2**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Étude de la lame du couteau fermant (11 questions) **Page 3**

2. Étude de la bague de sécurité (5 questions) **Page 8**

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

Sujet officiel (PDF) : https://btstm.fr/assets/annales/bts-tm/E4 - Sciences et techniques industrielles/2012/BTS TM - E4 - Sciences et techniques industrielles - Session 2012 - 2-Sujet.pdf

1. Étude de la lame du couteau fermant

La lame est fabriquée en très grande série à partir d'un acier non allié, choisi pour la qualité de coupe, la facilité d'aiguisage et la dureté après trempe et revenu. L'étude porte sur le choix de la nuance, la mise en forme, les traitements thermiques, le contrôle de dureté et le dépôt de nitrure de titane.

2.1 Matière

Question 2.1.1. Parmi les trois nuances d'acier proposées dans les annexes I, II et III, préciser quels sont les aciers non alliés hypoeutectoïdes et hypereutectoïdes, et justifier.

Nuance	Classement	Composition déterminante
Ck 45 / XC 45	Hypoeutectoïde non allié	0,45 à 0,51 % C
XC 90	Hypereutectoïde non allié	0,90 % C
100 C 6	Hypereutectoïde allié	0,95 à 1,10 % C et 1,35 à 1,60 % Cr

La teneur eutectoïde est voisine de 0,77 % C : en dessous, l'acier est hypoeutectoïde ; au-dessus, il est hypereutectoïde. Le chrome de 100 C 6 en fait un acier allié. Les deux aciers non alliés recherchés sont donc Ck 45 et XC 90.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Ck 45 : hypoeutectoïde non allié. XC 90 : hypereutectoïde non allié.

Question 2.1.2. Choisir, parmi les nuances des annexes I à III, l'acier adapté à la lame. Tenir compte du fait que les désignations des annexes ne correspondent pas à la norme européenne actuelle et argumenter si l'acier retenu respecte le cahier des charges.

Je retiens le **XC 90**, acier non allié et hypereutectoïde. Sa teneur d'environ 0,90 % de carbone permet d'obtenir une forte dureté par trempe, tandis que les carbures résiduels contribuent à la résistance à l'usure et à la tenue du tranchant. Le document de nuance indique 57 HRC après un revenu à 250 °C. Cette sélection répond aux exigences de dureté et de présence de carbures, à confirmer par le contrôle de dureté et l'essai de coupe.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Nuance retenue : XC 90, acier non allié hypereutectoïde.

Question 2.1.3. Coder le plus précisément possible la nuance choisie selon la norme NF EN 10027-1 en vigueur.

La désignation symbolique selon la NF EN 10027-1 est **C90U**. « C » désigne un acier non allié au carbone, et « 90 » indique une teneur moyenne d'environ 0,90 % de carbone. Le suffixe « U » identifie un acier non allié pour outils. Cette désignation correspond au XC 90 des anciennes désignations présentes dans l'annexe.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Désignation NF EN 10027-1 : **C90U**.

2.2 Mise en forme

Question 2.2.1. Après l'étirage à froid donnant une section triangulaire, choisir parmi le forgeage, l'emboutissage, le poinçonnage ou le moulage le moyen de mise en forme à préconiser pour les lames brutes, avant traitement thermique et meulage. Argumenter le choix par élimination.

Le procédé à retenir est le **poinçonnage-découpage**, adapté à la production en grande série et au détourage répétitif des lames dans le produit étiré.

- Le forgeage déforme le métal et n'est pas nécessaire pour obtenir le contour.
- L'emboutissage forme principalement une tôle par déformation.
- Le moulage est inadapté à cette pièce mince et à la cadence recherchée.

Le poinçonnage assure une découpe rapide et reproductible avant traitement thermique et meulage.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Procédé retenu : poinçonnage-découpage.

Question 2.2.2. Décrire brièvement le principe du procédé retenu pour réaliser la mise en forme de la lame.

1. Le produit étiré est placé et maintenu entre le poinçon et la matrice, dont les contours définissent la lame.
2. La presse fait descendre le poinçon : l'effort cisaille la matière le long du contour et sépare l'ébauche.
3. La pièce découpée est évacuée, puis l'opération recommence à la course suivante.

Ce procédé produit le profil de la lame brute ; le traitement thermique et le meulage sont réalisés ensuite.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le poinçon cisaille le produit étiré dans une matrice pour détacher le profil de la lame.

2.3 Traitement dans la masse

Question 2.3.1. À l'aide des documents de la nuance choisie dans les annexes IV et V, tracer et commenter le cycle complet du ou des traitements thermiques préconisés pour la lame, assimilée à un cylindre de 3 mm de diamètre. Indiquer les temps, les températures et les modes de refroidissement.

Pour le XC 90 de diamètre 3 mm, appliquer l'austénitisation prévue pour une épaisseur au plus égale à 3 mm : **780 à 810 °C**, puis tremper à l'huile. Après refroidissement, effectuer un revenu à **250 °C pendant 1 h**, puis refroidir à l'air. Le maintien d'austénitisation doit permettre l'homogénéisation de la pièce ; les annexes ne donnent

pas de durée chiffrée distincte pour ce maintien.

Cycle thermique de la lame XC 90, diamètre 3 mm

780 à 810 °C	Austénitisation, maintien jusqu'à homogénéisation
Après austénitisation	Trempe à l'huile
250 °C, 1 h	Revenu
Après le revenu	Refroidissement à l'air

Cycle d'après les indications de traitement du XC 90 et la durée de revenu donnée en annexe.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Austénitisation : 780 à 810 °C, puis trempe à l'huile. Revenu : 250 °C pendant 1 h, refroidissement à l'air.

Question 2.3.2. Préciser le but du ou des traitements thermiques proposés et la dureté attendue de la lame à la fin de chacun d'eux.

Étape	But	Dureté attendue
Trempe	Former une structure dure pour la tenue du tranchant et la résistance à l'usure	62 à 65 HRC
Revenu à 250 °C	Réduire la fragilité et ajuster la dureté	57 HRC

Le revenu conserve une dureté élevée tout en améliorant la ténacité de la lame. La valeur finale visée est celle du cahier des charges.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Après trempe : 62 à 65 HRC. Après revenu : 57 HRC.

2.4 Essais mécaniques

Question 2.4.1. Le contrôle après revenu doit vérifier une dureté de 57 HRC ± 1 HRC. Indiquer les conditions d'état de surface à respecter sur la pièce à essayer.

La surface préparée doit permettre une empreinte nette et une lecture fiable de la dureté, sans que des défauts superficiels ne faussent la mesure.

- Choisir une zone plane, propre, lisse et suffisamment polie.
- Éliminer calamine, oxydes et couche décarburée ; éviter tout échauffement lors de la préparation.
- Assurer un appui rigide et stable, avec une épaisseur suffisante et sans mesure trop près d'un bord ou d'une autre empreinte.

La plage à vérifier après revenu est de 56 à 58 HRC.

✓ RÉPONSE À RETENIR

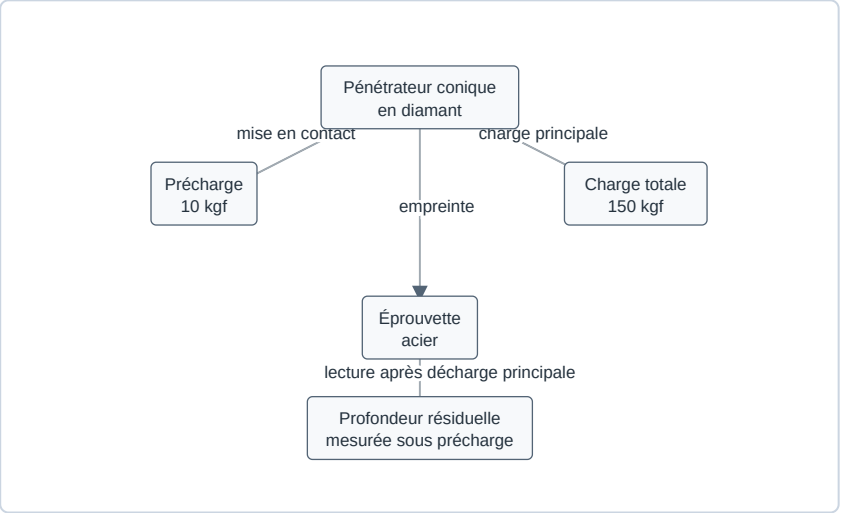
Surface plane, propre, lisse, non décarburée et stable ; dureté conforme de 56 à 58 HRC.

Question 2.4.2. Décrire le principe de l'essai de dureté HRC, l'illustrer par un schéma et rédiger la procédure de contrôle des lames.

En Rockwell C, un pénétrateur conique en diamant pénètre la pièce. On applique une précharge de **10 kgf**, puis une charge totale de **150 kgf**. Après retrait de la charge principale, la profondeur résiduelle mesurée sous précharge détermine directement la dureté HRC.

1. Vérifier l'appareil, le pénétrateur, l'état de surface et la stabilité de la lame sur l'enclume.
2. Appliquer la précharge, puis la charge principale selon le cycle de l'appareil.
3. Retirer la charge principale, lire la valeur HRC et répéter en des points suffisamment espacés.
4. Comparer les résultats à la plage exigée de 56 à 58 HRC.

Principe de l'essai Rockwell C



La profondeur résiduelle sous précharge est convertie en valeur HRC.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Essai Rockwell C : précharge de 10 kgf, charge totale de 150 kgf ; conformité entre 56 et 58 HRC.

2.5 Traitement de surface

Question 2.5.1. Pour une série limitée, l'entreprise souhaite réaliser un dépôt de nitrure de titane sur la lame après son traitement thermique. Proposer un procédé capable de réaliser ce dépôt.

Le dépôt de nitrure de titane peut être réalisé par **dépôt physique en phase vapeur (PVD)**, notamment par pulvérisation cathodique réactive ou par évaporation réactive. Le procédé est adapté à la réalisation d'un revêtement TiN sur une lame après son traitement thermique ; il permet de déposer le matériau dans une enceinte sous vide.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Procédé proposé : dépôt PVD de nitrure de titane sous vide.

Question 2.5.2. Décrire brièvement le principe du procédé choisi pour réaliser le traitement de surface.

1. Nettoyer et préparer la lame, puis la placer dans une enceinte mise sous vide.
2. Introduire le titane par pulvérisation d'une cible ou par évaporation, en présence d'un gaz contenant de l'azote.
3. Les espèces réagissent dans le plasma et le nitrure de titane se dépose sur la lame.

Le revêtement formé adhère à la surface préparée ; la température du procédé doit rester compatible avec la lame déjà traitée thermiquement.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Sous vide, le titane vaporisé réagit avec l'azote et forme un revêtement de TiN sur la lame.

2. Étude de la bague de sécurité

La bague de sécurité du couteau est en acier de nuance C75 et sa fabrication comprend la découpe et la mise en forme. Elle reçoit un traitement de surface codé Ni7(I)/C75, à caractériser et à mettre en œuvre par dépôt électrolytique.

3.1 Matière

Question 3.1.1. D'après la désignation normalisée du matériau utilisé pour réaliser la bague de sécurité, indiquer à quelle famille appartient cet acier et donner sa composition chimique moyenne.

Constituant	Indication moyenne
Carbone	Environ 0,75 %
Fer	Constituant principal, avec des éléments résiduels

Le C75 est un acier non allié au carbone. Dans sa désignation, « C » indique un acier au carbone et « 75 » correspond à une teneur nominale d'environ 0,75 % de carbone. Les autres éléments sont présents en proportions résiduelles.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> C75 : acier non allié au carbone, environ 0,75 % C, fer pour le solde.

Question 3.1.2. Nommer le traitement thermique qui favorise la mise en forme de la bague par pliage.

Avant le pliage, réaliser un **recuit d'adoucissement** du C75. En diminuant la dureté et la résistance de l'acier, ce traitement facilite sa déformation plastique et réduit le risque de fissuration. La bague peut ensuite être pliée, puis recevoir le traitement de surface prévu après préparation de sa surface.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Recuit d'adoucissement avant le pliage.

3.2 Traitement de surface

Question 3.2.1. Justifier le choix de réaliser ce traitement de surface sur la pièce et indiquer l'épaisseur de dépôt du traitement choisi.

Le nickelage améliore la protection de la bague en acier contre la corrosion et lui donne un aspect métallique régulier. Dans la désignation **Ni7(I)/C75**, Ni indique le nickel, 7 l'épaisseur nominale du dépôt en micromètres, et C75 le métal de base. L'indice (I) est une indication complémentaire du codage normalisé, et non une épaisseur supplémentaire.

Le dépôt doit rester continu et adhérent pour assurer la protection de la pièce.

✓ RÉPONSE À RETENIR

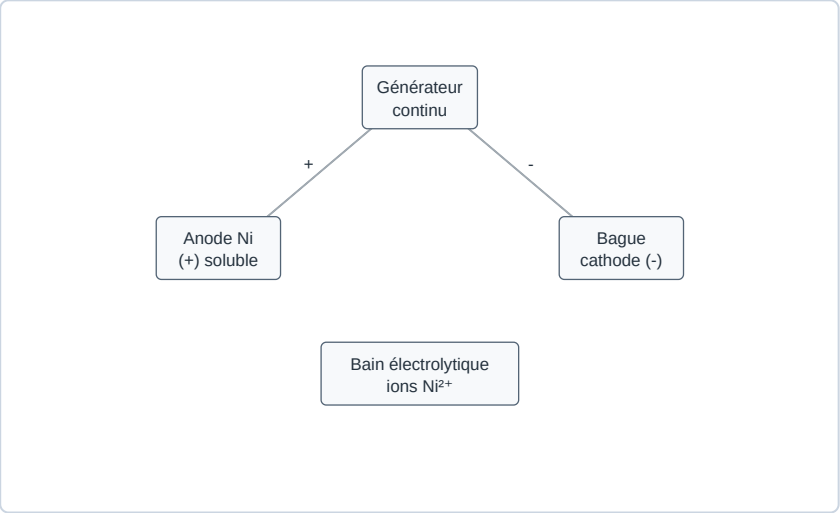
Nickelage de la bague C75 : épaisseur nominale de 7 µm.

Question 3.2.2. Réaliser un schéma simplifié et annoté de l'installation de dépôt électrolytique, puis proposer une gamme succincte de traitement.

La bague est la **cathode**, reliée au pôle négatif. Une anode soluble en nickel est reliée au pôle positif. Les deux électrodes plongent dans un bain contenant des ions nickel, qui se déposent sur la bague sous l'effet du courant continu.

1. Dégraisser la pièce, puis rincer.
2. Décaper l'acier, rincer et transférer rapidement au bain.
3. Nickeler sous courant continu jusqu'à l'épaisseur prescrite.
4. Rincer et sécher la bague.

Installation de nickelage électrolytique



Anode et bague sont immergées dans le bain ; les ions nickel se réduisent et se déposent sur la bague cathodique.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Gamme : dégraissage, rinçage, décapage, rinçage, nickelage, rinçage et séchage.

Question 3.2.3. Après les premiers essais sur l'installation, l'épaisseur du dépôt est insuffisante. Proposer deux paramètres sur lesquels intervenir pour résoudre le problème.

L'épaisseur du nickel déposé dépend de la quantité d'électricité reçue par la pièce. Pour augmenter le dépôt, agir sur deux paramètres de la durée et de l'intensité du traitement :

- Augmenter la durée de nickelage.
- Augmenter la densité de courant, sans dépasser la plage admissible afin d'éviter un dépôt brûlé ou irrégulier.

Contrôler ensuite l'épaisseur et l'uniformité du revêtement obtenu.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Augmenter la durée de nickelage et la densité de courant.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2012)

Bilan de l'épreuve : La sous-épreuve de Sciences et techniques industrielles du BTS Traitements des matériaux, session 2012, porte le code TMSTIAB, dure 2 heures et a un coefficient 2. Elle étudie la fabrication d'un couteau fermant, surtout sa lame et sa bague de sécurité. Les compétences évaluées concernent le choix des matériaux, la mise en forme, les traitements thermiques, les essais de dureté et les dépôts de surface.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Une teneur en carbone inférieure ou supérieure à la composition eutectoïde distingue les aciers non alliés hypoeutectoïdes et hypereutectoïdes.
- La lame doit atteindre 57 HRC ± 1 HRC après trempe et revenu, tout en conservant une bonne tenue du tranchant.
- Le cycle thermique doit préciser les températures, les temps de maintien et les modes de refroidissement.
- Le code Ni7(I)/C75 identifie le traitement de surface appliqué à la bague en acier C75.

Points de vigilance & attentes du jury

- Justifier le choix de nuance à partir de sa composition et des exigences du cahier des charges.
- Exploiter les annexes graphiques en tenant compte du diamètre de 3 mm de la lame.
- Pour le contrôle HRC, préciser l'état de surface, le principe de mesure et la procédure.
- Annoter le schéma de dépôt électrolytique et relier les paramètres proposés à l'épaisseur déposée.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment exploiter le diagramme de revenu pour viser la dureté demandée ?

Repérez 57 HRC sur le diagramme de revenu de la nuance retenue dans l'annexe IV, puis lisez la température correspondante. Le document indique un revenu d'une heure suivi d'un arrêt à l'air.

Q : Que faut-il préciser pour décrire correctement le cycle de trempe et revenu ?

Présentez les traitements dans l'ordre, avec la température et le temps de maintien de chaque étape, puis le mode de refroidissement. Appuyez-vous sur les annexes correspondant à la nuance choisie et au diamètre de 3 mm.

Q : Comment répartir le temps entre les questions de cette épreuve ?

L'épreuve dure deux heures et le barème totalise 20 points. Les questions sur les traitements thermiques, le contrôle de dureté et le traitement de surface ont des pondérations différentes : tenez compte du barème et prévoyez du temps pour chaque partie.

Q : Quels éléments faut-il faire apparaître dans le schéma de dépôt électrolytique ?

Représentez la pièce à revêtir, la contre-électrode, le bain et les connexions à l'alimentation. Annotez le rôle des éléments et accompagnez le schéma d'une gamme succincte des opérations de traitement.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btstm.fr/assets/annales/bts-tm/E4 - Sciences et techniques industrielles/2012/BTS TM - E4 - Sciences et techniques industrielles - Session 2012 - 2-Sujet.pdf
Ressources BTS Traitements 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.