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

BTS TM

# Sciences et Techniques Industrielles - Option A : Traitements Thermiques - Sous-épreuve U4.4 A

**Session 2005** • Code sujet : **TMSTI A** • Durée : **2 heures** • Coefficient : **2**

## Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

**1. Étude des matrices d'estampage en acier X38CrMoV5** (4 questions) **Page 3**

**2. Étude du manchon de transmission en acier 35NiCrMo16** (3 questions) **Page 5**

**3. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) **Page 8**

**Sujet officiel (PDF) :** https://btstm.fr/assets/annales/bts-tm/E4 - Sciences et techniques industrielles/2005/BTS TM - E4 - Sciences et techniques industrielles - Session 2005 - 4-Sujet.pdf

# 1. Étude des matrices d'estampage en acier X38CrMoV5

Les matrices d'estampage mesurent 300 x 300 x 250 mm et pèsent 200 kg. En acier X38CrMoV5, elles sont traitées selon une gamme de préchauffages, de chauffage et de revenus pour atteindre les caractéristiques mécaniques prescrites.

## Étude des matrices

**Question 1.1. À quelle famille métallurgique appartient l'acier X38CrMoV5 ?**

X38CrMoV5 est un **acier fortement allié pour outils de travail à chaud**, utilisé notamment pour les matrices d'estampage. Le préfixe X indique un acier fortement allié. Après austénitisation, refroidissement à l'air et revenus, il présente une structure principalement martensitique revenue, adaptée aux sollicitations mécaniques et thermiques de l'outillage.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Acier fortement allié pour outils de travail à chaud, à structure principalement martensitique revenue.

**Question 1.2. À partir de la désignation normalisée de l'acier X38CrMoV5, indiquer sa composition chimique et préciser le caractère ainsi que l'influence de chacun de ses éléments d'addition.**

| Élément | Composition déduite | Caractère et influence |
|---|---|---|
| C | Environ 0,38 % | Gammagène; augmente la dureté et la résistance après trempe. |
| Cr | Environ 5 % | Carburigène; améliore la trempabilité, la tenue à chaud et la résistance à l'usure. |
| Mo | Présent, moins de 1,5 % | Alphagène et carburigène; accroît la trempabilité et limite l'adoucissement au revenu. |
| V | Présent, moins de 1,5 % | Alphagène et fortement carburigène; affine le grain et favorise dureté et résistance à l'usure. |

Dans la désignation, 38 indique le centième du taux de carbone et 5 la teneur approximative en chrome. L'absence de chiffre après Mo et V ne permet pas de préciser leurs teneurs exactes.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Environ 0,38 % C et 5 % Cr, avec Mo et V en proportions inférieures à 1,5 % chacun.

**Question 1.3. À l'aide de l'annexe 3, expliquer pourquoi, pour une même température de revenu, la dureté augmente lorsque la température de mise en solution augmente.**

Une température de mise en solution plus élevée dissout davantage de carbures : l'austénite s'enrichit en carbone et en éléments d'alliage. Après refroidissement, la martensite obtenue est plus dure et la trempabilité augmente. Au revenu, les éléments dissous précipitent en carbures fins, ce qui renforce le durcissement secondaire. L'annexe 3 montre ainsi une dureté supérieure à température de revenu identique lorsque la température d'austénitisation est plus élevée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Une austénitisation plus élevée enrichit l'austénite et accentue la dureté de trempe ainsi que le durcissement secondaire au revenu.

**Question 1.4. Commenter chaque phase de la gamme de traitement de l'acier des matrices et justifier les paramètres indiqués.**

1. **Préchauffages à 500 °C puis 800 °C :** ils limitent les gradients thermiques et les risques de contraintes ou de fissuration dans une matrice de 200 kg.
2. **Chauffage à 1050 °C :** il austénitise l'acier et permet la mise en solution d'une partie des carbures. Le refroidissement à l'air durcit cette nuance très trempable tout en limitant les déformations.
3. **Revenu à 600 °C, 1 h, puis refroidissement à l'air :** il détend la martensite et participe au durcissement secondaire.
4. **Second revenu à 550 °C, 1 h, puis refroidissement à l'air :** il revient la martensite formée à la suite du premier refroidissement et ajuste la dureté finale à 43 HRC.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Préchauffages progressifs, austénitisation à 1050 °C et refroidissement à l'air, puis double revenu conduisant à 43 HRC.

# 2. Étude du manchon de transmission en acier 35NiCrMo16

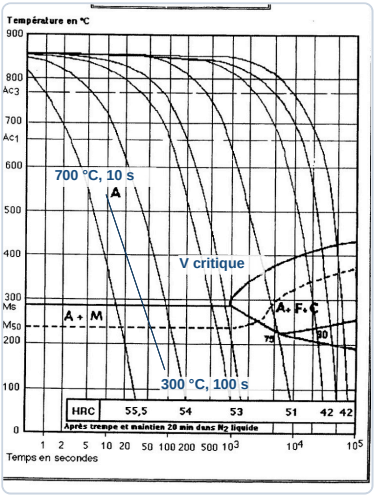
Le manchon est une pièce de sécurité d'un dispositif de transmission aéronautique, fabriquée en petites séries à partir d'un brut estampé en acier 35NiCrMo16. L'étude porte sur ses exigences mécaniques, les choix de matière et de fabrication, ainsi que les traitements thermiques et de surface de sa gamme.

## Choix du brut, de l'acier et analyse de la trempe

**Question 2.1-2.4. En tenant compte du cahier des charges et des formes et dimensions de la pièce, expliquer l'intérêt du brut estampé. Sur le diagramme TRC de l'annexe 4, tracer la loi de la vitesse critique de trempe martensitique, calculer la vitesse moyenne de refroidissement correspondante entre 700 °C et 300 °C et en tirer les conclusions. Expliquer les avantages du choix de l'acier pour cette pièce.**

Le brut estampé est proche de la forme finale du manchon : il réduit les surépaisseurs, les pertes de matière et le temps d'usinage. L'écoulement des fibres suit mieux les formes, ce qui favorise la tenue mécanique. Le 35NiCrMo16 apporte résistance, ténacité et forte trempabilité, utiles pour une pièce de sécurité. Sur le TRC, la vitesse critique est la limite de refroidissement qui évite le début des transformations diffusantes. Lecture graphique approximative : 700 °C vers 10 s et 300 °C vers 100 s. Ainsi, la vitesse moyenne vaut $v = (700 - 300)/(100 - 10) \approx 4{,}4$ °C/s. Cette trempabilité permet de durcir la pièce sans refroidissement extrêmement brutal, limitant les risques de déformation et de fissuration.

**TRC annoté : refroidissement critique approximatif**




**✓ RÉPONSE À RETENIR**

Brut estampé : économie d'usinage et fibres mieux orientées. Vitesse critique lue : environ 4,4 °C/s entre 700 °C et 300 °C.

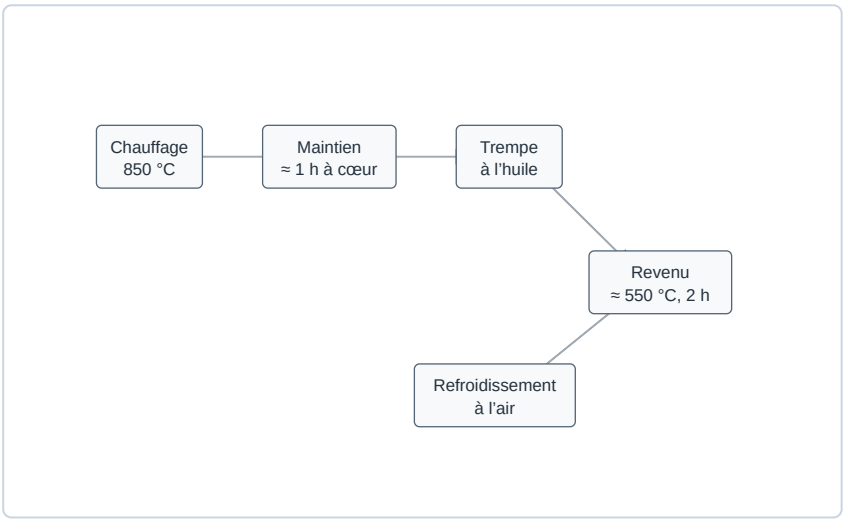
## Traitements thermiques du manchon

**Question 2.5-2.6. Expliquer l'intérêt du traitement de la phase 20 et préciser sa température, son temps et son mode de refroidissement. Tracer le cycle thermique de la phase 40 permettant de répondre au cahier des charges, en indiquant les températures de chauffage, les temps de maintien et les modes de refroidissement.**

Le recuit d'adoucissement après estampage diminue la dureté et les contraintes résiduelles, tout en facilitant l'usinage d'ébauche. Un cycle adapté est un chauffage vers 650 °C, un maintien d'environ 2 h après homogénéisation, puis un refroidissement lent au four.

Pour la phase 40, chauffer vers 850 °C et maintenir environ 1 h après mise à température à cœur, puis tremper à l'huile. Le diagramme de revenu indique qu'un revenu vers 550 °C permet de viser la plage de résistance demandée. Maintenir environ 2 h, puis refroidir à l'air. Vérifier ensuite les caractéristiques mécaniques exigées.

**Cycle thermique du manchon, phase 40**




Températures et durées indicatives à ajuster au temps de mise à température à cœur.

**✓ RÉPONSE À RETENIR**

Phase 20 : environ 650 °C, 2 h, refroidissement au four. Phase 40 : 850 °C, maintien 1 h, trempe à l'huile, puis revenu vers 550 °C pendant 2 h et refroidissement à l'air.

## Traitement de surface

**Question 2.7. Expliquer l'intérêt du grenaillage de précontrainte prévu à la phase 90 de la gamme de fabrication et justifier la réponse.**

Le grenaillage de précontrainte crée, par déformation plastique superficielle, des contraintes résiduelles de compression. Elles s'opposent aux contraintes de traction en service et retardent l'amorçage ainsi que la propagation des fissures. Il améliore donc la tenue en fatigue du manchon, importante pour une pièce de transmission aéronautique soumise à des sollicitations répétées.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Le grenaillage crée des contraintes superficielles de compression et améliore la tenue en fatigue du manchon.

# Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2005)

**Bilan de l'épreuve :** Cette sous-épreuve de BTS Traitements des matériaux, option A Traitements thermiques, appartient à la session 2005, code TMSTI A. D'une durée de 2 heures et de coefficient 2, elle étudie des matrices d'estampage en X38CrMoV5 et un manchon aéronautique en 35NiCrMo16. Elle évalue l'analyse des aciers, des diagrammes et des traitements thermiques.

### Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La désignation d'un acier allié renseigne sur sa teneur en carbone et ses principaux éléments d'addition.
- Le diagramme TRC décrit les transformations de l'acier en fonction de la température et du temps pendant le refroidissement.
- La vitesse moyenne de refroidissement se calcule par la variation de température divisée par la durée correspondante.
- Le diagramme de revenu relie la température de revenu à l'évolution des propriétés mécaniques de l'acier.

### Points de vigilance & attentes du jury

- Lire les axes, les unités et les courbes des annexes avant tout tracé ou relevé de valeur.
- Pour calculer une vitesse moyenne, déterminer sur le diagramme le temps correspondant aux deux températures demandées.
- Justifier chaque traitement par son rôle dans la gamme et par les propriétés exigées au cahier des charges.
- Vérifier les seuils et intervalles prescrits pour la limite élastique, la résistance, l'allongement, la striction et la résilience.

## Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

**Q : Comment déterminer une vitesse moyenne de refroidissement sur un diagramme TRC ?**

Repérez les instants correspondant aux températures de départ et d'arrivée sur la courbe considérée. Calculez ensuite la variation de température, ici 700 °C moins 300 °C, divisée par la durée écoulée, en gardant des unités cohérentes.

**Q : À quoi sert le diagramme de revenu fourni en annexe ?**

Il permet de lire l'évolution de propriétés telles que la résistance, la limite élastique, l'allongement et la résilience selon la température de revenu. Il aide à choisir un traitement compatible avec les exigences mécaniques du cahier des charges.

**Q : Comment répartir le temps pendant l'épreuve ?**

L'épreuve dure 2 heures et le barème répartit 7,5 points sur la première partie et 12,5 sur la seconde. Le sujet ne prescrit pas de durée par question : répartissez le temps selon les points et gardez une marge pour les tracés et la relecture.

**Q : Quels éléments doivent apparaître dans une réponse sur un traitement thermique ?**

Précisez les paramètres demandés, notamment les températures, les temps de maintien et les modes de refroidissement. Reliez les étapes du cycle aux propriétés visées et justifiez vos choix à partir du cahier des charges et des annexes.

**Sujet officiel associé (PDF) :** https://btstm.fr/assets/annales/bts-tm/E4 - Sciences et techniques industrielles/2005/BTS TM - E4 - Sciences et techniques industrielles - Session 2005 - 4-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.