



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 :

[www.formav.co/explorer](http://www.formav.co/explorer)

# Corrigé du sujet d'examen - E4 - Sciences et techniques industrielles - BTS TM (Traitements des Matériaux) - Session 2014

## 1. Contexte du sujet

Ce sujet d'examen concerne la sous-épreuve spécifique à l'option A - Traitements Thermiques du BTS Traitements des Matériaux. Les candidats doivent démontrer leur compréhension des procédés de fabrication et de traitement des matériaux, ainsi que des propriétés métallurgiques des alliages.

## 2. Correction des questions

### Partie I : étude du corps et du carter

#### I.1 Décrire le principe du matriçage.

Le matriçage est un procédé de mise en forme des matériaux par déformation plastique. Il consiste à placer un matériau, généralement métallique, dans une matrice et à appliquer une pression pour lui donner la forme souhaitée. Ce procédé permet d'obtenir des pièces avec une grande précision dimensionnelle et une bonne finition de surface.

#### I.2 Citer les avantages du matriçage par rapport à la coulée en sable.

Les avantages du matriçage incluent :

- **Précision dimensionnelle** : Les pièces obtenues par matriçage présentent des tolérances plus serrées.
- **Finition de surface** : Le matriçage offre une meilleure qualité de surface.
- **Propriétés mécaniques** : Les pièces matriçées sont souvent plus résistantes en raison de l'orientation des grains du métal.
- **Moins de déchets** : Le matriçage génère moins de chutes de matière comparé à la coulée.

#### I.3 A l'aide de l'annexe 1, justifier la température de 500 °C pour le premier cycle.

La température de 500 °C est justifiée par le fait qu'elle est nécessaire pour atteindre une solubilisation optimale des éléments d'alliage dans la matrice de l'aluminium, favorisant ainsi une meilleure dureté et résistance après traitement thermique. Cette température permet également d'éliminer les tensions internes dues au matriçage.

#### I.4 Préciser les transformations métallurgiques qui surviennent lors du revenu et qui donnent à cet alliage ses propriétés d'usage.

Lors du revenu, des transformations métallurgiques telles que la précipitation des phases d'alliage et la réduction des contraintes internes se produisent. Cela conduit à une diminution de la dureté mais améliore la ténacité de l'alliage, rendant le matériau plus apte à résister aux chocs et aux déformations.

## Partie II : étude des matrices servant à la fabrication du corps et du carter

### II.1 A quelle famille d'aciers à outils appartient cet acier ? (classe et propriété d'usage)

L'acier X38CrMoV5 appartient à la famille des aciers à outils alliés, plus précisément à la classe des aciers à outils pour le travail à chaud. Il est utilisé pour sa résistance à l'usure et sa capacité à maintenir une dureté élevée à des températures élevées.

### II.2 Préciser, d'après sa désignation, la composition chimique en toutes lettres de cet acier, ainsi que le caractère et l'influence de chacun des éléments d'addition.

La composition chimique de l'acier X38CrMoV5 est la suivante :

- **C (Carbone)** : 0,38% - Augmente la dureté et la résistance à l'usure.
- **Cr (Chrome)** : 5% - Améliore la résistance à la corrosion et la dureté.
- **Mo (Molybdène)** : 1% - Renforce la ténacité et la résistance à la chaleur.
- **V (Vanadium)** : 0,2% - Améliore la résistance à l'usure et la dureté.

### II.3 A l'aide de l'annexe 2, justifier chaque température de traitement du cycle thermique.

Le cycle thermique de traitement de l'acier X38CrMoV5 comprend :

- **1050 °C** : Température de trempe, permettant la transformation de la structure en austénite.
- **500 °C** : Température de revenu, favorisant la précipitation des carbures et l'amélioration de la ténacité.

## Partie III : étude de la crémaillère en acier X20Cr13

### III.1 A quelle famille appartient cet acier ? Justifier votre réponse.

L'acier X20Cr13 appartient à la famille des aciers inoxydables martensitiques. Cette classification est due à sa teneur en chrome (13%) qui lui confère une bonne résistance à la corrosion, tout en permettant une trempe pour obtenir une structure martensitique.

### III.2 Phase 40 : justifier le refroidissement à l'air soufflé après l'estampage à chaud.

Le refroidissement à l'air soufflé permet de réduire rapidement la température de la pièce estampée, ce qui aide à stabiliser la forme et à éviter les déformations dues à des refroidissements inégaux. Cela prépare également la pièce pour les étapes suivantes du traitement thermique.

### III.3 Phase 50 : quel est le but du recuit d'adoucissement ?

Le recuit d'adoucissement a pour but de réduire les contraintes internes et de ramollir le matériau, ce qui facilite les opérations d'usinage ultérieures. Cela permet d'atteindre une meilleure usinabilité et de préparer le matériau pour la trempe.

### **III.4 Tracer son cycle thermique en précisant les températures, les temps et le mode de refroidissement.**

Le cycle thermique de l'acier X20Cr13 est généralement le suivant :

- **Température de trempe** : environ 1050 °C, maintenue pendant 30 minutes, refroidissement à l'eau ou à l'huile.
- **Température de revenu** : 150-200 °C, maintenue pendant 1 à 2 heures, refroidissement à l'air.

### **III.5 Phase 70 : à l'aide de l'annexe 4, tracer et justifier le cycle thermique complet.**

Le cycle thermique complet pour l'acier X20Cr13 est le suivant :

- **Trempe** : 1050 °C pendant 30 minutes, suivi d'un refroidissement rapide.
- **Revenu** : 200 °C pendant 1 heure, suivi d'un refroidissement à l'air.

Ce cycle permet d'atteindre les propriétés mécaniques requises, notamment la dureté et la résilience.

## **Partie IV : Etude du pignon en acier 10NiCr6**

### **IV.1 Expliquer les critères généraux de choix d'un acier de cémentation.**

Les critères de choix d'un acier de cémentation incluent :

- **Capacité à former une couche dure** : L'acier doit pouvoir développer une dureté superficielle élevée après cémentation.
- **Résilience** : L'acier doit avoir une bonne ténacité pour résister aux chocs.
- **Usinabilité** : L'acier doit être facilement usinable avant traitement.

### **IV.2 L'entreprise opte pour une cémentation suivie d'une trempe directe, justifier ce choix.**

Ce choix est justifié par le fait que la cémentation permet d'obtenir une surface dure tout en conservant un cœur ductile, ce qui est essentiel pour les pignons soumis à des charges élevées. La trempe directe après cémentation fixe ces propriétés.

### **IV.3 Situer le cycle thermique complet dans la gamme d'usinage, justifier votre réponse.**

Le cycle thermique doit être situé après l'usinage d'ébauche et avant l'usinage de finition. Cela permet de garantir que la pièce a les propriétés mécaniques souhaitées avant d'être soumise à des opérations de précision.

### **IV.4 Quelles sont les opérations à prévoir avant le traitement de cémentation ?**

Avant le traitement de cémentation, il est nécessaire de :

- Effectuer un usinage de finition pour obtenir les dimensions finales.
- Nettoyer la pièce pour éliminer les impuretés.

- Préparer la surface pour assurer une bonne pénétration du carbone.

#### **IV.5 Quel moyen technique permet d'obtenir l'atmosphère de cémentation ?**

Pour obtenir l'atmosphère de cémentation, on utilise généralement un four à atmosphère contrôlée, où des gaz comme le méthane ou l'ammoniac sont introduits pour créer une atmosphère riche en carbone.

#### **IV.6 Proposer la température et la durée de cémentation en justifiant votre choix.**

La température de cémentation est généralement de 900 °C pendant 2 à 4 heures. Cette température permet une diffusion adéquate du carbone dans la surface de l'acier, assurant une dureté suffisante tout en évitant une surchauffe qui pourrait altérer les propriétés mécaniques.

#### **IV.7 En tenant compte de la dureté superficielle attendue, proposer une température et une durée de revenu.**

Pour atteindre une dureté superficielle comprise entre 62 et 64 HRC, une température de revenu de 150 à 200 °C pendant 1 heure est recommandée. Cela permet d'ajuster la dureté tout en maintenant une bonne ténacité.

### **3. Synthèse finale**

Erreurs fréquentes :

- Ne pas justifier les choix de températures et de traitements.
- Oublier de mentionner les propriétés mécaniques des matériaux.
- Ne pas structurer les réponses de manière claire.

Points de vigilance :

- Lire attentivement chaque question pour bien comprendre ce qui est demandé.
- Utiliser les annexes pour appuyer les réponses.
- Être précis dans les descriptions et justifications.

Conseils pour l'épreuve :

- Préparez des fiches récapitulatives sur les traitements thermiques.
- Entraînez-vous à répondre à des questions ouvertes pour améliorer votre rédaction.
- Gérez votre temps pour répondre à toutes les questions.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

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.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

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.