



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 2017

## 1. Contexte du sujet

Ce sujet d'examen est destiné aux étudiants du BTS Traitements des Matériaux et porte sur l'étude de pièces mécaniques soumises à des traitements thermiques et de surface. Les questions abordent des thèmes tels que la désignation des matériaux, les traitements thermiques, les essais de dureté, et les traitements de surface.

## 2. Correction des questions

### 1.1 Désignation matière

**Question :** D'après sa désignation, donner, en toutes lettres, la nature et la composition chimique moyenne de la nuance d'acier utilisée.

**Raisonnement attendu :** Identifier le type d'acier et sa composition chimique.

**Réponse modèle :** La nuance d'acier 100Cr6 est un acier allié au chrome. Sa composition chimique moyenne est la suivante : 0,95-1,05% de carbone (C), 0,40-0,60% de chrome (Cr), et des traces de manganèse (Mn), de silicium (Si) et de phosphore (P).

### 1.2 Étude du recuit de globulisation

#### 1.2.1 Justifier l'utilité de ce recuit.

**Question :** Justifier l'utilité de ce recuit.

**Raisonnement attendu :** Expliquer le rôle du recuit dans la structure de l'acier.

**Réponse modèle :** Le recuit de globulisation permet de réduire les contraintes internes et d'homogénéiser la structure de l'acier, favorisant la formation de carbures globulaires qui améliorent la trempabilité.

#### 1.2.2 Tracer son cycle thermique.

**Question :** Tracer son cycle thermique en précisant les paramètres utiles : temps, température et mode de refroidissement.

**Raisonnement attendu :** Présenter un cycle thermique typique pour le recuit de globulisation.

**Réponse modèle :** Le cycle thermique est le suivant :

- Température de maintien : 800-850 °C
- Temps de maintien : 1 à 2 heures
- Refroidissement : à l'air

### 1.3 Étude du traitement thermique

#### 1.3.1 Identifier les constituants et justifier leur présence.

**Question :** À partir des deux micrographies de structures après trempe fournies en annexe 1, identifier les constituants et justifier leur présence.

**Raisonnement attendu :** Analyser les micrographies pour identifier les phases présentes.

**Réponse modèle :** Les micrographies montrent des structures martensitiques et des carbures. La martensite est présente en raison de la trempe rapide, tandis que les carbures résultent de la composition en chrome et de la température d'austénisation.

### 1.3.2 Choisir et justifier la température d'austénisation adéquate.

**Question :** Choisir et justifier la température d'austénisation adéquate.

**Raisonnement attendu :** Justifier le choix de la température en fonction de la composition chimique.

**Réponse modèle :** La température d'austénisation adéquate est de 850 °C, car elle permet d'obtenir une structure homogène et favorise la formation de martensite lors de la trempe.

### 1.3.3 Tracer sur le diagramme TRC.

**Question :** Tracer sur le diagramme TRC la loi correspondant à la vitesse critique de trempe martensitique.

**Raisonnement attendu :** Expliquer la vitesse critique et sa relation avec la dureté.

**Réponse modèle :** La vitesse critique de trempe martensitique est la vitesse minimale à laquelle un acier doit être refroidi pour obtenir une structure martensitique. Elle est généralement autour de 5-10 °C/s pour le 100Cr6. La dureté visée après trempe est de 62 ± 1 HRC.

### 1.3.4 Définir la gamme complète de traitements thermiques.

**Question :** Définir la gamme complète de traitements thermiques.

**Raisonnement attendu :** Proposer un cycle thermique complet avec justifications.

**Réponse modèle :** La gamme complète de traitements thermiques est la suivante :

- Recuit de globulisation à 800 °C pendant 2 heures, refroidissement à l'air.
- Trempe à 850 °C, refroidissement rapide dans l'eau.
- Revenu à 200 °C pendant 1 heure, refroidissement à l'air.

## 1.4 Contrôle des caractéristiques mécaniques finales

### 1.4.1 Justifier le choix de l'essai HRC.

**Question :** Justifier le choix de l'essai HRC.

**Raisonnement attendu :** Expliquer pourquoi l'essai HRC est pertinent pour cet acier.

**Réponse modèle :** L'essai HRC est choisi car il permet de mesurer la dureté des aciers durs, tels que le 100Cr6, qui doit atteindre une dureté de 62 HRC.

### 1.4.2 Décrire le principe de l'essai.

**Question :** En décrire le principe à l'aide d'un schéma.

**Raisonnement attendu :** Présenter le schéma et expliquer le fonctionnement de l'essai.

**Réponse modèle :** L'essai Rockwell C utilise un pénétrateur en diamant. La charge appliquée est de 150 kg. La mesure  $h$  (déformation) est utilisée pour calculer la dureté selon la formule  $HRC = 100 - h / 0,002$ .

## 1.5 Étude des traitements de surfaces

### 1.5.1 Justifier que l'acier est concerné par la fragilisation liée à l'hydrogène.

**Question :** Justifier que l'acier est concerné par la fragilisation liée à l'hydrogène.

**Raisonnement attendu :** Expliquer la fragilisation par l'hydrogène.

**Réponse modèle :** L'acier 100Cr6, ayant une résistance à la traction ( $R_m$ ) supérieure à 1100 MPa, est susceptible de subir une fragilisation par l'hydrogène, ce qui peut altérer ses propriétés mécaniques.

### 1.5.2 Choisir la température et le temps du traitement de défragilisation.

**Question :** Choisir la température et le temps du traitement de défragilisation.

**Raisonnement attendu :** Proposer un traitement sans altérer les propriétés mécaniques.

**Réponse modèle :** Le traitement de défragilisation choisi est de 8 heures à 200 °C, ce qui est suffisant pour réduire les risques de fragilisation tout en préservant les propriétés obtenues après trempe.

### 1.5.3 Lister l'ensemble des opérations de la gamme de traitements de surfaces.

**Question :** Lister l'ensemble des opérations de la gamme de traitements de surfaces.

**Raisonnement attendu :** Dresser une liste des opérations avec précautions.

**Réponse modèle :** Les opérations de traitement de surface sont :

- Zingage électrolytique de 25 µm.
- Passivation.
- Traitement de défragilisation (8 h à 200 °C).

Précautions : éviter l'hydrogène pendant le zingage.

### 1.5.4 Calculer le temps d'électrolyse.

**Question :** Calculer le temps d'électrolyse en minutes pour déposer les 25 µm de zinc.

**Raisonnement attendu :** Utiliser les données fournies pour le calcul.

**Réponse modèle :**

- Épaisseur de zinc = 25 µm = 0,0025 cm.
- Volume de zinc = Surface × Épaisseur =  $S \times 0,0025$  cm.
- La masse de zinc = Volume × Masse volumique =  $S \times 0,0025 \times 7,1$  g/cm<sup>3</sup>.
- Charge nécessaire = Masse / Masse molaire × Faraday =  $(S \times 0,0025 \times 7,1 / 65,4) \times 96500$  C.
- Temps d'électrolyse = Charge / Densité de courant =  $(S \times 0,0025 \times 7,1 / 65,4) \times 96500 / 2$  A/dm<sup>2</sup>.

En minutes, cela donne un temps d'électrolyse de 30 minutes pour une surface de 1 dm<sup>2</sup>.

## 2.1 Désignation matière

### 2.1.1 Préciser le caractère alphagène, gammagène et carburigène des éléments d'addition.

**Question :** Préciser le caractère alphagène, gammagène et carburigène des éléments d'addition.

**Raisonnement attendu :** Identifier les éléments et leur influence.

**Réponse modèle :**

- Ni : Caractère alphagène, améliore la ténacité.

- Cr : Caractère gammagène, augmente la dureté et la résistance à l'usure.
- C : Carburiène, favorise la formation de carbures durs.

## 2.2 Étude de la trempe superficielle par induction

### 2.2.1 Donner le but et le principe de ce traitement thermique.

**Question :** Donner le but et le principe de ce traitement thermique.

**Raisonnement attendu :** Expliquer l'objectif de la trempe superficielle.

**Réponse modèle :** La trempe superficielle par induction vise à durcir la surface de la pièce tout en conservant une ductilité au cœur. Elle est réalisée par induction électromagnétique qui chauffe rapidement la surface, suivie d'un refroidissement rapide.

## 2.3 Étude du traitement de surface

### 2.3.1 Décoder la désignation de ces traitements.

**Question :** Décoder la désignation de ces traitements.

**Raisonnement attendu :** Expliquer chaque élément de la désignation.

**Réponse modèle :** La désignation Cr (XII) + Zn20 (I) / Fe indique un traitement de chrome (XII) suivi d'un zingage (Zn20) sur une base de fer (Fe).

### 2.3.2 Indiquer le but de ces traitements.

**Question :** Indiquer le but de ces traitements.

**Raisonnement attendu :** Expliquer l'intérêt de ces traitements.

**Réponse modèle :** Ces traitements visent à améliorer la résistance à la corrosion et à l'usure des pièces, tout en augmentant leur durée de vie.

## 3. Synthèse finale

Dans ce corrigé, nous avons abordé les différentes questions du sujet avec des réponses structurées et justifiées. Les erreurs fréquentes incluent le manque de précision dans les justifications et l'oubli de certaines données lors des calculs. Il est essentiel de bien lire chaque question et de s'assurer que toutes les parties sont traitées. Pour l'épreuve, il est conseillé de :

- Bien comprendre les concepts théoriques avant l'examen.
- Prendre le temps de lire attentivement chaque question.
- Utiliser des schémas pour illustrer vos réponses lorsque cela est pertinent.
- Pratiquer des exercices types pour se familiariser avec le format des 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.