



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 2019

---

## 1. Contexte du sujet

Ce corrigé concerne l'épreuve de Sciences et Techniques Industrielles du BTS Traitements des Matériaux, session 2019. Le sujet aborde des thèmes liés à la trempe en bain de sels, le décapage acide, et les conséquences dimensionnelles du chauffage du fer.

## 2. Correction des questions

### Exercice 1 - Trempe en bain de sels (6,5 points)

#### 1.1.a. Calcul des masses respectives de nitrate de potassium et de nitrite de sodium

On a un mélange de 900 kg avec :

- $w_{\text{eut}}(\text{KNO}_3) = 56,0 \%$
- $w_{\text{eut}}(\text{NaNO}_2) = 44,0 \%$

Calcul des masses :

$$m(\text{KNO}_3) = 900 \text{ kg} \times 56,0\% = 504 \text{ kg}$$

$$m(\text{NaNO}_2) = 900 \text{ kg} \times 44,0\% = 396 \text{ kg}$$

**Réponse :** 504 kg de  $\text{KNO}_3$  et 396 kg de  $\text{NaNO}_2$ .

#### 1.1.b. État physique du mélange de sel à 180 °C

À 180 °C, le mélange est à l'état liquide car la température de fusion de l'eutectique est de 141 °C, ce qui est inférieur à 180 °C.

**Réponse :** Le mélange est à l'état liquide.

#### 1.1.c. Volume occupé par le mélange de sels à 180 °C

La masse volumique est donnée :  $\rho = 1,95 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ .

$$\text{Volume } V = m / \rho = 900 \text{ kg} / (1,95 \times 10^3 \text{ kg/m}^3) = 0,4615 \text{ m}^3.$$

**Réponse :** Le volume occupé est de 0,4615 m<sup>3</sup> ou 461,5 L.

#### 1.1.d. Suffisance du four de 500 L

Le volume total des pièces et de leur support est de 14 dm<sup>3</sup> (ou 14 L), qui est inférieur à 500 L.

**Réponse :** Oui, le four de 500 L est suffisant.

### 1.2.a. Justification de la transformation adiabatique

Une transformation est adiabatique lorsque l'échange de chaleur avec l'environnement est négligeable. Dans ce cas, la chaleur perdue par les pièces est égale à la chaleur gagnée par le bain de sels.

**Réponse :** La transformation est adiabatique car l'échange de chaleur avec l'environnement est négligeable.

### 1.2.b. Température finale du bain

Utilisation de la relation de conservation de l'énergie :  $Q_{\text{pertes}} = Q_{\text{gains}}$ .

$$Q_{\text{pertes}} = m \cdot c_{\text{moy}} \cdot (T_{\text{initial}} - T_{\text{final}}) = 80 \text{ kg} \cdot 0,55 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K} \cdot (840 - T_{\text{final}}).$$

$$Q_{\text{gains}} = m_{\text{bain}} \cdot c_{\text{liq}} \cdot (T_{\text{final}} - T_{\text{bain}}) = 900 \text{ kg} \cdot 1,84 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K} \cdot (T_{\text{final}} - 180).$$

En égalisant les deux, on peut résoudre pour  $T_{\text{final}}$ .

**Réponse :**  $T_{\text{final}} \approx 182 \text{ }^{\circ}\text{C}$  (calcul détaillé à faire par l'étudiant).

### 1.2.c. Modes de transfert thermique

Les trois modes de transfert thermique sont :

- Conduction
- Convection
- Rayonnement

**Réponse :** Conduction, convection, rayonnement.

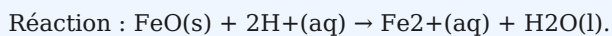
### 1.2.d. Mode de transfert thermique par soufflerie

Le refroidissement par soufflerie implique un transfert de chaleur par convection.

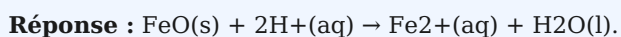
**Réponse :** Convection.

## Exercice 2 - Suivi d'un bain de décapage acide (7,5 points)

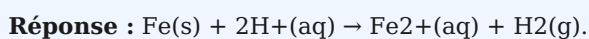
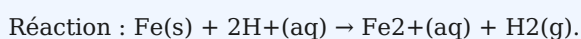
### 2.1.a. Équation de la réaction de la wüstite



C'est une réaction d'oxydo-réduction car les ions ferreux sont formés à partir de FeO.



### 2.1.b. Équation de réaction du fer avec les ions $\text{H}^+$



### 2.2.a. Importance du refroidissement du bain

Le refroidissement est important pour éviter des réactions exothermiques qui pourraient fausser les résultats du titrage.

**Réponse :** Le refroidissement prévient des réactions exothermiques.

### 2.2.b. Demi-équations et équation de titrage

Demi-équations :

- $\text{MnO}_4^- (\text{aq}) + 8\text{H}^+ (\text{aq}) \rightarrow \text{Mn}^{2+} (\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}$
- $5\text{Fe}^{2+} (\text{aq}) \rightarrow 5\text{Fe}^{3+} (\text{aq})$

Réaction totale :  $\text{MnO}_4^- (\text{aq}) + 5\text{Fe}^{2+} (\text{aq}) + 8\text{H}^+ (\text{aq}) \rightarrow \text{Mn}^{2+} (\text{aq}) + 5\text{Fe}^{3+} (\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}$ .

**Réponse :**  $\text{MnO}_4^- (\text{aq}) + 5\text{Fe}^{2+} (\text{aq}) + 8\text{H}^+ (\text{aq}) = \text{Mn}^{2+} (\text{aq}) + 5\text{Fe}^{3+} (\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}$ .

### 2.2.c. Nécessité d'ajouter de l'acide sulfurique

L'ajout d'acide sulfurique est nécessaire pour fournir les ions  $\text{H}^+$  requis pour la réaction de titrage.

**Réponse :** Fournir des ions  $\text{H}^+$  pour la réaction.

### 2.2.d. Caractère total de la réaction

La réaction est totale car tous les réactifs sont consommés et convertis en produits.

**Réponse :** Tous les réactifs sont consommés.

### 2.2.e. Couleur rose persistante

La couleur rose persiste à l'équivalence car il reste des ions permanganate en solution, indiquant que tout le fer II a été oxydé.

**Réponse :** Indique que tout le fer II a été oxydé.

### 2.2.f. Expression de la concentration molaire en ions ferreux

Concentration molaire  $[\text{Fe}^{2+}] = (\text{VeKMnO}_4 * [\text{MnO}_4^-]) / V_0$ .

Relation massique : Concentration massique en ions ferreux =  $5,6 \times \text{VKMnO}_4$ .

**Réponse :**  $[\text{Fe}^{2+}] = (\text{VeKMnO}_4 * [\text{MnO}_4^-]) / V_0$ .

### 2.2.g. Conformité du bain

Volume équivalent de 8,2 mL correspond à une concentration de  $5,6 \times 8,2 = 45,92 \text{ g/L}$ , qui est conforme.

**Réponse :** Oui, le bain est conforme.

### Exercice 3 - Conséquences dimensionnelles du chauffage du fer (6 points)

#### 3.1. Variation du volume lors du chauffage

Le volume d'un échantillon de métal augmente avec la température sans changement de forme allotropique. Cela correspond à la partie croissante du dilatogramme.

**Réponse :** Le volume augmente, partie croissante du dilatogramme.

#### 3.2.a. Dessin de la maille CC

Un schéma de la maille CC doit être fourni par l'étudiant. La maille cubique centrée contient un atome au centre et un à chaque coin.

**Réponse :** Dessin de la maille CC à réaliser.

#### 3.2.b. Nombre d'atomes dans une maille CC

Une maille CC a 1 atome au centre et 8 atomes aux coins, chaque coin contribuant à 1/8. Donc, nombre total =  $1 + (8 * 1/8) = 2$  atomes.

**Réponse :** 2 atomes dans une maille CC.

#### 3.2.c. Calcul de l'arête de la maille CC

Pour le fer  $\alpha$ , on a  $a = 4R/\sqrt{3}$ . En utilisant  $R = 124$  pm, on trouve  $a \approx 0,286$  nm.

**Réponse :**  $a \approx 0,286$  nm.

#### 3.2.d. Calcul de la compacité du réseau CC

Compacité  $C = V_{\text{atomes}} / V_{\text{maille}}$ .  $V_{\text{atomes}} = 2 * (4/3 * \pi * (R^3))$ ,  $V_{\text{maille}} = a^3$ . Calculs à réaliser pour obtenir la compacité.

**Réponse :** Calcul de la compacité à réaliser.

#### 3.2.e. Effet dimensionnel de la transformation CC à CFC

La compacité augmente de 68 % à 74 %. Cela se traduit par une légère expansion du volume lors de la transformation.

**Réponse :** Expansion du volume lors de la transformation.

## 3. Synthèse finale

Erreurs fréquentes :

- Oublier de justifier les réponses.
- Ne pas respecter les unités dans les calculs.
- Ne pas vérifier les hypothèses dans les exercices.

Points de vigilance :

- Lire attentivement chaque question.
- Vérifier les conversions d'unités.
- Prendre le temps de vérifier les calculs.

Conseils pour l'épreuve :

- Bien structurer les réponses pour chaque question.
- Utiliser des schémas lorsque cela est pertinent.
- Gérer son temps pour ne pas se précipiter sur les dernières questions.

© FormaV EI. Tous droits réservés.

Propriété exclusive de FormaV. Toute reproduction ou diffusion interdite sans autorisation.

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.