



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 - E3.1 - Pilotage d'opérations de production, de traitement et de transfert des eaux - BTS ME (Léa Mercier) - Session 2014

## 1. Contexte du sujet

Ce corrigé porte sur le sujet d'examen de Sciences Physiques du BTS Métiers de l'Eau, session 2014. L'épreuve se concentre sur les origines du plomb dans les eaux, l'oxydation des canalisations, ainsi que sur la compréhension des substances organiques et de l'alimentation électrique des stations de traitement.

## 2. Correction des questions

### EXERCICE 1 : Sulfure de plomb et carbonate de plomb dans l'eau potable

#### 1 - Sulfure de plomb

##### 1 - 1 - Configuration électronique du soufre S à l'état fondamental

La configuration électronique du soufre ( $Z = 16$ ) est :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ .

##### 1 - 2 - Configuration électronique de l'ion sulfure $S^{2-}$

Pour l'ion sulfure  $S^{2-}$ , on ajoute 2 électrons à la configuration du soufre. La configuration devient :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ , soit la configuration de l'argon.

##### 1 - 3 - Réaction de dissolution du sulfure de plomb et produit de solubilité $K_s$

La réaction de dissolution est :  $PbS(s) \rightleftharpoons Pb^{2+}(aq) + S^{2-}(aq)$ . Le produit de solubilité est exprimé par :  $K_s = [Pb^{2+}][S^{2-}]$ .

##### 1 - 4 - Solubilité du sulfure de plomb $PbS$

En utilisant le produit de solubilité  $pK_s(PbS) = 26,6$ , on peut exprimer la solubilité  $S$  en  $mol.L^{-1}$  :

$$K_s = 10^{-pK_s} = 10^{-26,6}$$

La solubilité  $S$  est donc :  $S = (K_s)^{1/2}$ .

La teneur en plomb  $tPb$  en  $\mu g.L^{-1}$  est donnée par :  $tPb = S * MPb * 10^6$ .

##### 1 - 5 - Comparaison avec la teneur limite

La teneur limite de plomb est de  $10 \mu g.L^{-1}$ . Si  $tPb > 10 \mu g.L^{-1}$ , cela signifie que la solubilité du sulfure de plomb dépasse la limite autorisée.

#### 2 - Carbonate de plomb

##### 2 - 1 - Diagramme de prédominance

À  $pH = 11,5$ , l'espèce prédominante est  $CO_3^{2-}$ . À  $pH = 7,5$ , l'espèce prédominante est  $HCO_3^-$ .

##### 2 - 2 - Réaction de dissolution du carbonate de plomb $PbCO_3$ à $pH = 11,5$

La réaction est :  $\text{PbCO}_3(\text{s}) + 2\text{OH}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Pb}(\text{OH})_2(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ .

**2 - 3 - Réaction de dissolution du carbonate de plomb  $\text{PbCO}_3$  à  $\text{pH} = 7,5$**

La réaction est :  $\text{PbCO}_3(\text{s}) + \text{H}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + \text{HCO}_3^-(\text{aq})$ .

## EXERCICE 2 : Oxydation des canalisations en plomb

### 1 - Demi-équation redox pour le couple $\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) / \text{Pb}(\text{s})$

La demi-équation est :  $\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pb}(\text{s})$ .

### 2 - Relation de Nernst et calcul du potentiel

La relation de Nernst est :  $E = E^\circ - (RT/nF) \ln([\text{Pb}^{2+}])$ .

Pour  $C_1 = 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ , on calcule le potentiel.

### 3 - Équation de précipitation de $\text{Pb}(\text{OH})_2$

La réaction est :  $\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Pb}(\text{OH})_2(\text{s})$ .

### 4 - Expression et valeur de la constante d'équilibre

L'expression de la constante d'équilibre est :  $K = [\text{Pb}^{2+}][\text{OH}^-]^2$ .

### 5 - Calcul du pH de début de précipitation

En utilisant  $\text{pKs}(\text{Pb}(\text{OH})_2) = 14,4$ , on peut calculer le pH.

### 6 - Vérification avec le diagramme

Il faut comparer la valeur lue sur le diagramme avec celle calculée.

### 7 - Calcul des potentiels pour $\text{O}_2(\text{g})/\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Pour  $\text{pH} = 0$  et  $\text{pH} = 7$ , utiliser la relation fournie.

### 8 - Calcul des potentiels pour $\text{H}^+(\text{aq})/\text{H}_2(\text{g})$

Pour  $\text{pH} = 0$  et  $\text{pH} = 7$ , utiliser la relation fournie.

### 9 - Stabilité du plomb $\text{Pb}(\text{s})$ à $\text{pH} = 7$

La stabilité dépend des potentiels calculés. Si  $E < 0$ ,  $\text{Pb}(\text{s})$  est stable.

### 10 - Espèce dissoute expliquant la corrosion

Les ions  $\text{O}_2(\text{g})$  en faible quantité peuvent expliquer la corrosion.

## EXERCICE 3 : Le plomb chez les Romains

### 1 - Phénomène de passivation

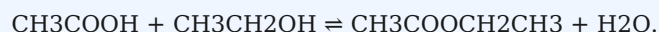
Les phrases évoquant la passivation sont celles décrivant la formation d'une couche protectrice de carbonate de plomb.

## 2 - Oxydation de l'éthanol

### 2 - 1 - Équation de transformation de l'éthanol



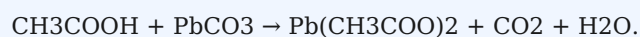
### 2 - 2 - Réaction d'estérification



### 2 - 3 - Nom de l'ester

Acétate d'éthyle.

## 3 - Réaction de l'acide éthanoïque sur le carbonate de plomb



## 4 - Objectif des Romains avec le vin

Le but était de dissoudre la couche protectrice pour faciliter l'écoulement de l'eau.

## 5 - Maladie liée à intoxication au plomb

Le saturnisme.

## PARTIE 2 : UNE SUBSTANCE ORGANIQUE - LE MECOPROP

### 1 - Formule topologique du pentachlorobenzène

La formule est  $\text{C}_6\text{Cl}_5\text{H}$ .

### 2 - Caractère acide du mécoprop

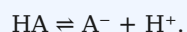
#### 2 - 1 - Molécule du mécoprop

Entourez le groupe carboxyle.

#### 2 - 2 - Fonction organique associée

Acide carboxylique.

#### 2 - 3 - Équation d'équilibre acido-basique



#### 2 - 4 - Constante d'acidité

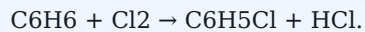
$$K = \frac{[\text{A}^-][\text{H}^+]}{[\text{HA}]}. \text{ Valeur : } K = 10^{(-3,11)}.$$

### 3 - Chloration du benzène

#### 3 - 1 - Catalyseur

Cl<sub>2</sub> avec FeCl<sub>3</sub>.

### 3 - 2 - Réaction de monochloration



### 3 - 3 - Produits obtenus

Chlorobenzène.

### 3 - 4 - Type de réaction

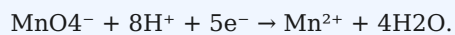
Substitution électrophile.

## 4 - Oxydation d'une fonction alcool

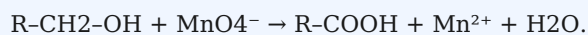
### 4 - 1 - Demi-équation d'oxydation



### 4 - 2 - Demi-équation pour ion permanganate



### 4 - 3 - Réaction d'oxydation



## PARTIE 3 : ALIMENTATION ÉLECTRIQUE DE LA STATION DE TERNAY

### 1 - Période T du signal sinusoïdal

La période est donnée par l'inverse de la fréquence :  $T = 1/50 \text{ Hz} = 0,02 \text{ s}$ .

### 1 - 2 - Déphasage temporel $\Delta t$

À partir de l'annexe, on évalue  $\Delta t$ .

### 1 - 3 - Angle $\varphi$ associé au déphasage

Si  $\Delta t$  est proche de  $T/4$ , alors  $\varphi$  est proche de  $45^\circ$ .

### 1 - 4 - Calcul du facteur de puissance $\cos\varphi$

$$\cos\varphi = P / (\sqrt{P^2 + Q^2}).$$

## 2 - Comparaison des puissances

### 2 - 1 - Valeurs efficaces de la tension et du courant

Calculer U et I à partir des valeurs données.

### 2 - 2 - Puissance active consommée

Vérifier que  $P = 350 \text{ kW}$ .

### 2 - 3 - Évaluation de la puissance réactive Q

$$Q = 0,4 * P.$$

#### 2 - 4 - Vérification de $\tan \varphi = P/Q$

Vérifier l'égalité.

#### 3 - Économie du groupe de pompage

Si le groupe n'est pas économe, un condensateur peut être utilisé pour réduire  $\tan \varphi$ .

### 3. Synthèse finale

Les erreurs fréquentes incluent des confusions dans les réactions chimiques et des erreurs de calcul de potentiels. Il est crucial de bien maîtriser les équations de solubilité et les relations de Nernst. Pour l'épreuve, il est conseillé de :

- Lire attentivement chaque question.
- Vérifier les unités lors des calculs.
- Utiliser des schémas pour visualiser les réactions.
- Prendre le temps de vérifier les réponses avant de rendre la copie.

© 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.