



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

Corrigé du sujet d'examen - E5.1 - Analyse physico-chimique d'un procédé et de son environnement - BTS CIRA (Contrôle Industriel et Régulation Automatique) - Session 2019

1. Contexte du sujet

Ce sujet d'examen concerne l'analyse physico-chimique d'un procédé industriel, en l'occurrence une station de lavage de filtres pour la production de carbonate de sodium. Les étudiants doivent démontrer leur compréhension des principes thermiques, hydrauliques et chimiques à travers plusieurs questions pratiques.

2. Correction question par question

Q1 - Calcul de la puissance thermique cédée par l'eau de lavage

Cette question demande de calculer la puissance thermique échangée par l'eau de lavage dans l'échangeur.

Raisonnement attendu :

- Utiliser la formule : $P = QV \times \rho \times c \times |\Delta\theta|$
- Déterminer les valeurs nécessaires :
 - $QV = 1000 \text{ L/min} = 1000/60 \text{ m}^3/\text{s} = 16.67 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$
 - $\rho = 1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
 - $c = 4200 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$
 - $\Delta\theta = 60^\circ\text{C} - 55^\circ\text{C} = 5^\circ\text{C}$

Calcul :

$$P = 16.67 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \times 1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 4200 \text{ J/kg}\cdot\text{K} \times 5 \text{ K}$$

$$P = 16.67 \times 10^{-3} \times 1.0 \times 10^3 \times 4200 \times 5 = 350 \text{ kW}$$

Q2 - Déterminer le nombre de plaques nécessaires dans l'échangeur

Cette question requiert l'utilisation des formules de l'échangeur thermique.

Raisonnement attendu :

- Utiliser la formule : $P = K \times S \times \Delta T_{ml}$
- Calculer ΔT_{ml} en utilisant les températures d'entrée et de sortie.
- Déterminer la surface S à partir des dimensions des plaques.

Calcul :

$$\Delta T_{ml} = \ln((60-55)/(60-20)) = \ln(5/40) \approx -2.5$$

$$P = 1400 \text{ W/m}^2\cdot\text{K} \times S \times (-2.5)$$

Pour $P = 350 \text{ kW}$, on résout pour S .

Q3 - Déterminer les pertes de charge totales entre la cuve 1 et la cuve 2

On additionne les pertes de charge régulières et singulières.

Raisonnement attendu :

- Somme des pertes de charge = pertes régulières + pertes singulières.

Calcul :

Pertes totales = 2 mCE + 11 mCE = 13 mCE.

Q4 - Déterminer le débit volumique QV de la pompe centrifuge

Raisonnement attendu :

- Utiliser les caractéristiques de la pompe pour déterminer QV.

Calcul :

$QV = HMT / (\rho \times g) = 13 \text{ mCE} / (1000 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ m/s}^2) = 0.0013 \text{ m}^3/\text{s}$.

Q5 - Déterminer la vitesse moyenne v de l'eau s'écoulant dans les canalisations

Raisonnement attendu :

- Utiliser la formule : $v = QV / S$

Calcul :

$v = 0.0013 \text{ m}^3/\text{s} / (10 \times 10^{-3} \text{ m}^2) = 0.13 \text{ m/s}$.

Q6 - Déterminer la puissance hydraulique Phydr de la pompe

Raisonnement attendu :

- Utiliser la formule : $\text{Phydr} = QV \times \Delta P_{\text{Pompe}}$

Calcul :

$\text{Phydr} = 0.0013 \text{ m}^3/\text{s} \times 20000 \text{ Pa} = 26 \text{ W}$.

Q7 - Déterminer le nombre de paires de pôles p du moteur

Raisonnement attendu :

- Utiliser les caractéristiques du moteur et la formule : $n = 120 \times f / p$

Calcul :

$p = 120 \times 50 / 1440 = 4.17$, donc $p = 4$.

Q8 - Déterminer l'équation de la caractéristique de Ve en fonction du pH

Raisonnement attendu :

- Utiliser les données du document C1 pour établir l'équation.

Réponse :

$V_e = a \times \text{pH} + b$, avec a et b déterminés par les points de la courbe.

Q9 - Déterminer la valeur de R3 pour avoir Vs = 2,0 V lorsque le pH = 7,0

Raisonnement attendu :

- Utiliser les relations entre R1, R2 et R3.

Calcul :

$V_s = (R_2 / (R_1 + R_2 + R_3)) \times V$, où V est la tension d'alimentation.

Q10 - Déterminer les valeurs des constantes a et b

Raisonnement attendu :

- Utiliser les données des documents C1 et C2 pour établir les constantes.

Réponse :

a et b sont obtenus par les points de la courbe.

Q11 - Déterminer le quantum q du convertisseur

Raisonnement attendu :

- Utiliser la formule : $q = (V_{\max} - V_{\min}) / (2^n - 1)$

Calcul :

$q = (2.6 - (-2.5)) / (2^8 - 1) = 5.1 / 255 = 0.020 \text{ V}$.

Q12 - Déterminer le nombre binaire N en sortie du convertisseur lorsque $V_s = 1,20 \text{ V}$

Raisonnement attendu :

- Utiliser la formule : $N = V_s / q$

Calcul :

$N = 1.20 / 0.020 = 60$.

Q13 - Calculer la concentration massique C_m et la concentration molaire C de FeCl_3

Raisonnement attendu :

- Utiliser les données de masse volumique et de pourcentage en masse.

Calcul :

$C_m = 0.40 \times 1400 \text{ kg/m}^3 = 560 \text{ kg/m}^3$.

$C = C_m / M_{\text{FeCl}_3} = 560 / (56 + 3 \times 35.5) = 560 / 162.5 = 3.44 \text{ mol/m}^3$.

Q14 - Préciser s'il y aura précipitation du FeCl_3

Raisonnement attendu :

- Comparer la concentration avec la solubilité donnée.

Réponse :

La concentration est inférieure à la solubilité, donc pas de précipitation.

Q15 - Indiquer l'espèce chimique carbonée prédominante si le pH est de 7,3

Raisonnement attendu :

- Utiliser les valeurs de pK_A pour déterminer l'espèce prédominante.

Réponse :

À pH 7,3, l'espèce prédominante est HCO₃⁻.

Q16 - Déterminer le TAC de l'eau de lavage

Raisonnement attendu :

- Analyser la courbe de titrage pour déterminer le TAC.

Calcul :

TAC = [HCO₃⁻] en °f, à partir de la courbe.

3. Synthèse finale

Erreurs fréquentes :

- Ne pas utiliser les unités correctes lors des calculs.
- Oublier de justifier les hypothèses dans les réponses.
- Ne pas vérifier les valeurs limites dans les calculs.

Points de vigilance :

- Prendre le temps de bien lire chaque question et les documents associés.
- Vérifier les calculs pour éviter les erreurs d'inattention.

Conseils pour l'épreuve :

- Structurer les réponses de manière claire et logique.
- Faire des schémas si nécessaire pour illustrer les réponses.
- Gérer son temps efficacement pour répondre à toutes les 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.