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 :
formav.co/explorer

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

# CONCEPTION ET RÉALISATION EN CHAUDRONNERIE INDUSTRIELLE

## SOUS-ÉPREUVE E3.2 : PHYSIQUE-CHIMIE, UNITÉ U3.2

SESSION 2026

Durée : 2 heures

| SPÉCIALITÉ / UNITÉ | COEFF |
|---|---|
| CONCEPTION ET RÉALISATION EN CHAUDRONNERIE INDUSTRIELLE | 2 |

Moyens de calculs et matériel autorisés :

**L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire, « type collège », est autorisé.**

**Aucun document ou matériel autorisé en dehors de ceux fournis avec le sujet.**

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Ce sujet comporte 6 pages numérotées de 1/6 à 6/6.

Les documents réponses en fin de sujet sont à rendre avec la copie.

# DOSSIER SUJET

## MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CONSIGNES GÉNÉRALES : ATELIERS DE CHAUDRONNERIE MÉTALOUEST, CHOLET (MAINE-ET-LOIRE)

Les ateliers MétalOuest réalisent des cuves et des ensembles chaudronnés en acier. Dans le cadre du suivi d'une fabrication, vous devez exploiter des données de chauffage, contrôler un équipement électrique, interpréter l'évolution d'un bain de traitement et préparer une opération de neutralisation.

Cette évaluation est organisée en contrôle en cours de formation pour l'unité U3.2. Les quatre exercices sont indépendants. Les résultats numériques seront accompagnés de leur unité et arrondis à trois chiffres significatifs lorsque cela est pertinent. Toute démarche de calcul doit être clairement présentée.

## Exercice 1 : Chauffage d'une pièce en acier (5 points)

***Énergie thermique et durée de chauffage***

Une pièce en acier de masse $m_s = 180\ \text{kg}$ doit être portée de $20\ ^\circ\text{C}$ à $180\ ^\circ\text{C}$ dans une enceinte chauffée par une résistance électrique de puissance nominale $P = 12,0\ \text{kW}$. Le rendement global du chauffage est $\eta = 0,80$. La capacité thermique massique de l'acier vaut $c_s = 500\ \text{J}\,\text{kg}^{-1}\,\text{K}^{-1}$. On néglige les changements d'état et les pertes autres que celles prises en compte par le rendement. On utilisera $Q = m_s c_s \Delta T$ et $P_u = \eta P$.

**1.1** (1 point) Calculer l'élévation de température $\Delta T$ de la pièce, en kelvins.

**1.2** (2 points) Calculer l'énergie thermique $Q$ nécessaire pour chauffer la pièce. Donner le résultat en joules puis en mégajoules.

**1.3** (2 points) Calculer la puissance utile de l'installation puis estimer la durée minimale de chauffage, en minutes, à partir de $t = Q / P_u$.

## Exercice 2 : Alimentation d'un équipement d'atelier (5 points)

***Puissance électrique, rendement et coût énergétique***

Un extracteur de fumées de soudage est alimenté sous une tension efficace $U = 230\ \text{V}$. L'intensité efficace mesurée est $I = 4,20\ \text{A}$ et le facteur de puissance est $\cos\varphi = 0,82$. Le rendement du moteur est $\eta = 0,70$. L'extracteur fonctionne $6,0\ \text{h}$ par jour. Le prix de l'énergie électrique est $0,22\ €\,\text{kWh}^{-1}$. On utilisera $P_{\text{élec}} = U I \cos\varphi$, $P_u = \eta P_{\text{élec}}$ et $E = P_{\text{élec}} \Delta t$.

**2.1** (1,5 point) Calculer la puissance électrique active absorbée par l'extracteur, en watts.

**2.2** (1,5 point) Calculer la puissance mécanique utile fournie par le moteur, en watts.

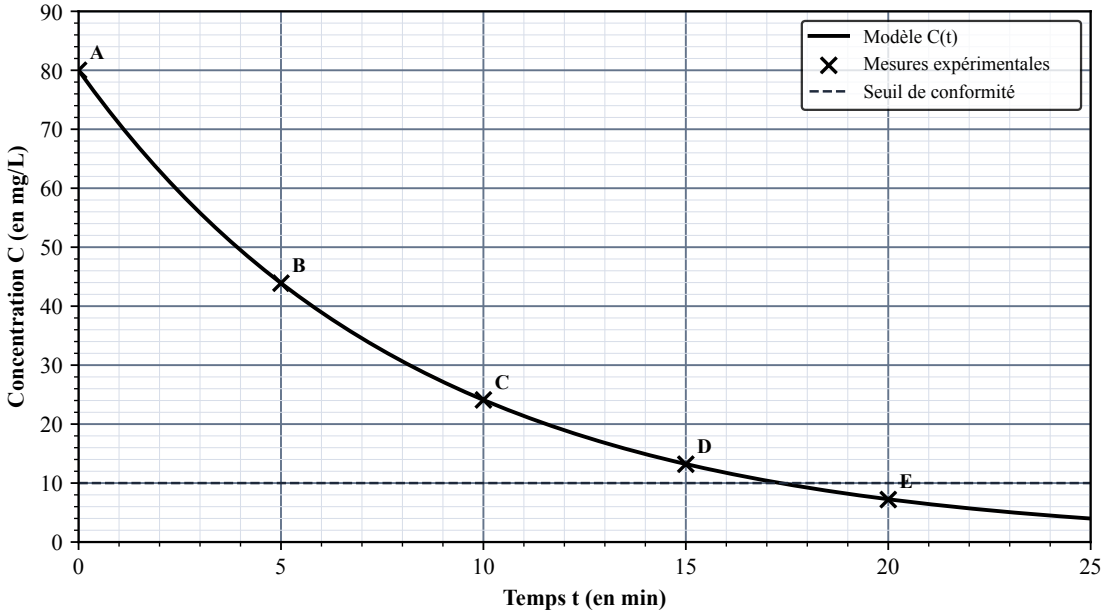
**2.3** (2 points) Calculer l'énergie électrique consommée en une journée de fonctionnement, en kilowattheures, puis le coût correspondant en euros.

## Exercice 3 : Suivi de la concentration d'un bain de traitement (5 points)

***Cinétique d'évolution et exploitation graphique***

Après une opération de traitement, la concentration d'un composé résiduel dans un bain diminue au cours du temps. Le modèle retenu est $C(t) = C_0 \exp(-kt)$, où $C_0 = 80,0\ \text{mg L}^{-1}$, $t$ est exprimé en minutes et $k = 0,120\ \text{min}^{-1}$. La dérivée du modèle est $C'(t) = -kC_0 \exp(-kt)$. Les mesures expérimentales sont reportées dans le graphique ci-dessous. Le bain est considéré conforme lorsque la concentration est inférieure ou égale à $10,0\ \text{mg L}^{-1}$.

**Évolution de la concentration du composé résiduel**




*Modèle exponentiel et mesures expérimentales relevées dans le bain.*

**Sens de variation du modèle sur l'intervalle étudié**

| *t (min)* | **0** | **25** |
|---|---|---|
| Signe de C'(t) | **-** | |
| Variations de C | **80,0** ↘ | **4,0** |

**3.1** (1 point) À partir de l'expression de $C'(t)$, justifier que la concentration diminue sur l'intervalle étudié.

**3.2** (1,5 point) Déterminer graphiquement à partir de quel instant la concentration devient inférieure ou égale au seuil de conformité. Indiquer la lecture effectuée.

**3.3** (1,5 point) Résoudre l'équation $80\exp(-0,120t) = 10,0$ et calculer l'instant correspondant. On pourra utiliser $\ln(8) \approx 2,079$.

**3.4** (1 point) Comparer le résultat obtenu par le calcul à la lecture graphique et conclure sur le temps minimal de traitement à retenir.

## Exercice 4 : Neutralisation d'une solution acide (5 points)

***Réaction chimique, quantité de matière et pH***

Pour neutraliser un prélèvement de solution chlorhydrique, on utilise une solution d'hydroxyde de sodium. Le prélèvement contient $V_a = 50,0\ \text{mL}$ de solution acide de concentration $C_a = 0,0100\ \text{mol}\,\text{L}^{-1}$. La solution titrante a pour concentration $C_b = 0,0200\ \text{mol}\,\text{L}^{-1}$. À la température de l'essai, on assimile l'acide chlorhydrique et l'hydroxyde de sodium à des électrolytes totalement dissociés. La réaction de neutralisation s'écrit $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{HO}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. On utilisera $n = CV$, avec le volume en litres, et $\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}_3\text{O}^+]$.

**Données du prélèvement et du titrage**

| Grandeur | Solution acide | Solution titrante |
|---|---|---|
| Volume | 50,0 mL | À déterminer |
| Concentration | 0,0100 mol/L | 0,0200 mol/L |
| Quantité initiale de matière | À calculer | À déterminer |

*Les volumes indiqués sont mesurés avant le mélange, sauf indication contraire.*

**4.1** (1 point) Écrire l'équation de la réaction de neutralisation entre les ions oxonium et hydroxyde. Vérifier que l'équation est équilibrée.

**4.2** (1 point) Calculer la quantité de matière d'ions oxonium présente initialement dans le prélèvement acide.

**4.3** (1,5 point) Calculer le volume de solution d'hydroxyde de sodium nécessaire pour atteindre l'équivalence. Présenter le résultat en millilitres.

**4.4** (1,5 point) Calculer le pH initial du prélèvement acide. On rappelle que $[\text{H}_3\text{O}^+] = C_a$ avant ajout de la solution titrante.

# DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

## **DT 1** : DONNÉES PHYSIQUES ET CHIMIQUES UTILES

Constantes et relations utilisables pour les exercices : capacité thermique massique de l'acier $c_s = 500\ \mathrm{J\,kg^{-1}\,K^{-1}}$ ; $1\ \mathrm{kW} = 1000\ \mathrm{W}$ ; $1\ \mathrm{kWh} = 3,60 \times 10^6\ \mathrm{J}$ ; $1\ \mathrm{min} = 60\ \mathrm{s}$ ; $1\ \mathrm{L} = 1000\ \mathrm{mL}$. Pour une réaction acide-base, l'équivalence est atteinte lorsque les quantités de matière des réactifs sont dans les proportions stœchiométriques de l'équation chimique.

**Relations et unités de référence**

| Grandeur ou relation | Expression | Unité SI |
|---|---|---|
| Énergie thermique | $Q = mc\Delta T$ | J |
| Puissance électrique active | $P = UI\cos\varphi$ | W |
| Énergie électrique | $E = P\Delta t$ | J ou kWh |
| Quantité de matière | $n = CV$ | mol |

*Données fournies pour les calculs de l'évaluation.*

**NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE**

**DR 1** : Tableau de suivi du bain de traitement, question 3.2 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

À rendre avec la copie. Reporter les valeurs lues sur le graphique et indiquer l'instant auquel le seuil de conformité est atteint.

**Exploitation du graphique de concentration**

| Seuil de concentration (mg/L) | Instant lu sur le graphique (min) | Concentration à cet instant (mg/L) | Conforme : oui ou non |
|---|---|---|---|
| 10,0 | ..... | ..... | ..... |

*Compléter les cases marquées par des points de suspension.*

**Cadre réservé aux justifications, calculs complémentaires ou schémas du candidat :**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

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.