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 consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du BTS EBCR, veuillez visiter :
btsebcr.fr/annales-sujets-et-corriges

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

ENVELOPPE DES BÂTIMENTS : CONCEPTION ET RÉALISATION

ÉPREUVE E3 : MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUE-CHIMIE, UNITÉ U32 : PHYSIQUE ET CHIMIE

SESSION 2026

Durée : 1 h 30

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
ENVELOPPE DES BÂTIMENTS : CONCEPTION ET RÉALISATION	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 8 pages numérotées de 1/8 à 8/8.

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

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CONSIGNES GÉNÉRALES : ENVELOPPE ATLANTIQUE, CHANTIER DE RÉNOVATION D'UN BÂTIMENT TERTIAIRE À LA ROCHELLE

Dans le cadre de travaux de rénovation d'un bâtiment tertiaire, l'équipe technique vérifie plusieurs phénomènes utiles à la conception et à la réalisation de l'enveloppe : les transferts thermiques à travers une paroi, le séchage d'un produit de calfeutrement, la neutralisation d'une eau de rinçage acide et la sollicitation d'un panneau de façade soumis au vent.

Cette situation d'évaluation de l'unité U32 relève du contrôle en cours de formation. La durée de la situation présentée est fixée à 1 h 30. Les exercices sont indépendants. Les résultats numériques seront accompagnés de leurs unités et les étapes essentielles des calculs seront indiquées. Le barème total est de 20 points.

Exercice 1 : Étude thermique d'une paroi (6 points)

Résistance thermique et puissance de transmission

Une paroi opaque de surface totale constante sépare un local chauffé de l'extérieur. Le modèle retenu est un transfert thermique unidimensionnel en régime stationnaire. Les résistances superficielles sont prises en compte. Les effets de ponts thermiques et les transferts par renouvellement d'air sont négligés.

Pour une couche homogène, la résistance thermique surfacique est donnée par $R = \frac{e}{\lambda}$, avec e en mètres, λ en $\mathrm{W\,m^{-1}\,K^{-1}}$ et R en $\mathrm{m^2\,K\,W^{-1}}$. La résistance totale est la somme des résistances en série. La transmission thermique surfacique vaut $U = \frac{1}{R_{\mathrm{tot}}}$, puis la puissance thermique transmise est $\Phi = U S \Delta T$.

La surface de la paroi est $S = 36,0\ \mathrm{m^2}$. La température intérieure est $20,0\ ^\circ\mathrm{C}$ et la température extérieure est $0,0\ ^\circ\mathrm{C}$. Pour la dernière question, le régime est supposé constant pendant 8,0 h.

Composition de la paroi et données thermiques

Élément	Épaisseur e (m)	Conductivité thermique λ (W·m⁻¹·K⁻¹)
Résistance superficielle intérieure	Non applicable	Rsi = 0,13 m²·K·W⁻¹
Plaque de plâtre	0,015	0,70
Isolant	0,160	0,036
Voile de béton	0,200	1,75
Résistance superficielle extérieure	Non applicable	Rse = 0,04 m²·K·W⁻¹

Les couches sont traversées successivement de l'intérieur vers l'extérieur.

1.1 (1 point) Calculer la résistance thermique de la couche d'isolant. Donner le résultat avec son unité.

1.2 (2 points) Calculer la résistance thermique totale R_{tot} de la paroi, en incluant les résistances superficielles. En déduire la valeur de U, arrondie à trois chiffres significatifs.

1.3 (2 points) Calculer la différence de température entre les deux ambiances, puis la puissance thermique Φ transmise par la paroi. Donner le résultat en watts.

1.4 (1 point) À partir de la puissance calculée et d'un fonctionnement constant pendant 8,0 h, calculer l'énergie thermique transmise en kWh. Rappeler la relation utilisée.

Exercice 2 : Suivi du séchage d'un produit de calfeutrement (5 points)

Fonction exponentielle, exploitation graphique et cinétique

Un produit de calfeutrement est appliqué sur une éprouvette. On modélise l'évolution de la concentration d'un composé volatil dans l'air à proximité de l'éprouvette par $C(t) = 80\,\mathrm{e}^{-0{,}064t}$, où $C(t)$ est exprimée en $\mathrm{mg\,L^{-1}}$ et le temps t en minutes. Le modèle est valable pour $0 \leq t \leq 30$.

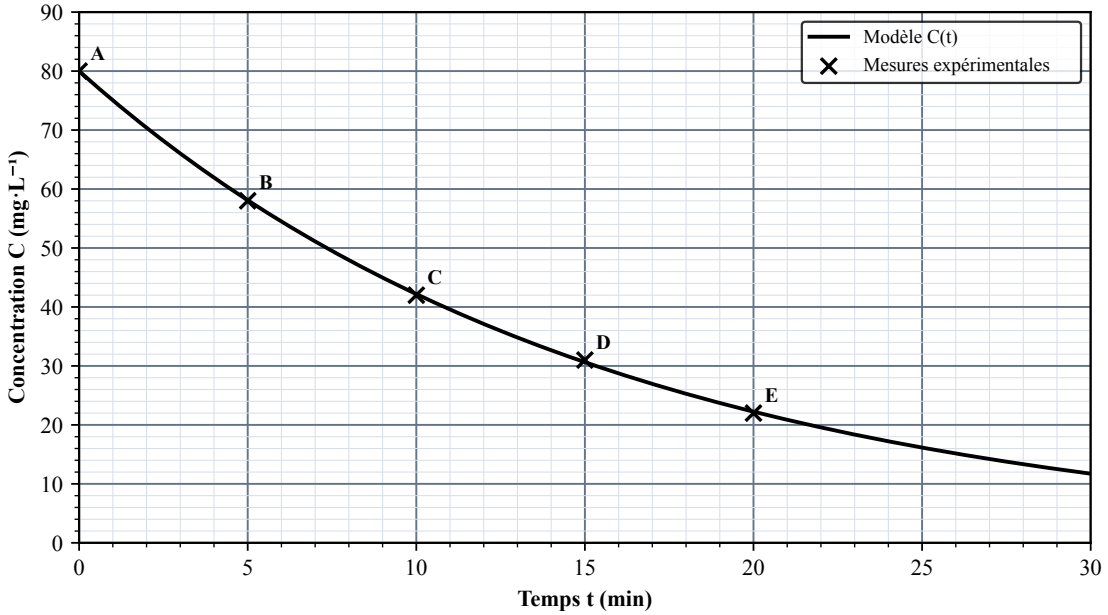
La dérivée de l'exponentielle composée peut être utilisée sous la forme $\frac{d}{dt}\left(\mathrm{e}^{-kt}\right) = -k\,\mathrm{e}^{-kt}$, où $k = 0{,}064\ \mathrm{min^{-1}}$. Les relevés expérimentaux et le modèle sont représentés ci-dessous.

Relevés de concentration pendant le séchage

Temps t (min)	Concentration C mesurée (mg·L⁻¹)
0	80
5	58
10	42
15	31
20	22

Mesures expérimentales arrondies au mg·L⁻¹.

Concentration du composé volatil en fonction du temps



Courbe issue du modèle et points issus des relevés expérimentaux.

Sens de variation de la concentration modélisée

Temps t (min)	**0**	**30**
Signe de C'(t)	**-**	
Variations de C(t) (mg·L⁻¹)	**80** ↘	**11,7**

2.1 (1 point) Déterminer l'expression de la dérivée $C'(t)$, puis justifier le sens de variation de C sur l'intervalle $[0\ ;\ 30]$.

2.2 (1 point) À l'aide du graphique, estimer le temps auquel la concentration atteint $30\ \text{mg}\,\text{L}^{-1}$. Donner une valeur en minutes.

2.3 (1,5 point) Calculer la durée de demi-diminution du modèle, c'est-à-dire la durée $t_{1/2}$ vérifiant $C(t_{1/2}) = 40\ \text{mg}\,\text{L}^{-1}$. On pourra utiliser $\ln(2) = 0,693$.

2.4 (1,5 point) Calculer la concentration prévue par le modèle au bout de 10 min, puis comparer le résultat à la mesure correspondante du tableau. Conclure sur la cohérence entre le modèle et la mesure.

Exercice 3 : Neutralisation d'une eau de rinçage (5 points)

pH, quantité de matière et réaction acido-basique

Après le nettoyage d'un matériel de chantier, une eau de rinçage acide doit être neutralisée avant évacuation. On assimile l'acidité à une solution aqueuse d'acide chlorhydrique $\mathrm{HCl_{(aq)}}$, acide fort totalement dissocié dans l'eau. Sa concentration est $C_{\text{acide}} = 1,00 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$.

La relation utilisée pour le pH est $\mathrm{pH} = -\log_{10}\left([\mathrm{H_3O^+}]\right)$, avec la concentration en $\mathrm{mol\,L^{-1}}$. La solution neutralisante est une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_{\text{base}} = 2,00 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$. On considère la réaction entre les ions oxonium et hydroxyde : $\mathrm{H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}}$.

Pour le titrage, le volume prélevé d'eau acide est $V_{\text{acide}} = 25,0\ \mathrm{mL}$. Le volume d'eau de rinçage à traiter est $1,00\ \mathrm{L}$. Les volumes sont supposés additifs et l'on vise l'équivalence stœchiométrique.

Données de la neutralisation

Grandeur	Valeur
Concentration de l'acide chlorhydrique	1,00 × 10⁻² mol·L⁻¹
Concentration de la solution d'hydroxyde de sodium	2,00 × 10⁻² mol·L⁻¹
Volume de solution acide prélevé pour le titrage	25,0 mL
Volume d'eau de rinçage à neutraliser	1,00 L

Les concentrations sont celles des solutions avant mélange.

3.1 (1 point) Déterminer la concentration en ions $\mathrm{H_3O^+}$ dans l'eau acide, puis calculer son pH.

3.2 (1 point) Calculer la quantité de matière d'ions $\mathrm{H_3O^+}$ contenue dans le prélèvement de $25,0\ \mathrm{mL}$. Convertir le volume en litres dans le calcul.

3.3 (2 points) À l'équivalence, les quantités de matière d'ions $\mathrm{H_3O^+}$ et $\mathrm{OH^-}$ sont égales. Calculer le volume de solution d'hydroxyde de sodium nécessaire pour neutraliser le prélèvement de $25,0\ \mathrm{mL}$.

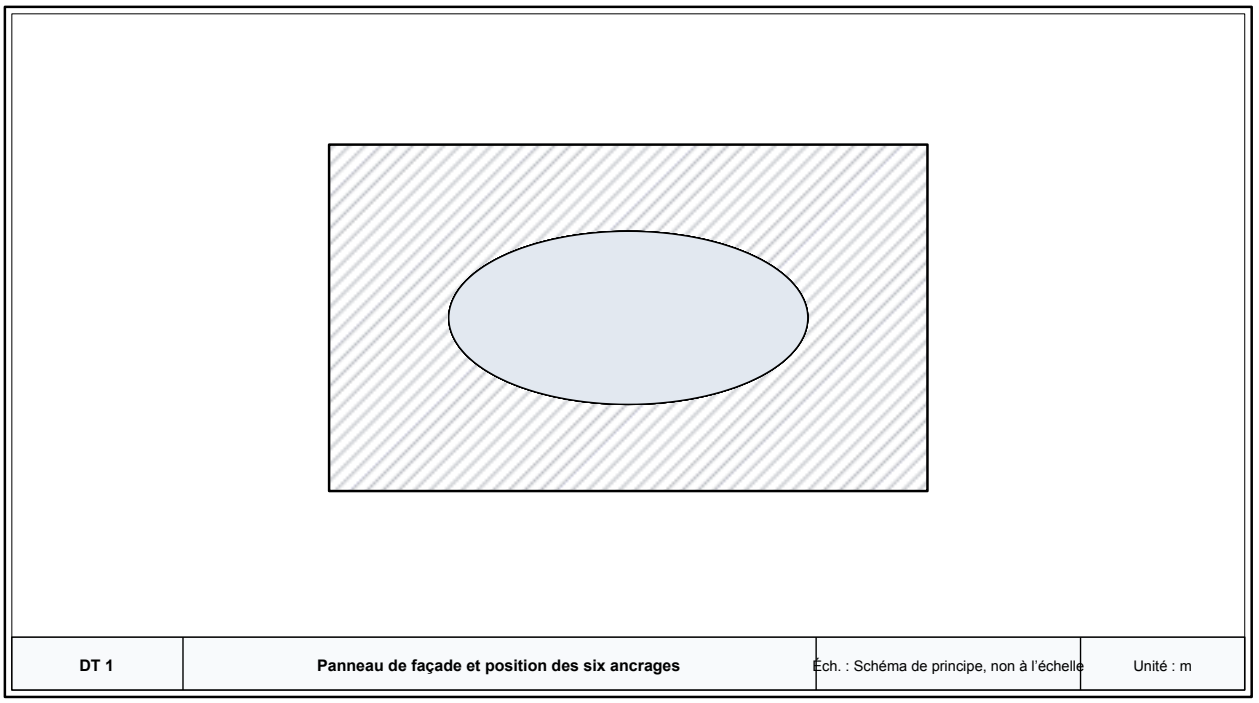
3.4 (1 point) Calculer le volume de solution d'hydroxyde de sodium nécessaire pour neutraliser $1,00\ \mathrm{L}$ d'eau de rinçage de même concentration. Donner le résultat en litres.

Exercice 4 : Vérification simplifiée des ancrages d'un panneau de façade (4 points)

Pression, force résultante et répartition des efforts

Un panneau de façade de dimensions $1,20\ \mathrm{m}$ par $1,50\ \mathrm{m}$ est soumis à une pression uniforme de vent de $750\ \mathrm{Pa}$. La pression est définie par $p = \frac{F}{S}$, donc la force résultante vaut $F = pS$. Le panneau est retenu par six ancrages identiques. Pour cette vérification simplifiée, la force totale est supposée répartie également entre les six ancrages.

La charge admissible fournie pour un ancrage est de $0,45\ \text{kN}$. Cette donnée est une valeur admissible déjà établie pour l'étude. On néglige les effets de bord, les moments et toute répartition inégale des efforts.



DT 1	Panneau de façade et position des six ancrages	Éch. : Schéma de principe, non à l'échelle	Unité : m

4.1 (1 point) Calculer la surface du panneau en m^2.

4.2 (1 point) Calculer la force résultante du vent exercée sur le panneau. Donner le résultat en newtons.

4.3 (1 point) En supposant une répartition égale, calculer l'effort supporté par un ancrage et l'exprimer en kN.

4.4 (1 point) Comparer l'effort calculé par ancrage à la charge admissible de $0,45\ \text{kN}$. Conclure dans le cadre des hypothèses de l'exercice.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : DONNÉES TECHNIQUES POUR LES EXERCICES

Les données de ce dossier sont celles à utiliser pour les calculs. Les modèles sont simplifiés et les hypothèses propres à chaque exercice sont indiquées dans l'énoncé. Les résultats seront arrondis de manière cohérente avec la précision des données.

Rappels de grandeurs et conversions utiles

Grandeur ou relation	Donnée
Conversion de température	Une différence de température de 1 K est égale à une différence de 1 °C
Conversion d'énergie	$1\ \text{kWh} = 3{,}60 \times 10^6\ \text{J}$
Conversion de pression	$1\ \text{Pa} = 1\ \text{N}\cdot\text{m}^{-2}$
Conversion de force	$1\ \text{kN} = 1\ 000\ \text{N}$
Relation de quantité de matière en solution	$n = C \times V$, avec V exprimé en litres

Données générales à utiliser dans les exercices.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : questions 1.1, 1.2 et 2.2 | **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter les cases indiquées par « ... ». Faire apparaître les unités et reporter les résultats dans les réponses correspondantes de la copie.

Calcul des résistances thermiques de la paroi

Élément	Calcul de R	Résistance thermique R ($m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$)
Résistance superficielle intérieure	Donnée	0,13
Plaque de plâtre	.....	.....
Isolant	.....	.....
Voile de béton	.....	.....
Résistance superficielle extérieure	Donnée	0,04
Résistance totale	Somme des résistances	.....

Compléter les résistances des couches puis déterminer la résistance totale.

Lecture graphique du temps correspondant à 30 $mg \cdot L^{-1}$

Concentration recherchée ($mg \cdot L^{-1}$)	Temps estimé (min)
30	.....

Reporter la lecture obtenue sur le graphique de l'exercice 2.

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.