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 BP Monuments Historiques, veuillez visiter :
bpmonumentshistoriques.fr/annales-sujets-et-corriges

BREVET PROFESSIONNEL

TAILLEUR DE PIERRE / APPAREILLEUR MONUMENTS HISTORIQUES

SESSION 2026

ÉPREUVE E3 : MATHÉMATIQUES ET SCIENCES PHYSIQUES, UNITÉ U32 : SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Coefficient : 1 Durée : 2 heures

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

Composition de l'épreuve	Support
Exercice 1 : Masse et manutention d'une dalle (5 points)	Dossier Questionnement
Exercice 2 : Réaction d'un échantillon carbonaté en milieu acide (5 points)	Dossier Questionnement
Exercice 3 : Suivi de l'absorption d'eau par une pierre (5 points)	Dossier Questionnement
Exercice 4 : Effets thermiques sur un élément de pierre (5 points)	Dossier Questionnement
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES (DT 1)	Fourni avec le sujet
DOCUMENTS RÉPONSES (DR 1) : À RENDRE AVEC LA COPIE	Fin de sujet

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

Ce sujet comporte 7 pages numérotées de 1/7 à 7/7.
Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

LES DOCUMENTS RÉPONSES SITUÉS EN FIN DE DOSSIER SONT À COMPLÉTER ET À RENDRE OBLIGATOIREMENT AVEC LA COPIE.

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CONSIGNES GÉNÉRALES DE L'ÉPREUVE : ATELIER DE RESTAURATION MINÉRALE DU VAL DE LOIRE, TOURS

Vous intervenez dans un atelier chargé de préparer et de contrôler des éléments en pierre destinés à la restauration d'un édifice ancien. Les études portent sur la manutention d'une dalle, l'identification d'une réaction sur un échantillon, le suivi d'une absorption d'eau et les effets d'une variation de température.

Pour chaque question, présenter les calculs utiles, indiquer les unités et rédiger une conclusion adaptée à la situation professionnelle. Les données nécessaires sont fournies dans le sujet et dans le document technique DT 1.

Exercice 1 : Masse et manutention d'une dalle (5 points)

Masse volumique, masse et poids

Une dalle de pierre de dimensions données dans le document DT 1 doit être déplacée dans l'atelier. On assimile la dalle à un pavé droit homogène. Le volume d'un pavé droit est donné par la relation $V = L \times l \times e$. La masse volumique vérifie $\rho = \frac{m}{V}$, et le poids se calcule avec $P = m \times g$. On prendra $g = 9{,}81\ \mathrm{N\,kg^{-1}}$.

Données de la dalle

Longueur L (m)	Largeur l (m)	Épaisseur e (m)	Masse volumique ρ (kg/m³)
1,20	0,45	0,12	2 700

Valeurs relevées sur la fiche de fabrication.

1.1 (1 point) Calculer le volume de la dalle en $\mathrm{m^3}$.

1.2 (1,5 point) À l'aide de la masse volumique, calculer la masse de la dalle en kilogrammes.

1.3 (1,5 point) Calculer le poids de la dalle en newtons, puis l'exprimer en kilonewtons.

1.4 (1 point) Le matériel de manutention prévu accepte une charge maximale de $4{,}0\ \mathrm{kN}$. Indiquer, en justifiant par une comparaison, si le poids calculé est inférieur à cette charge maximale.

Exercice 2 : Réaction d'un échantillon carbonaté en milieu acide (5 points)

Équation chimique, pH et quantité de matière

Au laboratoire, un fragment témoin contenant du carbonate de calcium est mis en contact avec une solution d'acide chlorhydrique. Cette manipulation est réalisée sur un échantillon de contrôle, et non sur une pierre de l'ouvrage. La réaction entre les ions hydrogène et le carbonate de calcium est

modélisée par l'équation $\mathrm{CaCO_3(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Ca^{2+}(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)}$. La solution d'acide chlorhydrique a une concentration en ions hydrogène $c = 1{,}0 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$. On considère l'acide totalement dissocié dans l'eau et on utilise $\mathrm{pH} = -\log_{10}[\mathrm{H^+}]$, avec la concentration exprimée en $\mathrm{mol\,L^{-1}}$.

Données de l'essai chimique

Volume de solution V	Concentration c	Masse molaire du carbonate de calcium M($CaCO_3$)
0,250 L	1,0 × 10^{-2} mol/L	100 g/mol

Données nécessaires aux calculs.

2.1 (1 point) Recopier l'équation de réaction donnée dans l'énoncé et vérifier que le nombre d'atomes de calcium, de carbone, d'oxygène et d'hydrogène ainsi que la charge électrique sont conservés.

2.2 (1 point) Calculer le pH de la solution d'acide chlorhydrique.

2.3 (1 point) Calculer la quantité de matière d'ions $\mathrm{H^+}$ contenue dans le volume de solution utilisé, à l'aide de $n = cV$.

2.4 (2 points) En utilisant les proportions stœchiométriques de l'équation, déterminer la quantité de matière maximale de $\mathrm{CaCO_3}$ consommée, puis calculer la masse correspondante en grammes.

Exercice 3 : Suivi de l'absorption d'eau par une pierre (5 points)

Cinétique, exploitation graphique et modèle exponentiel

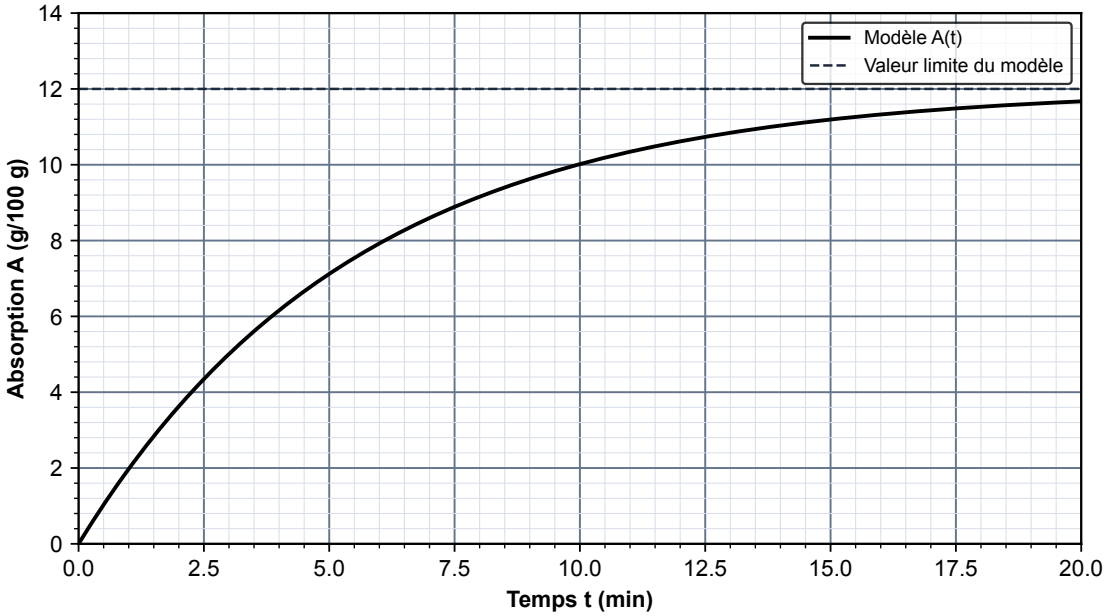
Un échantillon de pierre sèche est immergé et sa prise d'eau est mesurée à intervalles réguliers. La grandeur $A(t)$ représente la masse d'eau absorbée, en grammes pour $100\ \mathrm{g}$ de pierre sèche, après une durée t exprimée en minutes. Les mesures sont fournies dans le tableau et le modèle proposé est $A(t) = 12\left(1 - \mathrm{e}^{-0{,}18t}\right)$. Dans ce modèle, la valeur vers laquelle tend $A(t)$ lorsque le temps augmente est $12\ \mathrm{g}/100\ \mathrm{g}$.

Mesures de prise d'eau

Temps t (min)	0	5	10	15	20
Absorption A (g/100 g)	0,0	7,1	10,0	11,2	11,7

Résultats expérimentaux de l'échantillon.

Évolution de l'absorption d'eau selon le modèle



Les points expérimentaux sont à reporter sur le document réponse DR 1.

Sens de variation de l'absorption

Temps t (min)	**0**		**10**		**20**
Signe de la variation		**+**	0	**+**	
Évolution de A(t)	**0,0**	↗	**10,0**	↗	**11,7**

Tableau qualitatif pour l'intervalle étudié.

3.1 (2 points) Reporter sur le repère du DR 1 les cinq points expérimentaux du tableau, puis tracer une courbe régulière passant au plus près de ces points.

3.2 (1 point) À l'aide du graphique, estimer l'absorption après 12 minutes. Donner le résultat avec son unité.

3.3 (1 point) Déterminer la valeur limite vers laquelle tend le modèle lorsque t augmente. Interpréter cette valeur dans le contexte de l'essai.

3.4 (1 point) Déterminer le temps nécessaire pour atteindre la moitié de la valeur limite. On pourra résoudre $12(1 - \mathrm{e}^{-0{,}18t}) = 6$ en utilisant $\ln(2) \approx 0{,}693$.

Exercice 4 : Effets thermiques sur un élément de pierre (5 points)

Dilatation linéaire, énergie thermique et puissance

Un élément en pierre de longueur initiale $L_0 = 2{,}40\ \text{m}$ subit une variation de température de $35\ ^\circ\text{C}$. Pour l'estimation de sa dilatation, on utilise la relation $\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$, où le coefficient de dilatation linéaire de la pierre vaut $\alpha = 6{,}0 \times 10^{-6}\ ^\circ\text{C}^{-1}$. Un échantillon de masse $8{,}0\ \text{kg}$ est ensuite chauffé de $15\ ^\circ\text{C}$. Sa capacité thermique massique est $c = 790\ \text{J}\,\text{kg}^{-1}\,^\circ\text{C}^{-1}$. L'énergie thermique reçue est calculée avec $Q = mc\Delta T$. Le dispositif de chauffage a une puissance utile constante de $600\ \text{W}$ et on néglige les pertes, avec $P = \frac{Q}{t}$.

Caractéristiques thermiques

Grandeur	Valeur
Longueur initiale L_0	2,40 m
Variation de température pour la dilatation ΔT	35 °C
Coefficient de dilatation linéaire α	6,0 × 10⁻⁶ °C⁻¹
Masse de l'échantillon m	8,0 kg
Capacité thermique massique c	790 J/(kg·°C)
Variation de température pour le chauffage ΔT	15 °C
Puissance utile P	600 W
Largeur du joint prévu	3,0 mm

Données fournies pour les calculs de l'exercice.

4.1 (2 points) Calculer l'allongement ΔL de l'élément en mètres, puis le convertir en millimètres.

4.2 (1 point) Comparer l'allongement calculé à la largeur du joint prévu. Indiquer si l'allongement estimé est inférieur à cette largeur.

4.3 (1 point) Calculer l'énergie thermique Q nécessaire au chauffage de l'échantillon, en joules.

4.4 (1 point) Calculer la durée théorique de chauffage en secondes. Indiquer la relation utilisée.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : DONNÉES TECHNIQUES RELATIVES AUX ESSAIS SUR PIERRE

Les valeurs ci-dessous sont les données retenues pour les calculs du sujet. Pour une dalle assimilée à un pavé droit, le volume est obtenu par le produit de ses trois dimensions. La masse volumique de la pierre est donnée à titre de valeur de calcul. Pour les essais thermiques, les pertes d'énergie sont négligées uniquement lorsque la question le précise.

Récapitulatif des données techniques

Paramètre	Valeur	Unité
Masse volumique de la pierre	2 700	kg/m³
Accélération de la pesanteur g	9,81	N/kg
Masse molaire M($CaCO_3$)	100	g/mol
Concentration de la solution acide	$1{,}0 \times 10^{-2}$	mol/L
Coefficient de dilatation linéaire de la pierre	$6{,}0 \times 10^{-6}$	$°C^{-1}$
Capacité thermique massique de la pierre	790	J/(kg·°C)

Données de calcul fournies avec le sujet.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : exercice 3 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

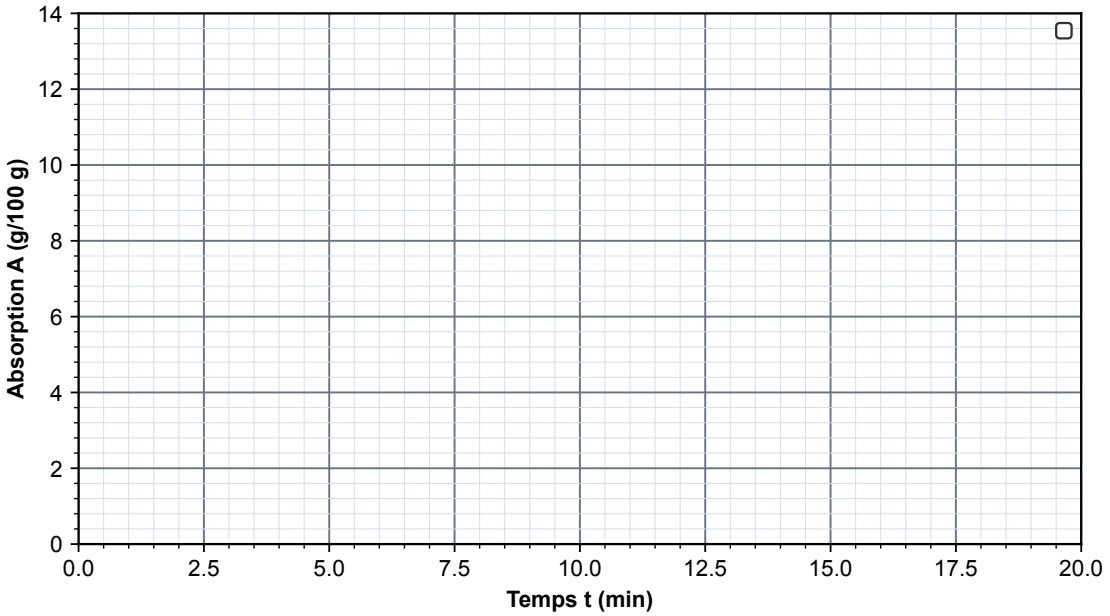
Compléter le tableau et reporter les mesures expérimentales sur le repère. Indiquer les unités sur les axes et tracer une courbe régulière passant au plus près des points.

Relevé des points expérimentaux

Temps t (min)	0	5	10	15	20
Absorption A (g/100 g)	.....	.....	.....	.....	.....

Les cases signalées par « ... » sont à compléter.

Repère pour le tracé de la courbe expérimentale



Graduations à choisir de façon régulière et adaptées aux mesures de l'exercice 3.

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.