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 Pierre, veuillez visiter :
bppierre.fr/annales-sujets-et-corriges

BREVET PROFESSIONNEL

MÉTIERS DE LA PIERRE

SESSION 2026

ÉPREUVE E4 : ÉTUDE MATHÉMATIQUE ET SCIENTIFIQUE

Coefficient : 2 Durée : 2 heures

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

Composition de l'épreuve	Support
Exercice 1 : Caractérisation d'un bloc de pierre (5 points)	Dossier Questionnement
Exercice 2 : Levage d'un élément en pierre (5 points)	Dossier Questionnement
Exercice 3 : Réaction d'un carbonate avec une solution acide (5 points)	Dossier Questionnement
Exercice 4 : Suivi de la perte de masse au séchage (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 : ATELIER DES PIERRES DU VERCORS, VILLARD-DE-LANS

L'atelier prépare des éléments en pierre naturelle pour un chantier de rénovation. Les quatre exercices sont indépendants. Les résultats numériques seront accompagnés de leur unité et arrondis de manière adaptée aux données. Toute démarche de calcul doit être présentée.

La note est établie sur 20 points. Les constantes et données nécessaires aux calculs sont indiquées dans les exercices et le document technique.

Exercice 1 : Caractérisation d'un bloc de pierre (5 points)

Grandeurs, unités et masse volumique

Un bloc parallélépipédique est contrôlé avant son déplacement. Ses dimensions sont relevées en mètres et sa masse est mesurée avec une balance. La masse volumique est donnée par la relation $\rho = \frac{m}{V}$, où m est la masse et V le volume.

Pour le contrôle de cet exercice, la masse volumique de référence de la pierre est comprise entre $2\,600$ et $3\,000\ \mathrm{kg\,m^{-3}}$, bornes incluses.

Relevés du bloc et donnée de référence

Longueur (m)	Largeur (m)	Hauteur (m)	Masse (kg)	Intervalle de référence (kg·m⁻³)
0,40	0,25	0,18	54	2 600 à 3 000

Les dimensions et la masse ont été relevées dans l'atelier.

1.1 (1,5 point) Calculer le volume du bloc en $\mathrm{m^3}$. Présenter le calcul.

1.2 (1,5 point) Calculer la masse volumique du bloc en $\mathrm{kg\,m^{-3}}$.

1.3 (1 point) Convertir le résultat obtenu à la question 1.2 en $\mathrm{g\,cm^{-3}}$. On rappelle que $1\ \mathrm{g\,cm^{-3}} = 1\,000\ \mathrm{kg\,m^{-3}}$.

1.4 (1 point) Indiquer si le bloc respecte l'intervalle de référence fourni. Justifier la réponse à l'aide du résultat calculé.

Exercice 2 : Levage d'un élément en pierre (5 points)

Poids, travail, puissance et pression

Un palan électrique soulève verticalement un élément en pierre de masse $180\ \mathrm{kg}$ sur une hauteur de $1,20\ \mathrm{m}$ en $8,0\ \mathrm{s}$. L'accélération de la pesanteur est $g = 9,81\ \mathrm{N\,kg^{-1}}$. Le rendement du palan est $\eta = 0,75$.

On utilisera $P = mg$ pour le poids, $W = Ph$ pour le travail utile, $\mathcal{P} = \frac{W}{t}$ pour la puissance utile et $\eta = \frac{\mathcal{P}_{\text{utile}}}{\mathcal{P}_{\text{absorbée}}}$. Lorsque l'élément est posé sur un support horizontal, sa surface de contact est $0{,}060\,\text{m}^2$ et la pression moyenne vaut $p = \frac{F}{S}$.

2.1 (1 point) Calculer le poids de l'élément en newtons.

2.2 (1 point) Calculer le travail utile fourni pour élever l'élément sur la hauteur indiquée, en joules.

2.3 (1 point) Calculer la puissance utile développée pendant le levage, en watts.

2.4 (1 point) Calculer la puissance électrique absorbée par le palan, en watts. Utiliser le rendement fourni.

2.5 (1 point) Calculer la pression moyenne exercée par l'élément posé sur le support, en pascals. On prendra comme force appliquée le poids calculé à la question 2.1.

Exercice 3 : Réaction d'un carbonate avec une solution acide (5 points)

Équation chimique, pH et quantité de matière

Au laboratoire, un échantillon de carbonate de calcium est mis en contact avec une solution acide de volume $100\,\text{mL}$ et de pH $2{,}0$. L'échantillon a une masse de $1{,}00\,\text{g}$. On considère la réaction entre le carbonate de calcium et les ions oxonium. La masse molaire du carbonate de calcium est $M(\text{CaCO}_3) = 100\,\text{g mol}^{-1}$. Le volume molaire des gaz dans les conditions de l'expérience est $V_m = 24\,\text{L mol}^{-1}$.

On utilisera $\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}_3\text{O}^+]$, avec la concentration en mol L^{-1}, et $n = cV$. Les ions oxonium sont en quantité initiale égale à la concentration calculée multipliée par le volume de solution exprimé en litres.

3.1 (1,5 point) Écrire et équilibrer l'équation de la réaction entre le carbonate de calcium et les ions oxonium. Les produits sont les ions calcium, le dioxyde de carbone et l'eau.

3.2 (0,75 point) À partir du pH, calculer la concentration initiale en ions oxonium en mol L^{-1}.

3.3 (0,75 point) Calculer la quantité de matière initiale d'ions oxonium introduite dans le récipient, en moles.

3.4 (1 point) Calculer la quantité de matière initiale de carbonate de calcium. Déterminer le réactif limitant en utilisant les coefficients de l'équation équilibrée.

3.5 (1 point) Calculer le volume de dioxyde de carbone formé si la réaction consomme entièrement le réactif limitant. Donner le résultat en millilitres.

Exercice 4 : Suivi de la perte de masse au séchage (5 points)

Fonction exponentielle, dérivée, logarithme et suite numérique

Un échantillon humide est suivi pendant son séchage. Sa masse, en grammes, est modélisée en fonction du temps t, exprimé en minutes, par $m(t) = 2 + 3e^{-0,2t}$, pour $t \geq 0$. Le séchage est considéré suffisant lorsque la masse est inférieure ou égale à $2,5\,\text{g}$. On rappelle que $\ln$ désigne le logarithme népérien et que $\ln(e^x) = x$.

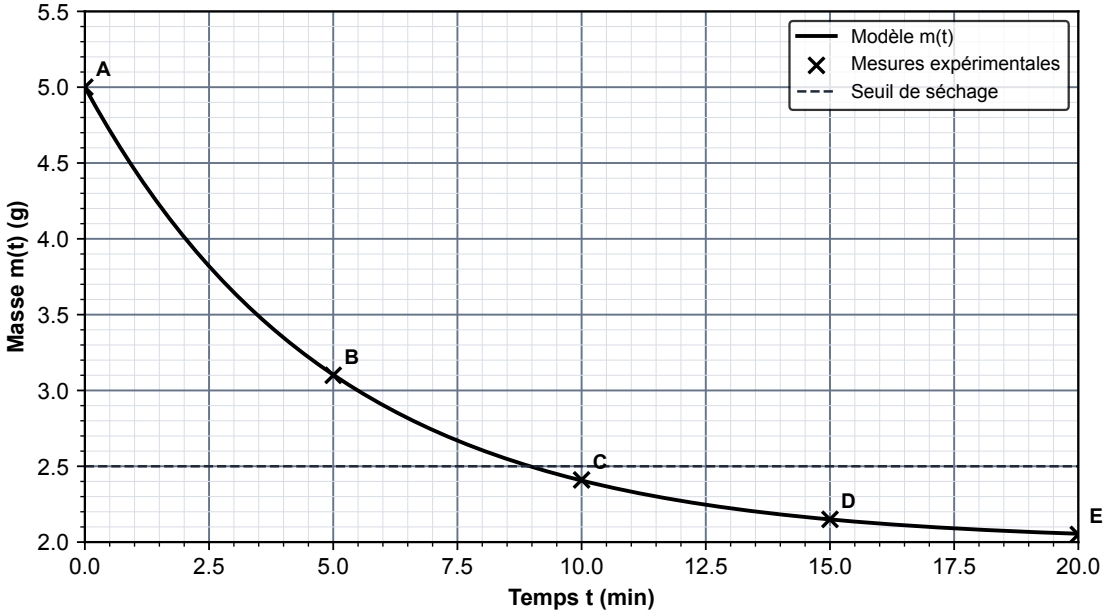
Pour le suivi discret, on relève la masse toutes les cinq minutes et on note $u_n = m(5n)$, avec $u_0 = 5$.

Mesures expérimentales de masse

Temps t (min)	0	5	10	15	20
Masse mesurée (g)	5,00	3,10	2,41	2,15	2,05

Masses mesurées arrondies au centième de gramme.

Évolution de la masse pendant le séchage



Courbe du modèle et mesures expérimentales. La courbe est représentée dans le repère fourni.

Variations de la masse modélisée

t (min)	**0**	**20**
Signe de m'(t)	**-**	
Variations de m	**5**	**2 + 3e⁻**

4.1 (1 point) Calculer la masse prévue par le modèle au bout de 5 minutes. Comparer le résultat à la mesure du tableau.

4.2 (1,25 point) Calculer la dérivée $m'(t)$, puis déterminer son signe pour $t \geq 0$. En déduire le sens de variation de la masse et compléter la ligne de variations du document réponse.

4.3 (1,25 point) Résoudre l'inéquation $m(t) \leq 2,5$. Exprimer la durée minimale de séchage à l'aide du logarithme népérien, puis donner sa valeur approchée à la seconde près.

4.4 (1,5 point) Établir la relation de récurrence entre u_{n+1} et u_n. Calculer u_1 et u_2 au centième de gramme, puis compléter le tableau du document réponse.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : DONNÉES SCIENTIFIQUES UTILES

Pour les exercices, utiliser exclusivement les données indiquées dans les énoncés et les rappels ci-dessous.

- Volume d'un parallélépipède rectangle : $V = L \times l \times h$.
- Poids : $P = mg$. Travail d'une force constante dans le sens du déplacement : $W = Fh$.
- Puissance : $\mathcal{P} = \frac{W}{t}$. Rendement : $\eta = \frac{\mathcal{P}_{\text{utile}}}{\mathcal{P}_{\text{absorbée}}}$.
- Quantité de matière : $n = \frac{m}{M}$ ou $n = cV$. Pour les gaz : $V = nV_m$.
- Dérivée de l'exponentielle composée : $\frac{d}{dt}e^{at} = ae^{at}$.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : questions 4.2 et 4.4

À RENDRE AVEC LA COPIE

Compléter directement les tableaux ci-dessous. Laisser apparents les calculs sur la copie.

Tableau de suivi du modèle discret

Indice n	**0**	**1**	**2**
Temps 5n (min)	0	5	10
Masse u_n (g)	5,00	.....	.....

Compléter les valeurs de masse à l'aide du modèle et de la relation de récurrence.

Tableau de variations à compléter

t (min)	**0**	**20**
Signe de m′(t)	.....	.....
Masse m(t) (g)	.....	.....

Compléter le signe de la dérivée et le sens de variation sur l'intervalle considéré.

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.