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

Étude mathématique et scientifique

Session 2017 • Code sujet : **Non imprimé** • Durée : **2 heures** • Coefficient : **2**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Profil, volume, masse et devis d’un élément de jambage (12 questions) **Page 3**

2. Réaction du carbonate de calcium et alimentation électrique d’un palan (11 questions) **Page 8**

3. Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 12**

Sujet officiel (PDF) : https://bppierre.fr/assets/annales/bp-pierre/U40 - Études mathématiques et scientifiques/2017/BP Pierre - U40 - Études mathématiques et scientifiques - Session 2017 - 1-Sujet.pdf

1. Profil, volume, masse et devis d’un élément de jambage

Un artisan envisage de remplacer un élément de jambage détérioré sur la façade Sud de la chapelle de la basilique Notre-Dame de Cléry-Saint-André. Il étudie le profil coté pour déterminer les aires, le volume et la masse de la pierre, puis complète un devis afin de le comparer à l’estimation de 500 €.

Partie A

Question 1. Le bloc capable est un parallélépipède de longueur 380 mm, de largeur 260 mm et de hauteur 330 mm. Calculer son volume V en mm³.

Le bloc capable est un parallélépipède rectangle. Son volume se calcule par le produit de sa longueur, de sa largeur et de sa hauteur : $V = L \times l \times h$. Les trois dimensions étant exprimées en millimètres, le volume obtenu est en millimètres cubes. Ainsi, $V = 380 \times 260 \times 330 = 32\,604\,000 \text{ mm}^3$. C’est le volume du bloc avant la taille du profil.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $V = 32\,604\,000 \text{ mm}^3$

Question 2. a et b. En vous aidant du plan coté, déterminer BM en mm, puis calculer en mm² l’aire A1 du triangle BMC.

1. Le plan indique $MC = 130$ mm et un angle de 30°. Dans le triangle rectangle BMC, $\tan(30^\circ) = BM / MC$, donc $BM = 130 \times \tan(30^\circ) \approx 75,1$ mm, soit 75 mm à l’unité.
2. L’aire d’un triangle est égale à la moitié du produit de sa base par sa hauteur. En utilisant la valeur arrondie de BM : $A_1 = 130 \times 75 / 2 = 4\,875 \text{ mm}^2$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $BM = 75 \text{ mm}$; $A_1 = 4\,875 \text{ mm}^2$

Question 3. Calculer en mm² l’aire A2 du triangle COE, rectangle en O, en vous aidant des dimensions du plan.

Le triangle COE est rectangle en O. D’après les cotes du plan, $CO = CN + NO = 70 + 50 = 120$ mm et $OE = 30$ mm. L’aire d’un triangle rectangle est la moitié du produit de ses deux côtés perpendiculaires : $A_2 = CO \times OE / 2$. En remplaçant par les valeurs relevées, $A_2 = 120 \times 30 / 2 = 1\,800 \text{ mm}^2$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $A_2 = 1\,800 \text{ mm}^2$

Question 4. a à e. **Dans le triangle COE rectangle en O, calculer l'angle ECO en degrés. Dans le triangle CND rectangle en N, calculer l'angle DCN, puis en déduire l'angle DCE. Calculer CE en mm, au dixième près, puis l'aire A3 du secteur angulaire DCE en utilisant EC = 123,7 mm, DCE = 42° et la formule fournie.**

1. Dans COE, $\tan(\widehat{ECO}) = 30/120$, donc l'angle vaut environ 14°. Dans CND, $\tan(\widehat{DCN}) = 102/70$, donc l'angle vaut environ 56°. Ces angles ayant la même direction de référence, $\widehat{DCE} = 56^\circ - 14^\circ = 42^\circ$.
2. Par le théorème de Pythagore, $CE = \sqrt{120^2 + 30^2} \approx 123,7$ mm au dixième. L'aire du secteur vaut $A_3 = \pi R^2 \alpha / 360 = \pi \times 123,7^2 \times 42/360 \approx 5\,608 \text{ mm}^2$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Angles : 14°, 56°, 42° ; $CE = 123,7$ mm ; $A_3 \approx 5\,608 \text{ mm}^2$

Question 5. **Calculer en mm² l'aire A4 à partir des données géométriques du plan coté.**

Sur le plan, la zone A_4 est un quart de disque de rayon 30 mm, valeur indiquée par la cote $R30$. L'aire d'un disque est πr^2, donc celle d'un quart de disque est $\pi r^2/4$. On obtient $A_4 = \pi \times 30^2/4 \approx 706,9 \text{ mm}^2$. Après arrondi à l'unité, chaque zone A_4 a une aire de 707 mm^2. Le schéma en comporte deux.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $A_4 = 707 \text{ mm}^2$ par zone.

Question 6. **Calculer en mm² l'aire A5 du rectangle SRQH à partir des dimensions du plan coté.**

1. Le rectangle SRQH a une hauteur de 30 mm, correspondant au rayon $R30$ indiqué sur le plan.
2. Pour sa largeur, les cotes successives jusqu'à S totalisent $130 + 70 + 50 + 30 + 20 + 30 = 330$ mm, sur une longueur totale de 380 mm. Il reste donc $380 - 330 = 50$ mm entre S et R. L'aire du rectangle est alors $A_5 = 50 \times 30 = 1\,500 \text{ mm}^2$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $A_5 = 1\,500 \text{ mm}^2$

Question 7. **En utilisant les aires repérées sur le schéma et la donnée A6 = 2924 mm², montrer que l'aire hachurée A du profil de l'élément de jambage est égale à 80 679 mm².**

Zone retirée	Aire en mm²
Rectangle de référence	380 × 260 = 98 800
$A_1 + A_2 + A_3$	4 875 + 1 800 + 5 608
Deux zones A_4	2 × 707
$A_5 + A_6$	1 500 + 2 924

Le profil hachuré s'obtient en retirant du rectangle les zones non hachurées repérées sur le schéma. Il faut donc compter les deux zones A_4 et utiliser la valeur fournie $A_6 = 2\,924\ \text{mm}^2$. Le calcul donne $A = 98\,800 - (4\,875 + 1\,800 + 5\,608 + 2 \times 707 + 1\,500 + 2\,924) = 80\,679\ \text{mm}^2$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $A = 80\,679\ \text{mm}^2$

Question 8. a et b. **Pour une hauteur de pierre de 330 mm, calculer en mm³ le volume V' de l'élément de jambage, puis le convertir en m³ et arrondir au millième.**

Le volume de l'élément est égal à l'aire de son profil multipliée par sa hauteur : $V' = A \times h$. Avec $A = 80\,679\ \text{mm}^2$ et $h = 330\ \text{mm}$, $V' = 80\,679 \times 330 = 26\,624\,070\ \text{mm}^3$. Pour convertir en mètres cubes, on divise par $1\,000\,000\,000$, car $1\ \text{m}^3 = 1\,000\,000\,000\ \text{mm}^3$. Le volume arrondi au millième est $0,027\ \text{m}^3$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $V' = 26\,624\,070\ \text{mm}^3 = 0,027\ \text{m}^3$ au millième.

Question 9. **Calculer la masse m de l'élément de jambage sachant que la masse volumique de la pierre est de 2100 kg/m³.**

1. La masse se calcule par $m = \rho \times V'$, avec le volume exprimé en mètres cubes.
2. On utilise le volume non arrondi, $0,02662407\ \text{m}^3$, et la masse volumique $2\,100\ \text{kg/m}^3$: $m = 2\,100 \times 0,02662407 = 55,910547$ kg.
3. Arrondie à l'unité, la masse de l'élément de jambage est de 56 kg.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $m \approx 56\ \text{kg}$

Question 10. À partir de la masse de l'élément et du tableau des forfaits de transport, déterminer et justifier le montant à reporter dans le devis de la Partie B.

La masse calculée de l'élément est d'environ 56 kg. Dans le tableau, cette valeur appartient à l'intervalle $[50; 100[$ kg : la tranche inclut 50 kg et exclut 100 kg. Le forfait associé à cette tranche est de 80 €. C'est le montant à reporter dans la ligne « Forfait transport » du devis de la partie B.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Forfait transport : 80 €.

Partie B

Question 1. Compléter le devis : déterminer le prix unitaire HT de la matière d'œuvre, le coût de la main-d'œuvre, le forfait transport, le total HT, la remise et la justification de son calcul, le prix net HT, la TVA à 20 % et le total TTC.

Désignation	Calcul	Montant
Prix unitaire matière d'œuvre	59,40 ÷ 0,033	1 800 €/m³
Main-d'œuvre	1,6 × 210	336,00 €
Forfait transport	Forfait selon la masse	80,00 €
Total HT	59,40 + 336 + 80	475,40 €
Remise	5 % × 475,40	23,77 €
Prix net HT	475,40 - 23,77	451,63 €
TVA	20 % × 451,63	90,33 €
Total TTC	451,63 + 90,33	541,96 €

La remise fournie correspond à 5 du total HT : $475,40 \times 0,05 = 23,77$ €. La TVA se calcule sur le prix net HT et s'arrondit au centime. Le total TTC est obtenu en ajoutant la TVA au prix net HT.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Prix unitaire : 1 800 €/m³ ; main-d'œuvre : 336 € ; transport : 80 € ; total HT : 475,40 € ; remise : 23,77 € ; net HT : 451,63 € ; TVA : 90,33 € ; total TTC : 541,96 €.

Question 2. **Répondre à la problématique en déterminant si le devis permet à l'artisan de respecter l'estimation de moins de 500 €, et justifier la réponse.**

Pour comparer le devis à l'estimation de 500 €, on retient le total TTC, qui comprend la TVA. Le devis atteint $541,96$ €. L'écart avec l'estimation est $541,96 - 500 = 41,96$ €. Le montant final dépasse donc 500 €, et l'artisan ne peut pas respecter son estimation avec ce devis.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Non : le devis est de 541,96 € TTC, soit 41,96 € de plus que 500 €.

2. Réaction du carbonate de calcium et alimentation électrique d'un palan

La partie chimie étudie la réaction de la pierre de Tervoux avec l'acide chlorhydrique pour évaluer le risque lié aux pluies acides, à l'aide de tests et de calculs de quantité de matière. La partie physique porte sur le levage d'une tranche de pierre de 400 kg par un palan et sur la compatibilité d'une rallonge de section 1,5 mm².

Chimie

Question 1. À partir des observations et des tableaux d'identification, donner le nom et la formule chimique des produits identifiés par le test 1, le test 2 et le test 3, en tenant compte des différents réactifs utilisés lors du test 3.

Le sulfate de cuivre anhydre devient bleu en présence d'eau : le test 1 identifie donc l'eau, H_2O. L'eau de chaux troublée au test 2 révèle le dioxyde de carbone, CO_2. Au test 3, le précipité blanc avec l'oxalate d'ammonium révèle les ions calcium Ca^{2+}. Celui obtenu avec le nitrate d'argent révèle les ions chlorure Cl^-. L'absence de précipité avec le chlorure de baryum indique que les ions sulfate ne sont pas détectés.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Test 1 : eau (H_2O). Test 2 : dioxyde de carbone (CO_2). Test 3 : ions calcium (Ca^{2+}) et chlorure (Cl^-), présents dans une solution de chlorure de calcium ($CaCl_2$).

Question 2. a et b. Écrire l'équation-bilan de la réaction de l'acide chlorhydrique, représenté par H^+ et Cl^-, sur le carbonate de calcium $CaCO_3$, puis équilibrer cette équation.

Le carbonate réagit avec les ions hydrogène H^+ de l'acide et forme du dioxyde de carbone, de l'eau et des ions calcium. Les ions chlorure Cl^- restent en solution : ils figurent des deux côtés de l'équation. Deux ions H^+ équilibrent les deux hydrogènes de l'eau; les atomes et les charges sont alors conservés. On peut aussi simplifier l'équation en supprimant les ions chlorure spectateurs.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Équation équilibrée : $CaCO_3 + 2(H^+ + Cl^-) \rightarrow Ca^{2+} + 2Cl^- + H_2O + CO_2$.

Question 3. a et b. À partir des masses molaires atomiques fournies, calculer la masse molaire $M(CaCO_3)$ en précisant son unité, puis calculer le nombre de moles n contenues dans 10 g de $CaCO_3$.

La masse molaire du carbonate de calcium est la somme des masses molaires de ses atomes : un calcium, un carbone et trois oxygènes. Ainsi, $M(CaCO_3) = 40 + 12 + 3 \times 16 = 100$ g/mol. La quantité de matière se calcule avec $n = m/M$. Pour 10 g de $CaCO_3$, $n = 10/100 = 0{,}10$ mol. La masse molaire s'exprime en g/mol et la quantité de matière en mol.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$M(CaCO_3)$ = 100 g/mol ; pour 10 g, n = 0,10 mol.

Question 4. a à c. Sachant qu'une mole de $CaCO_3$ produit une mole de CO_2, déduire le nombre de moles n' de dioxyde de carbone obtenu, calculer $M(CO_2)$, puis calculer la masse m' de CO_2 dégagée.

L'équation de réaction donne un rapport de 1 mole de CO_2 pour 1 mole de $CaCO_3$. Donc n' = 0,10 mol. La masse molaire du dioxyde de carbone est $M(CO_2) = 12 + 2 \times 16 = 44$ g/mol. La masse dégagée se calcule par m' = n' × M : 0,10 × 44 = 4,4 g. Les unités sont respectivement mol, g/mol et g.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$n'(CO_2)$ = 0,10 mol ; $M(CO_2)$ = 44 g/mol ; m' = 4,4 g.

Question 5. Répondre à la problématique en déterminant si la pierre de Tervoux risque d'être dégradée par les pluies acides et justifier la réponse à partir des résultats et des données fournies.

Les tests montrent que la réaction produit du dioxyde de carbone et met des ions calcium en solution. Cela confirme que le carbonate de calcium de la pierre réagit avec l'acide. Le calcul donne 4,4 g de CO_2 pour 10 g de $CaCO_3$, comme l'indique aussi le laboratoire pour une pierre riche en ce carbonate. Une pierre de Tervoux contenant du carbonate de calcium peut donc être attaquée par les pluies acides.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Oui, la pierre de Tervoux risque d'être dégradée par les pluies acides si elle contient du carbonate de calcium.

Physique

Question 1. Calculer le poids P d'une tranche de pierre de masse 400 kg en prenant g = 10 N/kg.

Le poids est une force calculée par la relation P = m × g, où m est la masse en kilogrammes et g l'intensité de la pesanteur en N/kg. En substituant les valeurs : P = 400 × 10 = 4 000 N. Le poids de la tranche de pierre est donc de 4 000 newtons.

✓ RÉPONSE À RETENIR

P = 4 000 N.

Question 2. **Convertir en m/s la vitesse de montée du palan, donnée comme étant de 8 m/min, et arrondir au centième.**

Une minute contient 60 secondes. Pour convertir 8 m/min en m/s, on divise donc la vitesse par 60 : v = 8/60 = 0,1333… m/s. À 0,01 près, le chiffre des millièmes conduit à arrondir au centième : v = 0,13 m/s.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La vitesse de montée arrondie au centième est v = 0,13 m/s.

Question 3. **À l'aide de la relation fournie entre le poids P et la vitesse v, calculer en watts la puissance mécanique Pm nécessaire pour soulever la pierre.**

La relation fournie est $P_m = P \times v$, avec le poids en newtons et la vitesse en mètres par seconde. En utilisant le poids calculé précédemment et la vitesse arrondie au centième : $P_m = 4\,000 \times 0,13 = 520$ W. La puissance mécanique nécessaire, arrondie à l'unité, est donc de 520 watts.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $P_m = 520$ W, avec la vitesse arrondie à 0,13 m/s.

Question 4. **À l'aide du rendement de 60 % et de la relation fournie entre puissance mécanique et puissance absorbée, calculer la puissance Pa absorbée par le moteur et arrondir à l'unité.**

Le rendement vérifie $\eta = P_m/P_a$. On isole la puissance absorbée : $P_a = P_m/\eta$. Le rendement de 60 % s'écrit 0,60. En utilisant $P_m = 520$ W, on obtient $P_a = 520/0,60 = 866,7$ W. Arrondie à l'unité, la puissance absorbée par le moteur vaut 867 W.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La puissance absorbée arrondie à l'unité est $P_a = 867$ W.

Question 5. **En supposant que la puissance absorbée est de 870 W, calculer l'intensité électrique I consommée par le moteur avec une tension de 230 V et un facteur de puissance cos φ = 0,85. Arrondir au dixième.**

La relation fournie est $I = P_a/(U \times \cos \varphi)$. On utilise la puissance absorbée indiquée pour cette question, 870 W, la tension de 230 V et le facteur de puissance 0,85. Ainsi, $I = 870/(230 \times 0,85) = 4,45$ A environ. Arrondie au dixième, l'intensité consommée par le moteur est de 4,5 A.

✓ RÉPONSE À RETENIR

L’intensité consommée, arrondie au dixième, est I = 4,5 A.

Question 6. À partir de l’intensité calculée, de la section de rallonge de 1,5 mm² et du tableau des intensités maximales du constructeur, déterminer si cette rallonge peut alimenter le moteur du palan et justifier la réponse.

Pour une section de rallonge de 1,5 mm^2, le tableau constructeur indique une intensité maximale admissible de 16 A. La question précédente donne un courant consommé de 4,5 A. Comme 4,5 A est inférieur à 16 A, l’intensité demandée respecte la limite indiquée pour cette section. D’après les données fournies, la rallonge peut alimenter le moteur du palan.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Oui, la rallonge de 1,5 mm^2 convient : 4,5 A consommés, pour un maximum de 16 A.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2017)

Bilan de l'épreuve : L'épreuve E4 du BP Métiers de la pierre, session 2017, dure 2 heures et a un coefficient 2 ; aucun code sujet n'est imprimé. Le barème attribue 10 points aux mathématiques et 10 aux sciences. Le sujet étudie le profil et le devis d'un jambage, la réaction du carbonate de calcium aux acides et l'alimentation électrique d'un palan.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Le volume d'un parallélépipède se calcule par V = longueur × largeur × hauteur.
- L'aire d'un secteur d'angle α en degrés et de rayon R est $A = \pi R^2 \alpha / 360$.
- La quantité de matière se calcule avec n = m / M, et la masse avec m = n × M.
- Pour le palan, Pm = P × v, η = Pm / Pa et I = Pa / (U × cos φ).

Points de vigilance & attentes du jury

- Respecter les unités et conversions, notamment de mm^3 en m^3 et de m/min en m/s.
- Détailler les calculs, préciser les unités et appliquer les arrondis demandés.
- Équilibrer l'équation chimique et exploiter correctement les proportions entre quantités de matière.
- Comparer l'intensité calculée à la limite du tableau pour la section de rallonge choisie.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer l'aire du profil à partir des différentes zones du plan ?

Calculez les aires des zones repérées A1 à A6 à partir du plan coté. Additionnez les zones qui composent le profil et retranchez celles qui correspondent aux découpes, en gardant les unités en mm^2.

Q : Comment déterminer si la pierre peut être attaquée par les pluies acides ?

Identifiez les produits grâce aux tests, puis écrivez et équilibrez l'équation de réaction. Utilisez ensuite les proportions molaires pour calculer la masse de CO_2 et comparez-la à la donnée de référence fournie.

Q : Quels calculs faut-il enchaîner pour vérifier si la rallonge convient au palan ?

Convertissez la vitesse en m/s, calculez le poids et la puissance mécanique, puis utilisez le rendement pour obtenir la puissance absorbée. Calculez ensuite l'intensité et comparez-la à la limite indiquée pour la rallonge.

Q : Quelles consignes de présentation et d'arrondi faut-il respecter ?

Dans la partie mathématique, les résultats sont arrondis à l'unité sauf indication contraire, les unités doivent être précisées et le détail des calculs est exigé. Certaines questions imposent un arrondi particulier, notamment au dixième ou au millième.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bppierre.fr/assets/annales/bp-pierre/U40 - Études mathématiques et scientifiques/2017/BP Pierre - U40 - Études mathématiques et scientifiques - Session 2017 - 1-Sujet.pdf

Ressources BP Pierre : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

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.