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 E2 : RÉALISATION D'OUVRAGE, UNITÉ U21 : RÉALISATION DE TRACÉS PROFESSIONNELS

Coefficient : 3 Durée : 4 heures

Matériel professionnel de tracé autorisé : règle, équerre, compas, crayon, gomme et calculatrice autorisée. Documents techniques DT 1 à DT 3 et documents réponses DR 1 et DR 2 fournis avec le sujet. Aucun téléphone ni document personnel.

Composition de l'épreuve	Support
PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et réglementaire (5 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 2 : Étude technologique, matériau et calculs (6 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 3 : Préparation de fabrication et protocole opératoire (5 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 4 : Prévention et sécurité (4 points)	Dossier Questionnement
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES (DT 1, DT 2, DT 3)	Fourni avec le sujet
DOCUMENTS RÉPONSES (DR 1, DR 2) : 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 11 pages numérotées de 1/11 à 11/11.
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 CAHIER DES CHARGES : ATELIER DES PIERRES DU VELAY, LE PUY-EN-VELAY (HAUTE-LOIRE)

L'entreprise réalise pour la commune de Saint-Paulien un arc en pierre de taille destiné à l'entrée d'un jardin patrimonial. Vous êtes chargé de préparer l'épure à l'échelle 1:10, de déterminer les données utiles au débit des voussoirs et de proposer une organisation de fabrication. L'arc comporte neuf voussoirs identiques en profondeur, dont un voussoir de clef centré au sommet. L'ouvrage est réalisé en calcaire dense. Le présent sujet porte sur le tracé professionnel et la préparation des pièces ; la validation du dimensionnement de l'ouvrage et de ses appuis relève du bureau d'études et du maître d'œuvre.

Le cahier des charges fixe une baie intérieure de 1 200 mm de largeur, un intrados en plein cintre de rayon 600 mm, une épaisseur radiale de 180 mm et une profondeur de 250 mm. Les neuf joints radiaux sont régulièrement répartis sur le demi-cercle. Les dimensions de débit comprennent une surcote de 15 mm par face destinée au dressage. Les calculs seront présentés avec les unités et les arrondis adaptés à la fabrication.

PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et réglementaire (5 points)

Décodage du cahier des charges et identification des exigences

À partir du contexte et des documents DT 1 à DT 3, analysez l'ouvrage et les contraintes qui conditionnent le tracé. Les réponses doivent distinguer les dimensions géométriques données au sujet des vérifications structurelles qui ne sont pas demandées.

Exigences principales du cahier des charges

Élément	Exigence ou donnée	Conséquence pour le tracé
Baie intérieure	1 200 mm de largeur	.....
Intrados	Plein cintre, rayon 600 mm	.....
Voussoirs	9 pièces, joints radiaux réguliers	.....
Épaisseur et profondeur	180 mm et 250 mm	.....

Données de projet à analyser.

1.1 (2 points) Relevez les fonctions de l'ouvrage et les quatre dimensions géométriques imposées par le cahier des charges. Précisez quelle donnée définit le rayon de l'extrados.

1.2 (1,5 point) Indiquez deux contrôles dimensionnels à réaliser sur l'épure avant le débit et expliquez en quoi chacun limite un risque de non-conformité au montage.

1.3 (1,5 point) À partir du DT 3, identifiez une référence technique relative aux éléments de maçonnerie en pierre naturelle et une obligation générale de prévention applicable à l'atelier. Expliquez brièvement leur domaine d'application dans cette situation.

PARTIE 2 : Étude technologique, matériau et calculs (6 points)

Géométrie de l'arc, métré, rendement et coût matière

Utilisez les caractéristiques fournies au DT 1 et les données géométriques du DT 2. Les résultats peuvent être arrondis au millimètre pour les dimensions et au centième de mètre cube pour les volumes intermédiaires, sauf indication contraire. La surcote de débit est de 15 mm sur chaque face de taille.

Données de calcul du matériau et du débit

Paramètre	Valeur	Unité
Rayon de l'intrados	600	mm
Épaisseur radiale	180	mm
Profondeur	250	mm
Nombre de voussoirs	9	pièces
Surcote de débit	15 par face	mm
Prix du calcaire brut	680	€/m³

Données contractuelles de l'exercice, voir DT 1 et DT 2.

2.1 (2 points) Calculez le rayon de l'extrados, puis la longueur d'arc de l'intrados correspondant à un voussoir. Le demi-cercle est partagé en neuf angles égaux. Utilisez $R_e = R_i + e$ et $L = R_i\theta$, avec l'angle exprimé en radians. Donnez l'angle d'un voussoir en degrés et en radians, puis la longueur d'intrados correspondante.

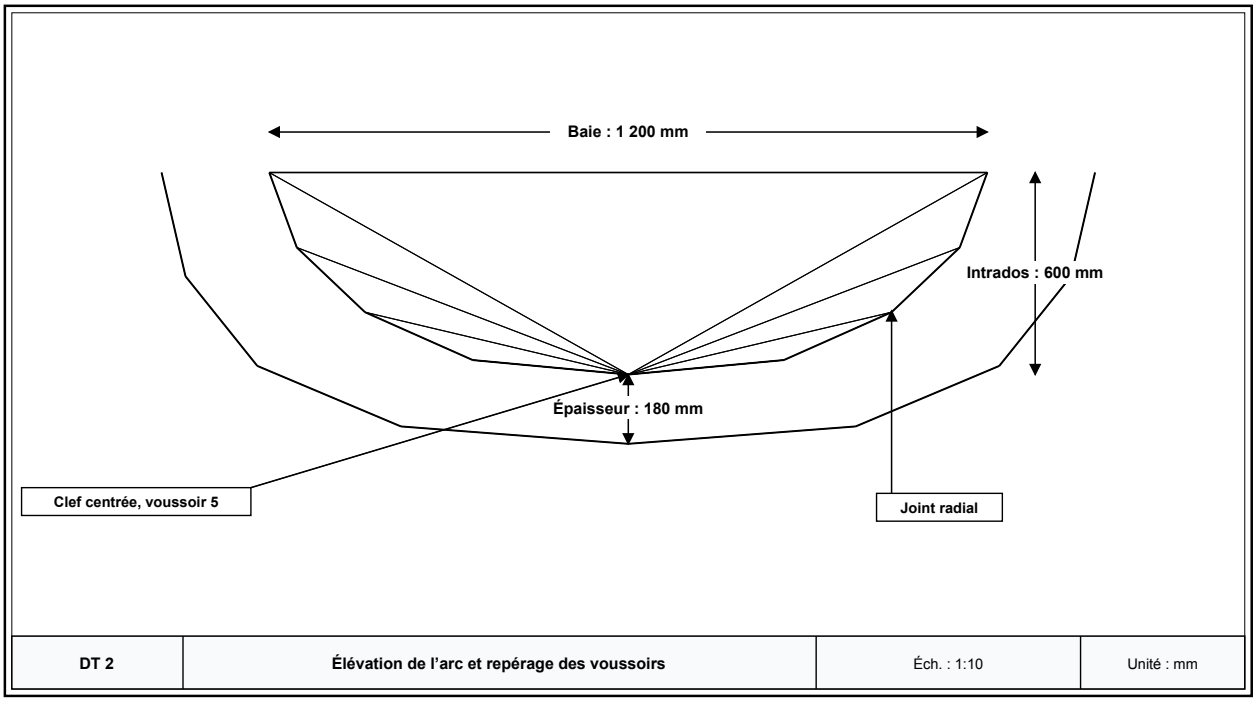
2.2 (2 points) Calculez le volume géométrique total de l'anneau de pierre, assimilé à un demi-cylindre extérieur auquel on retire un demi-cylindre intérieur. Utilisez $V = \frac{\pi}{2}(R_e^2 - R_i^2)p$. Calculez ensuite le volume brut à approvisionner avec une marge de 15 % pour les pertes de débit et de mise au format.

2.3 (2 points) À partir du volume brut à approvisionner, calculez le coût matière correspondant au prix du DT 1. Pour le débit, calculez aussi l'angle d'un joint radial en degrés et la longueur de la face intérieure d'un voussoir. Donnez les résultats avec les unités et présentez vos opérations.

PARTIE 3 : Préparation de fabrication et protocole opératoire (5 points)

Épure, feuille de débit et contrôles de fabrication

Préparez les informations nécessaires à la fabrication des voussoirs. L'épure est exécutée à l'échelle 1:10 sur support plan ; les dimensions réelles doivent rester clairement identifiables. Le trait de joint est radial et les surcotes de débit sont appliquées aux faces de taille conformément au cahier des charges.



DT 2	Élévation de l'arc et repérage des voussoirs	Éch. : 1:10	Unité : mm

3.1 (2 points) Sur le document réponse DR 1, complétez la nomenclature des neuf voussoirs en indiquant leur repère, leur position et l'angle au centre correspondant. Les angles doivent couvrir exactement le demi-cercle.

3.2 (1,5 point) Complétez la feuille de débit DR 2 avec les dimensions de référence d'un voussoir : rayon intérieur, rayon extérieur, profondeur et angle au centre. Ajoutez les surcotes prévues au cahier des charges aux faces de taille et indiquez clairement la convention de mesure retenue.

3.3 (1,5 point) Proposez un protocole opératoire en quatre étapes, depuis le contrôle du bloc jusqu'au contrôle du voussoir fini. Indiquez deux contrôles géométriques à effectuer au gabarit ou à l'équerre de stéréotomie.

PARTIE 4 : Prévention et sécurité (4 points)

Risques liés au débit, à la manutention et à la poussière de pierre

La fabrication est réalisée dans un atelier équipé d'une scie à pierre à lame diamantée, d'un dispositif d'arrosage et d'un moyen de levage adapté aux blocs. L'opérateur doit appliquer les consignes du site, les notices des équipements et les principes généraux de prévention. Aucun travail de coupe ne doit être réalisé avec un protecteur neutralisé.

Analyse des risques à compléter

Opération	Risque principal	Mesure de prévention à retenir
Débit à la scie	.....	.....
Manutention du bloc	.....	.....
Dressage et nettoyage	.....	.....

Document réponse DR 2.

4.1 (2 points) Complétez le tableau de prévention du DR 2. Pour chaque opération, associez un risque principal à une mesure de prévention collective ou organisationnelle adaptée.

4.2 (1 point) Citez les équipements de protection individuelle adaptés au débit humide et au dressage manuel, en distinguant les protections contre les projections, le bruit et les risques liés aux poussières résiduelles.

4.3 (1 point) Indiquez la conduite à tenir si le dispositif d'arrosage ou le protecteur de la scie présente une défaillance en cours de travail.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : FICHE MATÉRIAU ET DONNÉES DE FABRICATION

Matériau retenu : calcaire dense de carrière régionale, fourni en blocs bruts. Pour l'exercice, les données du tableau sont les valeurs déclarées par le fournisseur pour ce lot. La résistance indiquée est une donnée de caractérisation du matériau ; elle ne constitue pas à elle seule une justification de dimensionnement de l'arc. Le bureau d'études valide la stabilité, les appuis et le phasage de montage.

Références à prendre en compte : NF EN 771-6, spécification des éléments de maçonnerie en pierre naturelle, lorsqu'elle s'applique au produit fourni ; NF EN 1996-1-1, principes de calcul des ouvrages de maçonnerie, dans le cadre de la conception et de la validation par le bureau d'études ; principes généraux de prévention du Code du travail. Les prescriptions du marché, les documents du fabricant et les consignes de l'atelier restent applicables.

Caractéristiques déclarées du calcaire et données économiques

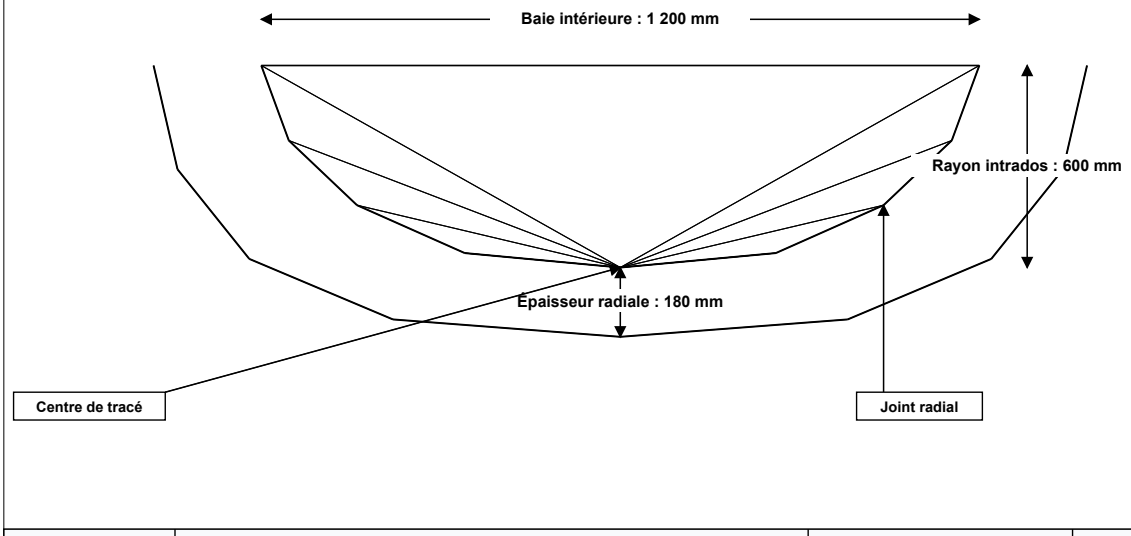
Caractéristique	Valeur	Unité ou observation
Masse volumique apparente	2 650	kg/m³
Résistance moyenne en compression déclarée	45	MPa, valeur indicative du lot
Absorption d'eau déclarée	0,8	% en masse
Prix du bloc brut	680	€/m³
Marge d'approvisionnement	15	% du volume géométrique
Surcote de débit	15	mm par face de taille

Valeurs retenues pour les calculs de l'épreuve.

DT 2 : GÉOMÉTRIE DE L'ARC ET CONVENTIONS DE TRACÉ

L'arc est un plein cintre défini par un intrados de rayon $R_i = 600$ mm. L'extrados est concentrique et son rayon vaut $R_e = R_i + e$, où $e = 180$ mm est l'épaisseur radiale. La profondeur constante de l'arc est $p = 250$ mm. Le demi-cercle est divisé en neuf voussoirs de même angle au centre ; les joints sont des rayons issus du centre de l'intrados. Le voussoir central, repère 5, est la clef.

Échelle de l'épure : 1:10. À cette échelle, une dimension réelle de 1 200 mm est représentée par 120 mm sur le support. La longueur d'un arc de cercle se calcule par $L = R\theta$, avec θ en radians. Le volume géométrique de l'anneau semi-cylindrique se calcule par $V = \frac{\pi}{2}(R_e^2 - R_i^2)p$, les longueurs étant exprimées dans la même unité.



DT 2	Élévation cotée de l'arc en pierre	Éch. : 1:10	Unité : mm

DT 3 : RÉFÉRENCES DE CONTRÔLE ET PRÉVENTION EN ATELIER

Les références ci-dessous servent à orienter le contrôle documentaire et la prévention. Elles ne remplacent pas les prescriptions particulières du marché, l'évaluation des risques de l'entreprise ni les notices des machines. La conformité du produit est vérifiée à partir des documents du fournisseur et des exigences de l'ouvrage.

Références, domaine et points de vigilance

Référence ou règle	Domaine concerné	Point de vigilance dans l'atelier
NF EN 771-6	Éléments de maçonnerie en pierre naturelle, selon le produit et son usage	Vérifier les caractéristiques déclarées et les documents du fournisseur
NF EN 1996-1-1	Règles de calcul des ouvrages de maçonnerie	La validation structurelle est confiée au bureau d'études
Code du travail, principes généraux de prévention	Organisation de la prévention des risques professionnels	Supprimer ou réduire les risques à la source et suivre les consignes de l'entreprise
Notice de la scie et procédure de levage du site	Utilisation des équipements et manutention des blocs	Ne pas neutraliser les protecteurs ; employer les moyens de levage prévus

Synthèse documentaire pour l'étude.

Paramètres de coupe disponibles

Paramètre	Valeur	Unité
Diamètre de la lame	350	mm
Vitesse périphérique recommandée pour le matériau et la lame considérés	35	m/s
Formule de conversion	$n = frac60vpiD$	tr/min, avec D en mètres

Données fabricant fournies pour une question de préparation si nécessaire.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : questions 3.1 et 3.2

À RENDRE AVEC LA COPIE

Complétez directement les tableaux. Les angles inscrits doivent totaliser 180°. Indiquez les dimensions réelles en millimètres et distinguez la géométrie finie de la surcote de débit.

Nomenclature des voussoirs

Repère	Position dans l'arc	Angle au centre	Observation de tracé
1	.....	.....	.....
2	.....	.....	.....
3	.....	.....	.....
4	.....	.....	.....
5	.....	.....	.....
6	.....	.....	.....
7	.....	.....	.....
8	.....	.....	.....
9	.....	.....	.....

Feuille de débit d'un voussoir type

Donnée	Dimension finie	Surcote de débit	Dimension de débit retenue
Rayon intérieur	.....	.....	.....
Rayon extérieur	.....	.....	.....
Profondeur	.....	.....	.....
Angle au centre	.....	.....	.....
Longueur de face intérieure	.....	.....	.....

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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Document réponse à rendre avec la copie : questions 4.1 et 4.2

À RENDRE AVEC LA COPIE

Complétez le tableau d'analyse des risques pour les opérations indiquées. Une réponse doit associer chaque risque à une mesure de prévention adaptée. Ajoutez ensuite les équipements de protection individuelle demandés à la question 4.2.

Tableau d'analyse des risques et des mesures de prévention

Opération	Risque principal	Mesure de prévention collective ou organisationnelle	Équipement de protection individuelle adapté
Débit à la scie	.....	.....	.....
Manutention et positionnement du bloc	.....	.....	.....
Dressage manuel et nettoyage du poste	.....	.....	.....

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.