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 E.11 : ÉTUDE ET PRÉPARATION D'UN OUVRAGE

Coefficient : 3 Durée : 3 h 30

Aucun document ou matériel autorisé en dehors de ceux fournis avec le sujet. Calculatrice autorisée selon la consigne ci-dessus.

Composition de l'épreuve	Support
Partie 1 : Analyse fonctionnelle et réglementaire (4 points)	Dossier Questionnement
Partie 2 : Étude technologique, choix des matériaux et calculs (8 points)	Dossier Questionnement
Partie 3 : Préparation de fabrication et protocole opératoire (5 points)	Dossier Questionnement
Partie 4 : Prévention et sécurité (3 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 12 pages numérotées de 1/12 à 12/12.
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 MINÉRAL DU VELAY, LE PUY-EN-VELAY (HAUTE-LOIRE)

L'entreprise Atelier Minéral du Velay doit réaliser le revêtement en pierre naturelle du soubassement de l'entrée d'une médiathèque communale, ainsi qu'un seuil en pierre. Le chantier se situe au Puy-en-Velay, à l'extérieur, dans une zone exposée aux pluies et aux épisodes de gel.

Le parement mesure 6 000 mm de longueur sur 600 mm de hauteur. Il est constitué de vingt éléments de pierre de 40 mm d'épaisseur, répartis en deux rangées de dix éléments. Les joints visibles sont de 8 mm. Le seuil mesure 1 800 mm × 350 mm × 40 mm. Le support du parement est en béton sain et planifié ; les éléments de parement sont fixés par attaches mécaniques en acier inoxydable conformément au système retenu et à sa documentation technique. Le seuil repose sur un lit de mortier de réglage de 20 mm.

Le choix de la pierre doit prendre en compte l'exposition extérieure, le gel, l'eau, les sollicitations d'usage, l'aspect demandé et les caractéristiques déclarées dans le dossier technique. Les prescriptions de chantier et les extraits réglementaires fournis dans les DT constituent les données à appliquer pour cette étude.

Le barème est établi sur 20 points. La durée de l'épreuve est de 3 h 30. Le temps de prise de connaissance du dossier technique, fixé à 30 minutes avant le début de l'épreuve, n'est pas inclus dans cette durée.

Partie 1 : Analyse fonctionnelle et réglementaire (4 points)

Décodage du projet, contraintes d'emploi et diagnostic du support

À l'aide du cahier des charges et des documents DT 1 à DT 3, analysez les fonctions du parement et du seuil, puis vérifiez les principales conditions de mise en œuvre. Les dimensions du parement fini sont de 6 000 mm × 600 mm. Le support en béton a été contrôlé sur une zone représentative : il est cohésif, sans fissure visible, avec un écart maximal de planéité de 3 mm sous une règle de 2 m. Le support est sec au toucher et débarrassé de ses poussières.

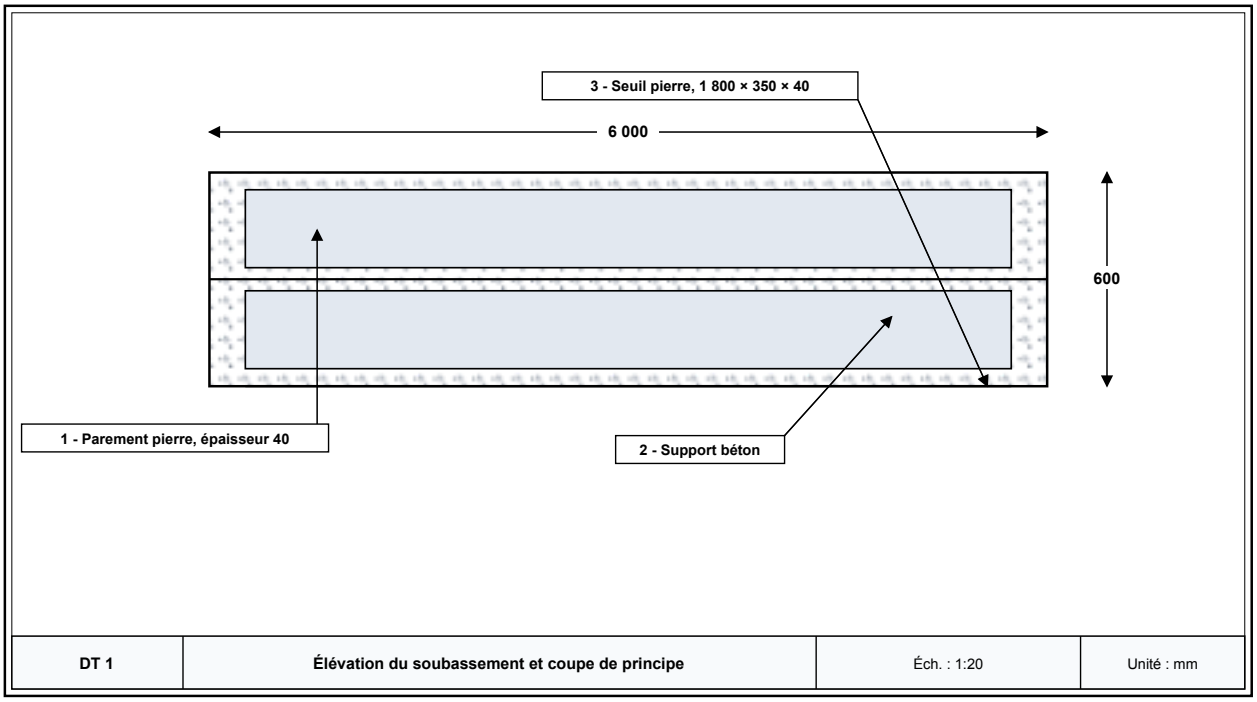


Schéma de principe coté. Les cotes écrites prévalent sur l'échelle graphique.

1.1 (1,5 point) Relevez deux fonctions attendues du parement et une fonction attendue du seuil. Pour chacune, indiquez une contrainte du chantier qui doit être prise en compte.

1.2 (1 point) À partir des résultats de contrôle fournis et du DT 2, indiquez si le support peut être retenu pour la préparation du chantier. Justifiez votre réponse par deux éléments du dossier et précisez une vérification à réaliser avant la pose.

1.3 (1,5 point) Associez les références documentaires pertinentes aux deux produits du projet : d'une part, les dalles de pierre naturelle en parement, d'autre part, la résistance au gel de la pierre. Indiquez également pourquoi une norme de produit ne suffit pas, à elle seule, à valider le système de fixation du parement.

Partie 2 : Étude technologique, choix des matériaux et calculs (8 points)

Sélection de la pierre, quantification, calculs de matière et de coût

Les caractéristiques comparatives des pierres sont fournies au DT 2. Les dimensions du parement fini sont de 6 000 mm × 600 mm. La disposition prévue comprend deux rangées et dix éléments par rangée. Chaque élément fini mesure 592,8 mm × 296 mm × 40 mm ; les joints de 8 mm sont compris entre les éléments, mais pas dans leurs dimensions. Les dalles brutes disponibles mesurent 600 mm × 300 mm × 40 mm. Pour la commande, l'entreprise prévoit deux éléments supplémentaires pour tenir compte des casses et des reprises. Le prix d'une dalle brute est de 48,00 € HT.

La masse volumique conventionnelle retenue pour l'estimation de manutention est de 2 650 kg/m³. Pour le calcul du lit de réglage du seuil, le volume géométrique est calculé avec une épaisseur de 20 mm, puis majoré de 10 %. Le mortier est dosé à 350 kg de ciment par mètre cube de mortier frais ; le rapport massique sable/ciment est de 3 et le rapport massique eau/ciment est de 0,50. Le ciment est conditionné en sacs de 25 kg, le sable est livré en sacs de 25 kg et l'eau est mesurée au litre, avec 1 kg d'eau assimilé à 1 L.

Caractéristiques déclarées des pierres proposées

Pierre	Masse volumique (kg/m³)	Absorption d'eau (%)	Résistance à la flexion (MPa)	Résistance au gel déclarée	Aspect et entretien
Granite du Mont-Cenis	2 650	0,35	12,0	Conforme aux exigences du projet	Gris moucheté, entretien courant
Calcaire tendre de Bavière	2 350	4,8	5,5	Résultat défavorable au gel	Beige, sensible aux taches
Grès rouge du bassin	2 420	2,1	8,0	Résultat favorable au gel	Rouge nuancé, entretien à vérifier

Valeurs fournies par le dossier de consultation pour le choix du matériau.

Données de calcul et d'équipement

Donnée	Valeur
Surface du parement	6,000 m × 0,600 m
Nombre d'éléments finis	2 rangées × 10 éléments
Dimensions d'une dalle brute	0,600 m × 0,300 m × 0,040 m
Épaisseur du parement en pierre	0,040 m
Conductivité thermique déclarée de la pierre	λ = 2,30 W/(m·K)
Prix unitaire d'une dalle brute	48,00 € HT
Disque de sciage	Diamètre 350 mm, vitesse de rotation 1 800 tr/min
Vitesse périphérique maximale indiquée par le fabricant du disque	80 m/s

Données de chantier fournies pour les calculs.

2.1 (2 points) Choisissez la pierre la plus adaptée au parement extérieur et justifiez votre choix par au moins trois caractéristiques du DT 2. Calculez ensuite la masse approximative d'un élément fini de parement à l'aide de la relation $m = \rho \times V$. Donnez le résultat en kilogrammes, arrondi au dixième.

2.2 (2,5 points) Complétez le DR 1. Déterminez la surface nette du parement, le nombre d'éléments finis, le nombre de dalles brutes à commander, la surface brute achetée et le rendement surfacique. Calculez également le taux de chute selon la relation $t_{chute} = 100 - rendement$. Arrondissez les rendements et le taux de chute à 0,1 %.

2.3 (1,5 point) Calculez la résistance thermique de la couche de pierre du parement selon $R = e/\lambda$, avec $e = 0,040\,m$ et $\lambda = 2,30\,W/(m \cdot K)$. Donnez le résultat en $m^2 \cdot K/W$, à trois décimales, puis indiquez si cette seule couche constitue une isolation thermique importante.

2.4 (2 points) Pour le lit de réglage du seuil, calculez le volume théorique puis le volume à préparer après majoration de 10 %. À partir du dosage indiqué, calculez les masses de ciment et de sable ainsi que le volume d'eau. Donnez le nombre de sacs entiers de ciment et de sable à prévoir. Enfin, calculez le coût HT des dalles brutes commandées et la vitesse périphérique du disque en m/s selon $v = \pi D n/60$, avec D en mètres et n en tr/min. Comparez le résultat à la limite fabricant de 80 m/s.

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

Organisation du débit, contrôle des éléments et préparation de la pose

Les dalles de granite retenues sont livrées brutes au format 600 mm × 300 mm × 40 mm. Les dimensions finies de chaque élément sont 592,8 mm × 296 mm × 40 mm. Le plan de calepinage prévoit vingt éléments identiques. Le procédé de sciage est réalisé à la scie à eau, après contrôle de l'état du disque et réglage des butées. Les attaches mécaniques sont définies par la documentation du système fourni par l'entreprise ; elles ne doivent pas être remplacées par un dispositif improvisé.

Le seuil est posé sur un lit de mortier de réglage. Le parement est fixé mécaniquement au support béton. Les chants et faces visibles sont protégés pendant la manutention et le stockage.

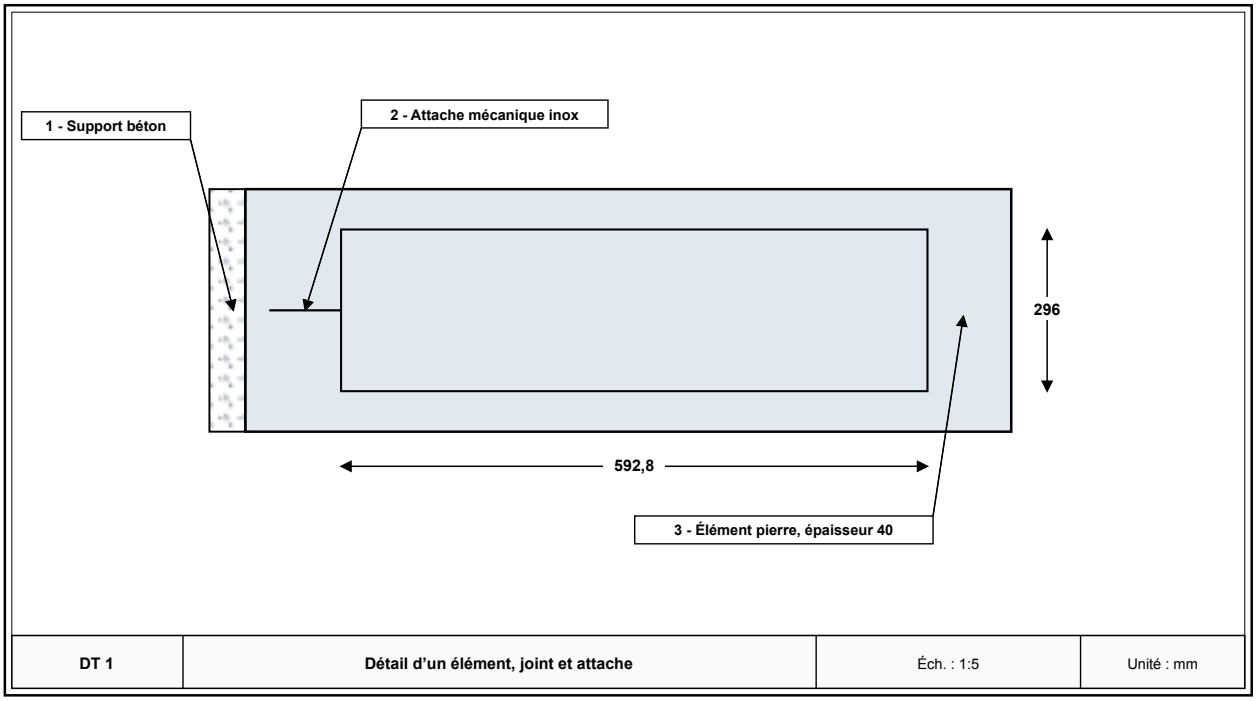


Schéma de principe non destiné à remplacer le plan d'exécution du système de fixation.

3.1 (2 points) Établissez, sur le DR 2, une feuille de débit comportant la référence de la pierre, les dimensions brutes, les dimensions finies, le nombre de pièces et les contrôles à effectuer. Calculez la dimension de matière retirée sur la largeur et sur la hauteur d'une dalle brute. Précisez si les vingt éléments sont débitables à raison d'un élément par dalle brute.

3.2 (1,5 point) Rédigez un protocole opératoire chronologique en six étapes au minimum, depuis la réception des dalles jusqu'au contrôle final du parement. Faites apparaître le repérage, le débit, la manutention, le contrôle dimensionnel, la pose des attaches et la vérification des joints.

3.3 (1,5 point) Indiquez trois contrôles qualité à réaliser avant la pose et deux contrôles à effectuer après la pose. Pour chaque contrôle, précisez le défaut ou le risque qu'il permet de détecter.

Partie 4 : Prévention et sécurité (3 points)

Analyse des risques liés au sciage, à la manutention et au chantier

Le débit est effectué dans une zone d'atelier dédiée avec une scie à eau. Les dalles sont manutentionnées à deux ou à l'aide d'un moyen mécanique adapté. Le chantier comprend une zone de circulation publique à proximité immédiate. Les protections collectives et les équipements de protection individuelle doivent être définis en fonction de l'évaluation des risques de l'entreprise et des notices des équipements.

Situations de travail à analyser

Situation	Danger ou exposition
Sciage de la pierre	Projection de particules, bruit, poussières ou aérosols, contact avec l'outil en mouvement
Manutention d'une dalle	Écrasement, coupure, chute de charge, efforts physiques
Intervention au droit de l'entrée	Coactivité, circulation de tiers, trébuchement et heurt

Les mesures proposées doivent être adaptées aux risques identifiés.

4.1 (1,5 point) Pour les trois situations du tableau, proposez une mesure de prévention collective ou d'organisation et un équipement de protection individuelle adapté. Distinguez clairement les protections collectives des EPI.

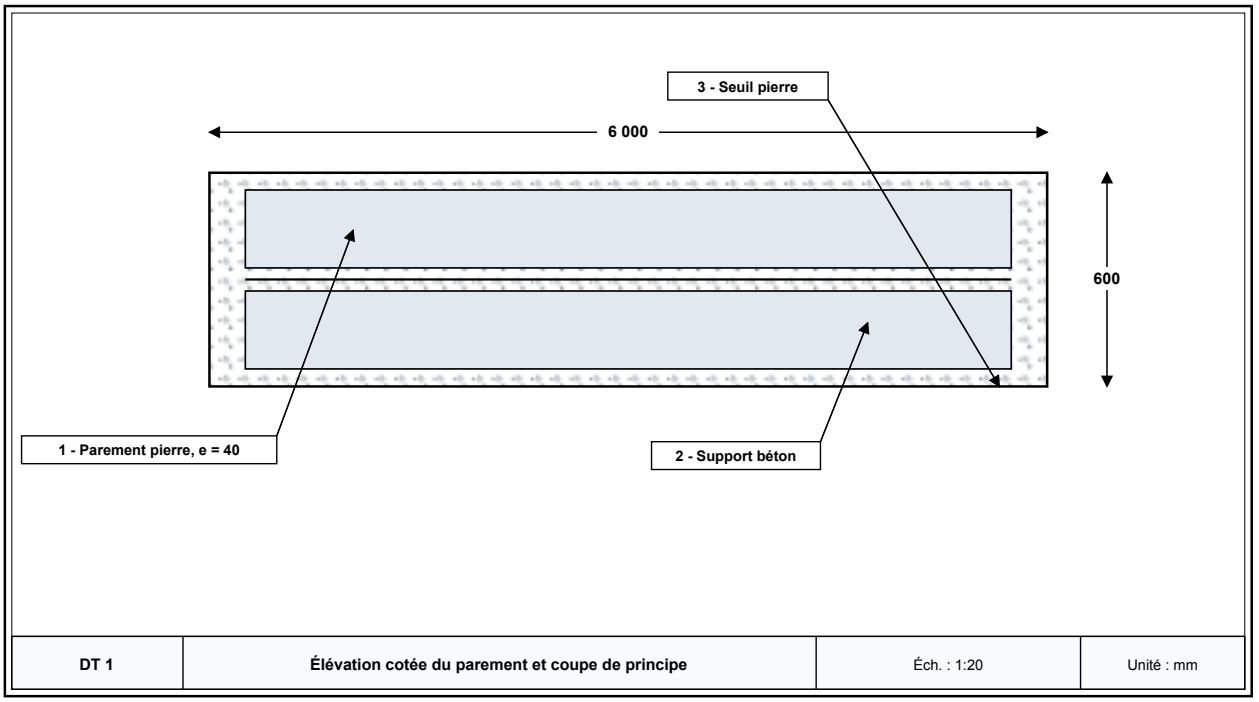
4.2 (1,5 point) Indiquez les vérifications à effectuer avant la mise en service de la scie à eau et les mesures à prendre pour limiter l'exposition aux poussières et aux aérosols. Précisez également deux mesures de balisage ou d'organisation permettant de protéger les tiers à proximité de l'entrée.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : PLANS DE PRINCIPE ET DONNÉES GÉOMÉTRIQUES DE L'OUVRAGE

Ouvrage : soubassement extérieur en pierre naturelle et seuil d'entrée. Dimensions finies du parement : longueur 6 000 mm, hauteur 600 mm, épaisseur de pierre 40 mm. Calepinage : deux rangées de dix éléments ; chaque élément mesure 592,8 mm de largeur et 296 mm de hauteur. Les joints entre éléments sont de 8 mm. Seuil : 1 800 mm × 350 mm × 40 mm. Le parement est fixé mécaniquement sur un support béton, au moyen du système retenu par l'entreprise et conformément à sa documentation technique. Le seuil est posé sur un lit de mortier de réglage de 20 mm. Le schéma fourni est un schéma de principe ; les dimensions écrites sont les dimensions de référence.



Repères : 1, éléments de parement ; 2, support béton ; 3, seuil en pierre.

Cotes et calepinage

Élément	Longueur ou largeur (mm)	Hauteur ou profondeur (mm)	Épaisseur (mm)	Quantité
Parement fini	6 000	600	40	1 ensemble
Élément de parement	592,8	296	40	20
Joint entre éléments	8	8	Selon calepinage	Joints réguliers
Seuil	1 800	350	40	1

Dimensions finies du projet.

DT 2 : FICHE DE COMPARAISON DES PIERRES ET RÉFÉRENCES TECHNIQUES

Les résultats ci-dessous sont les valeurs déclarées dans le dossier de consultation. Pour le chantier étudié, la pierre de parement doit être adaptée à une exposition extérieure avec gel et humidification. Le choix tient compte de l'absorption d'eau, du comportement au gel, de la résistance mécanique, de l'aspect et de l'entretien. Une vérification de la compatibilité du système de fixation avec le support, les dimensions et les caractéristiques de la pierre reste nécessaire.

Références documentaires fournies pour l'étude : NF EN 1469, produits en pierre naturelle utilisés en revêtement mural ; NF EN 12371, méthode d'essai de résistance au gel des pierres naturelles ; NF DTU 55.2, revêtements muraux attachés en pierre mince, à consulter dans son domaine d'application et dans son édition applicable au chantier. La conformité du système de fixation doit également être vérifiée dans la documentation technique du procédé retenu. Les références sont données comme ressources de consultation et ne dispensent pas de vérifier leur domaine d'application.

Pour la couche de pierre, la résistance thermique se calcule selon $R = e/\lambda$. Pour une pièce, le volume se calcule selon $V = L \times l \times e$, et la masse selon $m = \rho \times V$. Les unités doivent être converties en mètres avant calcul.

Caractéristiques comparatives des pierres

Pierre	Masse volumique (kg/m³)	Absorption d'eau (%)	Résistance à la flexion (MPa)	Comportement au gel déclaré	Aspect et entretien
Granite du Mont-Cenis	2 650	0,35	12,0	Conforme aux exigences du projet	Gris moucheté, entretien courant
Calcaire tendre de Bavière	2 350	4,8	5,5	Résultat défavorable au gel	Beige, sensible aux taches
Grès rouge du bassin	2 420	2,1	8,0	Résultat favorable au gel	Rouge nuancé, entretien à vérifier

Valeurs déclarées communiquées par les fournisseurs pour le projet.

Références de calcul et critères du projet

Donnée	Valeur ou prescription
Granite retenu pour l'estimation de manutention	Masse volumique conventionnelle : 2 650 kg/m³
Conductivité thermique de la pierre	λ = 2,30 W/(m·K)
Épaisseur de la pierre	e = 0,040 m
Critère de choix en extérieur	Prendre en compte gel, eau, sollicitations, aspect et entretien
Références de consultation	NF EN 1469 ; NF EN 12371 ; NF DTU 55.2 selon le domaine d'application

Données numériques à utiliser pour les calculs de l'épreuve.

DT 3 : DONNÉES DE FABRICATION, DOSAGE, ÉQUIPEMENTS ET PRÉVENTION

Dalles brutes de parement : 600 mm × 300 mm × 40 mm. Dimensions finies : 592,8 mm × 296 mm × 40 mm. Quantité à commander : quantité nécessaire au calepinage plus deux éléments de réserve. Prix unitaire : 48,00 € HT par dalle brute.

Lit de réglage du seuil : dimensions en plan 1 800 mm × 350 mm, épaisseur 20 mm. Majoration de volume pour pertes et réglages : 10 %. Dosage du mortier frais : 350 kg de ciment par mètre cube ; sable/ciment = 3 en masse ; eau/ciment = 0,50 en masse. Ciment en sacs de 25 kg, sable en sacs de 25 kg. Pour les calculs, 1 kg d'eau est assimilé à 1 L.

Scie à eau : disque de diamètre 350 mm, vitesse de rotation 1 800 tr/min ; vitesse périphérique maximale indiquée par le fabricant du disque : 80 m/s. La relation de calcul est $v = \pi D n / 60$, avec D en mètres et n en tours par minute. Respecter la notice de la scie et du disque, vérifier la compatibilité du disque, son état, son montage, les protections et l'alimentation en eau avant utilisation.

Prévention : appliquer les principes généraux de prévention du Code du travail, l'évaluation des risques de l'entreprise et les notices des équipements. Organiser la manutention en fonction de la masse et de la prise des éléments. Maintenir les protections collectives, le balisage et la séparation des tiers. Le sciage à l'eau doit être réalisé conformément aux procédures de l'entreprise afin de limiter poussières et aérosols ; les EPI sont choisis selon l'évaluation des risques.

Paramètres de fabrication et de calcul

Paramètre	Valeur
Dalle brute	600 × 300 × 40 mm
Élément fini	592,8 × 296 × 40 mm
Réserve de commande	2 dalles
Prix unitaire	48,00 € HT par dalle brute
Seuil et épaisseur du lit	1 800 × 350 mm ; épaisseur 20 mm
Majoration de volume du mortier	10 %
Dosage ciment	350 kg/m³ de mortier frais
Rapport sable/ciment	3 en masse
Rapport eau/ciment	0,50 en masse
Conditionnement	Sacs de ciment de 25 kg ; sacs de sable de 25 kg
Disque	D = 350 mm ; n = 1 800 tr/min ; limite fabricant = 80 m/s

Valeurs à utiliser pour les calculs demandés.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : Question 2.2 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Complétez les cases marquées « ... ». Présentez les calculs et les unités. Arrondissez les résultats conformément aux consignes de la question.

Métré, commande et rendement du parement

Donnée à déterminer	Calcul ou résultat
Surface nette du parement (m²)	.....
Nombre d'éléments finis nécessaires	.....
Nombre de dalles brutes à commander, réserve comprise	.....
Surface brute achetée (m²)	.....
Rendement surfacique (%)	.....
Taux de chute (%)	.....

À compléter par le candidat à partir des dimensions du DT 1 et du DT 3.

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 : Question 3.1 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Complétez la feuille de débit. Indiquez les unités, le nombre de pièces et les contrôles à prévoir avant le lancement de la série.

Feuille de débit des éléments de parement

Repère	Matériau	Dimensions brutes (mm)	Dimensions finies (mm)	Épaisseur (mm)	Quantité	Contrôles avant débit
P1	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Retrait de matière sur la largeur (mm)	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Retrait de matière sur la hauteur (mm)	.....	.....	.....	.....	.....	.....

À compléter par le candidat.

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.