BP Étanchéité du Bâtiment et des Travaux Publics

SUJET D'ENTRAÎNEMENT NON OFFICIEL

Sujet rédigé par FormaV avec l'aide d'outils d'intelligence artificielle, pour s'entraîner. Ce document n'a pas été donné à l'examen : ce n'est ni un sujet officiel ni une annale de session. Les entreprises, données et documents qu'il contient sont fictifs.

Les sujets officiels des sessions passées et nos sujets d'entraînement sont classés sur https://bpetancheite.fr/annales-sujets-et-corriges

Document mis en ligne par FormaV®. Reproduction ou diffusion sans autorisation interdite.

BREVET PROFESSIONNEL

ÉTANCHÉITÉ DU BÂTIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

ÉDITION 2026

ÉPREUVE E2 : ÉTUDE ET PRÉPARATION D'UNE RÉALISATION

Coefficient : 8 Durée : 3 heures

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

Composition de l'épreuve	Support
PARTIE 1 : ANALYSE FONCTIONNELLE ET RÉGLEMENTAIRE (5 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 2 : ÉTUDE TECHNOLOGIQUE, CHOIX DES MATÉRIAUX ET CALCULS (7 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 3 : PRÉPARATION DE L'INTERVENTION 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 13 pages numérotées de 1/13 à 13/13.
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.

FormaV - document d'entraînement non officiel

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : ENTREPRISE ÉTANCHÉITÉ ATLANTIQUE, CHANTIER DE RÉNOVATION DE LA TOITURE-TERRASSE DU GROUPE SCOLAIRE JEAN-MOULIN, LA ROCHELLE (CHARENTE-MARITIME)

L'entreprise Étanchéité Atlantique prépare la rénovation d'une toiture-terrasse accessible uniquement pour l'entretien. Le support est une dalle en béton existante, reconnue saine et sèche après préparation. La solution retenue comprend un primaire compatible avec le support, un pare-vapeur, des panneaux isolants PIR et une membrane d'étanchéité bicouche. La présente épreuve porte sur l'analyse et la préparation de la couche d'isolation thermique.

Le cahier des charges du chantier impose une résistance thermique de l'isolant au moins égale à $5,00\ \mathrm{m^2 \cdot K/W}$, des panneaux posés en quinconce et une quantité commandée intégrant une marge de coupe de $5\ \%$. La surface nette à traiter, hors deux lanterneaux, est de $210\ \mathrm{m^2}$. Les produits et données de calcul sont ceux des documents DT 1 à DT 3. Les exigences du dossier de marché et les prescriptions de mise en œuvre applicables au procédé doivent être respectées.

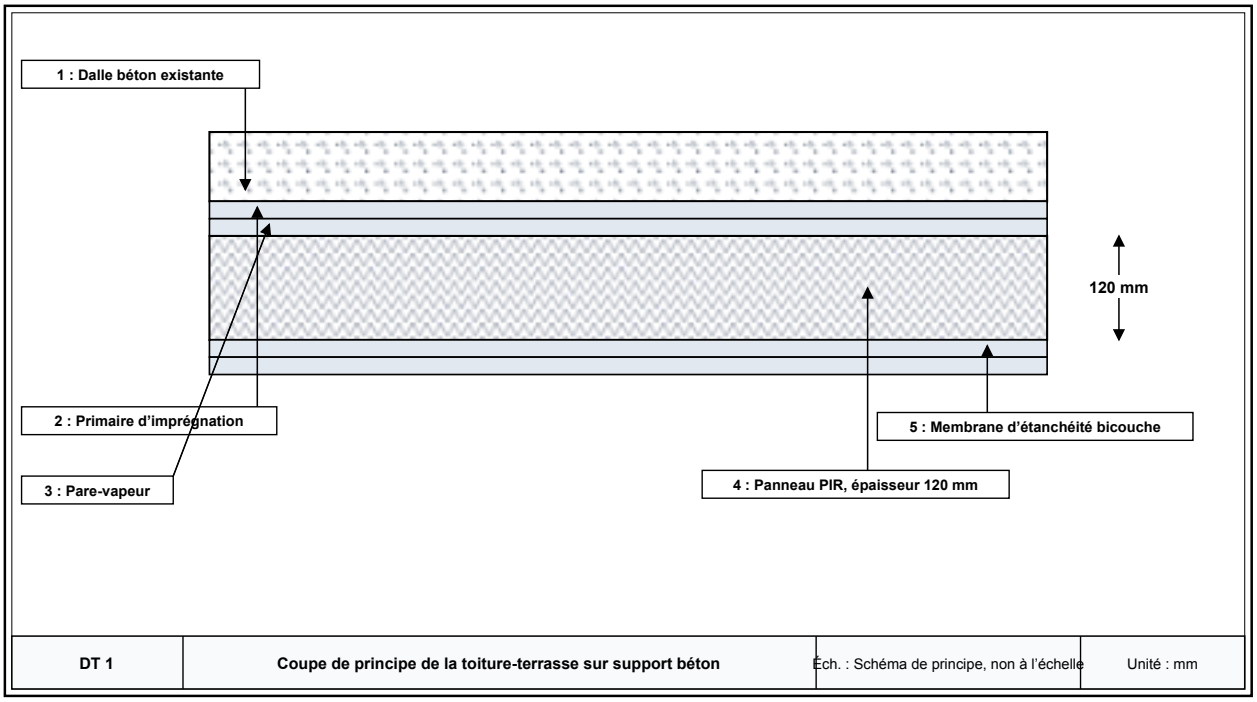
Répondre sur les documents réponse lorsqu'ils sont fournis. Les résultats numériques seront accompagnés de leur unité et, lorsque cela est demandé, d'un calcul justifié. Arrondir les quantités de commande à l'unité supérieure et les résultats de calcul à trois chiffres significatifs.

PARTIE 1 : ANALYSE FONCTIONNELLE ET RÉGLEMENTAIRE (5 points)

Analyser la composition de la toiture et identifier les exigences applicables

À partir de la coupe du DT 1 et des données réglementaires et contractuelles du DT 2, repérer la fonction de chaque couche et vérifier la cohérence de la solution proposée. La résistance thermique minimale de l'isolant est une exigence du cahier des charges du chantier.

FormaV - document d'entraînement non officiel



Les épaisseurs et caractéristiques de calcul sont précisées dans le dossier technique.

Données de géométrie et de composition

Donnée	Valeur
Surface nette à isoler	210 m²
Nombre de lanterneaux exclus de la surface	2
Épaisseur du panneau PIR	120 mm
Dimensions d'un panneau	1 200 × 600 mm
Marge de coupe à prévoir	5 %

Données du dossier de marché et du relevé de chantier.

1.1 (2 points) À l'aide du DT 1, nommer les cinq couches repérées et indiquer, pour chacune, sa fonction principale dans l'ouvrage. Présenter la réponse dans le DR 1.

1.2 (1,5 point) À partir du DT 2, citer deux documents techniques ou normes utiles à la vérification de la mise en œuvre de cette toiture-terrasse et préciser, pour chacun, le domaine qu'il encadre. Distinguer les prescriptions de mise en œuvre des caractéristiques déclarées du produit.

1.3 (1,5 point) Expliquer pourquoi la continuité de l'isolation et le traitement des relevés et des lanterneaux doivent être étudiés avant la pose. Indiquer un risque lié à une interruption de l'isolation et un risque lié à une mauvaise gestion de l'humidité dans la paroi.

FormaV - document d'entraînement non officiel

PARTIE 2 : ÉTUDE TECHNOLOGIQUE, CHOIX DES MATÉRIAUX ET CALCULS (7 points)

Vérifier la performance thermique et établir les quantités et le coût matière

Les caractéristiques des matériaux, les prix et les données de chantier figurent dans les DT 2 et DT 3. La résistance thermique d'une couche homogène se calcule par $R = e/\lambda$, avec e exprimée en mètres et λ en $\mathrm{W/(m \cdot K)}$. Pour le calcul simplifié demandé, la résistance totale est la somme des résistances des couches, y compris les résistances superficielles indiquées dans le dossier. Le coefficient de transmission thermique est $U = 1/R_{\mathrm{total}}$.

Caractéristiques thermiques et économiques des matériaux

Produit ou couche	Épaisseur	Conductivité thermique λ	Résistance thermique à utiliser	Conditionnement et prix
Dalle béton existante	200 mm	2,00 W/(m·K)	À calculer	Sans objet
Panneau PIR	120 mm	0,022 W/(m·K)	À calculer	1,20 × 0,60 m ; 18,40 € HT/panneau
Primaire d'imprégnation	Sans objet	Sans objet	Non comptabilisée dans le calcul thermique	Bidon de 20 kg ; 68,00 € HT/bidon
Pare-vapeur et membrane	Selon produit	Sans objet	Résistance cumulée fournie : 0,02 m²·K/W	Hors chiffrage demandé
Résistances superficielles	Sans objet	Sans objet	Rsi = 0,10 et Rse = 0,04 m²·K/W	Valeurs imposées pour l'exercice

Valeurs fournies pour les calculs de l'épreuve.

Données de métré et de préparation

Paramètre	Valeur
Surface nette	210 m²
Marge de coupe panneaux	5 %
Consommation primaire	0,25 kg/m²
Prix d'un panneau PIR	18,40 € HT
Prix d'un bidon de primaire de 20 kg	68,00 € HT

Les quantités sont établies sur la surface nette de 210 m².

2.1 (2 points) Calculer la résistance thermique du panneau PIR de 120 mm, puis celle de la dalle béton. Présenter les calculs avec les unités. Vérifier si l'isolant satisfait à lui seul l'exigence contractuelle $R \geq 5,00\ \mathrm{m^2 \cdot K/W}$.

2.2 (1,5 point) Calculer la résistance thermique totale simplifiée de la paroi, puis le coefficient U. Utiliser les résistances superficielles et la résistance cumulée du pare-vapeur et de la membrane indiquées dans le DT 2. Reporter les résultats dans le DR 1.

FormaV - document d'entraînement non officiel

2.3 (1,5 point) Établir le métré des panneaux avec la marge de coupe. Un panneau couvre $1,20 \times 0,60\ \mathrm{m}^2$. Calculer le nombre de panneaux à commander, en arrondissant à l'unité supérieure. Calculer la surface achetée et la chute théorique en m^2 par rapport à la surface nette.

2.4 (1 point) Calculer la masse de primaire nécessaire et le nombre de bidons de 20 kg à commander. Calculer ensuite le coût total HT des panneaux et des bidons de primaire commandés.

2.5 (1 point) Le plan de calepinage prévoit 240 coupes droites de panneaux, d'une longueur moyenne de 0,60 m chacune. Le rendement de coupe observé avec le couteau isolant est de 6 m/min. Calculer la longueur totale à couper et le temps de coupe théorique, hors manutention et repérage.

PARTIE 3 : PRÉPARATION DE L'INTERVENTION ET PROTOCOLE OPÉRATOIRE (5 points)

Organiser la pose, contrôler les supports et établir les besoins matière

La zone de travail est rectangulaire, de dimensions $18,00\ \mathrm{m} \times 12,00\ \mathrm{m}$, et comprend deux lanterneaux de $2,00\ \mathrm{m} \times 1,50\ \mathrm{m}$ chacun. La surface nette à isoler est donc $18 \times 12 - 2 \times (2 \times 1,5) = 210\ \mathrm{m}^2$. Les panneaux seront posés en quinconce, joints serrés, sans superposition des joints entre rangs. La pose ne commence qu'après validation du support et du pare-vapeur par le responsable de chantier.

Séquence de travail et points d'arrêt

Étape	Opération	Contrôle ou critère d'acceptation
1	Réception et préparation du support	.....
2	Application du primaire et séchage	.....
3	Contrôle du pare-vapeur avant isolation	.....
4	Calepinage et pose des panneaux PIR	.....
5	Contrôle final de la couche isolante	.....

Protocole à compléter et à justifier par le candidat.

3.1 (1,5 point) Compléter dans le DR 2 les contrôles à réaliser avant la pose des panneaux, pendant leur mise en œuvre et à la fin de l'intervention. Préciser au moins un critère observable pour chaque étape.

3.2 (1,5 point) Rédiger un protocole opératoire en cinq étapes, depuis la réception du support jusqu'au contrôle final de l'isolation. Faire apparaître le point d'arrêt relatif au pare-vapeur et l'ordre de traitement des surfaces courantes et des rives.

3.3 (1 point) Indiquer comment réaliser le calepinage en quinconce autour des deux lanterneaux et expliquer comment limiter les chutes réutilisables tout en évitant les joints en croix.

FormaV - document d'entraînement non officiel

3.4 (1 point) À partir des données du DT 3, calculer le temps théorique nécessaire aux opérations de coupe. Citer deux facteurs de chantier qui peuvent allonger le temps réellement observé.

PARTIE 4 : PRÉVENTION ET SÉCURITÉ (3 points)

Identifier les risques et proposer des mesures de prévention adaptées au chantier

Les travaux se déroulent sur une toiture-terrasse en hauteur, à proximité de rives et de lanterneaux. Le chantier est occupé par d'autres corps d'état. Les mesures de prévention doivent être définies avant l'accès à la toiture, conformément aux consignes du plan de prévention et aux dispositions applicables du Code du travail.

Données de prévention du chantier

Situation ou risque	Donnée fournie
Travail en hauteur	Toiture avec rives périphériques et deux lanterneaux
Circulation sur le toit	Accès par escalier de chantier ; cheminement à maintenir dégagé
Manutention	Panneaux PIR conditionnés par lots ; transport manuel possible
Découpe	Couteau isolant à lame adaptée ; poste de coupe à stabiliser
Coactivité	Présence d'autres entreprises sur le chantier
Équipements disponibles	Protections collectives périphériques, balisage, gants, lunettes et chaussures de sécurité

Situation de travail communiquée par l'entreprise.

4.1 (1 point) Identifier trois risques propres à cette intervention, dont un lié aux lanterneaux, et associer à chacun une mesure de prévention adaptée.

4.2 (1 point) Indiquer les vérifications à effectuer avant l'accès à la toiture et les règles à appliquer pour sécuriser la circulation et le stockage temporaire des panneaux.

4.3 (1 point) Préciser les équipements de protection individuelle adaptés à la manutention et à la découpe des panneaux. Indiquer la conduite à tenir en cas de lame endommagée ou de situation dangereuse constatée.

FormaV - document d'entraînement non officiel

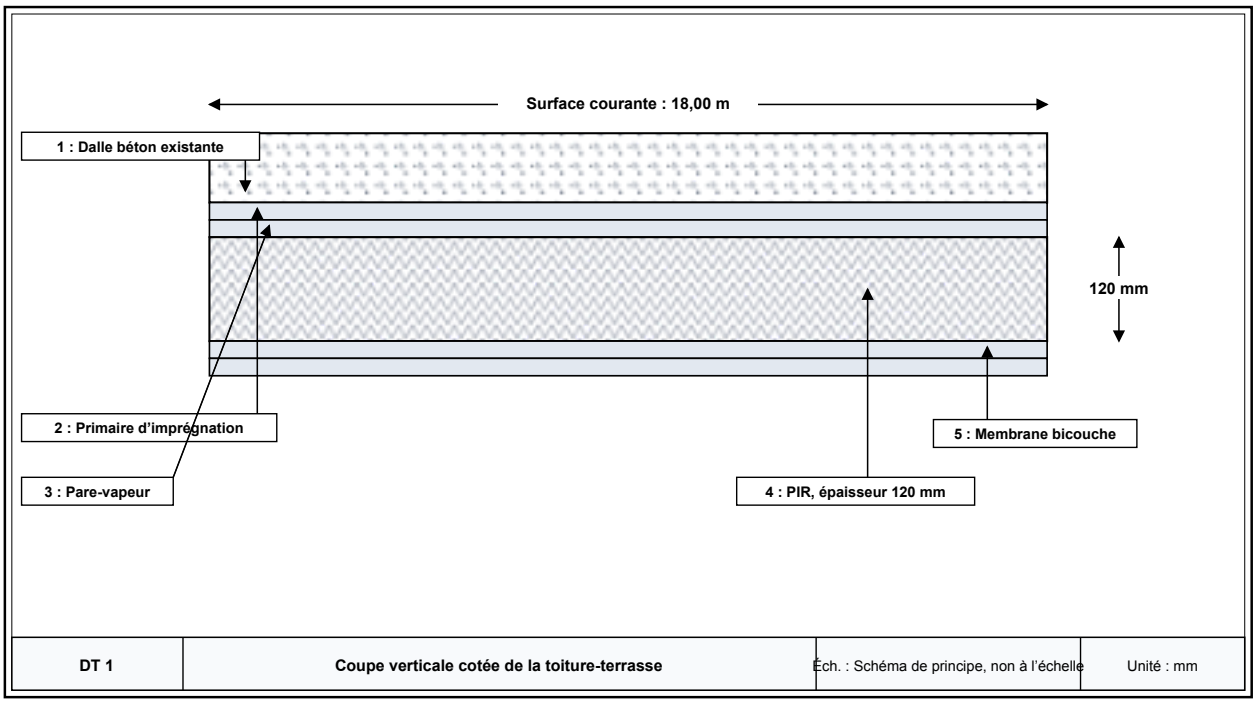
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : COUPE DE PRINCIPE ET DESCRIPTION DE L'OUVRAGE

Toiture-terrasse sur dalle béton existante. Le complexe étudié, de l'intérieur vers l'extérieur, comprend la dalle porteuse, un primaire d'imprégnation, un pare-vapeur, des panneaux isolants PIR de 120 mm et une étanchéité bicouche. Le schéma est fonctionnel et non à l'échelle. La surface nette de l'isolant, après déduction des lanterneaux, est de $210\ \mathrm{m}^2$.

Les panneaux sont posés à joints serrés et en quinconce. Les rives et les émergences sont traitées conformément aux dispositions du procédé retenu et aux documents de mise en œuvre du marché. Les panneaux ne doivent pas être posés sur un support non conforme ou sur un pare-vapeur non contrôlé.



Repères : 1 dalle béton ; 2 primaire ; 3 pare-vapeur ; 4 panneaux PIR ; 5 étanchéité bicouche.

Repérage des couches et fonctions

Repère	Couche	Fonction principale
1	Dalle béton	Support porteur de l'ouvrage
2	Primaire	Préparation et compatibilité de surface selon le procédé
3	Pare-vapeur	Limitation de la migration de vapeur d'eau dans le complexe
4	Panneaux PIR	Réduction des transferts thermiques
5	Étanchéité bicouche	Protection contre les pénétrations d'eau

Description fonctionnelle de la composition étudiée.

FormaV - document d'entraînement non officiel

DT 2 : DONNÉES PRODUITS, CALCUL THERMIQUE ET RÉFÉRENCES TECHNIQUES

Les données ci-dessous sont les valeurs de calcul retenues pour le présent dossier. La conductivité thermique déclarée du panneau PIR est $\lambda = 0,022\ \mathrm{W/(m \cdot K)}$. L'épaisseur posée est $e = 0,120\ \mathrm{m}$. Les résistances superficielles imposées sont $R_{si} = 0,10\ \mathrm{m^2 \cdot K/W}$ et $R_{se} = 0,04\ \mathrm{m^2 \cdot K/W}$. La résistance cumulée du pare-vapeur et de la membrane est prise égale à $0,02\ \mathrm{m^2 \cdot K/W}$ pour le calcul simplifié de l'épreuve.

Pour les calculs : $R = e/\lambda$, $R_{total} = R_{si} + \sum R_i + R_{se}$ et $U = 1/R_{total}$. L'exigence contractuelle porte sur la résistance thermique de l'isolant seul : $R_{isolant} \geq 5,00\ \mathrm{m^2 \cdot K/W}$.

Références à consulter selon le domaine concerné : NF DTU 43.1 pour les travaux d'étanchéité des toitures-terrasses sur éléments porteurs en maçonnerie, NF EN 13165 pour les produits manufacturés en mousse rigide de polyuréthane destinés à l'isolation thermique, et NF EN ISO 6946 pour les principes de calcul de la résistance thermique et du coefficient de transmission thermique des composants. Les prescriptions particulières du marché et les documents de mise en œuvre du procédé restent à vérifier pour le chantier.

Caractéristiques des matériaux et valeurs de calcul

Élément	Valeur	Unité ou commentaire
Panneau PIR	λ = 0,022	W/(m·K)
Épaisseur du panneau	0,120	m
Dalle béton	λ = 2,00 ; e = 0,200	W/(m·K) ; m
Pare-vapeur et membrane	R = 0,02	m²·K/W, valeur cumulée imposée
Résistance superficielle intérieure	Rsi = 0,10	m²·K/W
Résistance superficielle extérieure	Rse = 0,04	m²·K/W
Exigence contractuelle sur l'isolant	R ≥ 5,00	m²·K/W

Données fournies pour la résolution du sujet.

Références et champ d'application

Référence	Domaine concerné dans l'étude
NF DTU 43.1	Mise en œuvre des travaux d'étanchéité des toitures-terrasses sur éléments porteurs en maçonnerie
NF EN 13165	Caractéristiques des produits manufacturés en mousse rigide de polyuréthane pour l'isolation thermique
NF EN ISO 6946	Calcul de la résistance thermique et du coefficient de transmission thermique des composants

Références techniques indiquées pour guider l'analyse.

FormaV - document d'entraînement non officiel

DT 3 : MÉTRÉ, APPROVISIONNEMENT, COÛTS ET DONNÉES DE CHANTIER

Surface de toiture : $18,00 \times 12,00 = 216,00\ \mathrm{m^2}$. Les deux lanterneaux mesurent chacun $2,00 \times 1,50 = 3,00\ \mathrm{m^2}$. La surface nette d'isolation est donc $216,00 - 2 \times 3,00 = 210,00\ \mathrm{m^2}$. Chaque panneau mesure $1,20 \times 0,60\ \mathrm{m}$, soit $0,72\ \mathrm{m^2}$. Pour l'approvisionnement, ajouter une marge de coupe de $5\ \%$, puis arrondir le nombre de panneaux à l'unité supérieure.

Consommation de primaire : $0,25\ \mathrm{kg/m^2}$. Conditionnement : bidons de $20\ \mathrm{kg}$. Prix HT : panneau PIR, $18,40\ €$ l'unité ; bidon de primaire, $68,00\ €$. Pour la planification, le plan de calepinage prévoit 240 coupes de $0,60\ \mathrm{m}$ en moyenne. Le rendement de coupe observé au couteau isolant est de $6\ \mathrm{m/min}$. Cette valeur est un rendement de chantier fourni pour l'estimation, hors manutention, traçage et changements de lame.

Données quantitatives et commerciales

Paramètre	Valeur
Surface nette d'isolation	210,00 m²
Surface d'un panneau	0,72 m²
Marge d'approvisionnement pour coupes	5 %
Consommation de primaire	0,25 kg/m²
Conditionnement du primaire	20 kg/bidon
Prix panneau PIR	18,40 € HT/unité
Prix bidon de primaire	68,00 € HT/unité
Nombre de coupes prévues	240
Longueur moyenne d'une coupe	0,60 m
Rendement de coupe au couteau	6 m/min

Valeurs arrêtées pour l'étude de préparation.

Risques et moyens de prévention disponibles

Risque	Mesure ou moyen disponible
Chute de hauteur en rive	Protections collectives périphériques à vérifier avant accès
Chute au travers d'un lanterneau	Balisage et protection de l'ouverture ; interdiction de stockage à proximité
Coupure lors de la découpe	Couteau adapté, poste stabilisé, gants et lunettes
Manutention des panneaux	Répartition des charges et maintien des cheminements libres
Coactivité	Balisage de la zone et coordination avec les autres entreprises

À prendre en compte dans la préparation de l'intervention.

FormaV - document d'entraînement non officiel

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Analyse des couches et résultats des calculs — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter les cases signalées par « ... ». Indiquer les unités et conserver les calculs intermédiaires utiles. Ce document est à rendre avec la copie.

Fonction des couches de la toiture

Repère	Couche	Fonction principale
1	Dalle béton	.....
2	Primaire	.....
3	Pare-vapeur	.....
4	Panneaux PIR	.....
5	Étanchéité bicouche	.....

À compléter pour la question 1.1.

Tableau de calcul thermique

Élément	Calcul	Résultat avec unité
Panneau PIR	.....	.....
Dalle béton	.....	.....
Résistance thermique totale	.....	.....
Coefficient U	.....	.....
Vérification de l'exigence R isolant ≥ 5,00 m²·K/W	.....	.....

À compléter pour les questions 2.1 et 2.2.

FormaV - document d'entraînement non officiel

Métré et approvisionnement

Grandeur	Calcul	Résultat
Nombre de panneaux à commander	.....	.....
Surface achetée	.....	.....
Chute théorique par rapport à la surface nette	.....	.....
Masse de primaire nécessaire	.....	.....
Nombre de bidons à commander	.....	.....
Coût total HT panneaux et primaire	.....	.....

À compléter pour les questions 2.3 et 2.4.

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

FormaV - document d'entraînement non officiel

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Préparation et contrôle de l'intervention — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter les colonnes laissées vides. Indiquer des contrôles observables et des mesures de prévention applicables à la situation décrite. Ce document est à rendre avec la copie.

Protocole opératoire et critères de contrôle

Étape	Opération	Contrôle ou critère d'acceptation
1	Réception et préparation du support	.....
2	Application du primaire et respect du séchage	.....
3	Contrôle du pare-vapeur avant isolation	.....
4	Calepinage et pose des panneaux PIR en quinconce	.....
5	Traitement des rives et des abords des lanterneaux	.....
6	Contrôle final et maintien de la zone propre	.....

À compléter pour les questions 3.1 et 3.2.

Analyse des risques et prévention

Risque identifié	Situation dangereuse	Mesure de prévention ou protection
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....

À compléter pour les questions 4.1 à 4.3.

FormaV - document d'entraînement non officiel

Temps théorique de coupe

Grandeur	Calcul	Résultat avec unité
Longueur totale des coupes	.....	.....
Temps théorique de coupe	.....	.....
Facteurs pouvant augmenter le temps réel	.....	.....

À compléter pour les questions 2.5 et 3.4.

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

FormaV - document d'entraînement non officiel

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.