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 Froid, veuillez visiter :
bpfroid.fr/annales-sujets-et-corriges

BREVET PROFESSIONNEL

INSTALLATEUR, DÉPANNEUR EN FROID ET CONDITIONNEMENT D'AIR

SESSION 2026

ÉPREUVE E1, UNITÉ U10 : PRÉPARATION D'UN SYSTÈME THERMODYNAMIQUE

Coefficient : 4 Durée : 4 heures

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, DIMENSIONNEMENT ET MÉTRÉ (7 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 3 : PRÉPARATION DE L'INTERVENTION 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 : FROID SERVICE ATLANTIQUE, 12 RUE DES ARTISANS, 44800 SAINT-HERBLAIN. CLIENT : CONSERVERIE LES SALINES, BOUIN (VENDÉE).

Vous êtes chargé de préparer l'intervention de l'entreprise Froid Service Atlantique pour la création d'une chambre froide positive destinée au stockage de produits conditionnés. Le chantier se déroule dans un local existant de la conserverie Les Salines, à Bouin. Le client demande une température intérieure de consigne de $+2\,^{\circ}\mathrm{C}$, une température extérieure de calcul de $+32\,^{\circ}\mathrm{C}$ et une mise à disposition de l'installation avant le lundi suivant.

La chambre présente des dimensions intérieures de $4,00\ \mathrm{m} \times 3,00\ \mathrm{m} \times 2,50\ \mathrm{m}$. Les parois et le plafond seront réalisés en panneaux sandwich à âme isolante. Le groupe frigorifique est placé à l'extérieur, sur une console murale. Vous devez analyser le dossier, établir les quantités, préparer les approvisionnements, définir l'ordre des opérations et prévoir les mesures de prévention adaptées.

Les caractéristiques du matériel, les conditions de chantier, les données de calcul et les exigences du client figurent dans les documents techniques DT 1 à DT 3. Les réponses aux questions sont à reporter sur la copie et, lorsque cela est demandé, sur les documents DR 1 et DR 2.

PARTIE 1 : ANALYSE FONCTIONNELLE ET RÉGLEMENTAIRE (4 points)

Exploitation du dossier et identification des exigences

À partir de la mise en situation et des documents DT 1 à DT 3, analysez les besoins du client et les contraintes de l'intervention. Toute réponse doit être justifiée par une donnée du dossier ou une exigence applicable.

1.1 (1,5 point) Relevez la fonction de la chambre froide, sa température de consigne, la température extérieure de calcul et les dimensions intérieures. Présentez les quatre informations sous forme de liste.

1.2 (1 point) Indiquez deux exigences de fonctionnement ou de qualité à vérifier avant la réception de l'installation. Pour chacune, précisez le contrôle ou le résultat attendu à partir des données du dossier.

1.3 (1,5 point) Pour chacun des trois domaines suivants, indiquez une référence ou une exigence pertinente mentionnée au DT 2 et son objet dans le cadre de l'intervention : sécurité des systèmes frigorifiques, installation électrique, hygiène et conservation des denrées.

PARTIE 2 : ÉTUDE TECHNOLOGIQUE, DIMENSIONNEMENT ET MÉTRÉ (7 points)

Calculs d'isolation, vérification de puissance et quantification

Utilisez les données des DT 1 à DT 3. Les résultats seront exprimés avec les unités adaptées. Les calculs intermédiaires doivent apparaître sur la copie. Pour la transmission thermique des parois, le dossier demande de négliger les résistances superficielles et les ponts thermiques.

2.1 (2 points) Calculez la résistance thermique R d'un panneau de paroi de $100\ \mathrm{mm}$ d'épaisseur, puis son coefficient de transmission thermique U. Utilisez $R = e/\lambda$ et $U = 1/R$. Donnez les unités et arrondissez R à deux décimales et U à deux décimales.

2.2 (1,5 point) Calculez la surface nette des parois verticales à isoler après déduction de la porte, puis ajoutez la surface du plafond. Appliquez une majoration de $8\ \%$ pour les découpes et les chutes. Déterminez le nombre de panneaux de $1,20\ \mathrm{m} \times 2,50\ \mathrm{m}$ à commander, arrondi à l'entier supérieur. Reportez les résultats sur le DR 1.

2.3 (1,5 point) À partir de la surface nette parois et plafond déterminée à la question 2.2, estimez le flux transmis par ces parois pour un écart de température de $30\ \mathrm{K}$, selon $\Phi = U \times S \times \Delta T$. Ajoutez la charge complémentaire forfaitaire du DT 2, puis appliquez la marge de sélection indiquée. Concluez sur l'adéquation de l'unité proposée au DT 2.

2.4 (2 points) Complétez sur le DR 1 le métré des tubes cuivre. Pour chaque diamètre, appliquez la majoration de longueur indiquée au DT 2, déterminez la longueur à approvisionner en barres commerciales, puis calculez le coût total des tubes. Une barre commerciale mesure $5\ \mathrm{m}$. Les longueurs sont arrondies au nombre entier de barres supérieur.

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

Approvisionnement, réception, séquencement et organisation

Préparez l'intervention à partir des caractéristiques et contraintes figurant dans les documents techniques. Les durées et effectifs prévus sont donnés au DT 3. Les tâches doivent respecter leurs dépendances et les règles de mise en œuvre des équipements.

3.1 (2 points) Complétez le DR 1 en établissant la nomenclature des fournitures principales à approvisionner : panneaux, tubes cuivre, unité frigorifique, accessoires de tuyauterie et équipements de protection requis. Indiquez les quantités calculées ou les quantités données au dossier et les contrôles à effectuer à la réception.

3.2 (1,5 point) Établissez un ordre opératoire cohérent pour les tâches du DT 3. Présentez au moins six étapes, depuis la préparation de la zone jusqu'aux contrôles avant remise au client, et indiquez pour chacune une dépendance ou un point d'arrêt pertinent.

3.3 (1,5 point) À partir des temps et effectifs du DT 3, calculez le nombre total d'heures-personnes prévu pour le chantier. Vérifiez si la durée de deux jours ouvrés est compatible avec une équipe de deux personnes travaillant $7\,\mathrm{h}$ productives par jour chacune. Justifiez votre conclusion.

PARTIE 4 : PRÉVENTION ET SÉCURITÉ (4 points)

Analyse des risques et mesures de prévention

En vous appuyant sur les risques et les moyens disponibles au DT 3, préparez la prévention de l'intervention. Les mesures proposées doivent être concrètes et adaptées aux opérations identifiées.

4.1 (2 points) Complétez le DR 2 pour quatre situations de travail : manutention des panneaux, travail en hauteur pour la pose des équipements, brasage des tubes cuivre et intervention électrique. Pour chacune, indiquez un danger, un dommage possible et une mesure de prévention collective ou organisationnelle.

4.2 (1 point) Décrivez les mesures à prendre avant le brasage en présence de matériaux combustibles ou d'occupants dans le local. Citez au moins trois dispositions adaptées, dont une disposition de surveillance après travaux.

4.3 (1 point) Indiquez les vérifications de réception à réaliser à la livraison des panneaux et de l'unité frigorifique avant leur mise en œuvre. Donnez au moins quatre contrôles en distinguant l'état, la conformité à la commande et la traçabilité.

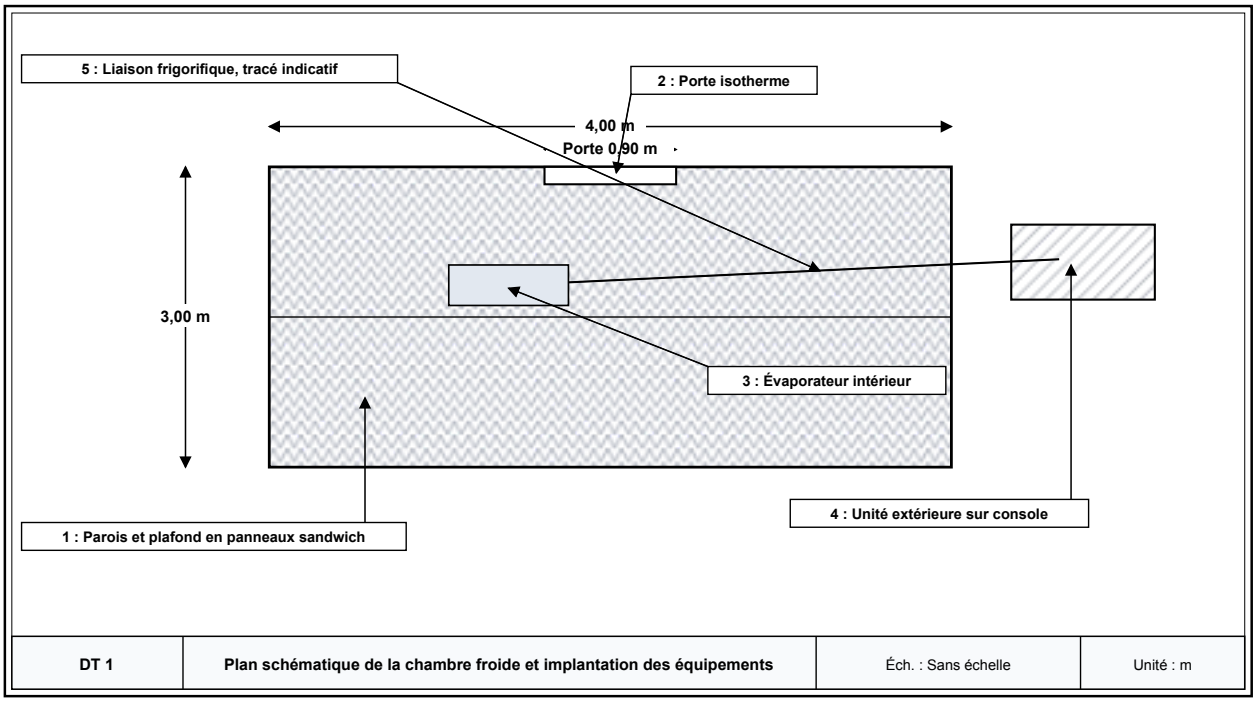
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : PLAN D'IMPLANTATION ET DONNÉES GÉOMÉTRIQUES DE LA CHAMBRE FROIDE

Dimensions intérieures de la chambre : longueur $4,00\ \text{m}$, largeur $3,00\ \text{m}$, hauteur $2,50\ \text{m}$. Les quatre parois verticales et le plafond sont isolés. La porte isotherme est implantée sur une paroi de longueur $4,00\ \text{m}$; ses dimensions hors tout sont $0,90\ \text{m} \times 2,00\ \text{m}$. La surface de la porte est à déduire de la surface des parois verticales. Le sol existant n'est pas inclus dans le présent métré.

Le tracé frigorifique entre les organes est représenté ci-dessous de manière schématique, sans échelle. Les longueurs de calcul prescrites sont données au DT 2 et prévalent sur les proportions du dessin.



DT 2 : CARACTÉRISTIQUES DES COMPOSANTS, DONNÉES DE CALCUL ET EXIGENCES DE RÉFÉRENCE

Les données ci-dessous sont celles du dossier de consultation et de la commande fournisseur. Pour les calculs de transmission, utiliser les conventions précisées dans l'énoncé. La marge de sélection s'applique au total des charges calculées. Les prix sont des prix nets hors taxes fournis pour le métré, sans frais de livraison.

Caractéristiques techniques et données de calcul

Élément ou donnée	Caractéristique	Unité ou observation
Panneau sandwich paroi et plafond	Épaisseur 100 ; conductivité thermique λ = 0,022	mm ; W/(m·K)
Format d'un panneau	1,20 × 2,50	m ; surface d'un panneau = 3,00 m²
Porte isotherme	0,90 × 2,00	m
Écart de température de calcul	30	K
Charge complémentaire forfaitaire	1,25	kW
Marge de sélection	20	% du total des charges
Unité frigorifique proposée	Puissance frigorifique disponible : 2,00	kW au point d'évaporation -10 °C et de condensation +45 °C
Tube cuivre liquide	Longueur de tracé : 8,0 ; diamètre extérieur 10	m ; mm
Tube cuivre aspiration	Longueur de tracé : 9,0 ; diamètre extérieur 16	m ; mm
Tube cuivre refoulement	Longueur de tracé : 2,0 ; diamètre extérieur 12	m ; mm
Majoration de coupe et raccordement	10	% de la longueur de tracé, pour chaque diamètre
Prix tube cuivre Ø 10	8,40	€/m
Prix tube cuivre Ø 12	9,20	€/m
Prix tube cuivre Ø 16	12,60	€/m
Conditionnement commercial des tubes	Barres de 5	m ; prix calculé sur la longueur approvisionnée
Fournitures principales complémentaires	1 porte isotherme, 1 évaporateur, 1 unité extérieure, 1 kit de siphon et évacuation	quantités de commande

Références et exigences à prendre en compte dans l'étude

Référence ou exigence	Objet à considérer pour l'intervention
NF EN 378, systèmes frigorifiques et pompes à chaleur	Prendre en compte les exigences de sécurité et d'environnement applicables au système frigorifique et à son installation.
NF C 15-100, installations électriques à basse tension	Prévoir une installation électrique réalisée et vérifiée selon les exigences applicables ; séparation et protection électrique adaptées.
Code du travail, principes généraux de prévention	Évaluer les risques, privilégier les protections collectives et organiser le travail en sécurité.
Plan de maîtrise sanitaire du client et règles d'hygiène du site	Protéger les produits, éviter les contaminations et maintenir les conditions de conservation demandées.
Cahier des charges client	Température de consigne : +2 °C ; mise à disposition avant le lundi suivant ; température extérieure de calcul : +32 °C.

DT 3 : ORGANISATION DU CHANTIER, MOYENS DISPONIBLES ET PRÉVENTION

Le chantier est prévu sur deux jours ouvrés, avec une équipe de deux techniciens. Chaque technicien dispose de $7\ \mathrm{h}$ productives par jour. Les durées du tableau sont des heures de travail d'équipe : une tâche de $3\ \mathrm{h}$ réalisée par deux techniciens représente 6 heures-personnes.

Les travaux de raccordement électrique sont réalisés hors tension par une personne habilitée selon l'organisation de l'entreprise. Les opérations sur le circuit frigorifique sont confiées à du personnel disposant des compétences et attestations requises pour les opérations concernées. Les équipements de protection collective sont à privilégier ; les équipements de protection individuelle complètent les mesures de prévention.

Séquence prévisionnelle et durées de travail d'équipe

Code	Tâche	Durée équipe (h)	Condition préalable ou dépendance
A	Balisage, protection des produits et contrôle de la zone	1,0	Début de chantier
B	Réception, contrôle et manutention des panneaux et équipements	1,5	Zone balisée
C	Montage des panneaux, plafond et porte	6,0	Réception et contrôle effectués
D	Pose de l'évaporateur, de la console et de l'unité extérieure	3,0	Supports et chambre montés
E	Préparation, assemblage et brasage des liaisons frigorifiques	4,0	Équipements positionnés
F	Raccordement électrique et évacuation des condensats	2,0	Matériels fixés et cheminements préparés
G	Essais, contrôles, réglages et nettoyage de la zone	2,0	Montage et raccordements terminés

Risques identifiés et moyens disponibles sur le chantier

Situation	Danger ou risque	Moyens ou consignes disponibles
Manutention des panneaux	Charge encombrante, coupure sur arêtes, heurt	Manutention à deux, gants adaptés, zone de circulation dégagée
Pose en hauteur	Chute de personne ou d'objet	Plateforme individuelle roulante avec garde-corps ; balisage de la zone
Brasage des tubes cuivre	Flamme, brûlure, départ de feu, fumées	Permis de feu selon l'organisation du site, écran de protection, extincteur accessible, ventilation et surveillance après travaux
Raccordement électrique	Contact électrique ou remise sous tension intempestive	Mise hors tension, condamnation et vérification d'absence de tension par une personne habilitée
Présence de denrées et d'occupants	Contamination, gêne ou exposition aux travaux	Protection ou retrait des produits, information du client, séparation et balisage de la zone

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Nomenclature et feuille de métré, questions 2.2, 2.4 et 3.1 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Complétez les cases marquées « ... » à partir de vos calculs et des données des DT 1 à DT 3. Indiquez les unités et détaillez les arrondis nécessaires. Ce document est à rendre avec la copie.

Métré des panneaux et des tubes cuivre

Désignation	Longueur ou surface nette	Majoration ou quantité de calcul	Quantité à commander	Coût matière
Parois verticales, porte déduite	.....	.....	.....	Non chiffré au dossier
Plafond	.....	.....	.....	Non chiffré au dossier
Panneaux sandwich 1,20 × 2,50 m	.....	Majoration de 8 %	... panneaux	Non chiffré au dossier
Tube cuivre Ø 10 mm, liquide	8,0 m	10 % ; barres de 5 m	... barres	... €
Tube cuivre Ø 12 mm, refoulement	2,0 m	10 % ; barres de 5 m	... barres	... €
Tube cuivre Ø 16 mm, aspiration	9,0 m	10 % ; barres de 5 m	... barres	... €
Total tubes cuivre	.....	Somme des coûts	... barres	... €

Nomenclature principale et contrôles à la réception

Fourniture	Quantité à prévoir	Contrôles à la réception
Panneaux sandwich	.....	.....
Porte isotherme	.....	.....
Évaporateur et unité extérieure	.....	.....
Tubes cuivre et accessoires	.....	.....
Kit de siphon et évacuation	.....	.....
Équipements de protection et balisage	.....	.....

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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Analyse des risques et mesures de prévention, question 4.1 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Complétez le tableau pour chaque situation de travail. Indiquez un danger, un dommage possible et une mesure de prévention collective ou organisationnelle adaptée. Ce document est à rendre avec la copie.

Évaluation des risques de l'intervention

Situation de travail	Danger identifié	Dommage possible	Mesure de prévention proposée
Manutention des panneaux	.....	.....	.....
Pose en hauteur	.....	.....	.....
Brasage des tubes cuivre	.....	.....	.....
Intervention électrique	.....	.....	.....

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.