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 : PRÉPARATION D'UN SYSTÈME THERMODYNAMIQUE (U10)

Coefficient : 4 Durée : 4 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 matériels et calculs (7 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 : FROID ATLANTIQUE SERVICES, ATELIER DE PRÉPARATION ET CHANTIER DE LA CONSERVERIE KERAVEL, 12 RUE DES GOÉMONIERS, 56100 LORIENT

La conserverie Keravel aménage une chambre froide positive destinée au stockage de produits conditionnés. L'entreprise Froid Atlantique Services doit préparer l'installation d'un système frigorifique à détente directe avant intervention sur le site.

Le travail demandé porte sur l'analyse du dossier, la vérification de la cohérence technique, le choix des matériels et des consommables, la préparation des opérations et la prévention des risques. Les données nécessaires figurent dans le dossier technique DT 1 à DT 3. Les prescriptions réglementaires et les consignes de projet sont données dans DT 2.

Cahier des charges : chambre froide de dimensions intérieures 6,00 m × 4,00 m × 2,60 m ; température intérieure de consigne +2 °C ; température extérieure de calcul +32 °C ; puissance frigorifique à fournir à l'évaporateur 4,80 kW ; alimentation électrique triphasée 400 V, 50 Hz ; fluide frigorigène R448A. Les calculs seront présentés avec leur formule, leur application numérique et leur unité. Les résultats seront arrondis de manière adaptée à l'usage professionnel.

Le sujet comporte quatre parties. Le candidat rend les documents réponse DR 1 et DR 2 avec sa copie.

PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et réglementaire (5 points)

Lecture du dossier, identification des fonctions et vérification des prescriptions applicables

À l'aide des documents DT 1 et DT 2, analyser l'installation projetée et les contraintes du chantier. Les prescriptions applicables au projet sont reproduites dans le dossier technique.

1.1 (1 point) À partir du schéma de DT 1, identifier le type de système frigorifique et indiquer le sens de circulation du fluide frigorigène à travers les quatre composants principaux du circuit.

1.2 (2 points) Compléter dans le DR 1 la fonction de chacun des composants repérés 1 à 5 et préciser, pour chaque élément, s'il appartient au circuit frigorifique, au circuit d'air ou à l'alimentation électrique.

1.3 (2 points) Pour chacune des situations suivantes, citer la prescription ou la consigne pertinente indiquée dans DT 2 et donner une conséquence concrète pour la préparation de l'intervention : manipulation du fluide frigorigène, intervention électrique, maîtrise de la contamination des produits stockés et travail en hauteur sur le support de l'unité extérieure.

PARTIE 2 : Étude technologique, choix des matériels et calculs (7 points)

Vérification du cycle, dimensionnement, métrés et estimation des fournitures

Utiliser les données de DT 2 et DT 3. Les valeurs thermodynamiques et les caractéristiques constructeur fournies dans ces documents sont les seules à utiliser pour les calculs de cette partie.

2.1 (1,5 point) Calculer le débit massique de fluide frigorigène nécessaire pour fournir une puissance frigorifique de 4,80 kW, avec les enthalpies de DT 3. Utiliser la relation $P_0 = \dot{m}(h_1 - h_4)$. Présenter le résultat en kg/s, puis en kg/h.

2.2 (2 points) Calculer le débit volumique aspiré puis le débit balayé minimal du compresseur à partir de $q_{va} = \dot{m} v_1$ et $q_{vb} = q_{va} / \eta_v$. Comparer le débit balayé obtenu à la capacité du compresseur proposé dans DT 3 et conclure sur son adéquation.

2.3 (1,5 point) À partir de la coupe de paroi de DT 1, calculer la résistance thermique de la couche isolante principale avec $R = e / \lambda$. Utiliser l'épaisseur et la conductivité thermique indiquées dans DT 2. Donner le résultat en $m^2 \cdot K / W$.

2.4 (2 points) Établir le métré des tubes cuivre frigorifiques à partir des longueurs de parcours données dans DT 2. Ajouter 10 % de réserve de coupe et de raccordement. Calculer le coût des tubes à partir des prix unitaires du document, puis inscrire les quantités et le coût dans le DR 1.

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

Préparation des approvisionnements et organisation des opérations

Préparer les opérations réalisables à l'atelier avant le déplacement sur site. Les données de fabrication et les consignes du produit de nettoyage sont indiquées dans DT 2.

3.1 (2 points) Compléter le DR 1 en calculant les longueurs de coupe des tubes avec la réserve de 10 %, puis la longueur totale à approvisionner. Le fournisseur livre les tubes par barres de 5 m : déterminer le nombre de barres à commander et la longueur de chute théorique restante après débit.

3.2 (1 point) La consigne du produit de nettoyage prévoit une dilution de 1 volume de concentré pour 50 volumes d'eau. Calculer les volumes de concentré et d'eau nécessaires pour préparer 5,10 L de solution prête à l'emploi. Indiquer les unités.

3.3 (2 points) Un support en acier doit être débité à l'atelier. La longueur totale de coupe est de 1,20 m et la vitesse de coupe prescrite par DT 2 est de 24 m/min. Calculer le temps théorique de coupe avec $t = L / V_c$. Établir ensuite un ordre opératoire de quatre étapes, depuis le contrôle des pièces et le traçage jusqu'au contrôle final du support.

PARTIE 4 : Prévention et sécurité (3 points)

Repérage des risques et choix des mesures de prévention

Les travaux comprennent une intervention sur un circuit frigorifique, des opérations électriques et la pose d'un support en hauteur. S'appuyer sur les risques et prescriptions recensés dans DT 2.

4.1 (1,5 point) Compléter le DR 2 pour les trois situations proposées : intervention électrique, intervention sur le circuit frigorifique et travail en hauteur. Pour chacune, indiquer un risque principal et une mesure de prévention adaptée aux données du dossier.

4.2 (1,5 point) Proposer une séquence de mise en sécurité avant une opération nécessitant l'ouverture du circuit frigorifique. La réponse doit préciser les contrôles préalables, les mesures de protection de la zone et les conditions permettant d'engager l'opération, en cohérence avec DT 2.

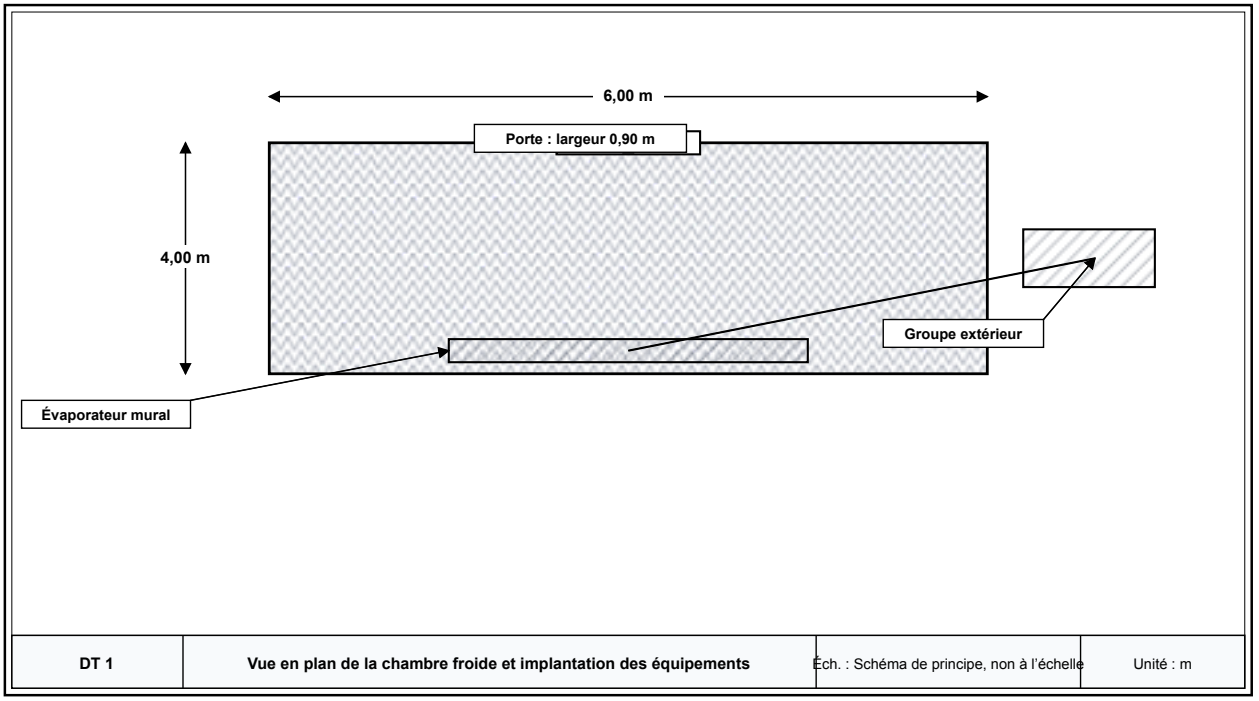
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

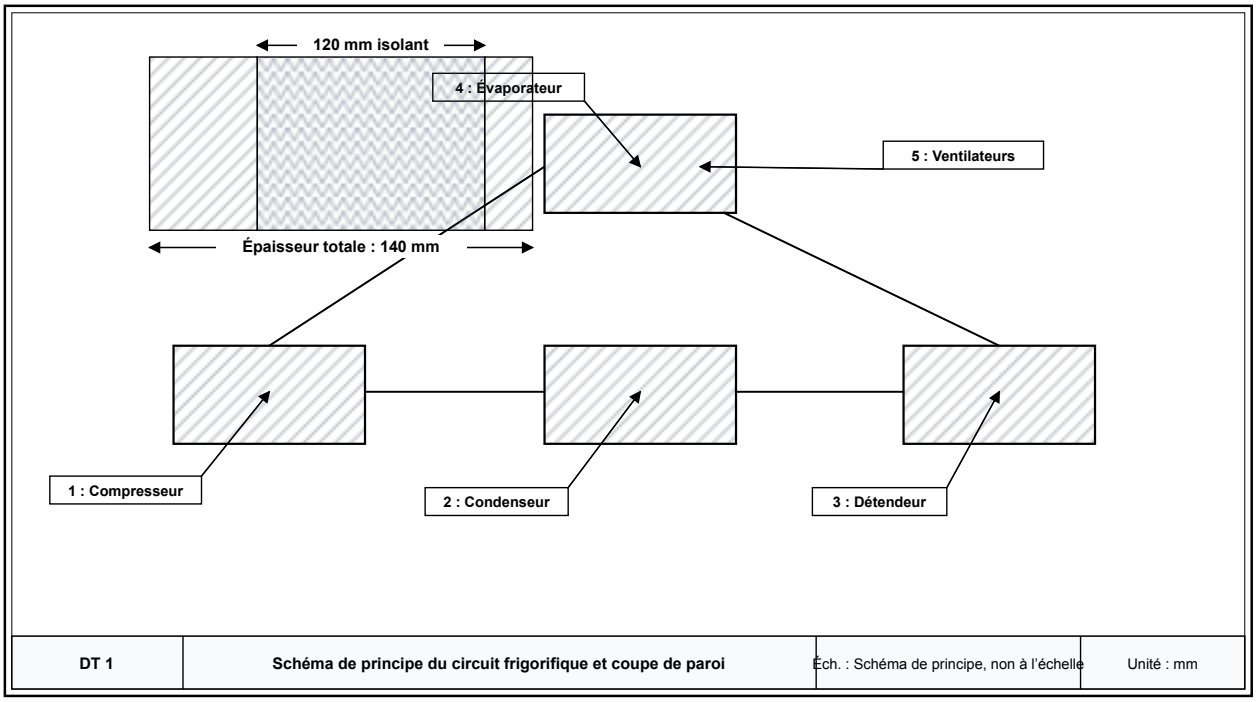
DT 1 : PLAN D'IMPLANTATION ET SCHÉMA DE PRINCIPE DE L'INSTALLATION

Le plan d'implantation est schématique et non destiné à l'exécution à l'échelle. Les dimensions indiquées font foi. La chambre froide est constituée de panneaux sandwich à parements métalliques et âme isolante. L'évaporateur est installé en partie haute du mur opposé à la porte. Le groupe de condensation est implanté à l'extérieur, sur un support métallique fixé au mur.

Repérage du schéma frigorifique : 1 compresseur ; 2 condenseur ; 3 détendeur thermostatique ; 4 évaporateur ; 5 ventilateurs d'évaporateur. Le circuit comprend une conduite liquide entre le condenseur et le détendeur, ainsi qu'une conduite d'aspiration entre l'évaporateur et le compresseur.



La porte est représentée sur le mur sud. Les cotes numériques priment sur les proportions du dessin.



Flèches à compléter mentalement par lecture des composants et des liaisons. La coupe de paroi est représentée avec matériaux différenciés.

DT 2 : EXIGENCES DU PROJET, CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX ET PRESCRIPTIONS DE PRÉVENTION

Les éléments ci-dessous sont les données de projet à appliquer pour cette épreuve. Les normes sont citées comme références de domaine ; les prescriptions détaillées ci-dessous constituent les consignes spécifiques du chantier. Toute intervention réelle doit être réalisée par du personnel disposant des habilitations et attestations requises.

Données géométriques, parcours et caractéristiques thermiques

Paramètre	Valeur	Unité ou précision
Dimensions intérieures de la chambre	6,00 × 4,00 × 2,60	m
Température intérieure de consigne	+2	°C
Température extérieure de calcul	+32	°C
Épaisseur de l'âme isolante	0,120	m
Conductivité thermique de l'isolant	0,024	W/(m·K)
Parcours réel conduite liquide	8,0	m
Parcours réel conduite aspiration	10,0	m
Réserve de coupe et raccordement	10	%
Prix tube cuivre liquide	8,40	€/m
Prix tube cuivre aspiration	14,20	€/m
Conditionnement des tubes	Barres de 5,0	m par barre

Données fournies par le maître d'ouvrage et le fabricant des panneaux.

Références réglementaires et consignes de chantier

Domaine	Référence ou consigne fournie	Application au chantier
Sécurité des systèmes frigorifiques	NF EN 378 : exigences de sécurité et d'environnement applicables aux systèmes frigorifiques	Vérifier l'identification du fluide, l'accessibilité des organes, la ventilation de la zone et les consignes du fabricant.
Équipements sous pression	Directive 2014/68/UE et exigences applicables aux équipements concernés	Utiliser des composants compatibles avec la pression et le fluide ; ne pas dépasser les limites indiquées par les fabricants.
Installations électriques	NF C 15-100 et consignes de consignation du site	Identifier le circuit, séparer les sources d'énergie, condamner l'organe de coupure et vérifier l'absence de tension avant intervention.
Fluide frigorigène fluoré	Règlement (UE) 2024/573 et dispositions nationales applicables	Intervention sur le circuit réservée au personnel habilité et titulaire des attestations requises ; récupérer le fluide, éviter tout rejet et assurer la traçabilité.
Produits stockés et hygiène	Plan de maîtrise sanitaire du site fondé sur les principes HACCP	Protéger les produits et les surfaces en contact ; employer le produit de nettoyage selon sa fiche et respecter la dilution indiquée.
Travail en hauteur	Code du travail : prévention des risques de chute et priorité aux protections collectives	Utiliser un moyen d'accès adapté ; mettre en place les protections collectives prévues avant toute intervention en hauteur.
Consigne interne de chantier	Alimentation triphasée 400 V ; autorisation de travail et balisage obligatoires	Informer le responsable du site, baliser la zone et appliquer la procédure de consignation avant l'intervention.

Synthèse de projet à appliquer pour l'analyse et la préparation de l'intervention.

Données de préparation atelier et consommables

Élément	Donnée	Unité ou remarque
Volume de solution de nettoyage à préparer	5,10	L de solution prête à l'emploi
Dilution du concentré	1 volume pour 50 volumes d'eau	Respecter l'ordre de dilution prescrit par la fiche produit
Longueur totale de coupe du support acier	1,20	m
Vitesse de coupe prescrite	24	m/min
Équipements de protection atelier	Lunettes, chaussures de sécurité, vêtements ajustés	Compléter selon l'analyse du poste

Données fabricant et consignes du chef d'atelier.

DT 3 : DONNÉES THERMODYNAMIQUES ET CARACTÉRISTIQUES CONSTRUCTEUR

Les données suivantes sont fournies pour les conditions de fonctionnement retenues au cahier des charges. Elles sont à utiliser directement, sans correction ni interpolation.

Valeurs du cycle frigorifique au point de fonctionnement retenu

Grandeur	Valeur	Unité
Puissance frigorifique requise à l'évaporateur, P_0	4,80	kW
Enthalpie à l'aspiration du compresseur, h_1	397	kJ/kg
Enthalpie à la sortie du détendeur, h_4	250	kJ/kg
Volume massique à l'aspiration, v_1	0,045	m³/kg
Rendement volumétrique retenu, η_v	0,72	Sans unité
Débit balayé nominal du compresseur proposé	8,2	m³/h
Puissance frigorifique nominale de l'évaporateur proposé	5,20	kW aux conditions du projet
Puissance frigorifique nominale du groupe proposé	6,00	kW aux conditions du projet

Données de calcul fournies par le bureau d'études pour le fluide R448A.

Caractéristiques de sélection des équipements

Équipement	Caractéristiques utiles	Contrôle à réaliser
Évaporateur	Détente directe ; dégivrage électrique ; ventilateurs protégés	Puissance disponible supérieure ou égale à 4,80 kW aux conditions du projet
Groupe de condensation	Prévu pour R448A ; alimentation 400 V triphasé, 50 Hz	Puissance disponible supérieure ou égale à la charge frigorifique requise
Compresseur	Débit balayé nominal 8,2 m³/h	Débit balayé calculé inférieur ou égal au débit nominal
Tube cuivre frigorifique	Tube adapté aux installations frigorifiques et à la pression de service	Diamètres définitifs à confirmer selon les tables du fabricant et le parcours réel

Extrait de la fiche de sélection retenue pour le projet.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : questions 1.2, 2.4 et 3.1 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter directement les tableaux. Présenter les calculs dans les emplacements prévus ou sur la copie en reportant les résultats dans le document.

Repérage fonctionnel des composants

Repère	Fonction du composant	Circuit concerné
1	.....	.....
2	.....	.....
3	.....	.....
4	.....	.....
5	.....	.....

Compléter les colonnes laissées vides.

Métré, approvisionnement et coût des tubes cuivre

Désignation	Longueur de parcours (m)	Longueur avec réserve de 10 % (m)	Nombre de barres de 5 m	Longueur approvisionnée (m)	Chute théorique (m)	Prix unitaire (€/m)	Coût calculé (€)
Conduite liquide	.....	.....	.....	.....	.....	8,40	.....
Conduite aspiration	.....	.....	.....	.....	.....	14,20	.....
Total	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Calculer les longueurs avec la réserve de coupe, puis déterminer la commande et le coût.

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 4.1 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Pour chaque situation, indiquer un risque principal et une mesure de prévention adaptée aux prescriptions de DT 2.

Analyse des risques et mesures de prévention

Situation de travail	Risque principal	Mesure de prévention adaptée
Intervention sur l'alimentation électrique	.....	.....
Intervention sur le circuit frigorifique	.....	.....
Pose du support en hauteur	.....	.....

Une réponse précise et adaptée est attendue dans chaque case à compléter.

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.