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 : ÉTUDE D'UNE INSTALLATION

**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** (4 points) | Dossier Questionnement |
| **PARTIE 2 : Étude technologique et calculs de dimensionnement** (8 points) | Dossier Questionnement |
| **PARTIE 3 : Préparation de l'installation 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 10 pages numérotées de 1/10 à 10/10.
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 SERVICES 31, TOULOUSE (HAUTE-GARONNE), POUR LE COMPTE DE LA SOCIÉTÉ LES JARDINS DU LAURAGAIS**

La société Froid Services 31 doit installer et mettre en service une chambre froide positive destinée au stockage de produits frais dans les locaux de son client, Les Jardins du Lauragais. L'installation comprend un évaporateur ventilé, un groupe frigorifique à condensation par air et une ligne frigorifique reliant les deux équipements.

Le client demande une température de stockage de $+2\ ^\circ\mathrm{C}$, avec une tolérance de $\pm 1\ ^\circ\mathrm{C}$. La chambre mesure $4,00\ \mathrm{m} \times 3,00\ \mathrm{m} \times 2,50\ \mathrm{m}$. Les conditions extérieures de calcul sont de $+32\ ^\circ\mathrm{C}$. La réception de l'installation doit comprendre le contrôle d'étanchéité, la mise en service, le relevé des paramètres de fonctionnement et la remise des consignes d'exploitation au client.

Les documents DT 1 à DT 3 fournissent les caractéristiques nécessaires. Les réponses aux calculs et 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)

***Identifier le fonctionnement de l'installation et vérifier sa conformité au cahier des charges***

À l'aide du schéma DT 1 et des exigences présentées dans le DT 2, étudiez l'installation et les conditions de réception demandées par le client.

**1.1** (1,5 point) En vous appuyant sur le DT 1, remettre dans l'ordre le parcours du fluide frigorigène à partir du refoulement du compresseur. Nommer les quatre composants principaux traversés et indiquer l'état général du fluide à la sortie du condenseur puis à la sortie du détendeur.

**1.2** (1 point) Le cahier des charges impose une température de stockage de $+2\ ^\circ\mathrm{C} \pm 1\ ^\circ\mathrm{C}$. Indiquer la plage de températures acceptable et préciser la grandeur que le régulateur doit mesurer pour piloter l'électrovanne de la ligne liquide. Les données nécessaires figurent dans le DT 2.

**1.3** (1,5 point) À partir du DT 2, citer deux obligations ou actions nécessaires à la réception et à l'exploitation de cette installation contenant un fluide frigorigène fluoré. Indiquer également une mesure de suivi de la température à intégrer au plan de maîtrise sanitaire du client.

## PARTIE 2 : Étude technologique et calculs de dimensionnement (8 points)

***Évaluer la charge thermique, vérifier le groupe frigorifique et déterminer les besoins de***

***matériel***

Utiliser les données de calcul du DT 2 et les caractéristiques du cycle du DT 3. Présenter les formules, les unités et les résultats avec une précision adaptée. Compléter le DR 1 pour les résultats demandés.

**2.1** (2 points) Calculer la puissance transmise par les parois, puis la puissance nécessaire au refroidissement journalier des produits pendant la durée de fonctionnement prévue. En déduire la puissance frigorifique totale de calcul en ajoutant les autres apports indiqués dans le DT 2 et en appliquant le coefficient de sécurité. Comparer le résultat à la puissance frigorifique disponible du groupe.

**2.2** (2 points) Pour une puissance frigorifique à l'évaporateur de $2,00\ \mathrm{kW}$, déterminer le débit massique du fluide à partir des enthalpies du DT 3, selon $\dot{m} = \dot{Q}_0 / (h_1 - h_4)$. Calculer ensuite le COP à partir de la puissance électrique absorbée du compresseur, selon $COP = \dot{Q}_0 / P_{\mathrm{abs}}$. Reporter les résultats dans le DR 1.

**2.3** (2 points) Calculer la puissance rejetée au condenseur à partir du débit massique et des enthalpies du DT 3, selon $\dot{Q}_c = \dot{m}(h_2 - h_3)$. Vérifier le bilan énergétique en comparant le résultat à la somme de la puissance frigorifique et de la puissance électrique absorbée. Calculer également la surchauffe à l'aspiration et le sous-refroidissement du liquide, puis les comparer aux plages de réglage fournies dans le DT 3.

**2.4** (2 points) La ligne liquide a une longueur équivalente de $11\ \mathrm{m}$. Les tubes sont livrés en barres de $5\ \mathrm{m}$, au prix de $8,40\ €$ par mètre acheté. Avec une majoration de $10\ \%$ pour les chutes, calculer la longueur à approvisionner, le nombre de barres à acheter, le coût d'achat et la longueur de chute résultante. Pour l'isolation plane de la conduite d'aspiration, calculer la résistance thermique par mètre carré avec $R = e / \lambda$, en utilisant les données du DT 3.

## PARTIE 3 : Préparation de l'installation et protocole opératoire (5 points)

***Préparer les composants et établir une séquence de mise en service***

Préparer l'intervention avant la mise en service. Les longueurs, caractéristiques des composants et prescriptions de charge sont données dans les DT 1 à DT 3. Compléter les documents réponse demandés.

**3.1** (2 points) Compléter la nomenclature du DR 1 en associant à chaque repère du schéma DT 1 le nom du composant et sa fonction. Indiquer également les deux longueurs de lignes frigorifiques figurant au DT 1.

**3.2** (1 point) À partir de la prescription du DT 3, calculer la masse totale de fluide à peser pour la charge de l'installation correspondant à une ligne liquide de $11\ \mathrm{m}$. La charge de base correspond à $5\ \mathrm{m}$ de ligne.

**3.3** (2 points) Compléter le DR 2 en proposant, dans l'ordre, quatre opérations de préparation et de mise en service. La séquence doit inclure le contrôle d'étanchéité, le tirage au vide, la charge pesée et les vérifications fonctionnelles. Pour chaque opération, indiquer un résultat ou une trace à consigner.

## PARTIE 4 : Prévention et sécurité (3 points)

***Prévenir les risques pendant les travaux sur le circuit frigorifique***

Les travaux se déroulent dans un local technique en fonctionnement. Les prescriptions de prévention applicables sont rappelées dans le DT 2.

**4.1** (1,5 point) Identifier trois risques liés aux opérations de brasage, de manipulation du fluide frigorigène ou d'intervention sur le groupe sous pression. Pour chaque risque, proposer une mesure de prévention adaptée au poste de travail.

**4.2** (1,5 point) En cas de fuite accidentelle pendant l'intervention, indiquer trois actions immédiates à réaliser pour protéger les personnes, limiter l'exposition et gérer le fluide conformément aux consignes du DT 2. Toute évacuation à l'air libre du fluide récupérable est interdite.

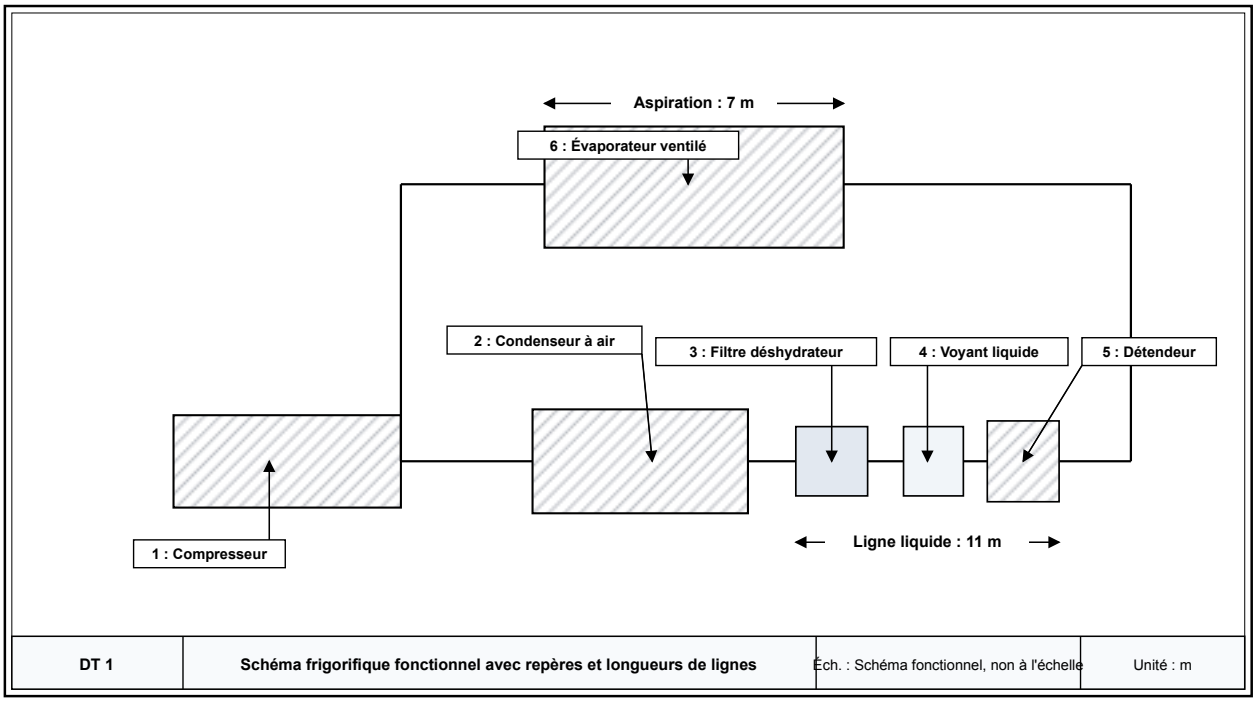
# DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

## **DT 1** : SCHÉMA DE PRINCIPE DE L'INSTALLATION FRIGORIFIQUE

Installation à détente directe équipée d'un compresseur hermétique, d'un condenseur à air, d'un filtre déshydrateur, d'un voyant liquide, d'un détendeur thermostatique et d'un évaporateur ventilé. La ligne liquide a une longueur équivalente de $11\ \mathrm{m}$. La ligne d'aspiration a une longueur équivalente de $7\ \mathrm{m}$. Le schéma est fonctionnel et non à l'échelle.

Le sens de circulation du fluide est indiqué par les liaisons entre composants. Les repères 1 à 6 sont à identifier par le candidat.




*Circuit frigorifique à détente directe. Les lignes portent des repères de longueur équivalente.*

## **DT 2** : CAHIER DES CHARGES, DONNÉES THERMIQUES ET PRESCRIPTIONS APPLICABLES

Données de calcul de la chambre froide : surface totale des parois prises en compte, après déduction de la porte, $S = 57\ \mathrm{m^2}$ ; coefficient de transmission thermique moyen $U = 0,25\ \mathrm{W/(m^2 \cdot K)}$ ; écart de température de calcul $\Delta T = 30\ \mathrm{K}$. Les apports dus aux infiltrations sont évalués à $0,45\ \mathrm{kW}$. Les apports des éclairages sont de $0,12\ \mathrm{kW}$, ceux des ventilateurs de l'évaporateur de $0,18\ \mathrm{kW}$, et ceux liés à la présence du personnel de $0,10\ \mathrm{kW}$. Le coefficient de sécurité appliqué à la somme des apports est $1,15$.

Le produit entrant représente $450\ \mathrm{kg}$ par jour. Sa chaleur massique est $3,8\ \mathrm{kJ/(kg \cdot K)}$. Il entre à $+12\ ^\circ\mathrm{C}$ et doit être refroidi à $+3\ ^\circ\mathrm{C}$. Le refroidissement est réparti sur $16\ \mathrm{h}$ de fonctionnement par jour.

Le groupe proposé fournit $2,00\ \mathrm{kW}$ de puissance frigorifique aux conditions de sélection du DT 3. Pour l'application des règles de sécurité, se référer à la norme NF EN 378 et au règlement (UE) 2024/573 relatifs aux systèmes frigorifiques et aux gaz à effet de serre fluorés. L'intervenant doit être titulaire des attestations et habilitations requises pour les opérations réalisées. Le fluide doit être récupéré lors des opérations qui l'exigent et ne doit pas être rejeté volontairement dans l'atmosphère. Le client intègre le suivi de température et les actions en cas de dérive dans son plan de maîtrise sanitaire fondé sur les principes HACCP.

Prévention au poste : établir une analyse des risques avant intervention, sécuriser les énergies, ventiler le local, porter les équipements de protection adaptés, protéger les matériaux combustibles lors du brasage et maintenir un moyen d'extinction approprié à proximité. Pour une fuite suspectée, éloigner les personnes, ventiler sans s'exposer, supprimer les sources d'ignition si cela peut être fait sans danger et faire intervenir du personnel habilité avec le matériel de détection et de récupération adapté.

**Données de calcul et exigences du client**

| Grandeur | Valeur | Unité ou exigence |
|---|---|---|
| Surface totale des parois | 57 | m² |
| Coefficient U moyen | 0,25 | W/(m²·K) |
| Écart de température de calcul | 30 | K |
| Apports par infiltrations | 0,45 | kW |
| Éclairage | 0,12 | kW |
| Ventilateurs évaporateur | 0,18 | kW |
| Personnel | 0,10 | kW |
| Coefficient de sécurité | 1,15 | sans unité |
| Température de consigne | +2 ± 1 | °C |
| Puissance frigorifique disponible | 2,00 | kW |

*Valeurs fournies pour l'étude de l'installation.*

## **DT 3** : CARACTÉRISTIQUES DU CYCLE FRIGORIFIQUE ET APPROVISIONNEMENT

Le fluide utilisé est le R448A. Les valeurs enthalpiques ci-dessous sont les valeurs de calcul fournies pour les états repérés sur le cycle : point 1, aspiration compresseur ; point 2, refoulement compresseur ; point 3, sortie condenseur ; point 4, sortie détendeur. Pour le bilan demandé, considérer $h_3 = h_4$ après détente et utiliser les valeurs du tableau.

La puissance électrique absorbée par le compresseur au point de fonctionnement étudié est $0,62\ \mathrm{kW}$. La température de saturation à l'évaporation est $-5\ ^\circ\mathrm{C}$, celle de saturation à la condensation est $+42\ ^\circ\mathrm{C}$. La température mesurée à l'aspiration est $+9\ ^\circ\mathrm{C}$ et la température mesurée en sortie condenseur est $+37\ ^\circ\mathrm{C}$. Plages de réglage de référence données par le fabricant pour cette étude : surchauffe de $5$ à $8\ \mathrm{K}$, sous-refroidissement de $3$ à $8\ \mathrm{K}$.

La ligne d'aspiration reçoit une isolation d'épaisseur $e = 19\ \mathrm{mm}$, de conductivité thermique $\lambda = 0,036\ \mathrm{W/(m \cdot K)}$. Pour le calcul demandé, assimiler la paroi isolante à une paroi plane homogène et utiliser $R = e/\lambda$, avec $e$ exprimée en mètres.

Prescription de charge fournie par le fabricant pour le calcul de préparation : charge de base $1,20\ \mathrm{kg}$ pour une ligne liquide de $5\ \mathrm{m}$, puis ajouter $0,020\ \mathrm{kg}$ par mètre équivalent supplémentaire. La charge définitive doit être introduite au moyen d'une balance et vérifiée selon la procédure de mise en service applicable.

**États du cycle et caractéristiques de fonctionnement**

| Point ou grandeur | Valeur | Unité |
|---|---|---|
| $h_1$, aspiration compresseur | 398 | kJ/kg |
| $h_2$, refoulement compresseur | 444 | kJ/kg |
| $h_3$, sortie condenseur | 250 | kJ/kg |
| $h_4$, sortie détendeur | 250 | kJ/kg |
| Puissance électrique absorbée | 0,62 | kW |
| Température de saturation à l'évaporation | -5 | °C |
| Température mesurée à l'aspiration | +9 | °C |
| Température de saturation à la condensation | +42 | °C |
| Température mesurée en sortie condenseur | +37 | °C |
| Épaisseur d'isolation d'aspiration | 19 | mm |
| Conductivité thermique de l'isolant | 0,036 | W/(m·K) |

*Valeurs à utiliser pour les calculs de l'épreuve.*

**Prescription de charge et conditionnement du tube cuivre**

| Donnée | Valeur |
|---|---|
| Charge de base pour 5 m de ligne liquide | 1,20 kg |
| Ajout par mètre équivalent supplémentaire | 0,020 kg/m |
| Longueur d'une barre de tube cuivre | 5 m |
| Prix du tube cuivre | 8,40 €/m acheté |
| Majoration prévue pour les chutes | 10 % de la longueur à poser |

*Valeurs fournies pour l'approvisionnement et la préparation.*

**NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE**

**DR 1** : Document réponse à rendre avec la copie : questions 2.2, 3.1 et 3.2 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter les cases signalées par « ... ». Pour les calculs, inscrire les unités et arrondir le débit massique à trois chiffres significatifs.

**Résultats de calcul et nomenclature**

| Élément | Résultat ou désignation | Unité ou fonction |
|---|---|---|
| Débit massique du fluide | ..... | kg/s |
| COP frigorifique | ..... | sans unité |
| Repère 1 du DT 1 | ..... | ..... |
| Repère 2 du DT 1 | ..... | ..... |
| Repère 3 du DT 1 | ..... | ..... |
| Repère 4 du DT 1 | ..... | ..... |
| Repère 5 du DT 1 | ..... | ..... |
| Repère 6 du DT 1 | ..... | ..... |
| Longueur équivalente de la ligne liquide | ..... | m |
| Longueur équivalente de la ligne d'aspiration | ..... | m |
| Charge totale calculée | ..... | kg |

*Compléter les cellules laissées vides.*

**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 3.3 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter le tableau dans l'ordre chronologique. Indiquer une trace écrite ou une valeur à relever pour chaque opération.

**Feuille de préparation et de mise en service**

| Ordre | Opération | Résultat ou trace à consigner |
|---|---|---|
| 1 | ..... | ..... |
| 2 | ..... | ..... |
| 3 | ..... | ..... |
| 4 | ..... | ..... |

*Proposer une séquence de quatre opérations cohérente avec les prescriptions du sujet.*

**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.