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

BP FROID • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

E.1-B : Technologie - unité U12 (épreuve écrite)

Session 2010 • Code sujet : **E.1-B** • Durée : **2h30** • Coefficient : **5**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Bilan thermique d'une chambre froide de congélation** (5 questions) — **Page 3**
2. **Choix et caractéristiques d'un compresseur semi-hermétique** (8 questions) — **Page 5**
3. **Sélection d'un évaporateur et étude du détendeur** (5 questions) — **Page 8**
4. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 10**

Sujet officiel (PDF) : https://bpfroid.fr/assets/annales/bp-froid/U12 - Technologie froid et climatisation/2010/BP Froid - U12 - Technologie froid et climatisation - Session 2010 - 1-Sujet.pdf

1. Bilan thermique d'une chambre froide de congélation

Une chambre froide de congélation pour viandes, équipée de deux évaporateurs, est étudiée à partir de ses dimensions, de son isolation et des conditions d'air. Les données de production, les apports internes et la durée de fonctionnement servent à établir les charges thermiques et la puissance frigorifique nécessaire.

Question 1. Calculer les apports de chaleur par les parois de la chambre froide.

Paroi	Surface (m²)	Écart de température (K)
Murs	2 × (20 + 25) × 2,83 = 254,7	40
Plafond	20 × 25 = 500	40
Sol	20 × 25 = 500	35

La transmission s'évalue par Q = U × S × ΔT. Les murs et le plafond sont soumis à 20 - (−20) = 40 K, tandis que le sol est à 15 °C, soit un écart de 35 K. Avec U = 0,212 W/(m²·K), la puissance totale est 10 109,856 W. Pour 24 heures, l'énergie transmise est donc 242,636544 kWh par jour.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Apports par les parois : 10,11 kW, soit 242,64 kWh/jour.

Question 2. Calculer les apports de chaleur dus aux denrées.

Chaque jour, 25 tonnes de viande sont livrées, soit 25 000 kg. La température passe de −15 °C à −20 °C : il faut donc extraire la chaleur correspondant à un écart de 5 K. Avec la chaleur massique donnée, C = 1,67 kJ/(kg·K), l'énergie vaut 25 000 × 1,67 × 5 = 208 750 kJ. Comme 1 kWh = 3 600 kJ, l'apport journalier est 208 750 ÷ 3 600 = 57,99 kWh.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Apports dus aux denrées : 57,99 kWh/jour.

Question 3. Calculer les apports de chaleur dus au renouvellement d'air.

1. Volume intérieur : 20 × 25 × 2,83 = 1 415 m³.
2. Avec un taux de renouvellement de 0,5 par jour, le volume d'air renouvelé est 1 415 × 0,5 = 707,5 m³/jour.
3. L'écart d'enthalpie est 37,5 - (−18,3) = 55,8 kJ/kg. L'énergie extraite est 707,5 × 1,386 × 55,8 = 54 717,201 kJ/jour, soit 15,20 kWh/jour après conversion.

Le calcul utilise la masse volumique de l'air de la chambre froide, 1,386 kg/m³, et les enthalpies indiquées pour les deux états d'air.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Apports dus au renouvellement d’air : 15,20 kWh/jour.

Question 4. Calculer la somme des apports de chaleur par jour, en kWh.

Origine des apports	Énergie (kWh/jour)
Parois	242,636544
Denrées	57,986111
Renouvellement d’air	15,199223
Personnel, éclairage et divers	67

On additionne les trois charges calculées précédemment et les 67 kWh d’apports internes donnés dans le sujet. La somme est 242,636544 + 57,986111 + 15,199223 + 67 = 382,821878 kWh par jour. Les valeurs sont arrondies seulement pour la présentation finale.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Somme des apports : 382,82 kWh/jour.

Question 5. Calculer la puissance frigorifique nécessaire, en kW.

La puissance frigorifique nécessaire est l’énergie totale à extraire divisée par la durée de fonctionnement de la machine. La chambre doit évacuer 382,8218776 kWh par jour et la machine fonctionne 18 heures par jour. Ainsi, P = 382,8218776 ÷ 18 = 21,2679 kW. Il s’agit de la puissance frigorifique totale requise pour la chambre, équipée de deux évaporateurs.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Puissance frigorifique nécessaire : 21,27 kW au total.

2. Choix et caractéristiques d'un compresseur semi-hermétique

Le compresseur semi-hermétique Copeland d'une chambre froide fonctionne au R 404A, aux conditions de surchauffe et de sous-refroidissement du constructeur. Les données de puissance, de températures, d'alimentation électrique et de régulation permettent de choisir le compresseur et d'étudier ses caractéristiques et accessoires.

Question 1. Sélectionner le compresseur semi-hermétique correspondant aux paramètres fournis et indiquer sa référence.

La sélection se fait sur la puissance frigorifique de 23 kW, au R404A, avec une température d'évaporation de −27 °C et une condensation à 50 °C. En retenant les conditions de surchauffe et de sous-refroidissement indiquées comme conformes au constructeur, le modèle correspondant est le **Copeland D6DH-300X**. La régulation de puissance demandée est de type HH. La référence retenue doit donc être compatible avec cette régulation et avec l'alimentation triphasée indiquée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Copeland semi-hermétique D6DH-300X, régulation HH.

Question 2. Déterminer le volume balayé du compresseur à 1 450 tr/min.

Pour la référence D6DH-300X, la valeur constructeur du déplacement à 1 450 tr/min est de 71,6 m³/h. Il s'agit du volume géométrique aspiré par le compresseur en une heure à cette vitesse de rotation, et non du débit massique de fluide ni de la puissance frigorifique. On reporte donc directement la valeur de la documentation technique pour le modèle sélectionné.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Volume balayé : 71,6 m³/h à 1 450 tr/min.

Question 3. Sélectionner le code du moteur électrique permettant un démarrage étoile-triangle.

Le réseau indiqué est triphasé 400 V avec neutre et terre. Pour un démarrage étoile-triangle, il faut retenir le code moteur correspondant à cette alimentation et à ce mode de démarrage dans le tableau constructeur. Pour la sélection retenue, ce code est **A**. Le moteur doit être raccordé avec ses six bornes accessibles et le couplage étoile-triangle réalisé par l'équipement de commande approprié.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Code moteur : A.

Question 4. Indiquer l'avantage du démarrage à vide, ou à charge partielle.

Au démarrage à vide, ou à charge partielle, le compresseur fournit moins de travail mécanique pendant sa mise en rotation. Le couple résistant est ainsi réduit, ce qui facilite l'accélération du moteur et limite l'intensité appelée au démarrage. Cette disposition diminue également les contraintes mécaniques sur l'entraînement et les organes du compresseur. Elle ne remplace pas les protections électriques ni le réglage correct de la commande.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le démarrage est facilité par la réduction du couple résistant et du courant appelé.

Question 5. Indiquer l'accessoire à installer sur la ligne de refoulement pour un démarrage à vide et donner sa référence.

Pour obtenir un démarrage à vide, il faut une électrovanne de décharge permettant le by-pass du refoulement vers l'aspiration pendant la phase de démarrage. Elle s'ouvre au démarrage pour réduire la différence de pression supportée par le compresseur, puis se referme lorsque le moteur a pris sa vitesse. La référence doit être celle de l'accessoire de décharge associé au modèle D6DH-300X dans la nomenclature constructeur.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Électrovanne de décharge, en by-pass refoulement-aspiration. Référence constructeur à relever dans la nomenclature des accessoires.

Question 6. Expliquer la fonction d'une résistance de carter et préciser où elle doit être placée sur le compresseur.

À l'arrêt, la résistance réchauffe l'huile afin de limiter la migration du fluide frigorigène vers le carter et sa dissolution dans l'huile. Cela réduit le risque de moussage et de mauvaise lubrification au redémarrage. Elle se monte au contact du carter d'huile, dans la zone basse prévue pour la résistance. Elle doit être alimentée lorsque le compresseur est à l'arrêt, conformément aux prescriptions du constructeur.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Elle limite la migration du fluide dans l'huile et se place sur la partie basse du carter.

Question 7. Déterminer le type d'huile présent dans le carter du compresseur neuf.

Le fluide utilisé est le R404A, un HFC. L'huile compatible habituellement prescrite pour ce fluide dans un compresseur neuf est une huile synthétique polyolester. La réponse attendue concerne la famille d'huile présente dans le carter, et non une viscosité particulière. Pour l'entretien ou un appoint, il faut conserver la qualité prescrite par le constructeur et éviter tout mélange avec une huile minérale non compatible.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Huile synthétique polyolester, de type POE.

Question 8. Donner la désignation complète du modèle de compresseur choisi, en indiquant l'ensemble des codes.

La désignation complète reprend la référence de base sélectionnée, le code moteur adapté au démarrage étoile-triangle et les suffixes de configuration constructeur. Pour les données du sujet, la désignation retenue est **D6DH-300X-AWM/D**. Elle s'inscrit dans la configuration demandée : réseau triphasé, protection électronique par thermistances et module Kriwan, BOM 000 et régulation de puissance HH. Les suffixes doivent être conservés tels qu'indiqués dans la documentation du modèle.

✓ RÉPONSE À RETENIR

D6DH-300X-AWM/D.

3. Sélection d'un évaporateur et étude du détendeur

Les deux évaporateurs de la chambre froide de congélation sont chacun équipés d'un détendeur thermostatique à égalisation de pression externe et fonction MOP, avec du R 404A. Les températures, puissances et pressions fournies servent à sélectionner un évaporateur et à étudier le détendeur.

Question 1. Déterminer la valeur de l'écart de température d'évaporation ΔT°C.

L'écart entre l'air de la chambre et le fluide en évaporation se calcule par différence : température de chambre moins température d'évaporation. Avec les valeurs du sujet, $\Delta T = -20 - (-27) = 7\ ^\circ C$. La température d'évaporation est donc inférieure de 7 °C à celle de la chambre.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\Delta T = 7\ ^\circ C$.

Question 2. Sélectionner l'évaporateur à l'aide du document constructeur.

Sur le document constructeur, retenir un évaporateur compatible avec le R 404A, donné pour $-27\ ^\circ C$ d'évaporation et un écart de température de 7 °C avec l'air de la chambre à $-20\ ^\circ C$. À ces conditions, sa puissance doit être de 11,5 kW par appareil. Vérifier la puissance dans la ligne ou la courbe correspondant à ces conditions, sans utiliser la température de condensation comme critère de sélection de l'évaporateur.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Choisir deux évaporateurs R 404A de 11,5 kW chacun, à $T_e = -27\ ^\circ C$ et $\Delta T = 7\ ^\circ C$.

Question 3. Déterminer la chute de pression totale dans le détendeur.

La chute de pression disponible au détendeur est la pression de condensation diminuée de la pression d'évaporation et des pertes de charge dans la conduite liquide et le distributeur. Donc : $\Delta p = 22 - 1{,}3 - 2 = 18{,}7$ bar.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La chute de pression totale au détendeur est de 18,7 bar.

Question 4. Expliquer pourquoi le détendeur installé est équipé d'une égalisation de pression externe.

Le distributeur et l'évaporateur provoquent une perte de pression. Avec une égalisation interne, le détendeur ne tiendrait pas compte de cette perte : il pourrait réduire son ouverture et sous-alimenter l'évaporateur. L'égalisation externe transmet au détendeur la pression réelle à la sortie de l'évaporateur, ce qui permet une régulation correcte de la surchauffe.

✓ RÉPONSE À RETENIR

L’égalisation externe tient compte de la perte de pression dans l’évaporateur et permet de réguler correctement la surchauffe.

Question 5. Indiquer la fonction d'un détendeur MOP.

La fonction MOP limite la pression d’évaporation maximale, donc la pression d’aspiration du compresseur. Lorsque la pression dépasse la limite MOP, le détendeur réduit son ouverture afin de limiter la charge du compresseur, notamment lors de la remise en température après un arrêt. Sous cette limite, il régule normalement la surchauffe.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le MOP limite la pression d’aspiration maximale afin de protéger le compresseur.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2010)

Bilan de l'épreuve : Épreuve écrite de technologie du BP Monteur dépanneur en froid et climatisation, unité U12, session 2010, code E.1-B, durée 2h30 et coefficient 5. Notée sur 40 points, elle étudie une chambre froide de congélation au R 404A. Elle évalue le bilan thermique, le choix d'un compresseur et de ses accessoires, ainsi que la sélection d'un évaporateur et l'étude du détendeur.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Le bilan thermique distingue les apports par les parois, les denrées, le renouvellement d'air et les apports internes.
- La puissance frigorifique s'obtient en rapportant l'énergie à extraire à la durée de fonctionnement.
- L'écart de température d'évaporation se calcule entre la température de la chambre et celle d'évaporation.
- L'égalisation externe transmet au détendeur la pression à la sortie de l'évaporateur.

Points de vigilance & attentes du jury

- Relever les dimensions, températures, coefficients et durées avant d'effectuer le bilan thermique.
- Distinguer l'énergie exprimée en kWh de la puissance exprimée en kW.
- Pour les sélections, utiliser les conditions de fonctionnement et les tableaux constructeur indiqués.
- Justifier les choix techniques et préciser les références ou codes demandés.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment passer des apports thermiques journaliers à une puissance frigorifique ?

Additionnez les énergies apportées sur la journée, puis divisez l'énergie à extraire par la durée de fonctionnement de la machine. Les kWh divisés par des heures donnent une puissance en kW.

Q : Pourquoi installer un détendeur avec égalisation de pression externe ?

L'égalisation externe transmet au détendeur la pression mesurée à la sortie de l'évaporateur. Elle permet de tenir compte de la perte de pression dans celui-ci et d'assurer une régulation adaptée aux conditions réelles.

Q : Comment organiser le temps pour cette épreuve ?

L'épreuve dure 2h30 et les trois questions valent respectivement 20, 14 et 12 points. Répartissez le temps selon ces pondérations, puis gardez une période finale pour vérifier les calculs, les unités et les références.

Q : Quels éléments vérifier lors d'une sélection de matériel ?

Appuyez la sélection sur les conditions de fonctionnement et les documents constructeur cités dans le sujet. Indiquez clairement la référence ou le code demandé et distinguez cette donnée des justifications techniques.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bpfroid.fr/assets/annales/bp-froid/U12 - Technologie froid et climatisation/2010/BP Froid - U12 - Technologie froid et climatisation - Session 2010 - 1-Sujet.pdf

Ressources BP Froid : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

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.