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

Sous-épreuve E1 - Unité certificative U10

Session 2018 • Code sujet : **18SP-BP-IDFCA U10** • Durée : **4h00** • Coefficient : **4**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Étude technologique de l’installation** (3 questions) — **Page 3**
2. **Analyse du fonctionnement** (4 questions) — **Page 5**
3. **Bilan frigorifique** (1 question) — **Page 8**
4. **Dépannage** (2 questions) — **Page 10**
5. **Choix de matériels** (3 questions) — **Page 12**
6. **Régulation - Électricité** (3 questions) — **Page 15**
7. **Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 17**

Sujet officiel (PDF) : https://bpfroid.fr/assets/annales/bp-froid/U10 - Préparation d'un système thermodynamique/2018/BP Froid - U10 - Préparation d'un système thermodynamique - Session 2018 - 1-Sujet.pdf

1. Étude technologique de l’installation

Responsable de la maintenance frigorifique d’une grande surface, le candidat analyse le fonctionnement de la centrale positive qui alimente les équipements du magasin. Il s’appuie sur le schéma de principe, le CCTP et la documentation constructeur des compresseurs Copeland.

Question 1. Pour chacun des éléments repérés de 1 à 6 sur le schéma de principe SG, indiquer son nom et sa fonction.

Les repères correspondent aux organes principaux du circuit frigorifique. Le compresseur élève la pression de la vapeur, le condenseur rejette la chaleur, puis le détendeur abaisse la pression avant l’évaporation du fluide. Le schéma comporte aussi la séparation et le stockage de l’huile et du fluide liquide.

Repère	Nom	Fonction
1	Compresseur	Comprime la vapeur et la refoule à haute pression.
2	Séparateur d’huile	Sépare l’huile entraînée par le gaz de refoulement.
3	Condenseur	Condense le fluide en rejetant sa chaleur.
4	Réservoir de liquide	Stocke le fluide frigorigène liquide.
5	Détendeur	Abaisse la pression et régule l’alimentation de l’évaporateur.
6	Évaporateur	Absorbe la chaleur à l’intérieur des équipements refroidis.

Tableau complété



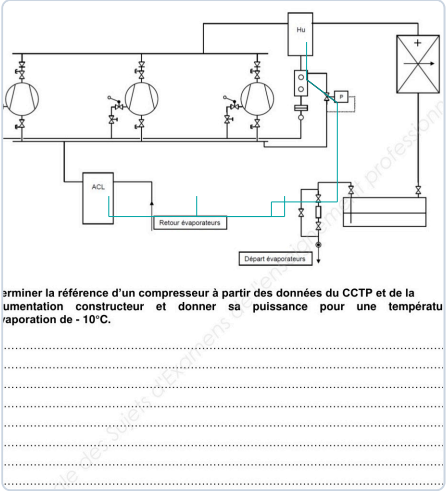
✓ RÉPONSE À RETENIR

1 compresseur; 2 séparateur d’huile; 3 condenseur; 4 réservoir de liquide; 5 détendeur; 6 évaporateur.

Question 2. Surligner en couleur le circuit d’huile sur le schéma de principe de l’installation SG.

Le circuit d’huile part du séparateur monté sur le refoulement. L’huile récupérée est dirigée vers le dispositif de gestion et de régulation, puis distribuée aux carters des compresseurs. Il faut suivre les conduites auxiliaires reliant ces organes, et non les conduites principales de liquide frigorigène alimentant les évaporateurs.

Circuit d’huile surligné



erminer la référence d’un compresseur à partir des données du CCTP et de la umentation constructeur et donner sa puissance pour une températu vaporation de - 10°C.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Séparateur d’huile, dispositif de gestion et de régulation, puis alimentation des carters des compresseurs.

Question 3. À partir des données du CCTP et de la documentation constructeur, déterminer la référence d’un compresseur et indiquer sa puissance pour une température d’évaporation de -10 °C.

Retenir le modèle Copeland dont la capacité frigorifique couvre les besoins de la centrale aux conditions de fonctionnement indiquées dans le CCTP. Dans la documentation constructeur, relever la puissance à l’évaporation de $-10\ ^\circ\mathrm{C}$, en respectant la température de condensation et les autres conditions de sélection prescrites. Reporter ensuite la référence exacte et la puissance correspondante dans les deux cases de réponse.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Référence : modèle Copeland sélectionné selon le CCTP. Puissance réelle : capacité constructeur à $-10\ ^\circ\mathrm{C}$, aux conditions prescrites.

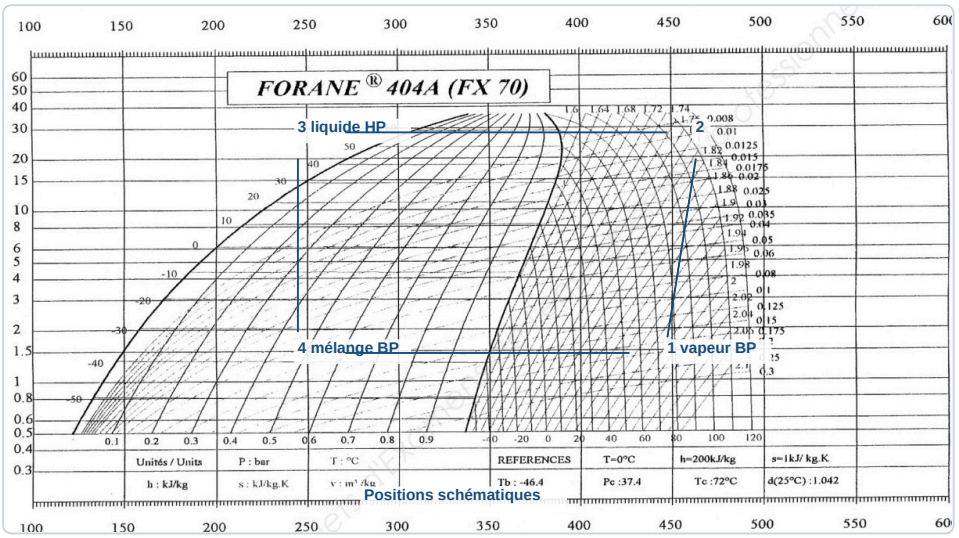
2. Analyse du fonctionnement

Le candidat vérifie par le calcul les performances de la centrale à partir du schéma de l'installation, du CCTP et d'un formulaire. Il trace le cycle frigorifique sur un diagramme enthalpique, caractérise les points du cycle, puis calcule les débits et le COP frigorifique théorique.

Question 1. À partir des données du CCTP, tracer le cycle frigorifique sur le diagramme enthalpique fourni.

Le diagramme est celui du Forane 404A; son axe vertical indique la pression absolue et son axe horizontal l'enthalpie. Repérez les états à partir des conditions du CCTP, puis reliez-les dans l'ordre du cycle. La compression monte en pression, la condensation se fait à haute pression, la détente est isenthalpique et l'évaporation se fait à basse pression. Le tracé annoté indique cet enchaînement; le positionnement des points doit correspondre aux conditions de fonctionnement.

Cycle frigorifique Forane 404A



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

1 → 2 : compression; 2 → 3 : condensation; 3 → 4 : détente isenthalpique; 4 → 1 : évaporation.

Question 2. Compléter, avec les unités, le tableau des caractéristiques demandées pour les points d'entrée et de sortie du compresseur, du condenseur, du détendeur et de l'évaporateur. Ne pas remplir les cases grisées.

Les unités à inscrire sont celles indiquées ci-dessous. Les propriétés numériques des états se lisent sur le diagramme après application des conditions du CCTP. Les états 1 et 2 correspondent respectivement à l'entrée et à la sortie du compresseur; l'état 3 est le liquide en sortie du condenseur et à l'entrée du détendeur. À la détente, l'enthalpie reste constante. Les cases grisées du tableau original restent vides.

Point	P	θ	h	x	v
Entrée compresseur	bar	°C	kJ/kg	grisée	m³/kg
Sortie compresseur	bar	°C	kJ/kg	grisée	m³/kg
Sortie condenseur	bar	°C	kJ/kg	grisée	grisée
Entrée détendeur	bar	°C	kJ/kg	grisée	grisée
Sortie détendeur	bar	°C	kJ/kg	sans unité	grisée
Sortie évaporateur	bar	°C	kJ/kg	grisée	m³/kg

La détente vérifie : $h_4 = h_3$. La qualité x est sans unité.

Unités du tableau des états

Point	P en bar	θ en °C	h en kJ/kg ..	x en sans unité	v en m³/kg ...
Entrée compresseur					
Sortie compresseur					
Sortie condenseur					
Entrée détendeur					
Sortie détendeur					
Sortie évaporateur					

✓ RÉPONSE À RETENIR

P : bar; θ : °C; h : kJ/kg; x : sans unité; v : m³/kg. Laisser vides les cases grisées.

Question 3. Calculer le débit massique total, puis en déduire le débit volumique aspiré total.

Notons 1 la sortie de l'évaporateur et 4 la sortie du détendeur. L'effet frigorifique massique vaut $h_1 - h_4$. Diviser la puissance frigorifique totale par cet effet donne le débit massique; le facteur 1000 convertit les kJ en J lorsque la puissance est en watts. Le débit volumique aspiré s'obtient en multipliant le débit massique par le volume massique à l'aspiration, lu au point 1 sur le diagramme. Les unités résultantes sont respectivement kg/s et m³/s.

$$q_{ma} = \frac{\Phi_0}{1000(h_1 - h_4)}, \qquad q_{va} = q_{ma} v_1.$$

✓ RÉPONSE À RETENIR

$q_{ma} = \Phi_0 / [1000(h_1 - h_4)]$ en kg/s; $q_{va} = q_{ma} v_1$ en m³/s.

Question 4. Calculer le coefficient de performance frigorifique théorique de la centrale.

Le COP frigorifique théorique est le rapport de l'effet frigorifique massique au travail massique du compresseur. L'effet frigorifique est la différence entre l'enthalpie à la sortie de l'évaporateur et celle à la sortie du détendeur. Le travail de compression est la différence entre les enthalpies de sortie et d'entrée du compresseur. Relevez les valeurs correspondantes sur le diagramme établi avec les conditions du CCTP. Le COP est sans unité.

$$COP_{froid} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1}.$$

✓ RÉPONSE À RETENIR

$COP_{froid} = (h_1 - h_4)/(h_2 - h_1)$, sans unité.

3. Bilan frigorifique

Le candidat détermine la puissance frigorifique nécessaire pour la chambre froide de viandes fraîches à partir des caractéristiques fournies et d'une trame de bilan journalier. Il évalue les apports des parois, des denrées, du renouvellement d'air, de l'éclairage et des autres appareils, puis en déduit la puissance recherchée.

Question 1. Compléter la trame du bilan frigorifique de la chambre froide, puis en déduire la puissance frigorifique nécessaire.

Apport	Calcul à inscrire	Valeur
Avant + porte	0,43 × 10,26 × 29	128 W
Arrière, gauche, droite, plafond	0,43 × surface extérieure × Δθ	Flux en W
Sol	0,75 × surface extérieure × Δθ	Flux en W
Produits	m × c × Δθ, puis énergie × 1000 ÷ 86 400	Énergie en kJ, puissance en W
Air	260 × 42 ÷ 0,864	12 640 kJ, soit 146,3 W
Éclairage et appareils	Puissance × durée ÷ 24	Puissance moyenne en W

Reporter les surfaces, températures, apports des produits et durées d'utilisation du bilan. Additionner les puissances pour obtenir le sous-total, ajouter 5 %, puis calculer la puissance frigorifique : $\Phi_0 = 1{,}05 \times$ sous-total $\times$ 24 ÷ t.

Apport du renouvellement d'air

Énergie apportée par le renouvellement d'air :

Volume renouvelé par 24 h V en m^3	Différence d'enthalpie Δh en kJ/kg	Volume massique de l'air entrant v en m^3/kg	Energie apportée en kJ = V.Δh/v
260	42	0,864	12640
	Puissance totale =Energie.10^3 / (24 x 3600) En W		146,3

12 640 kJ
146,3 W

Formule du bilan final

Apports incalculables = 5 %	
Puissance Φ_{24} sur 24 h = Σ puissances calculées	

Temps de fonctionnement du compresseur t en h	
Puissance Frigorifique recherchée en W : $\Phi_0 = \Phi_{24}$ x 24 / t	Φ_{24} = sous-total × 1,05

ssionnel **épanneur en Froid et Conditionnement de l'Air**	Code : 18SP-BP-IDFCA U10	**Session 2018**

✓ RÉPONSE À RETENIR

Air : 146,3 W. Puissance frigorifique recherchée : Φ_0 = 1,05 × sous-total × 24 ÷ t.

4. Dépannage

Le candidat réalise une série de mesures pour diagnostiquer un problème de fonctionnement de la chambre froide de viandes. Il exploite les caractéristiques de la chambre, les relevés en fonctionnement et le tableau d'aide au dépannage afin d'identifier les causes et de proposer une solution.

Question 1. À l'aide des relevés de la chambre froide, déterminer l'origine du dysfonctionnement et détailler le raisonnement.

Pour localiser l'anomalie, convertir les pressions mesurées en températures de saturation du fluide, puis calculer la surchauffe à l'aspiration et le sous-refroidissement en sortie du condenseur. Comparer ces résultats aux valeurs attendues et aux symptômes décrits dans le tableau d'aide : une surchauffe forte avec un sous-refroidissement faible évoque un manque de fluide ; une surchauffe forte avec un sous-refroidissement normal oriente vers une restriction ou un détendeur sous-alimentant ; une pression de condensation excessive oriente vers un défaut de condensation. Retenir la cause concordant avec l'ensemble des relevés.

Diagnostic à reporter

Pressions et températures de saturation

.....

.....

Surchauffe + sous-refroidissement

.....

.....

Cause concordante avec les relevés

.....

.....

.....

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Cause à retenir : celle confirmée par les pressions, la surchauffe, le sous-refroidissement et le tableau d'aide au dépannage.

Question 2. Indiquer ce que vous allez mettre en œuvre pour remédier au dysfonctionnement.

1. Mettre l'installation en sécurité et confirmer la cause par les contrôles frigorifiques adaptés.
2. Si une fuite est détectée, la réparer, contrôler l'étanchéité, tirer au vide et recharger selon la masse prescrite. Si une restriction ou un organe défectueux est identifié, le remplacer. Si le condenseur est en cause, nettoyer l'échangeur et rétablir son débit d'air.
3. Remettre en service, laisser le régime se stabiliser, puis vérifier les pressions, les températures et le refroidissement de la chambre.

Remède à reporter

2) Indiquer ce que vous allez mettre en œuvre pour y remédier :

Sécuriser et corriger la cause confirmée

.....

... Contrôler après stabilisation .....

.....

.....

✓ RÉPONSE À RETENIR

Traiter la cause confirmée, puis valider le fonctionnement frigorifique et la température de la chambre après stabilisation.

5. Choix de matériels

Indépendamment du diagnostic précédent, le client souhaite remplacer le détendeur et l'évaporateur de la chambre froide de viandes. À partir des catalogues, des caractéristiques de la chambre et d'une puissance recherchée de 2400 W, le candidat choisit les références adaptées et précise le réglage initial du détendeur à égalisation externe et à visser.

Question 1. Déterminer la référence de l'évaporateur en détaillant le choix : indiquer le ΔT recherché, le ΔT de la documentation, la puissance avec le ΔT recherché, la puissance corrigée avec le ΔT de la documentation et la référence retenue.

Étape	Détermination
ΔT recherché	
Puissance au ΔT recherché	2400 W
Puissance équivalente au ΔT catalogue	$2400 \times \frac{\Delta T_{\text{documentation}}}{\Delta T_{\text{recherché}}}$

Calculer le premier ΔT avec les températures de la chambre et d'évaporation. Comparer ensuite la puissance équivalente aux capacités du catalogue et retenir la référence qui couvre cette puissance. Reporter les valeurs numériques et la référence correspondante.

Calcul et sélection de l'évaporateur

1) Déterminer la référence d'évaporateur en détaillant votre choix :

Valeur du ΔT recherché :
ΔT recherché : air chambre - évaporation
.....

Valeur du ΔT de la documentation :
..... Puissance au ΔT recherché : 2400 W .....

Puissance avec le ΔT de fonctionnement recherché :
.....

Corriger selon le rapport des ΔT
Puissance corrigee avec le ΔT de la documentation :
.....

Référe Référence : capacité catalogue suffisante
.....

Base Nationale des Sujets d'Exa

✓ RÉPONSE À RETENIR

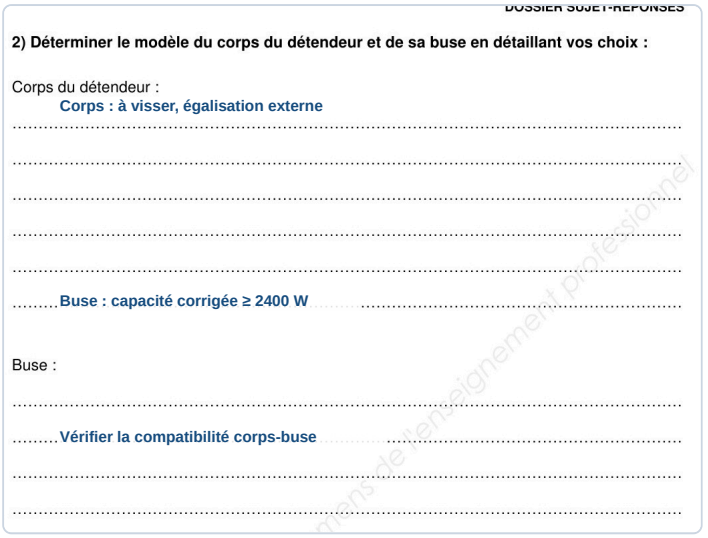
Puissance catalogue minimale à retenir : $2400 \times \frac{\Delta T_{\text{documentation}}}{\Delta T_{\text{recherché}}}$ W.

Question 2. Déterminer le modèle et la référence du corps du détendeur ainsi que ceux de sa buse, en détaillant les choix.

Pour le corps, retenir la version à visser avec égalisation externe, conformément à l'énoncé. Pour la buse, utiliser le fluide frigorigène et les conditions de fonctionnement de la chambre afin de lire la capacité corrigée dans le catalogue.

Choisir la référence de buse dont la capacité couvre 2400 W et vérifier qu'elle est compatible avec le corps sélectionné. Reporter séparément les deux références constructeur.

Critères de choix du détendeur


DOSSIER SUJET-REPONSES

2) Déterminer le modèle du corps du détendeur et de sa buse en détaillant vos choix :

Corps du détendeur :

Corps : à visser, égalisation externe

Buse : capacité corrigée ≥ 2400 W

Buse :

Vérifier la compatibilité corps-buse

Centre National des Sujets d'Examens de bien-être professionnel

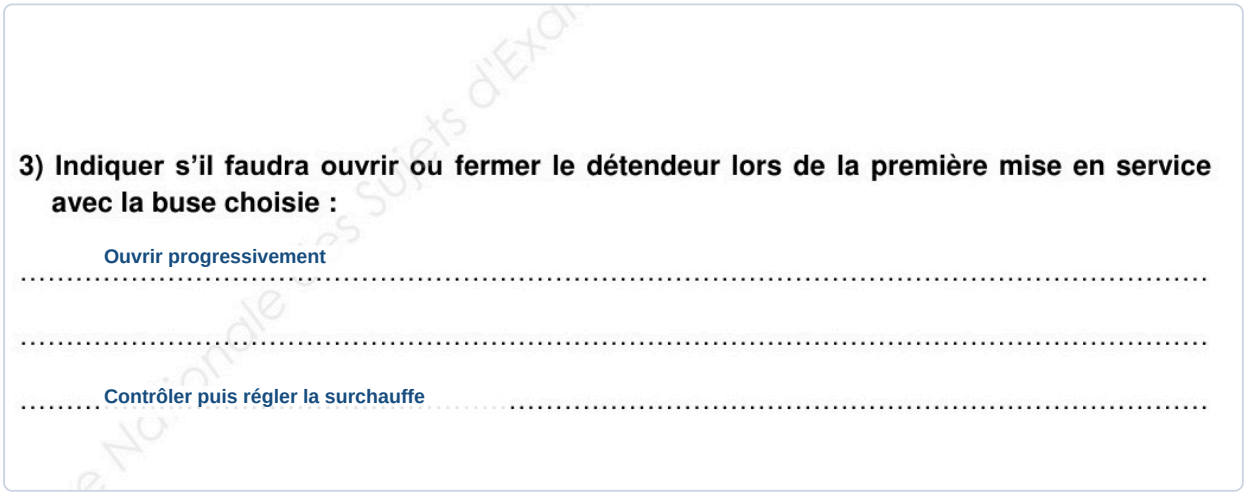
✓ RÉPONSE À RETENIR

Corps : version à visser, égalisation externe. Buse : modèle compatible dont la capacité corrigée couvre 2400 W.

Question 3. Indiquer s'il faudra ouvrir ou fermer le détendeur lors de la première mise en service avec la buse choisie.

À la première mise en service, ouvrir progressivement le détendeur pour alimenter l'évaporateur. Laisser le circuit se stabiliser, puis vérifier la surchauffe à la sortie de l'évaporateur à partir des mesures de pression et de température. Ajuster ensuite le détendeur par petites étapes : éviter une ouverture brusque qui pourrait provoquer un retour de liquide au compresseur.

Réglage initial du détendeur


3) Indiquer s'il faudra ouvrir ou fermer le détendeur lors de la première mise en service avec la buse choisie :

Ouvrir progressivement

Contrôler puis régler la surchauffe

✓ RÉPONSE À RETENIR

Ouvrir progressivement le détendeur, puis contrôler et régler la surchauffe.

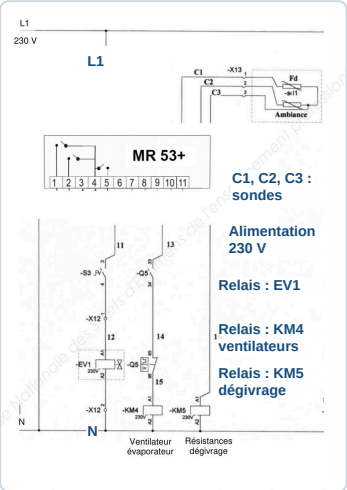
6. Régulation - Électricité

Le régulateur Johnson Control MR14 de la chambre froide présente un dysfonctionnement et doit être remplacé par un modèle MR 53 +. Le candidat prépare le raccordement électrique du nouveau régulateur et sa programmation pour le dégivrage, à l'aide du schéma à compléter et de la documentation fournie.

Question 1. Compléter le schéma électrique de raccordement du nouveau régulateur.

Relier les sondes d'après les repères C1, C2 et C3 du schéma, puis alimenter le MR 53+ en 230 V. Raccorder les contacts de sortie du régulateur aux circuits commandés : EV1, contacteur KM4 des ventilateurs et contacteur KM5 des résistances de dégivrage. Les retours des bobines sont raccordés au neutre. Reporter les connexions sur le schéma en respectant les repères des conducteurs et des appareils.

Raccordement du MR 53+



✓ RÉPONSE À RETENIR

Sondes C1-C3, alimentation 230 V, sorties relais vers EV1, KM4 et KM5.

Question 2. Pour préparer la programmation du dégivrage, identifier les paramètres nécessaires en complétant le tableau des repères et des descriptions.

Repère du paramètre	Description
DFr	Intervalle entre deux dégivrages.
DLI	Température de fin de dégivrage.
dEt	Durée maximale de dégivrage, en minutes.

Ces paramètres déterminent la périodicité, la température d'arrêt et la durée limite du dégivrage.

Tableau des paramètres complété

Repère du paramètre	Description
DFr	Intervalle entre deux dégivrages
DLI	Température de fin de dégivrage
..... dEt	Durée maximum de dégivrage en minutes.

Usage enseignement professionnel

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

DFr : intervalle ; DLI : température de fin ; dEt : durée maximale.

Question 3. Choisir le type de dégivrage en indiquant le nom du paramètre correspondant et la valeur à saisir.

Le schéma présente des résistances électriques pour le dégivrage. Le type demandé est donc le dégivrage électrique. Saisir la valeur associée à ce mode dans le paramètre dty.

Type de dégivrage

Faire alors le choix du type de dégivrage en indiquant le nom du paramètre et la valeur à saisir.

Nom du paramètre : ..... dty

Valeur à saisir : .....

0 : électrique

Base Nationale des Sujets d'Examen

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

dty = 0 : dégivrage électrique.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2018)

Bilan de l'épreuve : Cette sous-épreuve E1 du BP Installateur dépanneur en froid et conditionnement de l'air, session 2018, est intitulée « Préparation d'un système thermodynamique » et porte le code 18SP-BP-IDFCA U10. D'une durée de quatre heures et de coefficient 4, elle étudie une centrale positive et une chambre froide de viandes fraîches. Elle évalue l'analyse technologique, les calculs frigorifiques, le diagnostic, le choix de matériels et la régulation électrique.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Le cycle frigorifique se trace sur le diagramme enthalpique en reliant les états correspondant aux transformations successives des composants.
- Le débit volumique aspiré s'obtient en multipliant le débit massique total par le volume massique au point d'aspiration, avec des unités cohérentes.
- Le bilan journalier additionne les apports des parois, des produits, du renouvellement d'air, de l'éclairage et des appareils.
- Le choix d'un évaporateur tient compte de la puissance requise et du ΔT de fonctionnement comparé aux données du catalogue.

Points de vigilance & attentes du jury

- Détailler les calculs et préciser les unités des résultats, conformément aux consignes générales.
- Ne pas remplir les cases grisées du tableau des caractéristiques du cycle frigorifique.
- Justifier le diagnostic en reliant les relevés aux causes possibles avant de proposer des actions correctives.
- Vérifier la compatibilité des références choisies avec les conditions de la chambre et les exigences de montage du détendeur.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer la puissance frigorifique recherchée à partir du bilan journalier ?

Additionnez les puissances calculées et ajoutez les apports incalculables, évalués à 5 %, pour obtenir Φ24. Appliquez ensuite la relation du sujet : Φ0 = Φ24 × 24 / t, où t est le temps de fonctionnement du compresseur en heures.

Q : Comment passer du débit massique au débit volumique aspiré ?

Multipliez le débit massique total par le volume massique au point d'aspiration, lu ou déterminé à partir du diagramme. Veillez à utiliser des unités cohérentes pour obtenir le débit volumique demandé.

Q : Combien de temps dure l'épreuve et comment est-elle organisée ?

L'épreuve dure 4 heures et son coefficient est 4. Elle comprend six parties, pour un total de 80 points : étude technologique, analyse du fonctionnement, bilan frigorifique, dépannage, choix de matériels et régulation-électricité.

Q : Quelles précautions permettent de répondre aux critères de notation du sujet ?

Détaillez les calculs et indiquez les unités. Appuyez le diagnostic sur les relevés, justifiez les choix de matériel avec les données disponibles et reportez soigneusement les raccordements électriques et les paramètres demandés.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bpfroid.fr/assets/annales/bp-froid/U10 - Préparation d'un système thermodynamique/2018/BP Froid - U10 - Préparation d'un système thermodynamique - Session 2018 - 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.