

الصفحة	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا الممالك المهنية الدورة الاستدراكية 2021 - عناصر الإجابة -		الجمهورية المغربية وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني والتعليم العالي والبحث العلمي المركز الوطني للتقويم والامتحانات	
1			A SOCHEX AXXEL A SOGHEA AXXEL A SOGHEX AXXEL	
10			PPPPPPPPPPPPPPPPPPPP	RR 212A

4	مدة الإنجاز	الاختبار التوليقي في المواد المهنية - الجزء 1		المادة
10	المعامل	شعبة الهندسة الكهربائية مسلك التبريد وتكييف الهواء		الشعبة أو المسلك

ELEMENTS DE REPONSE

GRILLE DE NOTATION :

TOTAL :/76 POINTS

Situation d'évaluation 1		
Tâche	Question	Note
1.1	a	6 pts
	b	2,5 pts
	c	2 pts
1.2	a	2,5 pts
	b	1,5 pt
	c	3 pts
	d	4 pts
	e	7 pts
	f	4,5 pts
1.3	a	3,5 pts
	b	1 pt
	c	1 pt
	d	0,5 pt
1.4	a	4 pts
	b	3 pts
Total :		46 pts

Situation d'évaluation 2		
Tâche	Question	Note
2.1	a	6 pts
	b1	2 pts
	b2	2 pts
	b3	1 pt
	c	2 pts
2.2	a	1 pt
	b	2 pts
	c	6 pts
	d	3 pts
	e	3 pts
	f	2 pts
Total :		30 pts

VOLET 2 : PRESENTATION DU SUPPORT

La conservation des poissons sur le plan alimentaire comprend un ensemble de procédés de traitements destinés à conserver les propriétés nutritives, le goût, la texture et la couleur de l'aliment cru, mi-cuit ou cuit, en veillant à le garder consommable, préservé de tout élément qui pourrait provoquer une intoxication alimentaire.

La chambre froide, ci-contre, est installée dans la cuisine d'un hôtel, elle est destinée à la conservation des poissons congelés pour assurer une restauration continue et éviter toute interruption de stock.

Cette chambre froide maintient les poissons à une température de -20°C / -18°C , le schéma du circuit fluide de son installation frigorifique, utilisant le fluide frigorigène R22, est présenté sur le (DRES page 11/12) indiquant les paramètres de fonctionnement aux points où ils ont été mesurés.



VOLET 3 : SUBSTRAT DU SUJET

Situation d'évaluation n° 1 :

La prise en charge des activités de mise en service de l'installation frigorifique de la chambre froide de conservation des poissons congelés (DRES page 11/12) suppose que l'intervenant est en mesure d'interpréter les schémas frigorifiques et d'y apporter des modifications, d'effectuer des activités de base et de vérifier le respect des normes et des exigences particulières.

Tâche 1.1 : Avant d'aborder l'installation frigorifique et durant sa première mise en service, il est primordial de connaître les principes et les activités de base. Pour cela, répondre aux questions suivantes :

a. Compléter le tableau des composants repérés en se référant au (DRES page 11/12) : /6 pts

Repère	Désignation	Rôle
1	Filtre déshydrateur	Empêcher les impuretés et l'humidité de circuler dans circuit frigorifique
2	Electrovanne	Commander la circulation du fluide frigorigène
3	Thermostat d'ambiance	Contrôler la température ambiante de la chambre froide
4	Pressostat haute pression de sécurité	Contrôler la pression du circuit HP
5	Moto-compresseur semi-hermétique triphasé	Aspirer, comprimer et refouler le fluide frigorigène
6	Robinet de départ liquide	Isoler la bouteille du liquide du circuit frigorifique

6×0,25 pt

6×0,75 pt

b. Compléter le tableau de l'état du fluide frigorigène dans le circuit frigorifique en mettant des croix dans les cases convenables en se référant au schéma fluide de l'installation frigorifique de la chambre froide de conservation des poissons congelés (DRES page 11/12) : /2,5 pts

	Vapeur	Liquide	Mélange	HP	BP
Entrée détenteur		X		X	
Sortie détenteur			X		X
Sortie évaporateur	X				X
Sortie condenseur		X		X	
Aspiration compresseur	X				X

0,25 pt / ligne

0,25 pt / ligne

c. Classer, par ordre chronologique, les cinq étapes nécessaires pour assurer le bon fonctionnement de l'installation frigorifique lors de sa première mise en service en exploitant la liste des étapes ci-dessous : 4×0,5 pt /2 pts

1. **Test de l'étanchéité du circuit frigorifique ;**
2. **Tirage au vide du circuit frigorifique ;**
3. Charge du circuit frigorifique en fluide frigorigène ;
4. **Réglage et vérification des appareils de sécurité et de régulation ;**
5. **Contrôle des paramètres de bon fonctionnement de l'installation frigorifique.**

Liste des étapes :

- Contrôler les paramètres de fonctionnement de l'installation frigorifique ;
- Régler et vérifier les appareils de sécurité et de régulation ;
- Tester l'étanchéité du circuit frigorifique ;
- Effectuer le tirage au vide du circuit frigorifique.

Tâche 1.2 : Lors de l'opération de mise en service de l'installation frigorifique, vous êtes chargé d'effectuer le tirage au vide, de monter le manifold, de relever les paramètres de fonctionnement et de s'assurer des écarts de températures. Pour cela, on vous demande de :

a. Cocher les outils spécifiques pour réaliser l'opération du tirage au vide : 5×0,5 pt /2,5 pts

<input type="checkbox"/> Anémomètre	<input checked="" type="checkbox"/> Jeu de clés appropriés	<input checked="" type="checkbox"/> Pompe à vide
<input type="checkbox"/> Bouteille de charge	<input checked="" type="checkbox"/> Manifold	<input type="checkbox"/> Thermomètre
<input checked="" type="checkbox"/> Clé à cliquet (clé de vanne)	<input type="checkbox"/> Pince ampérométrique	<input checked="" type="checkbox"/> Vacuomètre

b. Identifier les orifices de la vanne de service suivante en indiquant le repère correspondant : /1,5 pt

Schéma	Désignation	Repère (numéro)
	Orifice de prise de pression	1
	Orifice de raccordement de compresseur	3
	Orifice de raccordement des tuyauteries	2

3×0,5 pt

c. Mettre une croix sur la case correspondant à l'opération convenable selon la position du poiteau (clapet) de la vanne d'aspiration du compresseur frigorifique suivante : 3×1 pt /3 pts

Position 1	Position 2	Position 3
<input type="checkbox"/> Vider l'installation du fluide frigorigène <input type="checkbox"/> Vérifier le fonctionnement de l'installation <input checked="" type="checkbox"/> Enlever les manomètres lorsque le groupe fonctionne	<input type="checkbox"/> Charger l'installation en fluide frigorigène <input type="checkbox"/> Mettre en service l'installation <input checked="" type="checkbox"/> Isoler le compresseur du circuit frigorifique	<input type="checkbox"/> Isoler le compresseur du circuit frigorifique <input checked="" type="checkbox"/> Vérifier le fonctionnement de l'installation <input type="checkbox"/> Enlever les manomètres des vannes de service du compresseur

d. Compléter la liste suivante par la chronologie des opérations pour monter le manifold afin de contrôler les pressions de fonctionnement de l'installation frigorifique en marche (utiliser les éléments de la liste des opérations proposées ci-dessous) : 4×1 pt /4 pts

1. Sélectionner le manomètre correspondant au fluide de l'installation ;
2. **Contrôler l'étalonnage du manomètre (aiguille sur le 0) ;**
3. Enlever les capuchons de service des vannes de service HP et BP ;
4. Dévisser les presses étoupes de la vanne de service BP et HP (¼ de tour) ;
5. **Vérifier que les vannes de service sont bien en position Arrière ;**
6. Retirer les bouchons de prise de pression sur les deux vannes ;
7. **Brancher respectivement les flexibles bleu sur la BP et rouge sur la HP ;**
8. Mettre en position intermédiaire les carrés de manœuvres des vannes de service (¼ de tour) ;
9. **Resserrer les presses étoupes des vannes de service.**

Liste des opérations proposées :

- Brancher le flexible bleu sur la BP et le rouge sur la HP ;
- Contrôler l'étalonnage du manomètre (aiguille sur le 0) ;
- Resserrer les presses étoupes des vannes de service ;
- Vérifier que les vannes de service sont en position Arrière.

e. Relever, en se référant au schéma de l'installation frigorifique de la chambre froide (DRES page 11/12), les valeurs des paramètres de fonctionnement et compléter la fiche des relevés des paramètres de fonctionnement suivante : 0,25 pt / case /7 pts

FICHE DES RELEVÉS DES PARAMÈTRES DE FONCTIONNEMENT			
Paramètre de fonctionnement		Valeur relevée	Unité
Fluide frigorigène	Pression d'évaporation	0,78	bar
	Température d'évaporation	-28	°C
	Pression de condensation	16,29	bar
	Température de condensation	45	°C
	Température d'aspiration	-15	°C

الصفحة	5	RR 212A	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2021 - عناصر الإجابة - مادة: الاختبار التوليقي في المواد المهنية - الجزء 1- شعبة الهندسة الكهربائية مسلك التبريد وتكييف الهواء
10			

	Température de refoulement	80	°C
	Température l'entrée du condenseur	60	°C
	Température à la sortie du condenseur	40	°C
	Température à l'entrée du détendeur	37	°C
	Température au bulbe du détendeur	-22	°C
Air	Température de l'air à l'entrée de l'évaporateur	-20	°C
	Température de l'air à la sortie de l'évaporateur	-24	°C
	Température de l'air à l'entrée du condenseur	30	°C
	Température de l'air à la sortie du condenseur	37	°C

- f. Compléter le tableau suivant par les écarts de températures (en °C) demandés en se référant au schéma de l'installation frigorifique de la chambre froide (DRES page 11/12) et à sa fiche des relevés des paramètres de fonctionnement ci-dessus (question e), : /4,5 pts

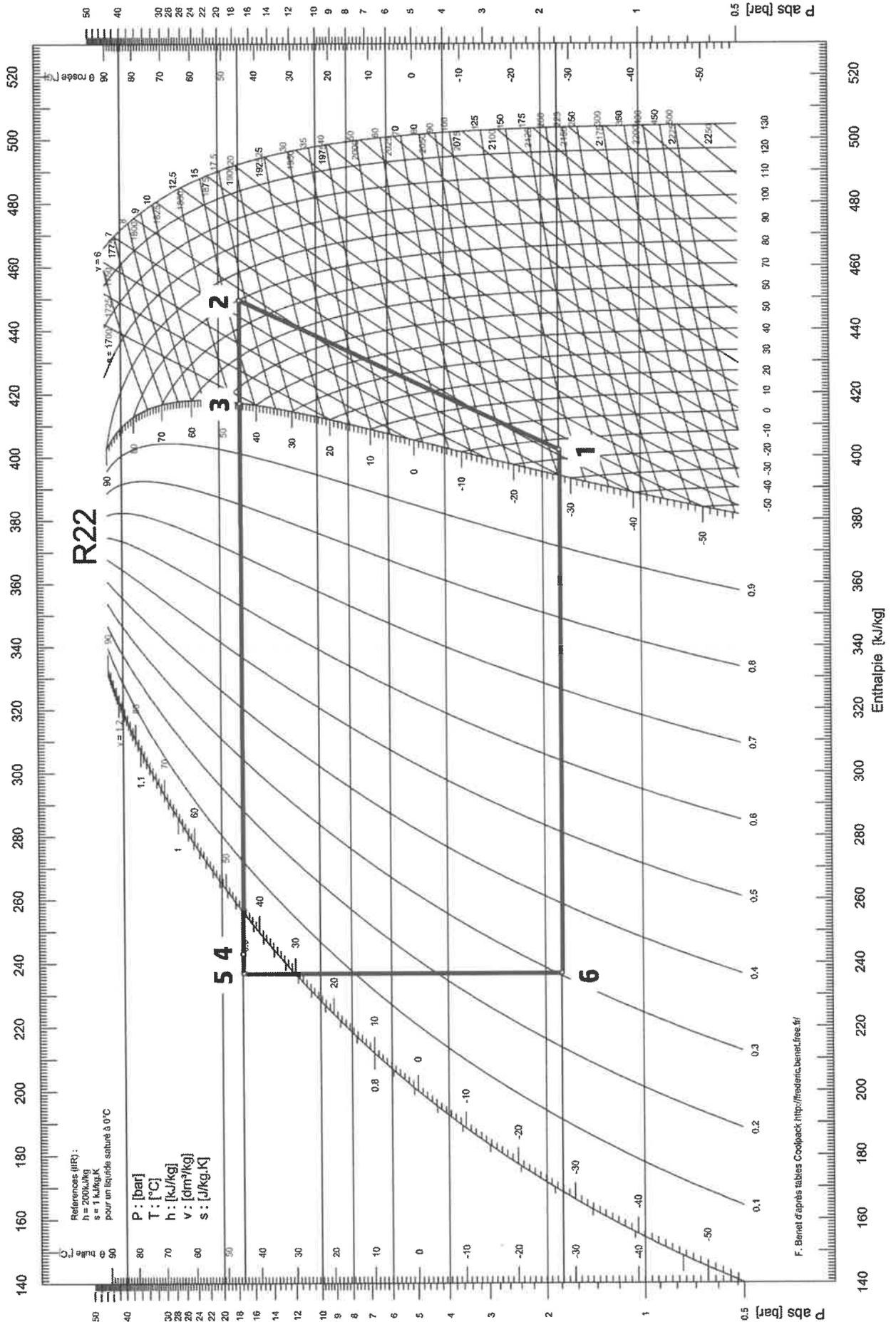
	Désignation	Calcul intermédiaire 6×0,5 pt	Résultat 6×0,25 pt
Fluide frigorigène	Surchauffe à l'évaporateur (fonctionnelle)	$\Delta\theta_{S/C} = -22 - (-28)$	6°C
	Sous-refroidissement au condenseur	$\Delta\theta_{S/R} = 45 - 40$	5°C
Fluide frigorigène/air	Ecart total de température à l'évaporateur	$\Delta\theta_{evap} = -20 - (-28)$	8°C
	Ecart total de température au condenseur	$\Delta\theta_{cond} = 45 - 30$	15°C
Air	Ecart de température sur l'air de l'évaporateur	$\Delta\theta_{air/evap} = -20 - (-24)$	4°C
	Ecart de température sur l'air du condenseur	$\Delta\theta_{air/cond} = 37 - 30$	7°C

Tâche 1.3 : Après une période d'exploitation de l'installation frigorifique et dans le but de vérifier la validité de fonctionnement du compresseur frigorifique disponible d'après le cahier des charges fonctionnel qui exige un rendement volumétrique supérieur à 60%. Répondre aux questions de la tâche en utilisant le tableau des températures mesurées sur l'installation frigorifique suivant :

Repère	Désignation	Valeur mesurée
1	Température d'aspiration	-15°C
2	Température de refoulement	80°C
3	Température de condensation	45°C
4	Température du fluide à la sortie du condenseur	35°C
5	Température du fluide à l'entrée du détendeur	30°C
6	Température d'évaporation	-28°C

a. Tracer le cycle frigorifique sur le diagramme enthalpique du fluide frigorifique R22 en indiquant les repères des points caractéristiques du cycle (1 à 6) : **6 points × 0,5 pt + tracé 0,5 pt** /3,5 pts

Diagramme enthalpique du R22



F. Benet d'après tables Coolpack <http://frederic.benet.free.fr/>

b. Montrer que le taux de compression $\tau \approx 9,71$:

Formule : 0,5 pt A.N. : 0,5 pt /1 pt

$$\tau = P_k(abs) / P_0(abs) = 17,29 / 1,78 = 9,71$$

c. Calculer le rendement volumétrique η_v sachant que le volume mort (espace nuisible) du compresseur est de 3% :

Formule : 0,5 pt A.N. : 0,5 pt /1 pt

$$\eta_v = 1 - (0,03 \cdot \tau) = 0,70$$

d. Vérifier si $\eta_v > 60\%$ (exigence du cahier des charges) et cocher la bonne réponse : /0,5 pt

Le compresseur est valide. Le compresseur n'est pas valide.

Tâche 1.4 : La régulation de l'installation frigorifique permet d'assurer une bonne conservation tout en optimisant la sécurité et la consommation d'énergie. Dans ce contexte, on se propose d'améliorer le type de régulation existant. Les schémas électriques proposés utilisent les éléments suivants :

B1	Thermostat de régulation
F1	Fusible de protection
Y1	Electrovanne ligne liquide

KM1	Contacteur moto-compresseur
KA1	Relais de mise à vide (contacteur auxiliaire)
B2	Pressostat BP de régulation

Répondre aux questions suivantes :

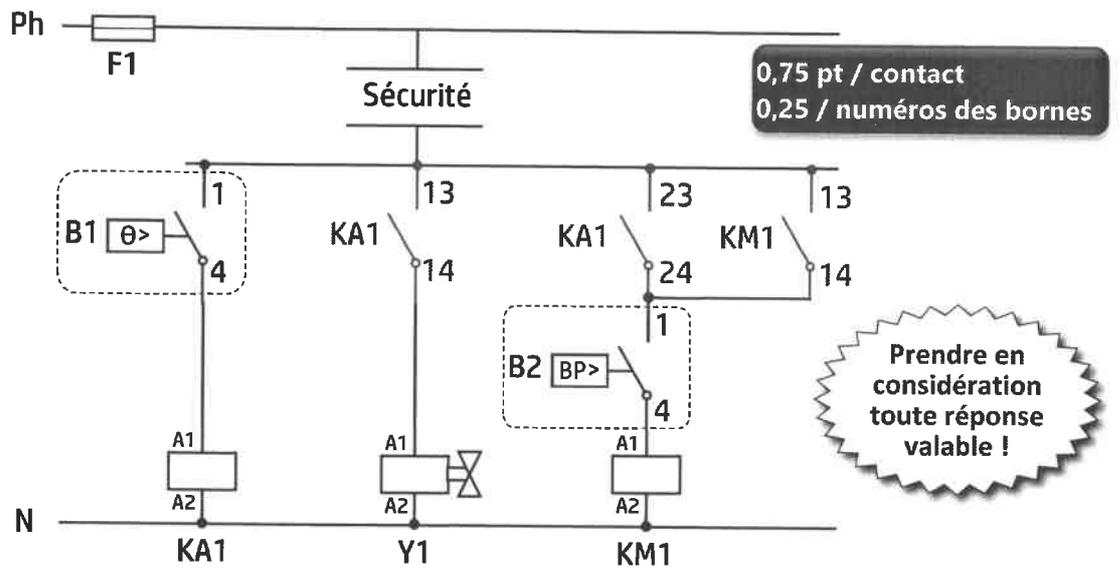
a. Compléter le tableau ci-dessous par le type de régulation, généralement utilisée dans les chambres froides, selon les schémas électriques de principe suivants et citer un avantage et un inconvénient de chaque type : /4 pts

Schéma électrique de principe		
Type de régulation	Régulation par tirage au vide automatique.	Régulation thermostatique avec protection minimum.
Avantage (1 seul)	Redémarrage facile du moto-compresseur.	Eviter les coups de liquide au Compresseur.
Inconvénient (1 seul)	Démarrage du moto-compresseur en court-cycle.	Redémarrage difficile en charge du moto-compresseur.

Prendre en considération toute réponse valable !

2x0,5 pt

b. Compléter le schéma électrique par les contacts manquants afin d'assurer la régulation par tirage au vide unique à adopter pour la chambre froide étudiée : /3 pts



Situation d'évaluation n° 2 :

La démarche structurée basée sur des règles simples de maintenance des circuits électriques et frigorifiques permet de gagner en rapidité et en efficacité. Dans ce contexte, vous êtes appelé à détecter les causes des pannes, à déchiffrer les caractéristiques techniques d'un moteur électrique et à prendre en considération les contraintes écologiques en proposant ainsi de prévoir le remplacement du fluide frigorigène R22 utilisé qui est de type HCFC par un autre moins polluant, soit le R404A de type HFC.

Tâche 2.1 : Les installations frigorifiques fonctionnent selon un régime bien précis au niveau des pressions et des températures d'évaporation et de condensation, et toute variation anormale de ces paramètres se traduit par une panne frigorifique.

a. Compléter le tableau des symptômes des pannes frigorifiques suivant par les termes **baisse** ou **augmente** : /6 pts

Panne	HP	BP
Manque de charge	baisse	baisse
Pré-détente	Variation négligeable	baisse
Compresseur trop petit	baisse	augmente
Evaporateur trop petit	Variation négligeable	baisse

b. Vous intervenez sur une installation frigorifique en panne. La mise à l'arrêt est provoquée par le pressostat HP de sécurité sachant que la pression de condensation en fonctionnement normal est **14,20 bar**. On donne :

- Pression de condensation relevée sur l'installation : **18,16 bar**
- Sous-refroidissement au condenseur calculé : **12°C**
- Test d'incondensables négatif

b1. De quelle panne s'agit-il ?

/2 pts

Excès de charge en fluide frigorigène.

b2. Comment procéder pour réparer cette panne (l'installation étant à l'arrêt)? /2 pts

Récupérer l'excès de fluide avec une station de récupération et ajuster la charge.

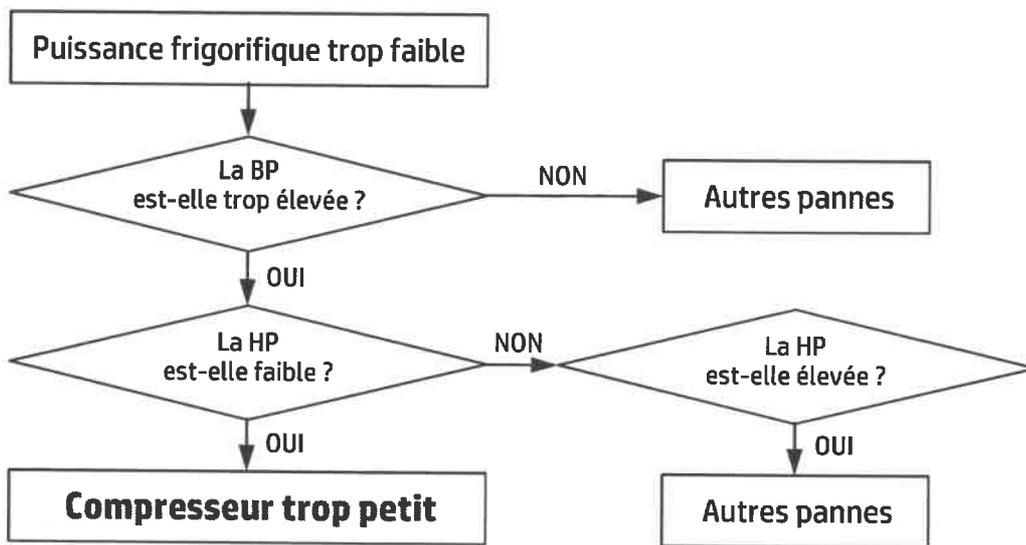
b3. Cocher deux causes pouvant provoquer la mise à l'arrêt par le pressostat HP de sécurité : /1 pt

- Condenseur encrassé
- Moto-ventilateur de l'évaporateur grillé
- Excès de débit d'air de refroidissement
- Présence d'incondensables dans le circuit

2×0,5 pt

c. Compléter le logigramme suivant par les pannes convenables :

/2 pts



Tâche 2.2 : On a constaté des arrêts répétés du moto-compresseur, ces arrêts sont provoqués par l'ouverture de la protection différentielle. On prévoit aussi de remplacer le moteur du moto-compresseur par un autre plus fiable. Les interventions requises doivent prendre en considération les réglementations relatives à la sécurité et à l'environnement. Répondre aux questions suivantes :

a. Le relais thermique protège-t-il le moto-compresseur : **contre les court-circuits, contre les surcharges** ou **contre les court-cycles**? /1 pt

Contre les surcharges.

b. Donner les valeurs indiquées sur le voltmètre dans chacun des deux états du montage électrique sachant que le circuit électrique de commande du moto-compresseur (DRES page 12/12) ne présente aucune anomalie : /1 pt

A l'arrêt : **0 V**

En marche : **220 V**

2×0,5 pt

c. Indiquer les **points** de la boîte à bornes (DRES page 12/12) où il faut effectuer les six mesures à l'**ohmmètre** pour détecter l'origine du problème sachant que le dysfonctionnement électrique se situe au niveau du moto-compresseur. /6 pts

6×1 pt

- | | |
|--------------------------|--------------------------------------------|
| 1. U1 et U2 | 4. U1 et la masse (mise à la terre) |
| 2. V1 et V2 | 5. V1 et la masse (mise à la terre) |
| 3. W1 et W2 | 6. W1 et la masse (mise à la terre) |

الصفحة	10	RR 212A	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2021 - عناصر الإجابة - مادة: الاختبار التوليقي في المواد المهنية - الجزء 1 - شعبة الهندسة الكهربائية مسلك التبريد وتكييف الهواء
10			

- d. Compléter le tableau suivant par les caractéristiques techniques, demandées pour acquérir un nouveau moteur électrique triphasé alimenté par le réseau 220V/380V, en se référant à la plaque signalétique du moto-compresseur (DRES page 12/12) : 6×0,5 pt /3 pts

Information demandée	Caractéristique technique (suivie de l'unité)
Tensions d'alimentations (couplage Y)	380 V
Intensité nominale (couplage Y)	1,9 A
Puissance du moteur	0,75 kW
Indice de protection	IP 55
Vitesse de rotation	2780 tr/min
Facteur de puissance	0,86

- e. Citer les accessoires de protection individuelle lors d'une intervention : 6×0,5 pt /3 pts

Organe à protéger	Accessoire de protection à utiliser par le frigoriste
La tête	Casque
Les yeux	Lunettes de protection
Les oreilles	Bouche-oreilles
Les mains	Gants
Les pieds	Chaussures de protection
Le corps	Blouson (combinaison)

- f. Cocher les interventions obligatoires pour remplacer le fluide frigorigène R22 (HCFC) par le R404A (HFC) : 2×1 pt /2 pts

- Remplacer le condenseur à air par un condenseur à eau
- Remplacer le détendeur par un autre compatible avec le R404A
- Remplacer le thermostat par un autre compatible avec le R404A
- Remplacer l'huile minérale par l'huile Ester