

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا  
المسالك المهنية  
الدورة العادية 2022  
- الموضوع -

PPPPPPPPPPPPPPPPPPPP-PP

NS 212A

ⵜⴰⴳⴷⴰⵏⵜ ⵏ ⵍⵎⵎⵏⵓⵜ  
ⵏ ⵏⵓⵔⵓⵏⵉ ⵏ ⵏⵓⵔⵓⵏⵉ  
ⵏ ⵏⵓⵔⵓⵏⵉ ⵏ ⵏⵓⵔⵓⵏⵉ



المملكة المغربية  
وزارة التربية الوطنية  
والتعليم الأول والثانوي  
المركز الوطني للتقويم والامتحانات

4 س	مدة الإنجاز	اختبار توليقي في المواد المهنية - الجزء الأول	المادة
10	المعامل	شعبة الهندسة الكهربائية : مسلك التبريد وتكييف الهواء	الشعبة أو المسلك

## CONSTITUTION DE L'ÉPREUVE

- Volet 1 : Présentation de l'épreuve et grille de notation : Page 1/12
- Volet 2 : Substrat du sujet : Pages de 2/12 à 12/12
  - Situation d'évaluation n° 1 : Pages de 2/12 à 6/12
  - Situation d'évaluation n° 2 : Page de 6/12 à 9/12
  - Documents réponses : Pages de 2/12 à 9/12 « **A rendre par le candidat** »
- Volet 3 : Documents Ressources (DRES) : Pages de 10/12 à 12/12

## VOLET 1 : PRESENTATION DE L'ÉPREUVE

- Système à étudier : **Chambre froide de stockage de produits pharmaceutiques**
- Durée de l'épreuve : 4 h
- Coefficient : 10
- Moyen de calcul autorisé : Calculatrice non programmable
- Documents autorisés : Aucun

### GRILLE DE NOTATION :

TOTAL : ..... /76 POINTS

Situation d'évaluation 1		
Tâche	Question	Note
1.1	a	3 pts
	b	6 pts
	c	0,75 pt
	d1	3,25 pts
	d2	1 pt
1.2	e	3 pts
	a	3 pts
	b	3 pts
	c	1 pt
	d	3 pts
1.3	e	2 pts
	a	2,5 pts
	b	2 pts
	c1	1,5 pt
	c2	1 pt
1.4	d	2 pts
	a	5 pts
	b	3 pts
Total :		46 pts

Situation d'évaluation 2		
Tâche	Question	Note
2.1	a	2 pts
	b	3 pts
	c	1 pt
	d	2 pts
	e1	1,5 pt
	e2	1,5 pt
2.2	f	3 pts
	a1	1 pt
	a2	4 pts
	a3	2 pts
	a4	2 pts
	b1	2 pts
2.2	b2	2 pts
	c1	1,5 pt
	c2	1,5 pt
Total :		30 pts

## VOLET 2 : SUBSTRAT DU SUJET

Un laboratoire de production et de distribution de produits pharmaceutiques dispose d'une chambre froide destinée au stockage de ces produits nécessitant une température de conservation entre **+5°C** et **+8°C**.

Le devoir de préserver la stabilité de la chaîne de froid exige que la chambre froide soit capable de garder au maximum ses fonctionnalités et de conserver les produits pharmaceutiques dans des conditions optimales afin de préserver leur validité et leur efficacité.



Pour assurer la production du froid **sans rupture**, l'installation frigorifique de la chambre froide concernée, utilisant le fluide frigorigène **R407C**, est dotée de deux compresseurs :

- **En cas de fonctionnement normal** : les deux compresseurs fonctionnent en alternance, c'est-à-dire que la mise en marche passe d'un compresseur à l'autre après une durée déterminée ;
- **En cas de défaut thermique** : l'arrêt du compresseur défaillant et la mise en marche de l'autre se fait automatiquement ;
- **En cas d'autres défauts** : l'arrêt du compresseur défaillant et la mise en marche de l'autre se fait manuellement.

### Situation d'évaluation n°1 :

La maîtrise des connaissances de base de mise en service d'une chambre froide est requise pour pouvoir identifier, analyser le comportement et agir sur les composants de l'installation de la chambre froide de stockage de produits pharmaceutiques afin d'assurer son bon fonctionnement.

**Tâche 1.1** : Avant de procéder à l'étude de l'installation frigorifique de la chambre froide de stockage des produits pharmaceutiques, il serait intéressant de rappeler quelques savoirs de base.

- a. Compléter le tableau suivant, en se basant sur le schéma du circuit fluide de l'installation frigorifique de la chambre froide de stockage de produits pharmaceutiques (**DRES** page **10/12**), par les repères des composants frigorifiques mentionnés : /3 pts

Désignation	Repère
Electrovanne	.....
Bouteille de liquide	.....
Détendeur thermostatique à égalisation de pression externe	.....
Clapet anti-retour	.....
Siphon	.....
Contre-siphon	.....

- b. Compléter le tableau suivant, d'après le schéma électrique de commande de la chambre froide de stockage de produits pharmaceutiques (**DRES** page 11/12), par la désignation des composants électriques repérés et relier chacun d'eux avec son rôle : /6 pts

Désignation	Repère	Rôle
.....	F1	• Assurer la régulation de la production du froid
.....	P	• Protéger le moteur du compresseur 1
.....	Y1	• Assurer la mise en marche automatique du compresseur 2
.....	KA1	• Programmer les séquences d'alternance des compresseurs

- c. Cocher le type du fluide frigorigène **R407C** : /0,75 pt

Mélange azéotropique       Mélange zéotropique       Mélange organique

- d. D'après le tracé du cycle frigorifique sur le diagramme enthalpique du fluide frigorigène **R407C** (**DRES** page 12/12) :

- d1. Compléter le tableau suivant : /3,25 pts

Point	Entrée compresseur	Sortie compresseur	Entrée détenteur	Entrée évaporateur	Sortie évaporateur
Etat du fluide frigorigène (vapeur, mélange, liquide)	.....	.....	.....	.....	.....
Pression (en bar abs)	4,15	17,5	.....	.....	.....
Enthalpie (en kJ/kg)	.....	.....	.....	.....	.....

- d2. Cocher la réponse correcte : /1 pt

- L'écart de température entre les points **B** et **C** correspond :  
 à la surchauffe       au sous-refroidissement       à la désurchauffe
- L'écart de température entre les points **E** et **F** correspond :  
 à la surchauffe       au sous-refroidissement       à la désurchauffe

- e. Compléter le tableau suivant, en se référant au schéma électrique de commande de la chambre froide de stockage de produits pharmaceutiques (**DRES** page 11/12), en mettant une croix dans la case correspondante au voyant allumé : /3 pts

Etat des composants	Voyant allumé			
	H2	H3	H4	H5
Marche normale Compresseur 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Marche normale Compresseur 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Défaut thermique Compresseur 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Défaut thermique Compresseur 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contact 2-3/P fermé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contact 2-1/P fermé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Tâche 1.2 :** Une fois le montage de l'installation frigorifique achevé, on procède à sa mise en service et au relevé des paramètres de fonctionnement. Afin de vérifier le bon fonctionnement, répondre aux questions suivantes :

a. Classer en ordre chronologique les principales opérations de la mise en service (*Charge en fluide frigorigène ; Test d'étanchéité ; Tirage au vide*) : /3 pts

1<sup>ère</sup> opération : .....

2<sup>ème</sup> opération : .....

3<sup>ème</sup> opération : .....

b. Cocher la bonne réponse : /3 pts

– Le test d'étanchéité du circuit fluidique de l'installation étudiée s'effectue avec :

L'air comprimé       L'azote sec       L'eau

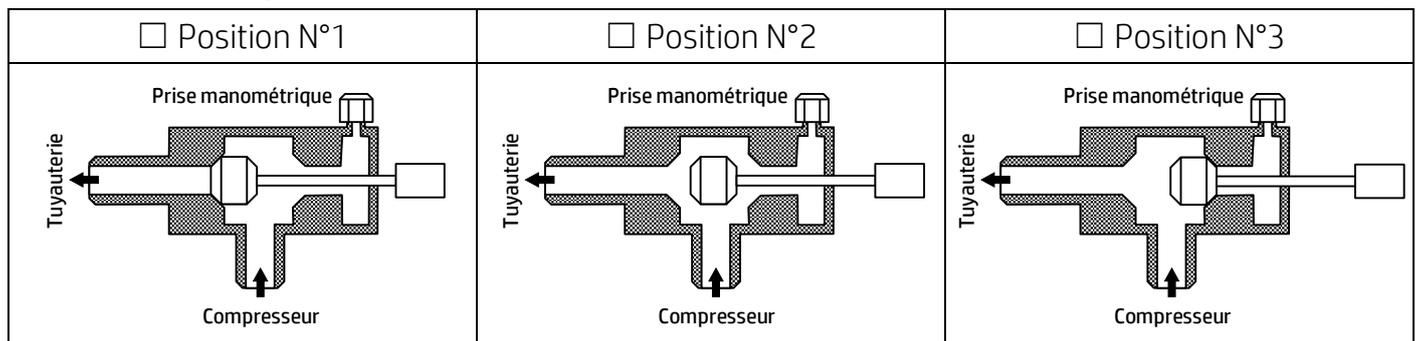
– Le moyen qui ne permet pas de détecter une fuite du fluide **R407C** est :

L'eau savonneuse       Le détecteur électronique       La pompe haloïde

– La charge en fluide frigorigène **R407C** s'effectue en :

Phase liquide       Phase vapeur       Peu importe

c. Mettre une croix dans la case correspondante à la position du pointeau des vannes de service qui convient au tirage au vide du circuit fluidique : /1 pt



d. Compléter en classant, en ordre chronologique, la liste proposée ci-dessous des opérations de charge en fluide frigorigène en phase liquide : /3 pts

1. Remplacer la pompe à vide par la bouteille de charge.

2. ....

3. Ouvrir la vanne du manifold coté HP et introduire le fluide frigorigène liquide dans la bouteille accumulatrice.

4. ....

5. ....

**Liste des opérations de charge en fluide frigorigène en phase liquide :**

- Mettre en service l'installation frigorifique.
- Poser la bouteille de charge sur la balance puis tarer la balance.
- Fermer les vannes de la bouteille de charge et du manifold quand la masse prédéterminée est atteinte.

e. Citer deux critères d'une charge correcte de l'installation frigorifique en fluide frigorigène : /2 pts

**Tâche 1.3 :** Pour assurer le bon fonctionnement de l'installation frigorifique de la chambre froide de stockage des produits pharmaceutiques, il est essentiel de pouvoir identifier les appareils de commande, de régulation, de protection, de sécurité, les régler et déterminer leurs paramètres de fonctionnement.

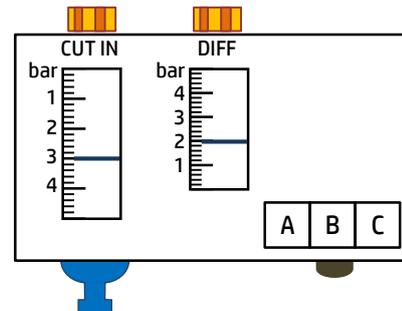
a. Cocher le rôle de chaque appareil en se référant au schéma de circuit électrique de commande de l'installation frigorifique de la chambre froide étudiée (DRES pages 11/12) : /2,5 pts

Nom de l'appareil	Rôle de l'appareil	
	Commande/Régulation	Sécurité/Protection
Thermostat B2		
Pressostat BP B3		
Pressostat HP B1		
Horloge P		
Commutateur S1		

b. Déterminer les valeurs de réglage du thermostat d'ambiance sachant que la température de la chambre froide doit être comprise entre  $+5^{\circ}\text{C}$  et  $+8^{\circ}\text{C}$  : /2 pts

- Consigne = .....
- Déclenchement = .....
- Différentiel = .....

c. En se basant sur le schéma, ci-contre, représentant le pressostat basse pression de l'installation frigorifique de la chambre froide de de stockage des produits pharmaceutiques, et sachant que le test de continuité des contacts à l'ohmmètre du pressostat basse pression hors circuit (sous la pression atmosphérique) a donné les résultats suivants : contact **AB** fermé, contact **AC** ouvert :



c1. Donner les valeurs de réglage du pressostat :

- Pression de déclenchement = .....
- Pression d'enclenchement = .....
- Différentiel = .....

/1,5 pt

c2. Quel contact faut-il choisir pour réaliser le câblage du pressostat :

/1 pt

d. Déterminer les paramètres à régler sur le pressostat haute pression de sécurité sachant que la coupure s'effectue à la température de  $55^{\circ}\text{C}$  et que le différentiel est fixé à 4 bar. Utiliser la table de relation Température/Pression lues au manomètre du fluide **R407C** (DRES page 10/12) :

/2 pts

- Pression de coupure = .....
- Pression d'enclenchement = .....

**Tâche 1.4 :** L'exploitation des mesures relevées est nécessaire pour s'assurer du bon fonctionnement de l'installation frigorifique étudiée. Répondre aux questions suivantes en se basant sur le tableau des relevés effectués sur le circuit fluide (DRES page 10/12) :

a. Calculer les écarts de températures suivants :

/5 pts

Paramètre	Formule	Application Numérique	Résultat (°C ou K)
Surchauffe ligne aspiration	$\theta_{EC} - \theta_{SE}$	+10 - (+3)	7
Surchauffe fonctionnelle	.....	.....	.....
Surchauffe totale	.....	.....	.....
Sous-refroidissement au condenseur	.....	.....	.....
Sous-refroidissement ligne liquide	.....	.....	.....
Sous-refroidissement total	.....	.....	.....

b. Déterminer les caractéristiques du circuit frigorifique suivantes :

/3 pts

**On donne :** Volume balayé (débit) du compresseur  $V_b = 13,4 \text{ m}^3/\text{h}$

Volume massique à l'aspiration  $\nu = 0,06 \text{ m}^3/\text{kg}$

Rendement volumétrique  $\eta_v = 0,78$

– Volume aspiré (débit)  $V_{ASP} = \dots\dots\dots \text{m}^3/\text{h}$

– Débit massique du fluide  $q_m = \dots\dots\dots \text{kg}/\text{h}$

### Situation d'évaluation n°2 :

Après une défaillance, remettre une installation frigorifique en état de fonctionnement normal impose une méthodologie de diagnostic fiable rendant toute intervention rapide et efficace, et permettant ainsi de rechercher les anomalies, d'en identifier les causes et de remédier à tous types des pannes.

**Tâche 2.1 :** Vérifions d'abord les connaissances et les savoirs de base nécessaires pour maintenir des installations frigorifiques.

a. Quel est l'objectif de la maintenance ?

/2 pts

.....  
 .....

b. Définir les maintenances suivantes :

/3 pts

– Maintenance Systématique : .....

.....  
 .....

– Maintenance Curative : .....

.....  
 .....

c. La maintenance améliorative permet d'améliorer (cocher la bonne réponse) : /1 pt

- les méthodes de travail.       le niveau du personnel.  
 la fiabilité des équipements.       la durée des interventions.

d. Relier par une ligne les opérations de maintenance avec leurs définitions : /2 pts

Détection	•	•	Identification de la cause probable de la (ou des) défaillance(s) à l'aide d'un raisonnement logique
Diagnostic	•	•	Action sur un bien en panne afin de le remettre en état de fonctionnement provisoirement
Dépannage	•	•	Action de déceler au moyen d'une surveillance accrue, l'apparition d'une défaillance ou l'existence d'un élément défaillant
Réparation	•	•	Intervention définitive après défaillance

e. Les pertes de charge excessives dans la ligne liquide provoquent le phénomène de pré-détente (flash gaz) :

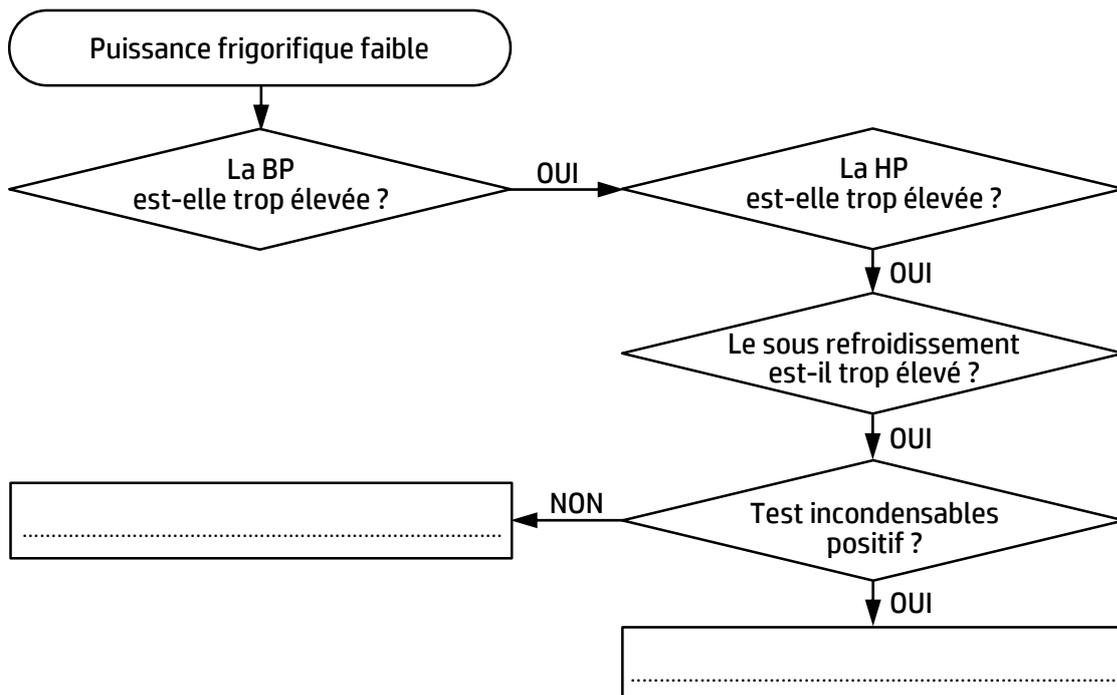
e1. Citer une cause de pré-détente : /1,5 pt

.....  
 .....

e2. Quelle est l'influence d'une panne de pré-détente sur la puissance frigorifique ? /1,5 pt

- Augmente       Diminue       sans influence

f. Compléter le logigramme suivant par les pannes convenables : /3 pts



**Tâche 2.2 :** Après la mise en service de l'installation frigorifique la chambre froide de stockage de produits pharmaceutiques étudiée (DRES pages 10/12 et 11/12), quelques défauts sont apparus, ce qui a nécessité un ensemble d'interventions pour les résoudre.

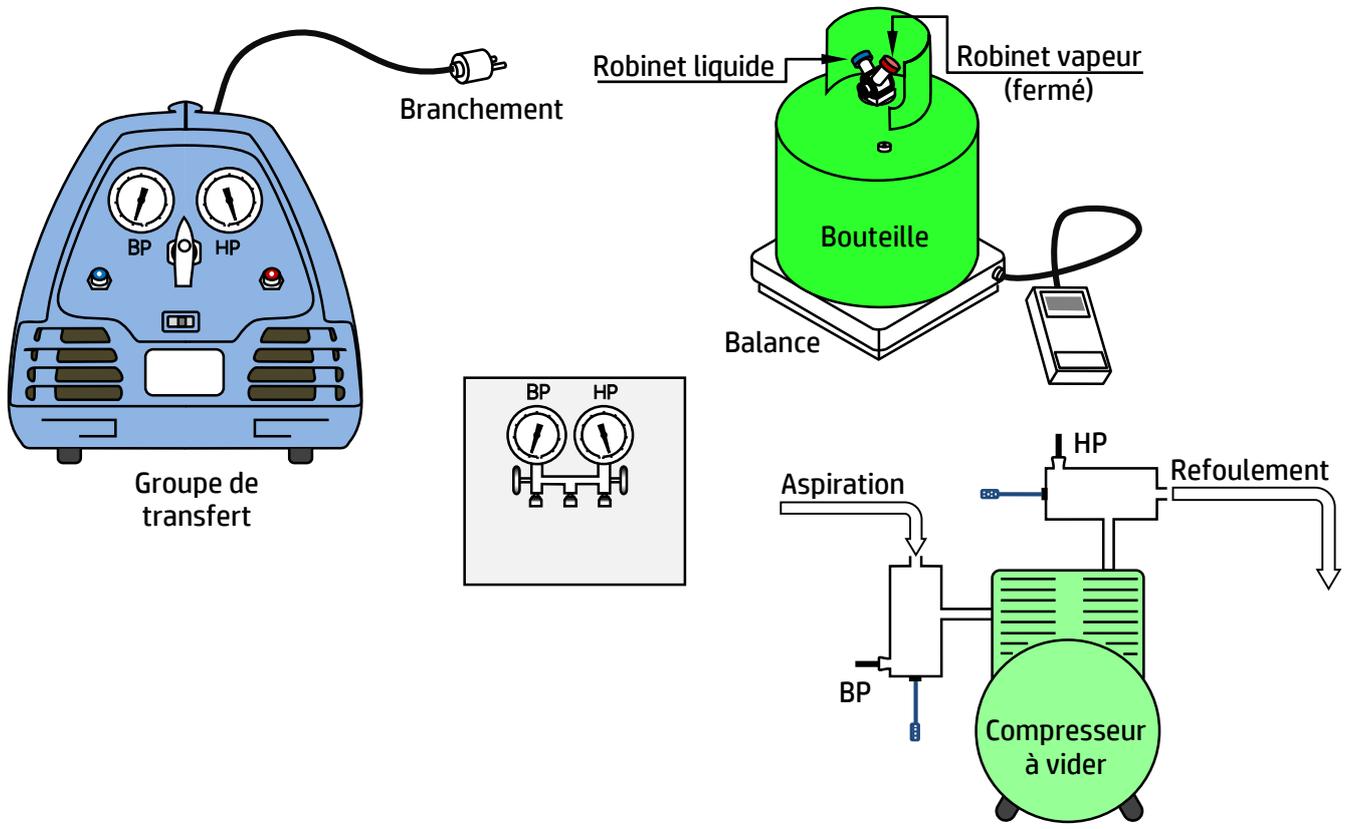
a. Un des deux compresseurs s'est arrêté à cause d'un défaut mécanique. Pour pouvoir le démonter afin de le réparer tout en respectant la réglementation environnementale en cours, il est obligatoire de procéder à la récupération du fluide frigorigène.

a1. Donner le but de cette opération ? /1 pt

.....

.....

a2. Compléter le schéma suivant par le raccordement du jeu des flexibles du manifold : /4 pts



a3. Mettre une croix dans la case correspondante à la position du pointeau des vannes de service qui convient à la récupération du fluide frigorigène selon le schéma symbolique ci-dessus : /2 pts

<input type="checkbox"/> Position N°1	<input type="checkbox"/> Position N°2	<input type="checkbox"/> Position N°3
Tuyauterie	Tuyauterie	Tuyauterie
Compresseur	Compresseur	Compresseur

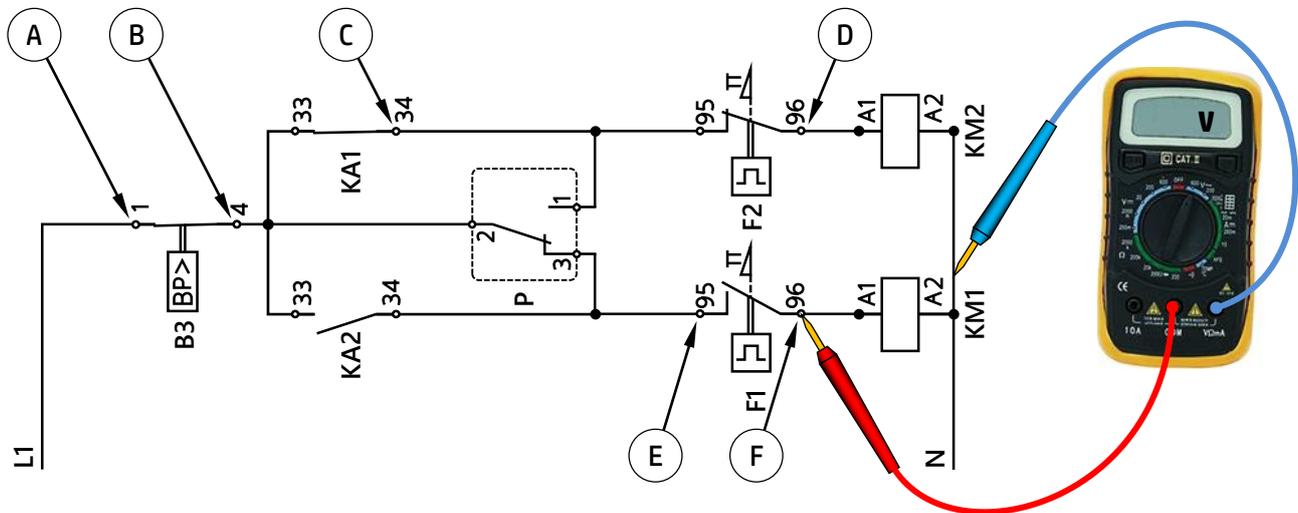
a4. Citer deux moyens de protection individuelle à utiliser pour récupérer le fluide frigorigène. /2 pts

.....

.....

.....

b. Un défaut du compresseur 1 survient, le circuit de commande déclenche le démarrage du compresseur 2. D'après le schéma partiel suivant, à l'état réel, du circuit électrique de commande (DRES page 11/12) :



b1. Compléter le tableau ci-dessous par les valeurs indiquées sur le voltmètre (0V ou 220V) : /2 pts

Point de mesure	A	B	C	D	E	F
Tension entre le neutre et le point de mesure	.....	.....	.....	.....	.....	.....

b2. Déduire l'appareil responsable de ce défaut. /2 pts

.....

c. Le diagnostic du circuit frigorifique de l'installation étudiée révèle que la BP est anormalement élevée et la HP anormalement faible.

c1. Cocher l'élément responsable de cette panne : /1,5 pt

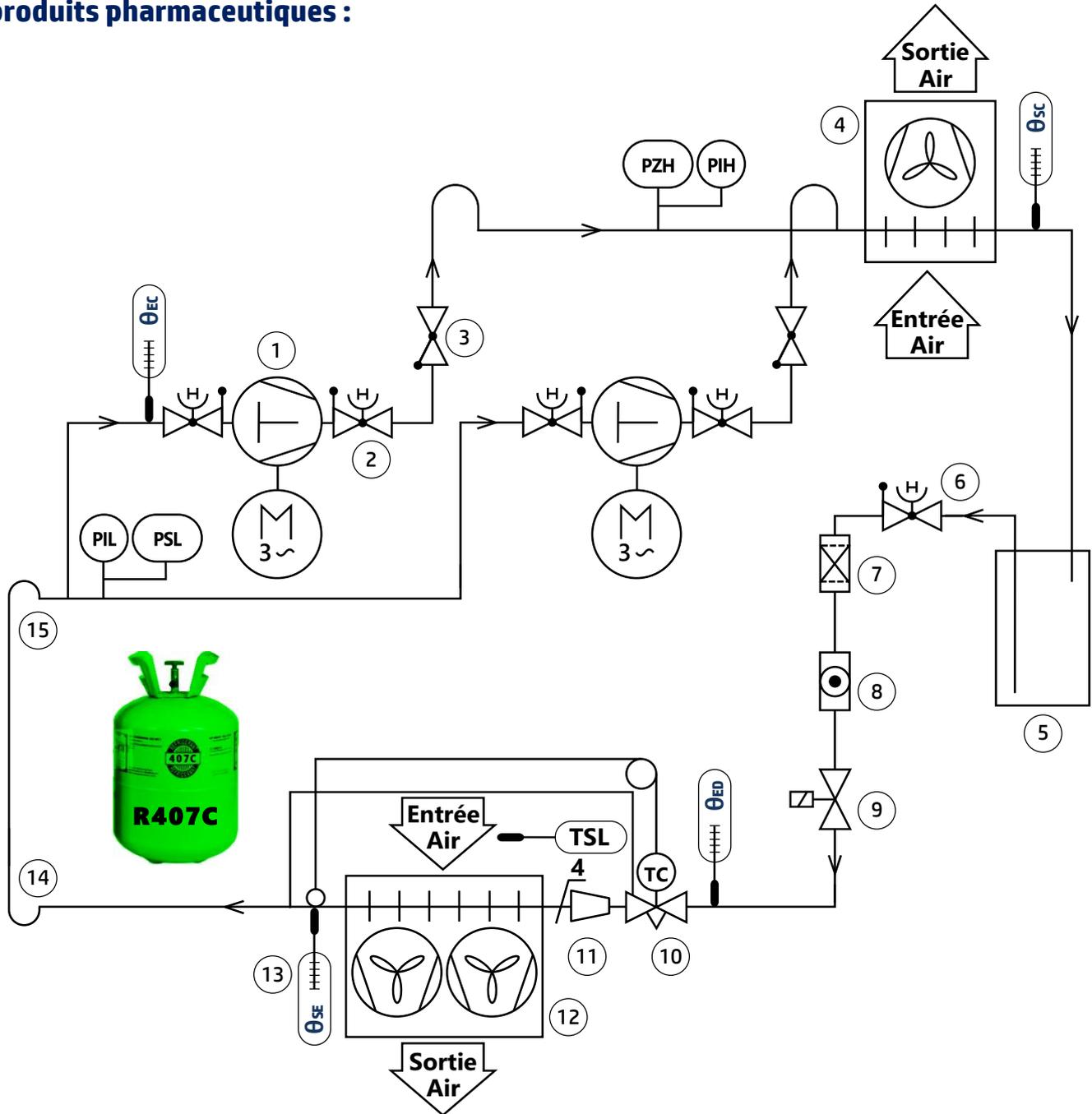
- les clapets du compresseur sont usés
- le condenseur est encrassé
- le détendeur est trop fermé
- le filtre déshydrateur est colmaté

c2. Cocher la cause de cette panne : /1,5 pt

- le ventilateur du condenseur est grillé
- le détendeur est mal réglé
- un coups de liquide
- un manque de fluide frigorigène dans le circuit

## VOLET 3 : DOCUMENTS RESSOURCES (DRES)

- Schéma fluide de l'installation frigorifique de la chambre froide de stockage de produits pharmaceutiques :



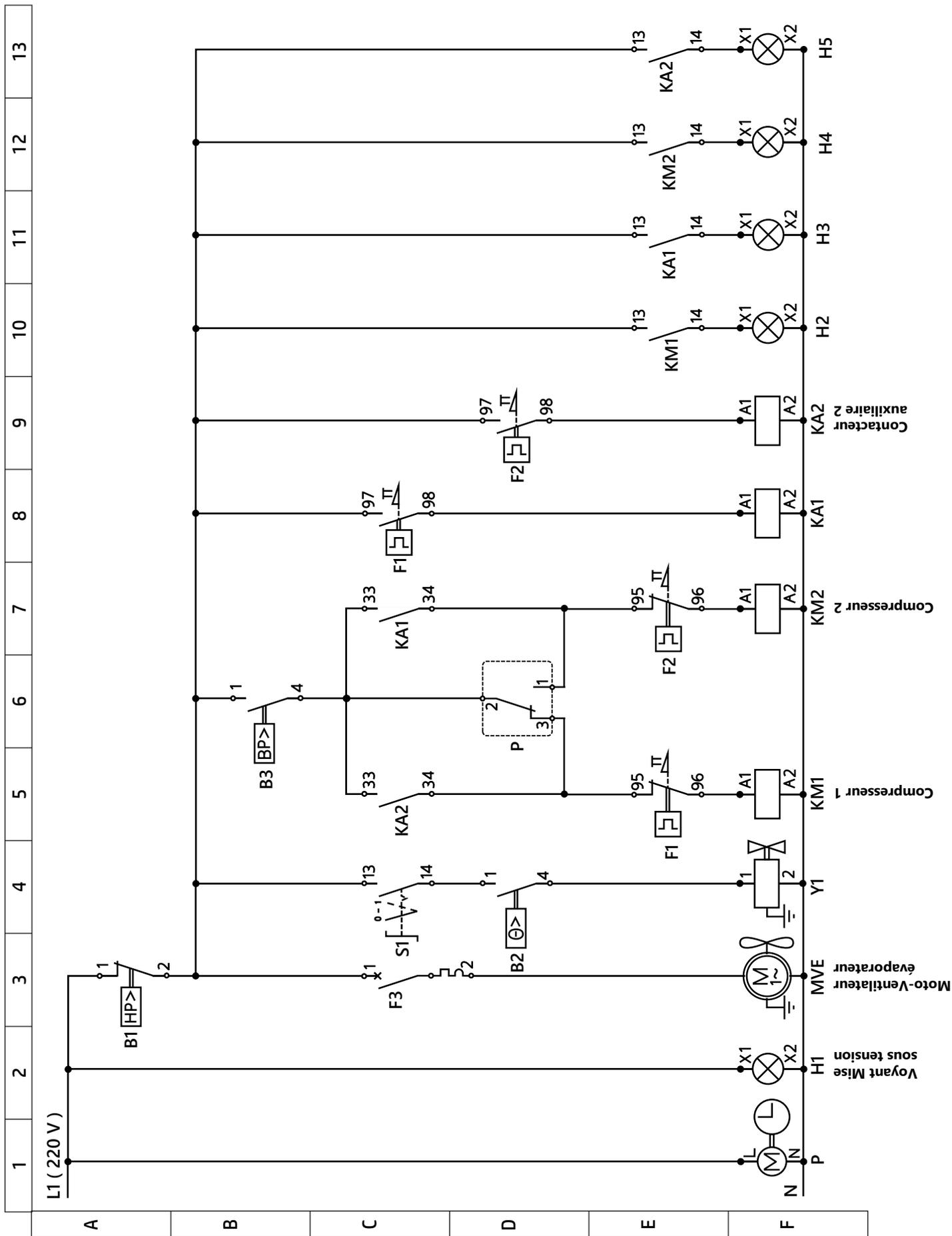
- Table de relation Température/Pression lues au manomètre du fluide R407C :

Température	Pression eff.
35°C	14,44 bar
40°C	16,48 bar
45°C	18,71 bar
50°C	21,15 bar
55°C	23,80 bar
60°C	26,68 bar

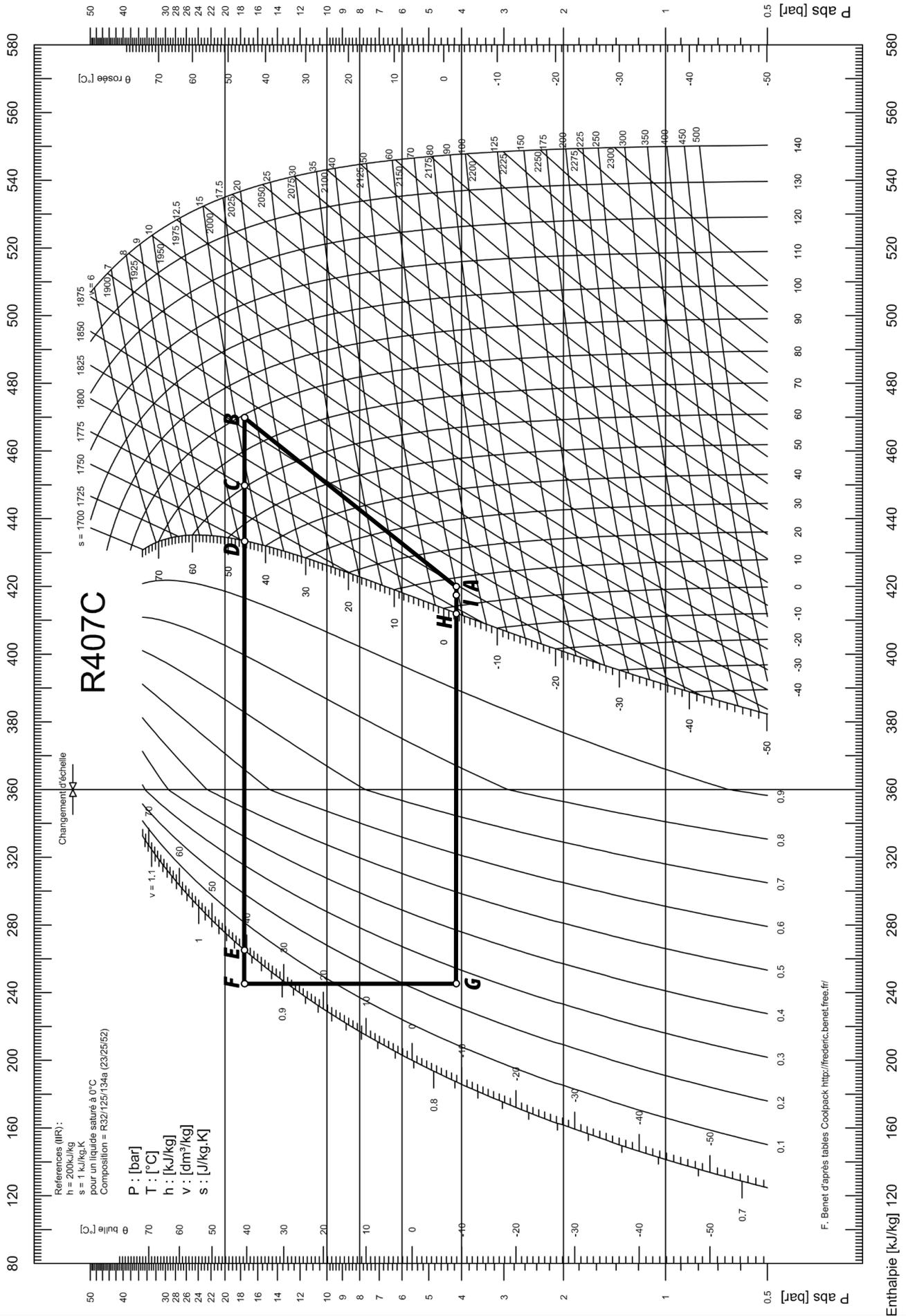
- Relevés effectués sur le circuit fluide :

Pression de refoulement (bar abs.)	$P_k = 17,5$ bar
Pression aspiration (bar abs.)	$P_o = 4,15$ bar
Température de condensation	$\theta_k = 40^\circ\text{C}$
Température d'évaporation	$\theta_o = -3^\circ\text{C}$
Température FF sortie évaporateur	$\theta_{SE} = +3^\circ\text{C}$
Température FF entrée compresseur	$\theta_{EC} = +10^\circ\text{C}$
Température FF sortie condenseur	$\theta_{SC} = +34^\circ\text{C}$
Température FF entrée détendeur	$\theta_{ED} = +30^\circ\text{C}$

• Schéma électrique de commande de l'installation frigorifique de la chambre froide de stockage de produits pharmaceutiques :



• Tracé du cycle frigorifique sur le diagramme enthalpique du fluide frigorigène R407C :



الصفحة : 1 على 9

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا  
المسالك المهنية  
الدورة العادية 2022

المملكة المغربية  
وزارة التربية الوطنية  
والتعليم الأولي والرياضة  
المركز الوطني للتقويم والامتحانات



PPPPPPPPPPPPPPPPPPPP-PP

\*\*\*I

- عناصر الإجابة -

NR 212A

10

المعامل

4 س

مدة  
الإنجاز

اختبار توليفي في المواد المهنية - الجزء الأول  
شعبة الهندسة الكهربائية : مسلك التبريد وتكييف الهواء

المادة  
الشعبة والمسلك

# ELEMENTS DE REPONSE

GRILLE DE NOTATION :

TOTAL : ..... /76 POINTS

Situation d'évaluation 1		
Tâche	Question	Note
1.1	a	3 pts
	b	6 pts
	c	0,75 pt
	d1	3,25 pts
	d2	1 pt
	e	3 pts
1.2	a	3 pts
	b	3 pts
	c	1 pt
	d	3 pts
	e	2 pts
1.3	a	2,5 pts
	b	2 pts
	c1	1,5 pt
	c2	1 pt
	d	2 pts
1.4	a	5 pts
	b	3 pts
Total :		46 pts

Situation d'évaluation 2		
Tâche	Question	Note
2.1	a	2 pts
	b	3 pts
	c	1 pt
	d	2 pts
	e1	1,5 pt
	e2	1,5 pt
	f	3 pts
2.2	a1	1 pt
	a2	4 pts
	a3	2 pts
	a4	2 pts
	b1	2 pts
	b2	2 pts
	c1	1,5 pt
c2	1,5 pt	
Total :		30 pts

## VOLET 2 : SUBSTRAT DU SUJET

Un laboratoire de production et de distribution de produits pharmaceutiques dispose d'une chambre froide destinée au stockage de ces produits nécessitant une température de conservation entre **+5°C** et **+8°C**.

Le devoir de préserver la stabilité de la chaîne de froid exige que la chambre froide soit capable de garder au maximum ses fonctionnalités et de conserver les produits pharmaceutiques dans des conditions optimales afin de préserver leur validité et leur efficacité.



Pour assurer la production du froid **sans rupture**, l'installation frigorifique de la chambre froide concernée, utilisant le fluide frigorigène **R407C**, est dotée de deux compresseurs :

- **En cas de fonctionnement normal** : les deux compresseurs fonctionnent en alternance, c'est-à-dire que la mise en marche passe d'un compresseur à l'autre après une durée déterminée ;
- **En cas de défaut thermique** : l'arrêt du compresseur défaillant et la mise en marche de l'autre se fait automatiquement ;
- **En cas d'autres défauts** : l'arrêt du compresseur défaillant et la mise en marche de l'autre se fait manuellement.

### Situation d'évaluation n°1 :

La maîtrise des connaissances de base de mise en service d'une chambre froide est requise pour pouvoir identifier, analyser le comportement et agir sur les composants de l'installation de la chambre froide de stockage de produits pharmaceutiques afin d'assurer son bon fonctionnement.

**Tâche 1.1** : Avant de procéder à l'étude de l'installation frigorifique de la chambre froide de stockage des produits pharmaceutiques, il serait intéressant de rappeler quelques savoirs de base.

- a. Compléter le tableau suivant, en se basant sur le schéma du circuit fluide de l'installation frigorifique de la chambre froide de stockage de produits pharmaceutiques (**DRES** page **10/12**), par les repères des composants frigorifiques mentionnés : /3 pts

Désignation	Repère
Electrovanne	<b>9</b>
Bouteille de liquide	<b>5</b>
Détendeur thermostatique à égalisation de pression externe	<b>10</b>
Clapet anti-retour	<b>3</b>
Siphon	<b>14</b>
Contre-siphon	<b>15</b>

- b. Compléter le tableau suivant, d'après le schéma électrique de commande de la chambre froide de stockage de produits pharmaceutiques (DRES page 11/12), par la désignation des composants électriques repérés et relier chacun d'eux avec son rôle : /6 pts

4×0,75 pt	Désignation	Repère	4×0,75 pt	Rôle
	<b>Relais thermique</b>	F1		Assurer la régulation de la production du froid
	<b>Pendule, horloge ou programmeur horaire</b>	P		Protéger le moteur du compresseur 1
	<b>Electrovanne</b>	Y1		Assurer la mise en marche automatique du compresseur 2
	<b>Contacteur auxiliaire</b>	KA1		Programmer les séquences d'alternance des compresseurs

- c. Cocher le type du fluide frigorigène R407C : /0,75 pt

Mélange azéotropique  **Mélange zéotropique**  Mélange organique

- d. D'après le tracé du cycle frigorifique sur le diagramme enthalpique du fluide frigorigène R407C (DRES page 12/12) :

- d1. Compléter le tableau suivant :

13×0,25 /3,25 pts

Point	Entrée compresseur	Sortie compresseur	Entrée détenteur	Entrée évaporateur	Sortie évaporateur
Etat du fluide frigorigène (vapeur, mélange, liquide)	<b>Vapeur</b>	<b>Vapeur</b>	<b>Liquide</b>	<b>Mélange</b>	<b>Vapeur</b>
Pression (en bar abs)	4,15	17,5	<b>17,5</b>	<b>17,5</b>	<b>4,15</b>
Enthalpie (en kJ/kg)	<b>420</b>	<b>470</b>	<b>240</b>	<b>240</b>	<b>415</b>

- d2. Cocher la réponse correcte :

2×0,5 pt /1 pt

- L'écart de température entre les points B et C correspond :  
 à la surchauffe  au sous refroidissement  **à la désurchauffe**
- L'écart de température entre les points E et F correspond :  
 à la surchauffe  **au sous refroidissement**  à la désurchauffe

- e. Compléter le tableau suivant, en se référant au schéma électrique de commande de la chambre froide de stockage de produits pharmaceutiques (DRES page 11/12), en mettant une croix dans la case correspondante au voyant allumé : /3 pts

6×0,5 pt /3 pts

Etat des composants	Voyant allumé			
	H2	H3	H4	H5
Marche normale Compresseur 1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Marche normale Compresseur 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Défaut thermique Compresseur 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Défaut thermique Compresseur 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Contact 2-3/P fermé	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contact 2-1/P fermé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Tâche 1.2 :** Une fois le montage de l'installation frigorifique achevé, on procède à sa mise en service et au relevé des paramètres de fonctionnement. Afin de vérifier le bon fonctionnement, répondre aux questions suivantes :

a. Classer en ordre chronologique les principales opérations de la mise en service (*Charge en fluide frigorigène ; Test d'étanchéité ; Tirage au vide*) : **3×1 pt** /3 pts

1<sup>ère</sup> opération : **Test d'étanchéité ;**

2<sup>ème</sup> opération : **Tirage au vide ;**

3<sup>ème</sup> opération : **Charge en fluide frigorigène.**

b. Cocher la bonne réponse : /3 pts

– Le test d'étanchéité du circuit fluide de l'installation étudiée s'effectue avec :

L'air comprimé

**L'azote sec**

L'eau

**3×1 pt**

– Le moyen qui ne permet pas de détecter une fuite du fluide **R407C** est :

L'eau savonneuse

Le détecteur électronique

**La pompe haloïde**

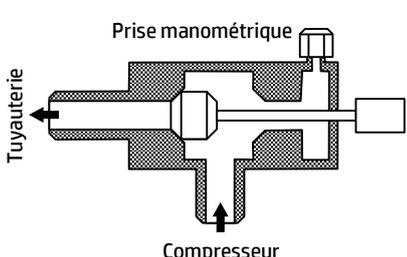
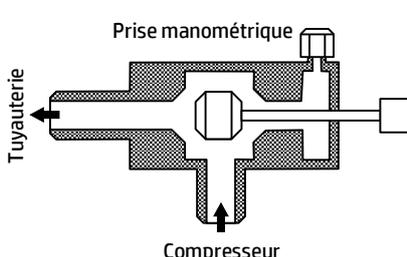
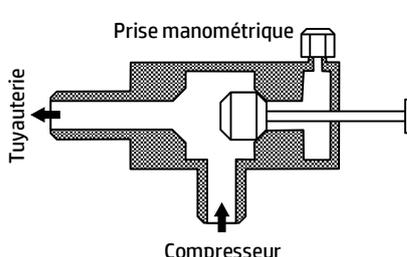
– La charge en fluide frigorigène **R407C** s'effectue en :

**Phase liquide**

Phase vapeur

Peu importe

c. Mettre une croix dans la case correspondante à la position du pointeau des vannes de service qui convient au tirage au vide du circuit fluide : /1 pt

<input type="checkbox"/> Position N°1	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Position N°2</b>	<input type="checkbox"/> Position N°3
 <p>Prise manométrique</p> <p>Tuyauterie</p> <p>Compresseur</p>	 <p>Prise manométrique</p> <p>Tuyauterie</p> <p>Compresseur</p>	 <p>Prise manométrique</p> <p>Tuyauterie</p> <p>Compresseur</p>

d. Compléter en classant, en ordre chronologique, la liste proposée ci-dessous des opérations de charge en fluide frigorigène en phase liquide : **3×1 pt** /3 pts

1. Remplacer la pompe à vide par la bouteille de charge.

2. **Poser la bouteille sur la balance puis tarer la balance.**.....

3. Ouvrir la vanne du manifold coté HP et introduire le fluide frigorigène liquide dans la bouteille accumulatrice.

4. **Fermer les vannes de la bouteille de charge et du manifold quand la masse prédéterminée est atteinte.**.....

5. **Mettre en service l'installation frigorifique**.....

Liste des opérations de charge en fluide frigorigène en phase liquide :

- Mettre en service l'installation frigorifique.
- Poser la bouteille de charge sur la balance puis tarer la balance.
- Fermer les vannes de la bouteille de charge et du manifold quand la masse prédéterminée est atteinte.

e. Citer deux critères d'une charge correcte de l'installation frigorifique en fluide frigorigène : /2 pts

**Surchauffe correcte ;** .....

2×1 pt

**Sous refroidissement correct ; ...** .....

**Tâche 1.3 :** Pour assurer le bon fonctionnement de l'installation frigorifique de la chambre froide de stockage des produits pharmaceutiques, il est essentiel de pouvoir identifier les appareils de commande, de régulation, de protection, de sécurité, les régler et déterminer leurs paramètres de fonctionnement.

a. Cocher le rôle de chaque appareil en se référant au schéma de circuit électrique de commande de l'installation frigorifique de la chambre froide étudiée (DRES pages 11/12) : 5×0,5 pt /2,5 pts

Nom de l'appareil	Rôle de l'appareil	
	Commande/Régulation	Sécurité/Protection
Thermostat B2	×	
Pressostat BP B3	×	
Pressostat HP B1		×
Horloge P	×	
Commutateur S1	×	

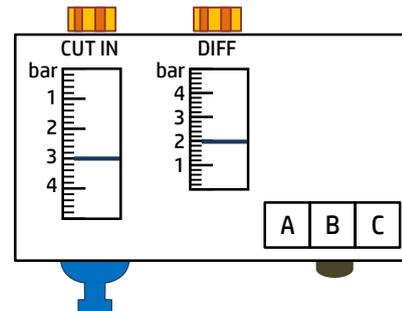
b. Déterminer les valeurs de réglage du thermostat d'ambiance sachant que la température de la chambre froide doit être comprise entre +5°C et +8°C : /2 pts

– Consigne = **8°C** ..... 0,75 pt

– Déclenchement = **5°C** ..... 0,75 pt

– Différentiel = **3°C** ..... 0,5 pt

c. En se basant sur le schéma, ci-contre, représentant le pressostat basse pression de l'installation frigorifique de la chambre froide de de stockage des produits pharmaceutiques, et sachant que le test de continuité des contacts à l'ohmmètre du pressostat basse pression hors circuit (sous la pression atmosphérique) a donné les résultats suivants : contact **AB** fermé, contact **AC** ouvert :



c1. Donner les valeurs de réglage du pressostat :

/1,5 pt

– Pression de déclenchement = **1 bar** .....

– Pression d'enclenchement = **3 bar** .....

– Différentiel = **2 bar** .....

3×0,5 pt

c2. Quel contact faut-il choisir pour réaliser le câblage du pressostat :

/1 pt

**Contact AC**

d. Déterminer les paramètres à régler sur le pressostat haute pression de sécurité sachant que la coupure s'effectue à la température de 55°C et que le différentiel est fixé à 4 bar. Utiliser la table de relation Température/Pression lues au manomètre du fluide **R407C** (DRES page 10/12) : /2 pts

– Pression de coupure = **23,80 bar** .....

– Pression d'enclenchement = **19,80 bar**

2×1 pt

**Tâche 1.4 :** L'exploitation des mesures relevées est nécessaire pour s'assurer du bon fonctionnement de l'installation frigorifique étudiée. Répondre aux questions suivantes en se basant sur le tableau des relevés effectués sur le circuit fluide (DRES page 10/12) :

a. Calculer les écarts de températures suivants

5×0,5 pt

5×0,25 pt

5×0,25 pt

Paramètre	Formule	Application Numérique	Résultat (°C ou K)
Surchauffe ligne aspiration	$\theta_{EC} - \theta_{SE}$	+10 - (+3)	7
Surchauffe fonctionnelle	$\theta_{SE} - \theta_0$	+3 - (-3)	6
Surchauffe totale	$\theta_{EC} - \theta_0$	+10 - (-3)	13
Sous refroidissement au condenseur	$\theta_k - \theta_{SC}$	+40 - (+34)	6
Sous refroidissement ligne liquide	$\theta_{SC} - \theta_{ED}$	+34 - (+30)	4
Sous refroidissement total	$\theta_k - \theta_{ED}$	+40 - (+30)	10

b. Déterminer les caractéristiques du circuit frigorifique suivantes :

/3 pts

On donne : Volume balayé (débit) du compresseur  $V_b = 13,4 \text{ m}^3/\text{h}$

Volume massique à l'aspiration  $\nu = 0,06 \text{ m}^3/\text{kg}$

Rendement volumétrique  $\eta_v = 0,78$

Formules : 2×1 pt

A.N. : 2×0,5 pt

- Volume aspiré (débit)  $V_{ASP} = V_b \cdot \eta_v = 13,4 \times 0,78 = 10,45 \dots \text{m}^3/\text{h}$
- Débit massique du fluide  $q_m = V_{ASP} / \nu = 10,45 / 0,06 = 174,2 \dots \text{kg}/\text{h}$

## Situation d'évaluation n°2 :

Après une défaillance, remettre une installation frigorifique en état de fonctionnement normal impose une méthodologie de diagnostic fiable rendant toute intervention rapide et efficace, et permettant ainsi de rechercher les anomalies, d'en identifier les causes et de remédier à tous types des pannes.

**Tâche 2.1 :** Vérifions d'abord les connaissances et les savoirs de base nécessaires pour maintenir des installations frigorifiques.

a. Quel est l'objectif de la maintenance ?

/2 pts

**La maintenance vise à rétablir un bien dans un état spécifié afin que celui-ci soit en mesure d'assurer un service déterminé.**.....

b. Définir les maintenances suivantes :

2×1,5 pt

/3 pts

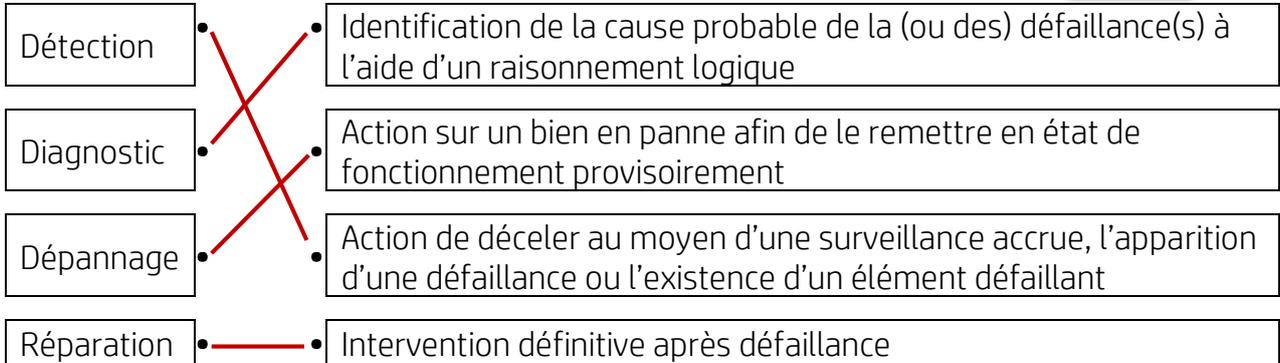
- Maintenance Systématique : **Désigne des opérations effectuées systématiquement, soit selon un calendrier (à périodicité temporelle fixe), soit selon une périodicité d'usage.**.....

- Maintenance Curative : **Réparation durable consistant en une remise en l'état initial.**.....

c. La maintenance améliorative permet d'améliorer (cocher la bonne réponse) : /1 pt

- les méthodes de travail.  le niveau du personnel.  
 **La fiabilité des équipements.**  la durée des interventions.

d. Relier par une ligne les opérations de maintenance avec leurs définitions : 4×0,5 pt /2 pts



e. Les pertes de charge excessives dans la ligne liquide provoquent le phénomène de pré-détente (flash gaz) :

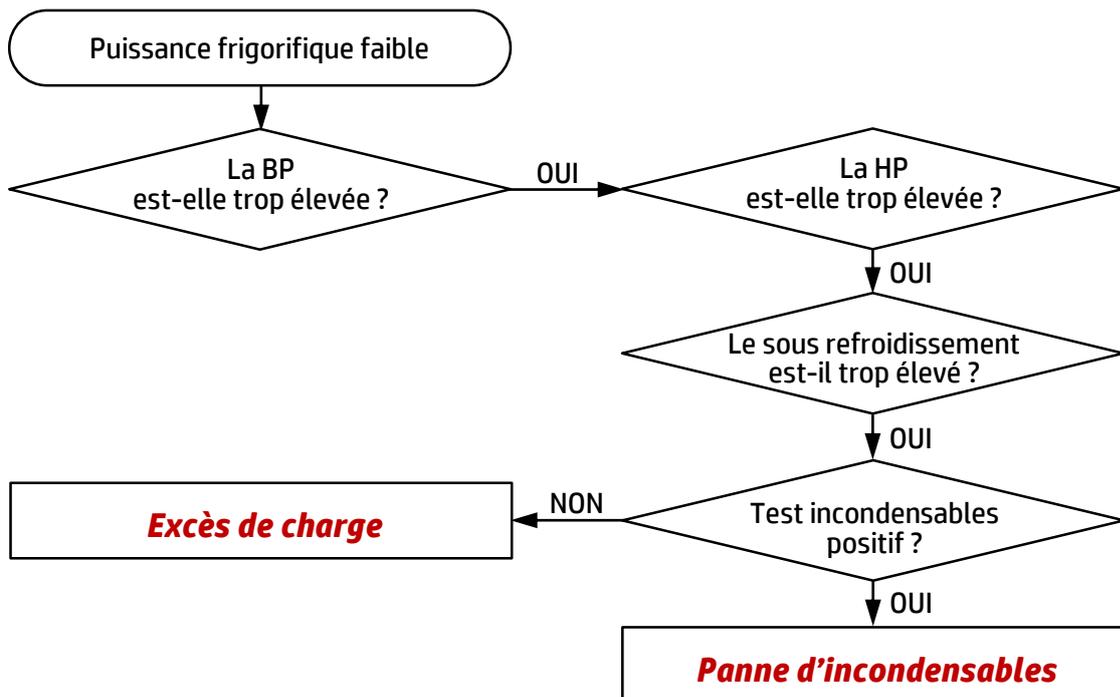
e1. Citer une cause de pré-détente : /1,5 pt

**Le bouchage partiel sur la conduite liquide ; filtre colmaté ...**

e2. Quelle est l'influence d'une panne de pré-détente sur la puissance frigorifique ? /1,5 pt

- Augmente  **Diminue**  sans influence

f. Compléter le logigramme suivant par les pannes convenables : /3 pts



2×1,5 pt

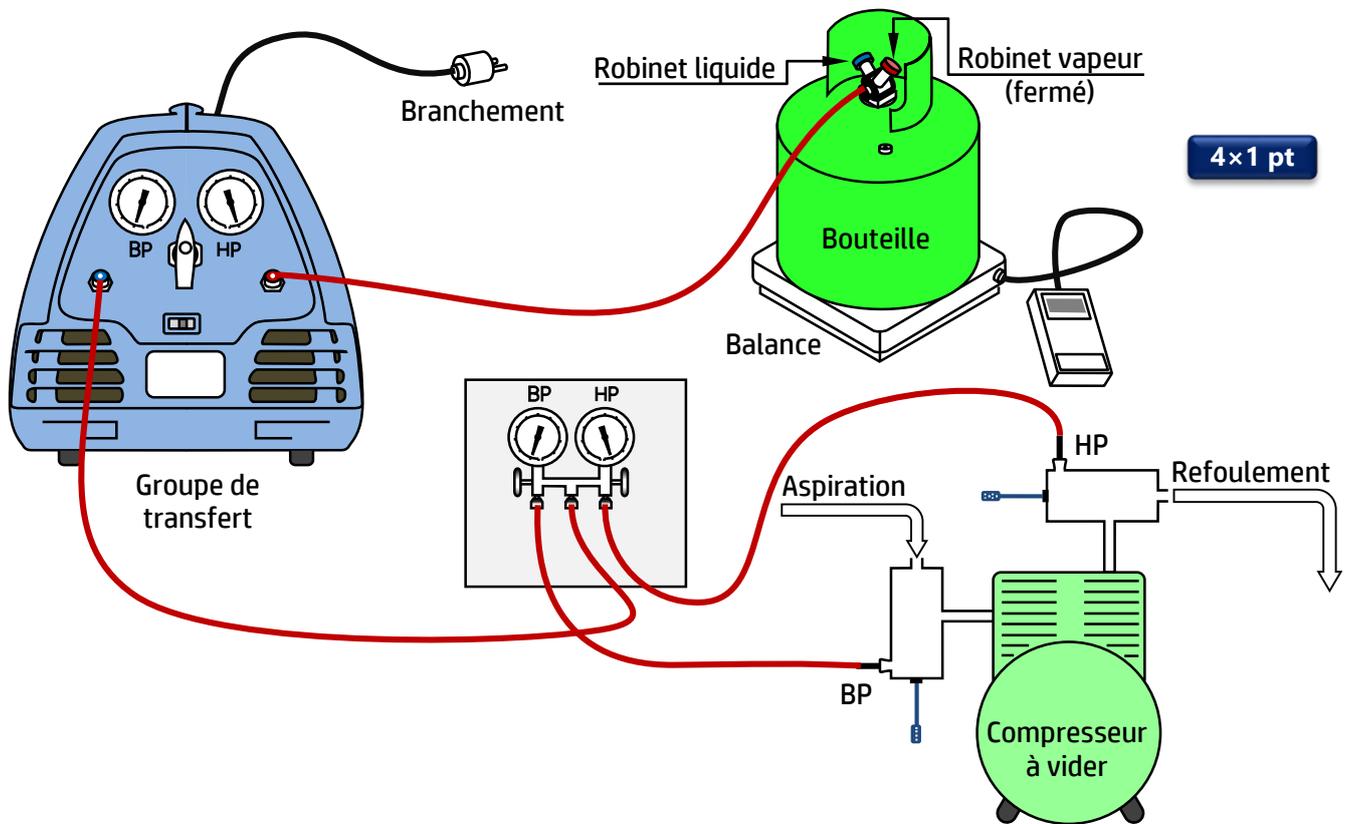
**Tâche 2.2 :** Après la mise en service de l'installation frigorifique la chambre froide de stockage de produits pharmaceutiques étudiée (DRES pages 10/12 et 11/12), quelques défauts sont apparus, ce qui a nécessité un ensemble d'interventions pour les résoudre.

a. Un des deux compresseurs s'est arrêté à cause d'un défaut mécanique. Pour pouvoir le démonter afin de le réparer tout en respectant la réglementation environnementale en cours, il est obligatoire de procéder à la récupération du fluide frigorigène.

a1. Donner le but de cette opération ? /1 pt

**La réglementation stipule qu'il est interdit d'effectuer tout dégazage à l'air libre et il est donc obligatoire de récupérer tout fluide frigorigène (CFC, HCFC et HFC) ...**

a2. Compléter le schéma suivant par le raccordement du jeu des flexibles du manifold : /4 pts



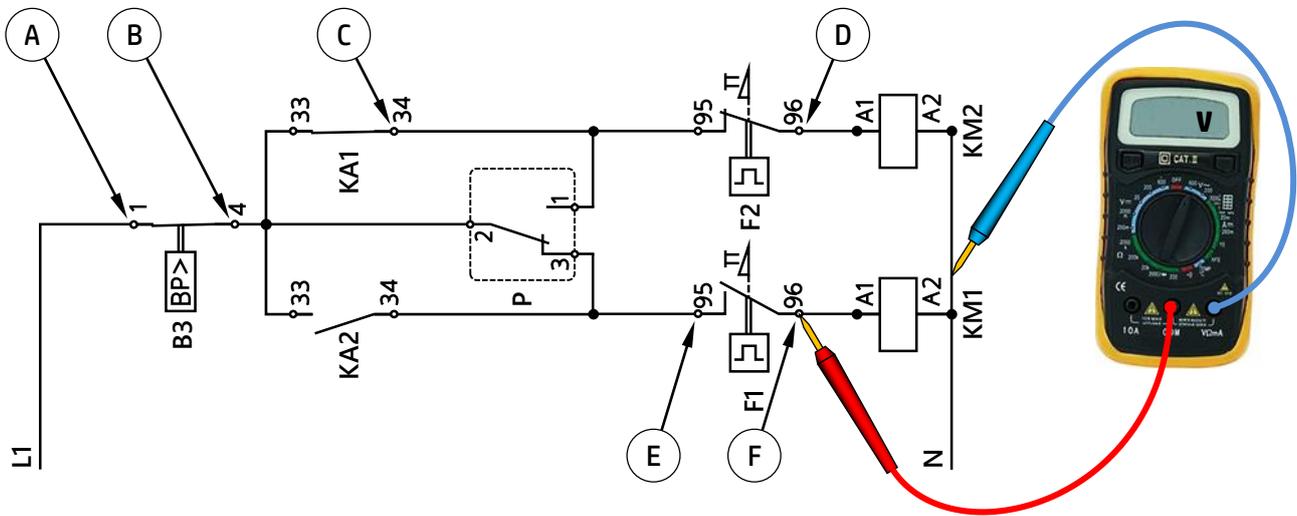
a3. Mettre une croix dans la case correspondante à la position du pointeau des vannes de service qui convient à la récupération du fluide frigorigène selon le schéma symbolique ci-dessus : /2 pts

	<input type="checkbox"/> Position N°1	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Position N°2</b>	<input type="checkbox"/> Position N°3
Tuyauterie			
	Compresseur	Compresseur	Compresseur

a4. Citer deux moyens de protection individuelle à utiliser pour récupérer le fluide frigorigène. /2 pts

**Gants** ..... **lunette de protection** ..... 2x1 pt  
**Chaussure de protection** ..... **Blouse** .....  
**Casque** ..... .....

b. Un défaut du compresseur 1 survient, le circuit de commande déclenche le démarrage du compresseur 2. D'après le schéma partiel suivant, à l'état réel, du circuit électrique de commande (DRES page 11/12) :



b1. Compléter le tableau ci-dessous par les valeurs indiquées sur le voltmètre (0V ou 220V) : /2 pts

Point de mesure	A	B	C	D	E	F
Tension entre le neutre et le point de mesure	220V	220V	220V	220V	220V	0V
	4×0,25 pt				2×0,5 pt	

b2. Déduire l'appareil responsable de ce défaut. /2 pts

**Le relais thermique F1.**

c. Le diagnostic du circuit frigorifique de l'installation étudiée révèle que la BP est anormalement élevée et la HP anormalement faible.

c1. Cocher l'élément responsable de cette panne : /1,5 pt

- les clapets du compresseur sont usés**
- le condenseur est encrassé
- le détendeur est trop fermé
- le filtre déshydrateur est colmaté

c2. Cocher la cause de cette panne : /1,5 pt

- le ventilateur du condenseur est grillé
- le détendeur est mal réglé
- un coups de liquide**
- un manque de fluide frigorigène dans le circuit