

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

MAINTENANCE DES SYSTÈMES

Systemes énergétiques et fluidiques

SUJET 0

U 4 : Analyse technique en vue de l'intégration d'un bien

Durée : 4 heures – Coefficient : 6

Matériel autorisé

Une calculatrice de poche à fonctionnement autonome, sans imprimante et sans moyen de transmission, à l'exclusion de tout autre élément matériel ou documentaire (Cirulaire n°99-186 du 16 novembre 1999 ; BOEN n°42).

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.

Le sujet comporte 26 pages numérotées de la façon suivante :

- Dossier de présentation : DP1 à DP3
- Questionnaire : Q1 à Q9
- Documents réponses : DR1 à DR3
- Documents techniques : DT1 à DT10

ELEMENTS DE CORRECTION

Q3 – Questionnaire

1	ÉTUDE DES SILOS	
		Durée conseillée : 60 min

Cette analyse a pour but de vous aider dans la compréhension du fonctionnement d'un silo.

1 - 1	Flux des produits	
-------	--------------------------	--

Q.1-1	Documents à consulter : DP	Répondre sur DR1
-------	----------------------------	------------------

Tracer en couleur les cheminements des flux des pommes de terre sur le schéma simplifié de la ferme de la Motte, depuis l'arrivée de la récolte, l'entreposage dans la cellule frigo N°15, jusqu'au départ des camions avec les pommes de terre conditionnées.

Voir DR1 Corrigé

1 - 2	Fonctions d'un silo de stockage	
-------	--	--

Q.1-2	Documents à consulter : DT1	Répondre sur feuille
-------	-----------------------------	----------------------

Indiquer les 4 phases de fonctionnement principales d'un silo de stockage de pommes de terre.

Séchage et cicatrisation

Conservation

Réchauffage

Refroidissement

1 - 3	Conditions de conservation	
-------	-----------------------------------	--

Q.1-3a	Documents à consulter : DT1	Répondre sur feuille
--------	-----------------------------	----------------------

Donner les conditions de conservation des pommes de terre en fonction de leur type : semence printanière ou consommation.

Conservation classique : 4°C pour les semences

8°C pour la consommation

Q4 - Questionnaire

Q.1-3b	Documents à consulter : DT1	Répondre sur feuille
--------	-----------------------------	----------------------

Indiquer pourquoi certains agriculteurs et commerçants conservent les pommes de terre de semence à 8°C.

Économies financières : moins de temps de ventilation, moins de réchauffage

1 - 4	Refroidissement des pommes de terre	
-------	--	--

Q.1-4	Documents à consulter : DT1	Répondre sur feuille
-------	-----------------------------	----------------------

Il faut respecter la durée de cicatrisation, puis refroidir lentement.

Le refroidissement s'effectue le mieux en procédant par des différences de 2 à 3°C, il faut refroidir de 19°C à 4°C.

1 - 5	Équipements d'une cellule	
-------	----------------------------------	--

Q.1-5	Documents à consulter : DT2	Répondre sur feuille
-------	-----------------------------	----------------------

Identifier et donner les fonctions des composants numérotés 1 à 3.

1 : les évaporateurs permettent le refroidissement

2 : les ventilateurs permettent le séchage

3 : les réchauffeurs permettent le réchauffage

Q3 – Questionnaire

1 - 6	Fonctionnement d'une cellule en ventilation externe
--------------	--

Les schémas 1 et 2 du DR1 indiquent les relevés de températures et d'humidités relatives (HR) de la supervision lors du séchage des pommes de terre le 31 août et le 4 septembre 2015. Le séchage de la cellule est en ventilation externe.

Q.1-6	Documents à consulter : DR1, DT1 et DT2	Répondre sur DR1
--------------	--	-------------------------

Compléter les schémas 1 et 2 en plaçant les 2 volets d'air en position ouverte ou fermée. Représenter sur ces schémas le flux d'air dans la cellule.

Voir DR1 Corrigé

1 - 7	Ventilation interne
--------------	----------------------------

Q.1-7a	Documents à consulter : DR1 et DT1	Répondre sur feuille .
---------------	---	-------------------------------

Justifier la décision du technicien de passer en ventilation interne le 4 septembre 2015.

HR n'est pas homogène, une ventilation interne est préconisée périodiquement.

Le technicien effectue le passage en ventilation interne le 5 septembre 2015.

Q.1-7b	Documents à consulter : DR1 et DT1	Répondre sur DR1
---------------	---	-------------------------

Compléter alors le schéma 3 en plaçant les volets d'air en positions ouvertes ou fermées. Représenter, sur le schéma 3, le flux d'air dans la cellule.

Voir DR1 Corrigé

Q.1-7c	Documents à consulter : DR1 et DT1	Répondre sur DR1
---------------	---	-------------------------

Indiquer alors sur le schéma, les températures et humidités relatives attendues après quelques heures de fonctionnement.

Voir DR1 Corrigé

Q4 - Questionnaire

2	ANALYSE PRÉLIMINAIRE DU SYSTEME DE REFROIDISSEMENT	Durée conseillée : 30 min
----------	---	---------------------------

Cette analyse a pour but de vous aider dans la compréhension de la production de froid équipant les chambres froides n°23, n°24 et n°25 du silo de stockage des oignons.

Q.2-1	Documents à consulter : DT3, DT4	Répondre sur DR2
--------------	---	-------------------------

Identifier, sur le schéma de principe de la production de froid, les éléments suivants en reportant les repères sur le document réponse

Repère	Désignation
2	Réservoir HP de 300l avec soupape de sécurité
4	Condenseur à air
5	Electrovanne d'alimentation de l'évaporateur
7	Séparateur d'huile à flotteur sur le refoulement
10	Pressostat différentiel d'huile de sécurité par compresseur
12	Capteur de niveau d'huile
14	Voyant hygroscopique
16	Détendeur thermostatique à égalisation externe

Voir DR2 Corrigé

Q.2-2	Documents à consulter : DT4	Répondre sur feuille de copie
--------------	------------------------------------	--------------------------------------

Donner la fonction du compresseur, de l'évaporateur dans son milieu, du détendeur thermostatique à égalisation externe, voyant hygroscopique.

**Compresseur : Elever la pression du fluide (compression adiabatique).
 Evaporateur : Puiser des calories dans la chambre froide pour refroidir les produits.
 Détendeur : Abaisser la pression et donc la température de manière à ce que la température du fluide soit inférieure à celle de la chambre.
 Voyant hygroscopique : Vérifier l'état liquide du fluide.**

Q5 – Questionnaire

3	DYSFONCTIONNEMENTS	
		Durée conseillée : 25 min

Problématique : Vous devez intervenir dans la chambre froide n°24. Une alarme est apparue sur l'écran de la GTC (Gestion Technique Centralisée) signalant que la température au milieu des oignons est trop élevée.

3 - 1	Dysfonctionnement 1 : Une zone de l'évaporateur est entièrement prise en glace.	
-------	---	--

Q.3-1a		Répondre sur feuille de copie
---------------	--	--------------------------------------

Expliquer les conséquences de la formation de givre sur le système.

Le givre étant un bon isolant, la puissance frigorifique va baisser (moins d'échange). La température de la cellule va augmenter.

La BP va chuter avec sa température d'évaporation entraînant une diminution de la surchauffe avec un risque de provoquer des coups de liquide sur le compresseur. La puissance absorbée du compresseur va augmenter.

Q.3-1b	Documents à consulter : DT 5	Répondre sur feuille de copie
---------------	-------------------------------------	--------------------------------------

A partir du schéma électrique, indiquer la ou les composants permettant d'assurer la procédure de dégivrage de l'évaporateur.

S2 permet de sélectionner le mode automatique avec l'horloge H1 ou le mode manuel. Pour ces deux modes, le dégivrage est assuré soit par les résistances R1 soit par les ventilations (sélecteur S4).

Q.3-1c	Documents à consulter : DT 5	Répondre sur feuille de copie
---------------	-------------------------------------	--------------------------------------

Expliquer le rôle et l'action du thermostat sécu anti-gel [TA].

Organe de sécurité : il intervient si l'horloge pour les phases de dégivrage automatique est mal programmée ou si la prise en givre est plus importante que d'habitude. Quand le thermostat anti-gel détecte une température trop basse en sortie de l'évaporateur, il met en sécurité l'installation : l'électrovanne et les 4 ventilateurs ne sont plus alimentés et le groupe froid aussi.

Q6 - Questionnaire

4	CHANGEMENT DE PRODUITS A TRAITER	
		Durée conseillée : 40 min

Problématique : L'entreprise décide de stocker des pommes de terre à la place des oignons dans les cellules (chambres froides) 23, 24 et 25. Avant de procéder au changement, il est nécessaire de s'assurer que le système est adapté et de connaître le volume de pommes de terre qui pourra être traité.

4 - 1	Vérification de la puissance installée pour les stockages des oignons.	
-------	--	--

Q.4-1a	Documents à consulter : DT 6	Répondre sur feuille de copie
---------------	-------------------------------------	--------------------------------------

Déterminer les charges en [kJ] d'une cellule pour refroidir uniquement les oignons de 1°C.

$$Q_{\text{oignons}} = 600000 \times 3,8 \times 1 = 2280000 \text{ kJ} = 633 \text{ kWh/}^\circ\text{C}$$

Q.4-1b	Documents à consulter : DT 7	Répondre sur feuille de copie
---------------	-------------------------------------	--------------------------------------

Déterminer les charges journalières en [kJ] d'une cellule pour combattre les apports extérieurs et les apports dus à la ventilation.

$$Q_{\text{apportext}} = 47/3 \times 24 = 376 \text{ kWh}$$

$$Q_{\text{ventilation}} = 22 \times 24 = 528 \text{ kWh}$$

Q.4-1c		Répondre sur feuille de copie
---------------	--	--------------------------------------

Le temps de refroidissement étant de 20h par jour, vérifier la puissance nécessaire pour une cellule en mode refroidissement.

$$P = Q/t = (633 + 376 + 528) / (20) = 76,8 \text{ kW}$$

Q4-1d		Répondre sur feuille de copie
--------------	--	--------------------------------------

Le temps de refroidissement étant de 22h par jour, vérifier la puissance nécessaire pour la cellule en mode stockage.

$$P = Q/t = (633 + 376 + 528) / (22) = 69,9 \text{ kW}$$

Q.4-1e	Documents à consulter : DT 7	Répondre sur feuille de copie
---------------	-------------------------------------	--------------------------------------

La puissance installée est-elle adaptée ? Sous quelle condition ?

La puissance installée est de 200 kW. Elle suffit donc pour une cellule uniquement.

Q9 – Questionnaire

Q.4-1f	Documents à consulter : DT 7	Répondre sur feuille de copie
---------------	-------------------------------------	--------------------------------------

Le système est-il toujours adapté si les 3 cellules fonctionnent simultanément en mode refroidissement ?

Puissance nécessaire = 3 x 76,8 = 230,60 kW ou 3 x 69,9 = 209,9 kW → Insuffisant

4 - 2	Détermination du volume de pomme de terre pouvant être traité
--------------	---

Q.4-2a	Documents à consulter : DT8	Répondre sur feuille de copie
---------------	------------------------------------	--------------------------------------

Déterminer les charges en [kJ] d'un silo pour refroidir uniquement les pommes de terre de 1°C, en considérant le même volume de stockage que les oignons.

m_{pommes de terre} = 650 x 991,8 = 644 670 kg

Q_{pommes de terre} = 644670 x 3,56 x 1 = 2 295 025 kJ = 637,5 kWh/°C

Q.4-2b		Répondre sur feuille de copie
---------------	--	--------------------------------------

Le système est-il adapté pour le stockage de pommes de terre dans les mêmes conditions ?

Oui car les charges des pommes de terre et des oignons sont équivalentes.

De plus les températures de stockages sont plus élevées.

5	CONDUITE DE L'INSTALLATION FRIGORIFIQUE	
		Durée conseillée : 45 min

Problématique : A certains moments, le système peine à maintenir les températures de consignes. Vous vous déplacez pour vérifier le fonctionnement de production frigorifique.

5 - 1	Vérification des valeurs de réglage sur le circuit frigorifique
--------------	---

L'installation possède des manomètres fixes aux positions 1 et 5.

Vous relevez la pression du fluide à l'aspiration et au refoulement des compresseurs à l'aide d'un manifold. Vous disposez également de thermomètres.

Q.5-1a	Documents à consulter : DT9	Répondre sur DR3
---------------	------------------------------------	-------------------------

Indiquer les valeurs de pressions manquantes pour les points de mesures 4,6 et 7 ainsi que leur conversion en pression absolue.

Voir DR3 Corrigé

Q.5-1b	Documents à consulter : DT9	Répondre sur DR3
---------------	------------------------------------	-------------------------

Tracer le cycle du fluide frigorigène. Vous indiquerez les points 1 à 7.

Voir DR2 Corrigé

Q.5-1c	Documents à consulter : DR3	Répondre sur feuille de copie
---------------	------------------------------------	--------------------------------------

Déterminer l'ordre de grandeur de la surchauffe et du sous-refroidissement.

Surchauffe = 11 K - sous-refroidissement ≈ 0 K

Q.5-1d		Répondre sur feuille de copie
---------------	--	--------------------------------------

Ces grandeurs sont-elles correctes ? Sinon quel dysfonctionnement principal pouvez-vous en conclure ?

Manque de fluide frigorigène

Q9 – Questionnaire

5 - 2	Fonction d'un élément
-------	-----------------------

Q.5-2	Documents à consulter : DR3	Répondre sur feuille de copie
-------	-----------------------------	--------------------------------------

A l'aide des mesures effectuées ou du tracé de la question Q4-1a, justifier le type du détendeur installé.

Grande perte de charge dans l'évaporateur : 1,8 bar, donc grand écart de température, il faut un détendeur à égalisation de pression externe.

6	AMÉLIORATION DE LA FIABILITÉ	
		Durée conseillée : 25 min

Problématique : Lors du contrôle de maintenance annuelle, vous vérifiez les paramétrages du régulateur de capacité pilotant les ventilateurs du condenseur. Vous constatez que les 4 paires de ventilateurs sont régulées en fonctionnement séquentiel.

Q.6-1	Documents à consulter : DT10	Répondre sur feuille de copie
-------	------------------------------	--------------------------------------

Indiquer la nature du signal de sortie du régulateur de capacité.

Signal TOR

Q.6-2	Documents à consulter : DT10	Répondre sur feuille de copie
-------	------------------------------	--------------------------------------

Expliquer le principe de fonctionnement séquentiel des ventilateurs.

Les relais sont enclenchés par ordre numérique. Le déclenchement se fait par ordre inverse

Q.6-3	Documents à consulter : DT10	Répondre sur feuille de copie
-------	------------------------------	--------------------------------------

Proposer un nouveau paramétrage pour homogénéiser la durée de vie des moteurs des ventilateurs. Justifier votre réponse.

Le mode cyclique permet une égalisation des temps de marche entre tous les relais. Le relais ayant assuré le moins de temps de marche sera enclenché en premier. (Usure égale)

Q.6-4	Documents à consulter : DT10	Répondre sur feuille de copie
-------	------------------------------	--------------------------------------

Indiquer la fonction et le paramétrage dans lesquelles la modification doit être effectuée.

Aller dans la fonction « Capacité » au niveau C08 et afficher 2 pour le mode cyclique

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

MAINTENANCE DES SYSTÈMES

Systemes énergétiques et fluidiques

SUJET 0

**U 4 : Analyse technique en vue
de l'intégration d'un bien**

Durée : 4 heures – Coefficient : 6

DOCUMENTS RÉPONSES

Ce dossier contient les documents DR1 à DR3.

ELEMENTS DE CORRECTION

Schéma simplifié de la ferme de la Motte

Réponse à Q.1-1:

Réponse à Q1-6 ; Q1-7b ; Q1-7c

Schéma 1 : Relevés du 31 août 2015

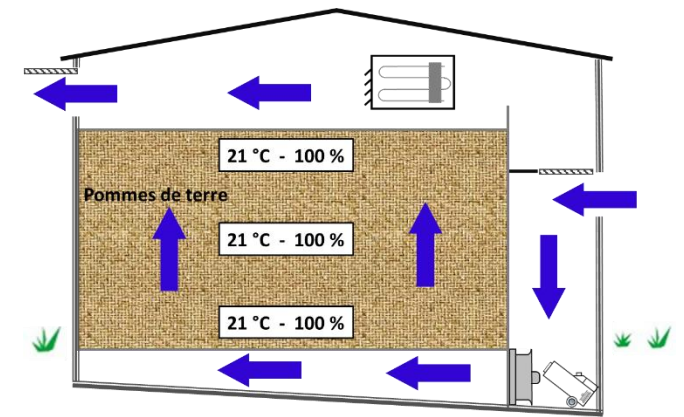
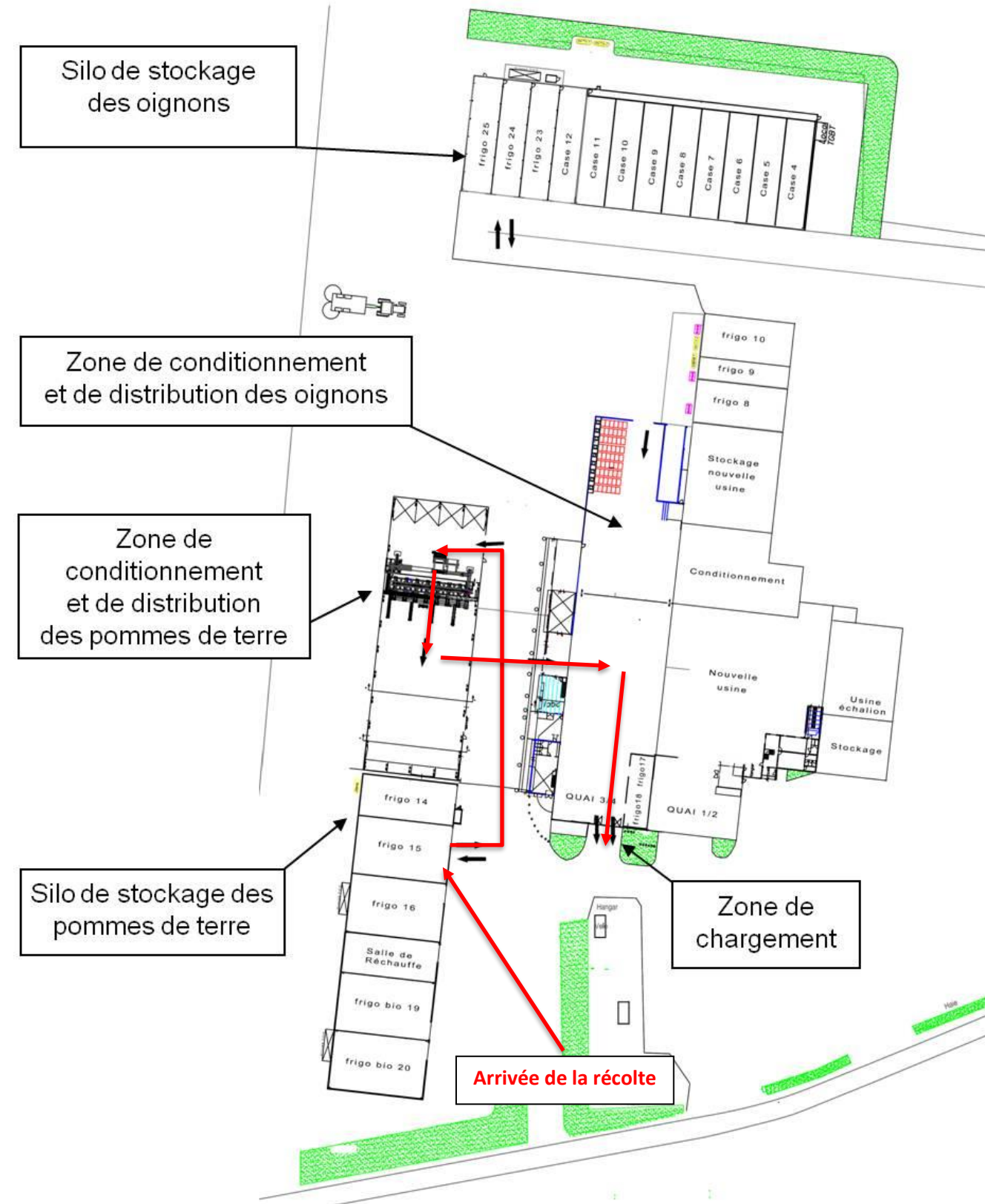


Schéma 2 : Relevés du 4 septembre 2015

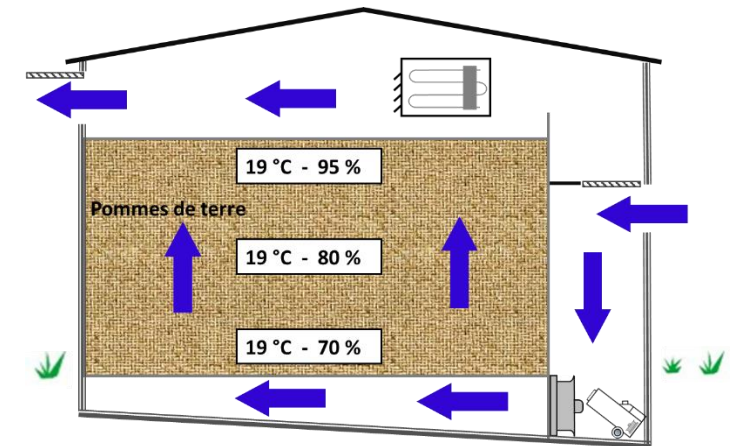


Schéma 3 : Relevés attendus après modifications effectuées par le technicien

Remarque :

L'humidité relative de 85 % est donnée à titre indicatif.

Elle peut être légèrement différente, mais elle doit être constante sur toute la hauteur du silo.

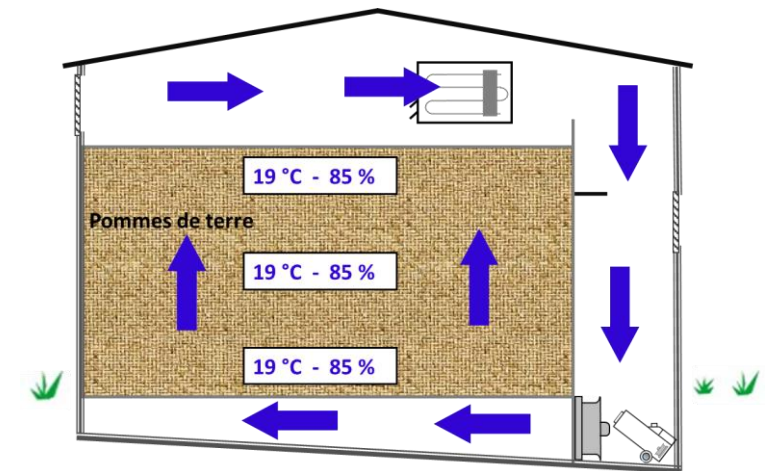


Schéma de production de la production de froid

Réponse à Q.2.1 :

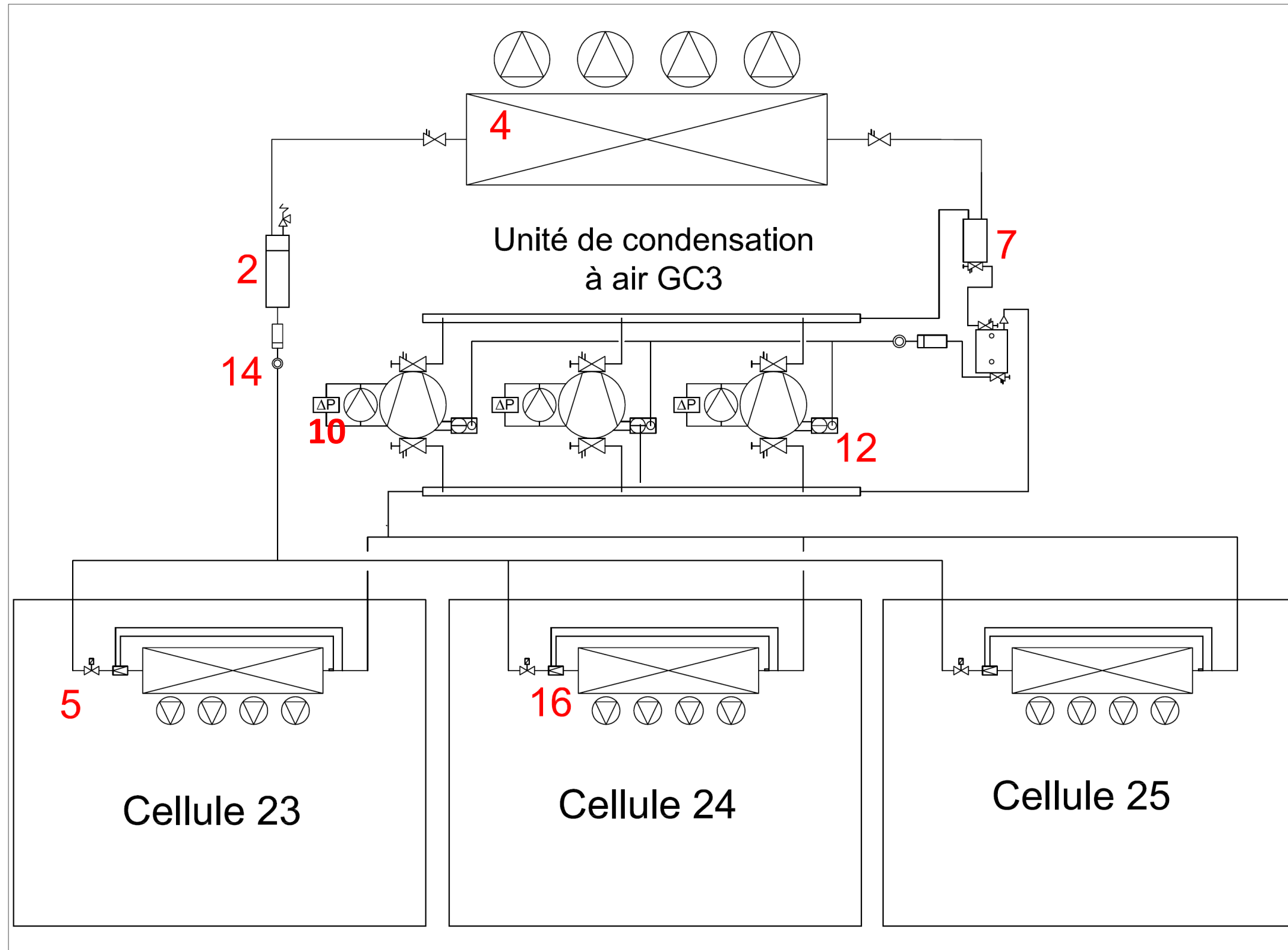


Diagramme enthalpique R404A

Réponse à Q.5-1a ; Q.5-1b:

Positions	Températures [°C]	Pressions relative [bar]	Pression absolue [bar]
1	9	3,5	4,5
2	11	3,4	4,4
3	76	18,5	19,5
4	65	18,5	19,5
5	40	17,4	18,4
6	38	17,4	18,4
7	0	5	6

