

BTS FLUIDES - ÉNERGIES - ENVIRONNEMENTS

E3 – ÉTUDE DES INSTALLATIONS OPTION C – GENIE FRIGORIFIQUE

SESSION : 2009

Durée : 4 heures

Coefficient : 4

Matériel autorisé :

Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (circulaire N°99 – 186 , 16/11/1999)

Tout autre matériel ou document est interdit.

Sujet : pages 2/27 à 9/27

Annexes :

ANNEXE 1 Plan des chambres froides (extension page 10/27
ANNEXE 2 Le schéma de l'installation frigorifique..... page 11/27
ANNEXE 3 Le schéma d'un compresseur à vis page 12/27
ANNEXES 7 – 8 Tables thermodynamiques du R717 pages:16/27 - 17/27
ANNEXE 10 Extrait de documentation des compresseurs à vis..... page 19/27
ANNEXES 11-12 Extrait de documentation des caissons isolés pages 20/27-21/27
ANNEXES 13-14- 15 Extrait de documentation du condenseur évaporatif :.... pages 22/27 – 23/27 - 24/27
ANNEXE 16 Extrait de documentation des pompes FF page 25/27

Documents réponses à rendre avec la copie :

ANNEXE 4 : tableau de désignation..... page 13/27
ANNEXE 5 : Le séparateur basse pression..... page 14/27
ANNEXE 6 : Le diagramme enthalpique..... page 15/27
ANNEXE 9 : Tableau des caractéristiques des points page 18/27
ANNEXE 17 : Schéma du circuit de puissance page 26/27
ANNEXE 18 : Schéma du circuit de commande page 27/27

Dès que le sujet vous est remis, assurez – vous qu'il est complet
Le sujet comporte 27 pages numérotées de 1/27 à 27/27

BTS FLUIDES ÉNERGIES ENVIRONNEMENTS	Session 2009
Étude des Installations – option C	FECEISI Page 1 sur 27

Consignes générales :

Aucun document personnel n'est autorisé.

L'usage des calculatrices autonomes (une seule calculatrice par candidat) conformes à la circulaire N°99-186 du 16-11-99 est autorisée.

Le document rendu sera numéroté de 1/n à n/n, n étant le nombre de feuilles rendues y compris les documents réponses à compléter.

Il est rappelé que la présentation, la lisibilité, la rédaction des copies sont des éléments de l'évaluation du travail fourni par le candidat.

Toutes les réponses devront être justifiées à l'aide d'une explication, d'une référence documentaire, d'une note de calcul.

Chaque partie sera rédigée sur une copie séparée .

Temps estimatif et composition du sujet:

Lecture du sujet	15 minutes
Première Partie	55 minutes
Deuxième partie	55 minutes
Troisième Partie	80 minutes
Quatrième Partie	35 minutes

Barème d'évaluation

Première Partie	20 points
Deuxième Partie	20 points
Troisième Partie	40 points
Quatrième Partie	20 points

Mise en situation :

le projet se réalise sur un entrepôt frigorifique de 65000 m³ regroupant 7 chambres froides de stockage ayant des volumes de 4500 m³ à 31000 m³.

Dans le cadre de l'extension de l'entrepôt à stockage négatif, vous êtes amenés à étudier l'installation frigorifique d'une des nouvelles chambres froides (chambres froides N°1 et N°2).

EXTRAIT DU C.C.T.P

Il s'agit de l'étude d'une installation frigorifique d'un entrepôt à stockage négatif.

La plateforme possède un certain nombre de chambres négatives.

Une extension est conçue sur la base d'un volume de 35000 m³ en deux chambres négatives mitoyennes desservies par un quai réfrigéré commun de 21600 m³ (voir le plan ANNEXE 1 page 10/ 27)

L'étude portera sur l'équipement frigorifique d'une des deux chambres:

LA CHAMBRE FROIDE NÉGATIVE : N°1

Caractéristique de la chambre négative	
Longueur intérieure	54.20 m
Largeur intérieure	40 m
Hauteur intérieure	10 m
Volume	21680 m ³
Température intérieure de stockage	-30°C

- La chambre est réalisée en panneaux sandwichs pré laqués d'une épaisseur de 170 mm pour les parois et 200 mm en plafond (3500 m² de surface totale).
- Des palettiers mobiles permettent le stockage de 4200 euro – palettes sur 4 hauteurs.
- Un dispositif de manutention sur rouleaux assure l'entrée et la sortie automatique des palettes.
- le quai réfrigéré est muni de seuils niveleurs et dispose de locaux pour les besoins de l'exploitation et de ceux du personnel.
- la salle des machines est située à proximité des chambres froides de stockage.

L'ÉQUIPEMENT FRIGORIFIQUE :

1) Généralités : ANNEXE 2 page 11/ 27

Le schéma fourni est un schéma de principe simplifié

Fluide frigorigène	NH3 (R717)
Puissance frigorifique totale	350 KW
Température d'évaporation (bouteille séparatrice BP)	-35°C
Température de condensation	+35°C
Température dans la bouteille économiseur	-5°C

1) Groupe moto compresseur :

- Nombre : 2.
- MARQUE : GRASSO.
- Montage des compresseurs en économiseur.
- Refroidisseur d'huile (de type multitubulaire)- Réchauffage du sol de la chambre froide.
- Vanne d'aspiration et de refoulement.
- Système de réduction de puissance.
- Système à VI variable.

2) Frigorifère :

- Nombre : 3.
- Caisson isolé.
- Marque : RAFFEL.
- Type : CICC – Ventilateur centrifuge.
- Batterie : Aluminium / Inox.
- Pas d'ailettes : 12 / 8 mm.
- Habillage en panneaux sandwichs de polyuréthane.
- dégivrage par résistances électriques avec ventilation (volet commandé par vérin, cuvette de récupération des eaux de dégivrage).

3) Condenseur évaporatif :

- Nombre : 1.
- Marque : RAFFEL.
- Type : CRV.
- Batterie en tube d'acier – Séparateur de gouttelettes – Système de distribution d'eau (rampe à eau avec buses de pulvérisation en PVC).
- Ventilateur centrifuge à deux vitesses.
- Sans désurchauffeur.

4) Bouteille séparatrice intermédiaire (économiseur) :

- Bouteille de type verticale à injection totale.
- Système de récupération d'huile – soupape de sécurité.
- Régulation de Niveau par flotteur et vanne d'injection.

5) Bouteille séparatrice basse pression :

- Bouteille de type horizontale.
- Système de récupération automatique de l'huile – soupape de sécurité.
- Régulation de Niveau par flotteur.

6) Pompes de fluide frigorigène (R717)

- Pompes hermétiques type : CAM.
- Alimentation à partir de la bouteille séparatrice basse pression.
- Éléments de sécurité et de régulation.
- Une pompe en fonctionnement, l'autre en secours.

7) Régulation:

- Un automate programmable TSX 47 pilote les consignes de fonctionnement et de sécurité de l'ensemble de l'équipement frigorifique.

PREMIÈRE PARTIE : ÉTUDE FONCTIONNELLE D'UNE PARTIE DE L'INSTALLATION

Cette première partie concerne l'étude d'un compresseur à vis de l'équipement frigorifique
(ANNEXE 3 page 12/27)

TRAVAIL DEMANDÉ :

Le compresseur à vis :

1.1) L'huile dans le compresseur à vis

A partir des données du C.C.T.P

- Donner le rôle de l'huile dans un compresseur à vis.
- On donnera quelques lignes d'explication.

1.2) Le refroidissement de l'huile

a) Comment s'effectue le refroidissement de l'huile issue du séparateur placé au refoulement du compresseur. Quel est l'intérêt de ce système ?

b) Citer et expliquer deux autres systèmes de refroidissement de l'huile possible.

Pour ces solutions il est demandé un schéma de principe avec une légende et quelques lignes d'explication.

1.3) Le circuit d'huile du compresseur à vis est représenté par le schéma (ANNEXE 3 page 12/27)

Ce circuit comporte les organes de sécurité, de régulation ou de mesure repérés de A1 à A5.

Effectuer la description des appareils de régulation et de sécurité en remplissant le document réponse
(ANNEXE 4 page 13/27).

DEUXIÈME PARTIE : ANALYSER LES TECHNOLOGIES INSTALLÉES

Cette deuxième partie concerne l'étude du dégivrage des évaporateurs ainsi que le système de retour d'huile

2.1) Étude du dégivrage d'un frigorigère (caisson isolé)

Le système de dégivrage utilisé est un dégivrage par résistances électriques. Ces résistances électriques sont placées derrière la batterie et dans la cuvette d'écoulement. Leur puissance est de l'ordre de 80 w/m² de surface.

Le dégivrage s'effectue par circulation d'air chaud (résistances) après fermeture du volet motorisé.

- **Justifier** l'utilisation de cette solution en la comparant avec la solution utilisant le gaz chaud.

2.2) Étude du système de retour d'huile:

a) **Expliquer** comment se comporte l'huile et le fluide frigorigène (NH₃ dans la bouteille séparatrice basse pression à -35°C).

b) **Proposer** un système de retour d'huile permettant de réintégrer l'huile automatiquement à l'aspiration des compresseurs à vis (utilisant le gaz chaud)

Vous complétez le document réponse (ANNEXE 5 page 14/27)

Expliquer le fonctionnement du système

c) **Indiquer** le fonctionnement du système de soutirage d'huile sur la bouteille moyenne pression (température intermédiaire -5°C)- (ANNEXE 2 page 11/27)

- **Donner** les avantages et inconvénients de ce système.
- **Le système** est-il applicable à la **bouteille BP** installation en fonctionnement ?

2.3) Système de contrôle du séparateur BP: (ANNEXE 5 page 14/27)

Indiquer le rôle des contrôleurs de niveau haut et bas placés sur la bouteille séparatrice BP

TROISIÈME PARTIE : DIMENSIONNER ET SÉLECTIONNER UNE PARTIE DE L'INSTALLATION

Cette troisième partie concerne la production frigorifique de la nouvelle chambre froide négative (SCHEMA – ANNEXE 2 page 11/27)

Conditions de fonctionnement :

- Installation avec **deux compresseurs a vis**
- Installation à **injection totale**
- Fluide : **NH3**
- Puissance frigorifique totale : **350 KW**
- Température d'évaporation dans la bouteille BP : **-35°C**
- Température de condensation : **+35°C**
- Le sous refroidissement liquide dans le condenseur : **5K**
- La température entrée régleur est identique à la température sortie condenseur
- Température intermédiaire (bouteille MP) : **-5°C**
- température de refoulement des compresseurs : **90°C**
- Échauffement dans la conduite aspiration compresseur : **5K**
- Température au point 10 : **-5°C**
- Pression de refoulement de la pompe (**le Delta P pompe = 1,5 bar**)
- Taux de recirculation de la pompe : **4**
- Pas de perte de charge dans le circuit excepté dans le réseau évaporatif.
- Le tracé de la compression n'est pas demandé de façon précise

TRAVAIL DEMANDE :

3.1 DIMENSIONNEMENT DE L'INSTALLATION

3.1.1) Justifier l'emploi d'un système économiseur sur un compresseur à vis
Donner quelques lignes d'explication.

3.1.2) Tracer le cycle de l'installation sur le diagramme enthalpique **R717 (ANNEXE 6 page 15 / 27)** en respectant la numérotation du schéma (**ANNEXE 2 page 11/27**).

3.1.3) Relever les caractéristiques des points du cycle et remplir le tableau (**ANNEXE 9 page 18 / 27**).

3.1.4) Déterminer le débit massique aspiration basse pression total (**qmBP en kg/s**).

3.1.5) Déterminer le débit massique économiseur (**qmi en kg/s**) et le débit massique haute pression total (**qm P en kg/s**).

3.1.6) calculer le débit volume aspiré basse pression **qvaBP (m3/h) par compresseur**.

3.1.7) Calculer le débit massique (**qmp en kg/s**) et le débit volume (**qvp en m3/h**) de la pompe de fluide frigorigène en fonctionnement.

3.2) SÉLECTION DES ÉQUIPEMENTS

3.2.1) Les compresseurs (ANNEXE 10 Page19 / 27)

- **Sélectionner** les compresseurs à partir des documents constructeurs.
- **Préciser** la puissance frigorifique d'un compresseur.

3.2.2) Les caissons isolés (frigorifères) – (ANNEXES 11 – 12 pages 20/27 et 21/27)

- **Sélectionner** un caisson isolé à partir des documents constructeurs.
- **Donner** ses caractéristiques techniques.

3.2.3) Le condenseur évaporatif – (ANNEXES 13-14-15 pages 22/27 – 23/27 – 24/27)

On donne la température humide de l'air : **23°C**

On donne la puissance absorbée d'un compresseur : **95 KW**

On donne la puissance d'un refroidisseur d'huile : **36 KW**

- **Calculer** la puissance de rejet au condenseur.
- **Sélectionner** le condenseur à partir des documents constructeurs.

3.2.4) Les pompes de fluide frigorigène (ANNEXE 16 page 25/27)

Une pompe de fluide frigorigène en service (l'autre en secours)

- Débit volume de la pompe fluide frigorigène : **5,25 m³/h.**
- **Faire la sélection** du modèle à mettre en place sachant que la perte de charge du réseau est de : **1.5 x10⁵ Pa .**
- **On déterminera la Hm en m de colonne de liquide.**
- **Préciser** quelle est la hauteur h à respecter entre le niveau de liquide de la bouteille et la bride d'aspiration de la pompe (on négligera les pertes de charge de la canalisation d'aspiration de la pompe)
- **Prendre une sécurité de 0,5m**
- **Le montage des pompes s'effectue sans diaphragme.**

3.2.5) Effet environnemental du fluide NH3 (R717)

- Quel est l'impact sur l'effet de serre et la couche d'ozone du fluide NH3.

**QUATRIÈME PARTIE : ÉLABORER UN DOCUMENT DE RÉALISATION D'UNE
PARTIE DE L'INSTALLATION**

PARTIE ÉLECTRIQUE :

Cette quatrième partie concerne les schémas électriques des circuits de puissance et de commande d'une partie de l'installation.

APPAREIL : LE CONDENSEUR ÉVAPORATIF

Montage du moteur électrique du ventilateur : moteur à deux vitesses de type Dahlander

- PV : petite vitesse
- GV : grande vitesse

La pompe à eau est asservie au fonctionnement de la tour.

Cahier des charges :

Composants	Caractéristiques
ventilateurs	2 vitesses
Contacts pressostats	HP1 pour la PV et HP2 pour la GV
Moteur électrique - ventilateur	Vitesse PV : 4,4 KW, Vitesse GV : 17,6 KW
Pompe à eau asservie au fonctionnement du condenseur évaporatif	Puissance = 1,5 KW
Résistance -8°C avec thermostat	Puissance = 6 KW

4.1) Expliquer en quelques lignes comment s'effectue la régulation du moteur du ventilateur du condenseur évaporatif (éventuellement par un graphe fonctionnel).

4.2) On donne le schéma de puissance (400Vtri +N) destiné à alimenter le condenseur évaporatif avec les sécurités et les liaisons électriques (document réponse ANNEXE 17 page 26/27).

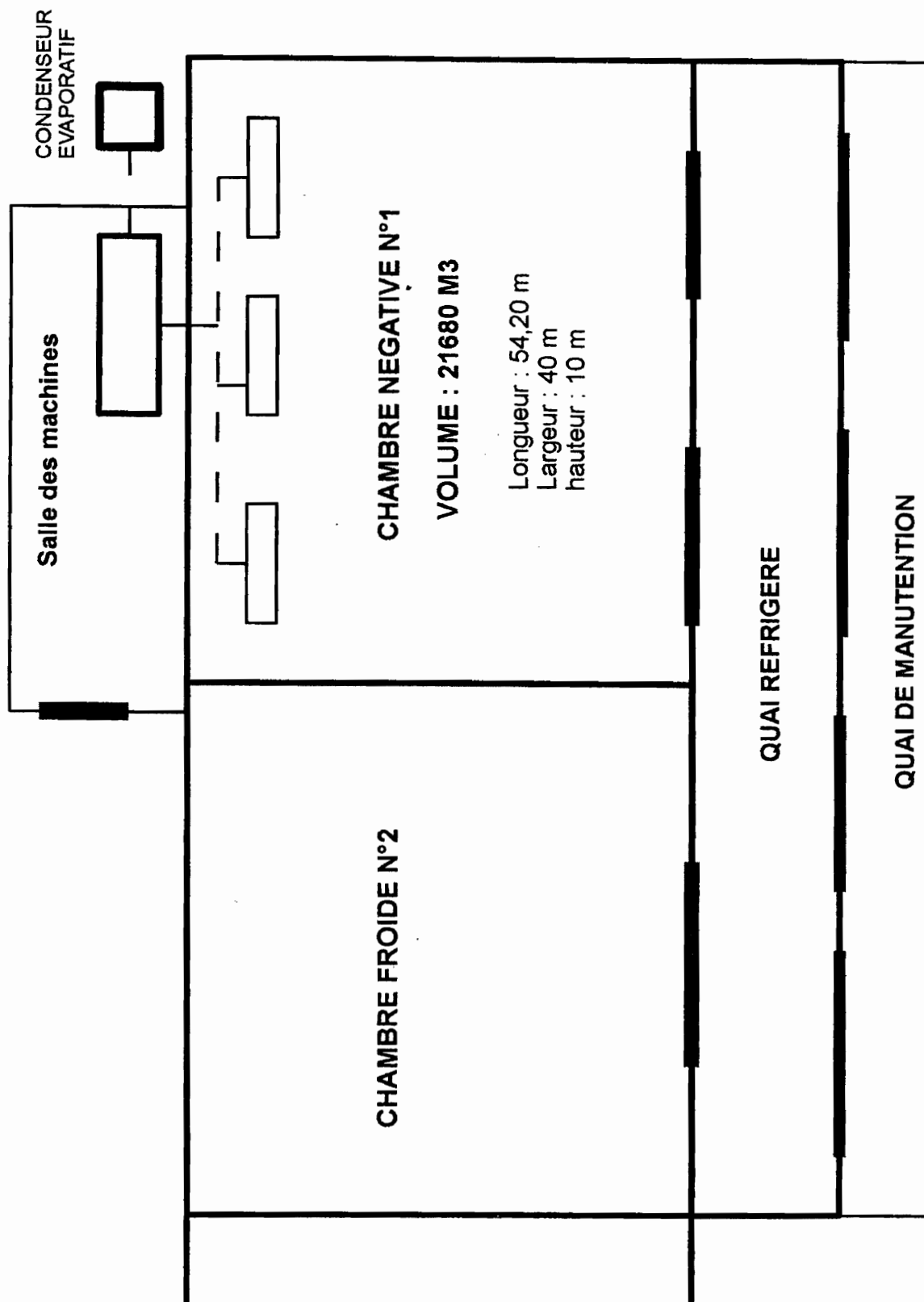
Expliquer le principe de fonctionnement (quel rôle joue chaque contacteur ?).

4.3) Compléter le schéma de commande (230V) destiné à alimenter le condenseur évaporatif (document réponse ANNEXE 18 page 27 / 27).

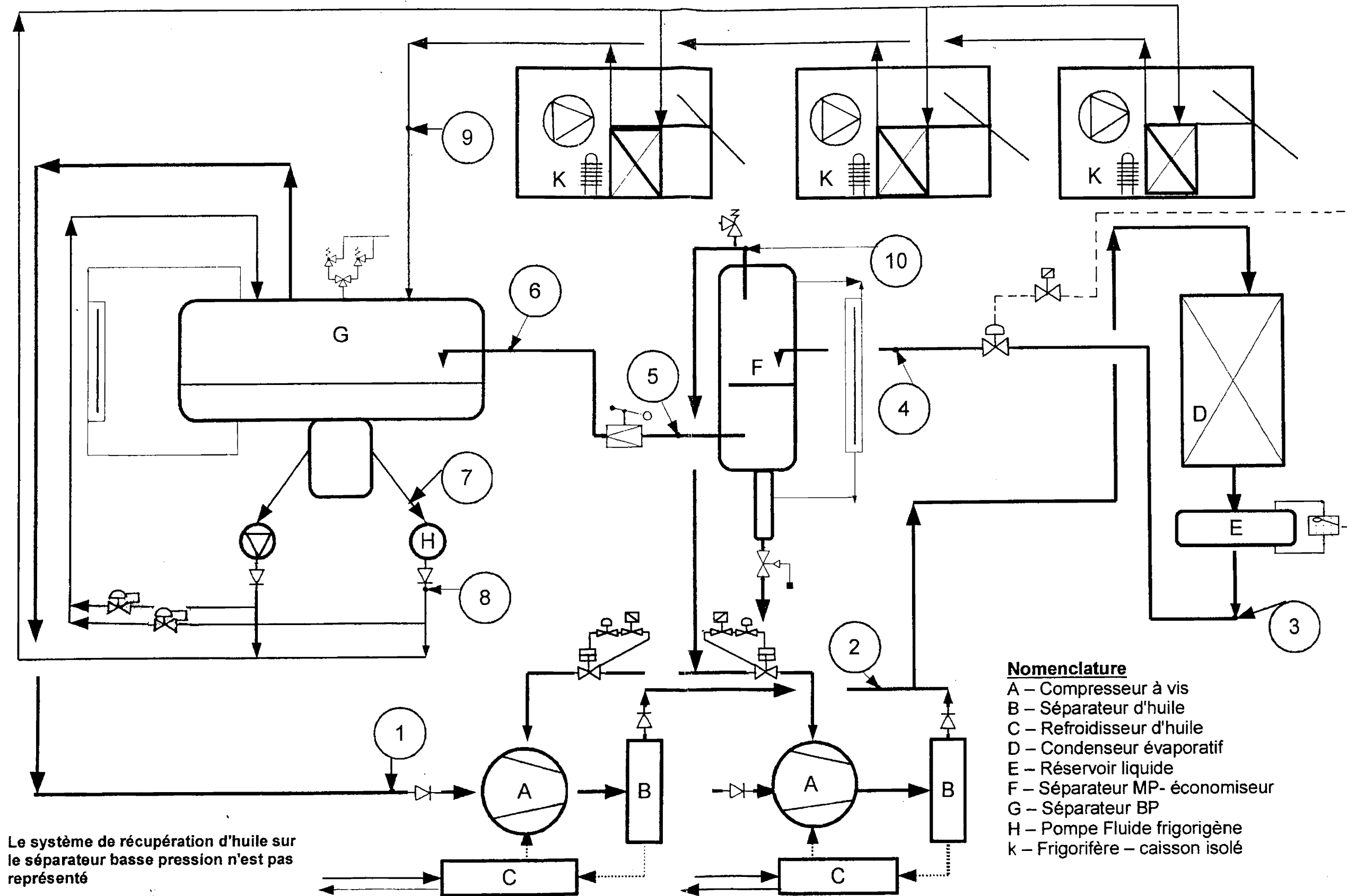
- Ligne de sécurité (Arrêt d'urgence, M/A, et les protections nécessaires
- Lignes contacteurs (HP1 pour la PV et HP2 pour la GV).
- Ligne de commande de la pompe intégrant le capteur de niveau bas.
- ligne de commande de la résistance antigel par thermostat.

ANNEXE 1

LA PLAN DE L'ENTREPOT FRIGORIFIQUE - EXTENSION



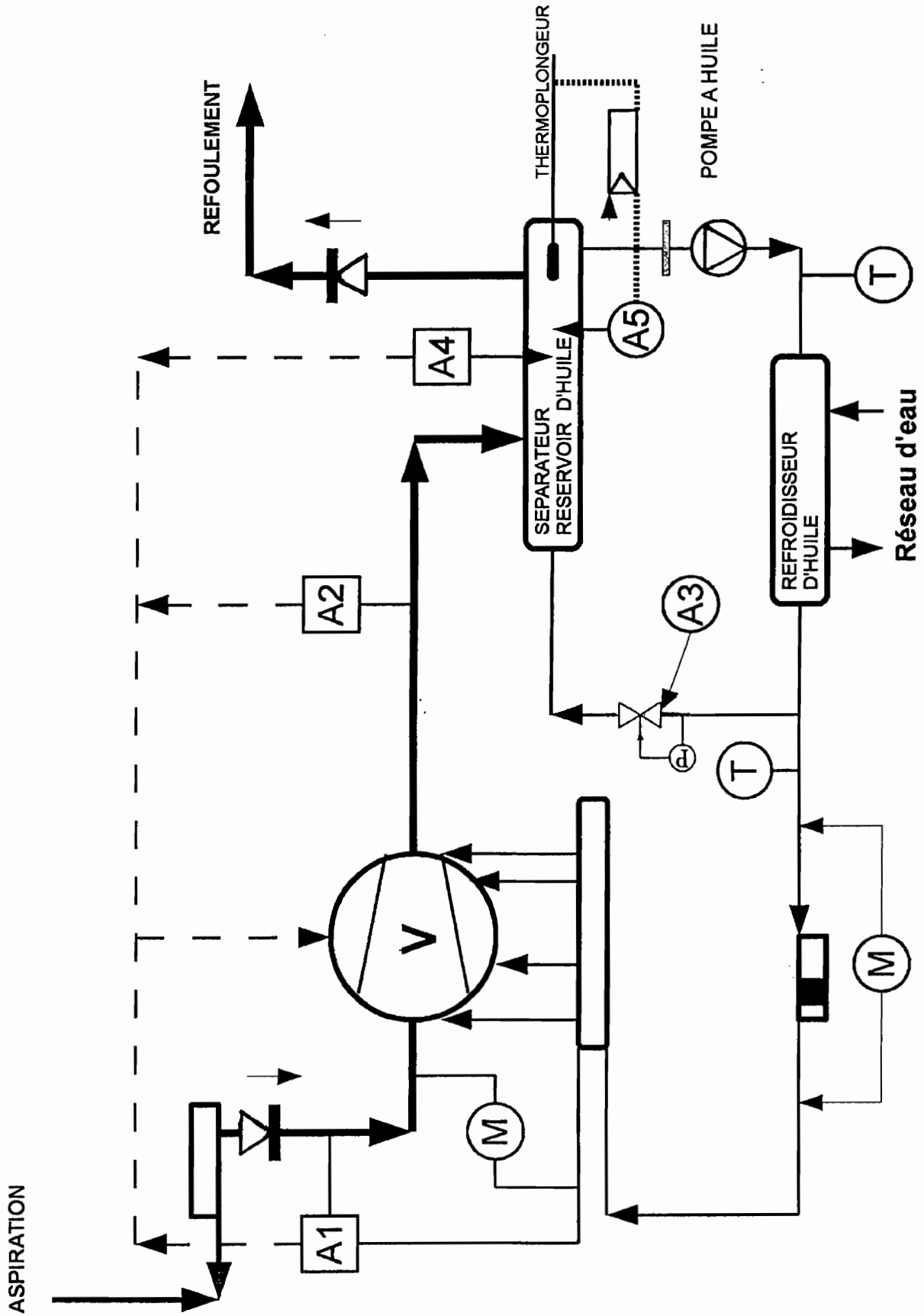
LE SCHEMA DE PRINCIPE DE L'INSTALLATION FRIGORIFIQUE



Le système de récupération d'huile sur le séparateur basse pression n'est pas représenté

ANNEXE 3

LE SCHÉMA DU COMPRESSEUR À VIS



LE SYSTEME ECONOMISEUR N'EST PAS REPRESENTE SUR CE SCHEMA

Examen ou concours : _____ Série* : _____

Spécialité/Option : _____

Repère de l'épreuve : _____

Épreuve/sous-épreuve : _____
(Préciser, suivi s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

ANNEXE 4 – à rendre avec la copie**PREMIÈRE PARTIE – DOCUMENT RÉPONSE**

REPÈRES	DÉSIGNATION	ROLE
A1	Pressostat différentiel d'huile	
A2	Thermostat de température de refoulement	
A3		
A4	Thermostat de sécurité huile froide	
A5		

Examen ou concours : _____ Série* : _____

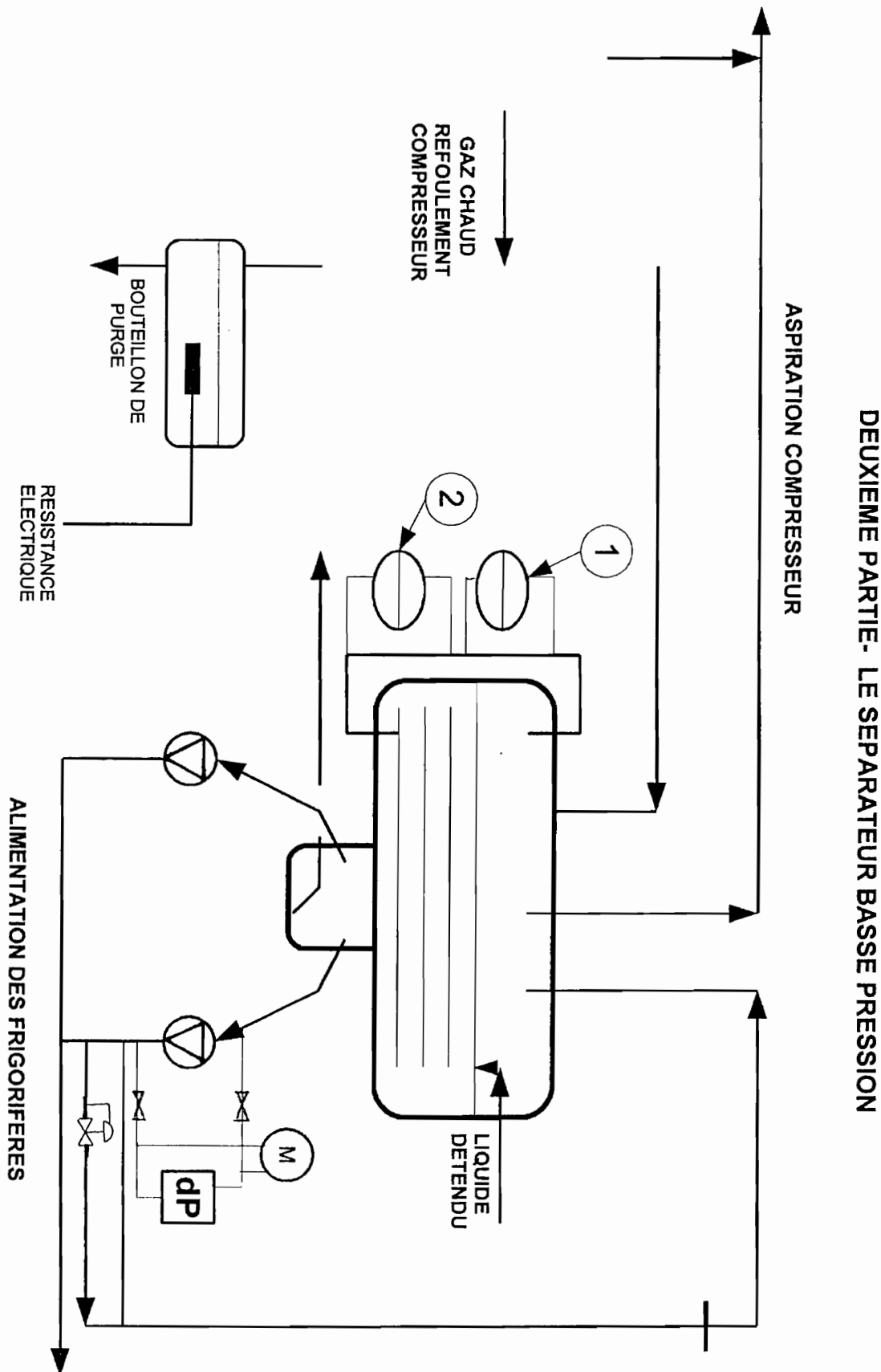
Spécialité/Option : _____

Repère de l'épreuve : _____

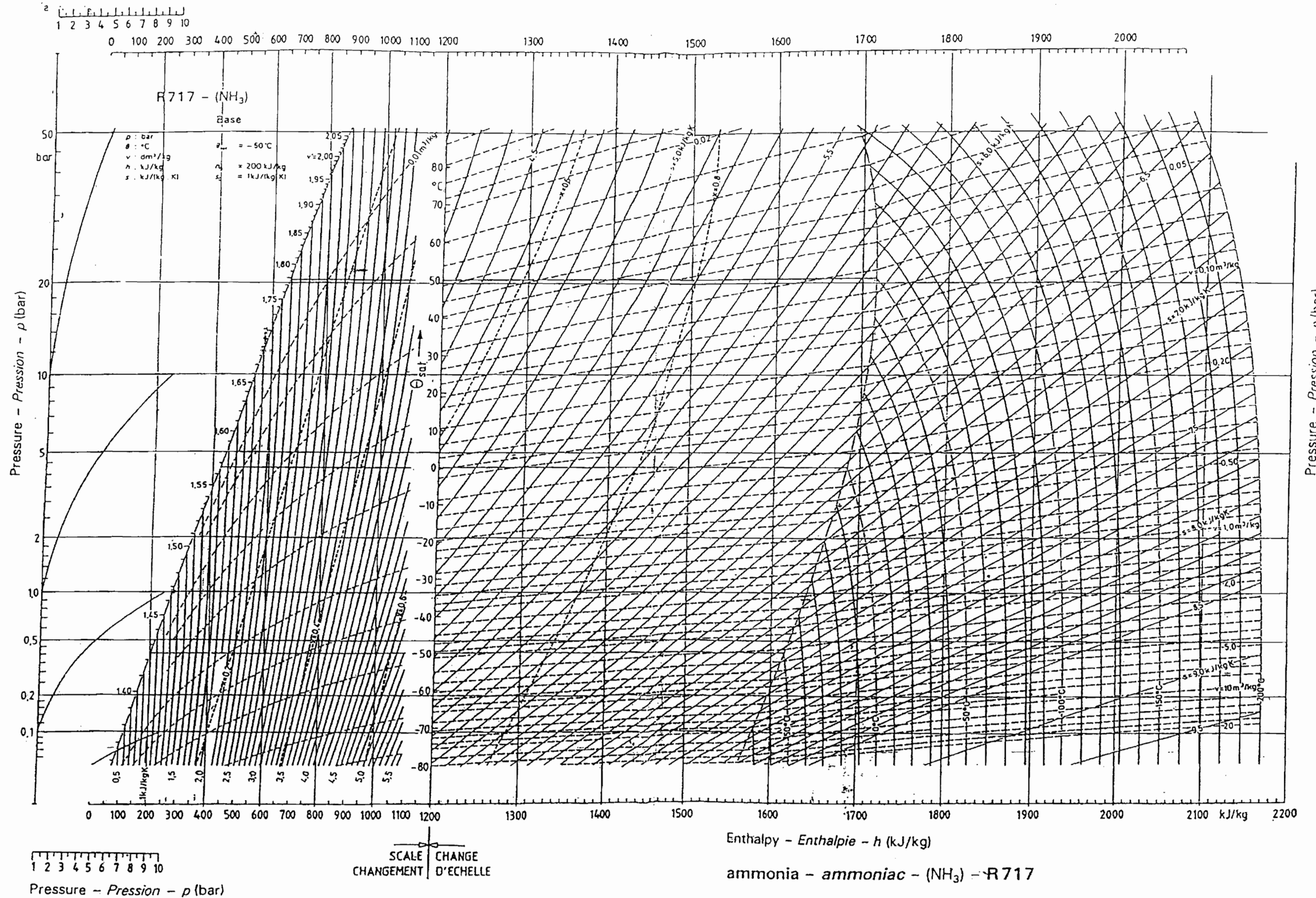
Épreuve/sous-épreuve : _____
(Préciser, suivi s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

ANNEXE 5 à rendre avec la copie
DEUXIÈME PARTIE : DOCUMENT RÉPONSE



ANNEXE 6 LE DIAGRAMME ENTHALPIQUE R717



Il est interdit aux candidats de signer leur composition, ou d'y mettre un signe quelconque pouvant indiquer sa provenance.

ANNEXE 7

Ammoniac - R717 – État vapeur surchauffée

CARACTERISTIQUES THERMODYNAMIQUES DU R717

Tempér. à satur. °C	Press. à satur. bar	Volume massique (dm ³ /kg)								
		SURCHAUFFE (°C)								
		0	5	10	15	20	25	30	40	50
-70	0,11	9 007,00	9 235,00	9 463,00	9 691,00	9 918,00	10 140,00	10 370,00	10 820,00	11 270,00
-60	0,22	4 702,00	4 818,00	4 933,00	5 048,00	5 163,00	5 277,00	5 391,00	5 618,00	5 844,00
-50	0,41	2 624,00	2 688,00	2 751,00	2 813,00	2 875,00	2 937,00	2 999,00	3 122,00	3 244,00
-40	0,72	1 551,00	1 588,00	1 625,00	1 661,00	1 696,00	1 732,00	1 768,00	1 839,00	1 909,00
-35	0,93	1 215,00	1 244,00	1 272,00	1 300,00	1 328,00	1 356,00	1 384,00	1 439,00	1 493,00
-34	0,98	1 159,00	1 186,00	1 213,00	1 240,00	1 267,00	1 293,00	1 320,00	1 372,00	1 424,00
-33	1,03	1 106,00	1 132,00	1 157,00	1 183,00	1 209,00	1 234,00	1 259,00	1 309,00	1 358,00
-30	1,19	962,60	985,30	1 008,00	1 030,00	1 052,00	1 074,00	1 096,00	1 139,00	1 182,00
-28	1,31	879,46	900,18	920,68	940,98	961,12	981,05	1 000,97	1 040,36	1 079,38
-25	1,52	770,60	788,70	806,70	824,40	842,10	859,50	876,90	911,30	945,30
-22	1,73	677,34	693,32	709,11	724,73	740,20	755,50	770,76	800,91	830,74
-20	1,90	622,80	637,50	652,10	666,40	680,70	694,70	708,70	736,40	763,80
-18	2,07	573,39	586,95	600,34	613,58	626,67	639,59	652,51	677,97	703,13
-15	2,36	508,00	520,00	531,90	543,60	555,20	566,70	578,10	600,70	622,90
-12	2,67	451,24	461,99	472,58	483,03	493,36	503,55	513,71	533,71	553,45
-10	2,91	417,70	427,70	437,60	447,30	456,80	466,30	475,70	494,20	512,50
-5	3,55	346,20	354,60	362,80	370,90	378,80	386,70	394,50	409,90	425,00
0	4,29	289,00	296,10	303,00	309,80	316,50	323,10	329,60	342,50	355,20
5	5,16	242,90	248,90	254,80	260,50	266,20	271,80	277,40	288,20	298,90
10	6,15	205,40	210,50	215,60	220,50	225,40	230,20	234,90	244,10	253,20
15	7,28	174,60	179,10	183,50	187,70	191,90	196,00	200,10	208,10	215,80
20	8,57	149,30	153,20	157,00	160,70	164,40	167,90	171,40	178,30	185,00
25	10,03	128,30	131,70	135,00	138,30	141,50	144,60	147,60	153,60	159,50
30	11,67	110,70	113,70	116,70	119,60	122,40	125,10	127,80	133,00	138,10
35	13,50	95,94	98,64	101,30	103,80	106,30	108,70	111,10	115,70	120,20
40	15,55	83,46	85,88	88,23	90,50	92,71	94,87	96,97	101,10	105,10
45	17,82	72,85	75,04	77,15	79,19	81,18	83,11	85,00	88,65	92,19
50	20,33	63,79	65,78	67,69	69,54	71,33	73,07	74,77	78,04	81,21
55	23,10	56,01	57,83	59,58	61,25	62,88	64,45	65,99	68,95	71,79
60	26,14	49,30	50,97	52,57	54,11	55,59	57,03	58,42	61,11	63,67
65	29,48	43,48	45,03	46,51	47,92	49,28	50,60	51,87	54,32	56,65
70	33,12	38,42	39,86	41,24	42,54	43,80	45,00	46,17	48,41	50,54
75	37,08	33,98	35,35	36,63	37,84	39,00	40,12	41,20	43,26	45,21
80	41,40	30,09	31,38	32,58	33,72	34,80	35,84	36,84	38,74	40,54
85	46,08	26,65	27,88	29,02	30,09	31,11	32,07	33,00	34,77	36,43
90	51,14	23,60	24,78	25,87	26,88	27,84	28,75	29,62	31,26	32,81
95	56,62	20,87	22,02	23,07	24,04	24,95	25,80	26,62	28,16	29,60
100	62,52	18,42	19,56	20,58	21,50	22,37	23,18	23,95	25,40	26,74
110	75,75	14,18	15,34	16,33	17,21	18,01	18,75	19,45	20,74	21,93
120	91,07	10,50	11,85	12,86	13,72	14,48	15,18	15,82	16,99	18,06

ANNEXE 8

Ammoniac - R717 – État saturé

Tempér. t °C	Pression		Volume massique		Masse volumique	
	absolue pa bar	effective pe bar	liquide v' dm3/kg	vapeur v'' m3/kg	liquide p' kg/dm3	vapeur p'' kg/m3
-70	0,109	-0,904	1,378	9,006	0,725	0,111
-60	0,219	-0,794	1,401	4,702	0,713	0,212
-50	0,408	-0,605	1,424	2,625	0,702	0,380
-40	0,717	-0,296	1,449	1,551	0,690	0,644
-35	0,931	-0,082	1,462	1,215	0,683	0,823
-34	0,979	-0,034	1,465	1,159	0,682	0,862
-33	1,030	+0,017	1,467	1,105	0,681	0,904
-30	1,195	0,182	1,475	0,9625	0,677	1,038
-25	1,515	0,502	1,489	0,7705	0,671	1,297
-20	1,901	0,888	1,504	0,6228	0,664	1,605
-15	2,362	1,349	1,518	0,5079	0,658	1,968
-14	2,464	1,451	1,521	0,4881	0,657	2,048
-10	2,908	1,895	1,534	0,4177	0,651	2,394
-5	3,548	2,535	1,549	0,3462	0,645	2,888
0	4,294	3,281	1,566	0,2890	0,638	3,460
5	5,158	4,145	1,583	0,2429	0,631	4,116
10	6,150	5,137	1,601	0,2053	0,624	4,870
15	7,285	6,272	1,619	0,1746	0,617	5,727
20	8,574	7,561	1,639	0,1493	0,610	6,697
25	10,030	9,010	1,659	0,1283	0,602	7,794
30	11,670	10,650	1,680	0,1107	0,595	9,033
35	13,500	12,480	1,702	0,09593	0,587	10,424
40	15,550	14,530	1,726	0,08345	0,579	11,983
45	17,820	16,800	1,750	0,07284	0,571	13,728
50	20,330	19,310	1,777	0,06378	0,562	15,678
55	23,100	22,080	1,805	0,05600	0,554	17,857
60	26,140	25,120	1,834	0,04929	0,545	20,288
65	29,480	28,460	1,866	0,04348	0,535	22,999
70	33,120	32,100	1,900	0,03841	0,526	26,034
75	37,080	36,060	1,937	0,03398	0,516	29,429
80	41,400	40,380	1,973	0,03009	0,506	33,233
85	46,080	45,060	2,022	0,02665	0,494	37,523
90	51,140	50,120	2,071	0,02359	0,482	42,390
95	56,620	55,600	2,125	0,02087	0,470	47,915
100	62,520	61,500	2,183	0,01842	0,458	54,288
110	75,750	74,730	2,349	0,01418	0,425	70,521
120	91,070	90,050	2,594	0,01050	0,385	95,238
130	108,880	107,860	3,185	0,00659	0,313	151,768
132,3	113,530	112,510	4,274	0,00443	0,233	233,972

Examen ou concours : _____ Série* : _____

Spécialité/Option : _____

Repère de l'épreuve : _____

Épreuve/sous-épreuve : _____

(Préciser, s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

ANNEXE 9 – à rendre avec la copie
DOCUMENT RÉPONSE

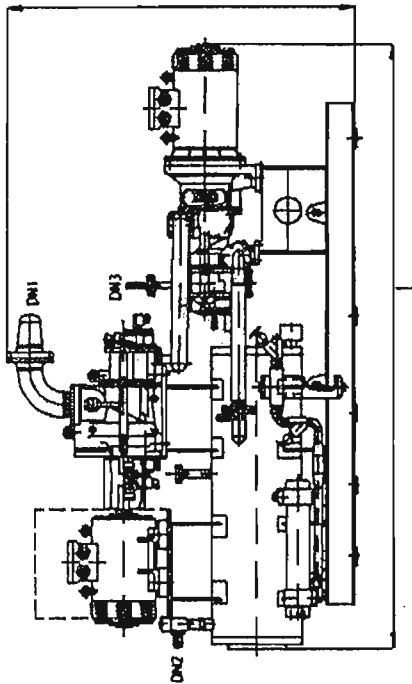
TABLEAU DES CARACTÉRISTIQUES DES POINTS

POINTS	PRESSION (bar)	TEMPERATURE (°C)	ENTHALPIE KJ / Kg
1 Aspiration compresseur BP			
2 Refolement compresseur BP			
3 Sortie réservoir liquide			
4 Entrée bouteille intermédiaire			
5 Sortie bouteille intermédiaire			
6 Entrée bouteille BP			
7 Aspiration pompe FF			
8 Refolement pompe FF			
9 Retour FF des évaporateurs			
10 Aspiration compresseur pression intermédiaire			

V1 : m³/kgV7 : M³/kg

ANNEXE 10

LES COMPRESSEURS A VIS



Standard package with Booster compressor type H, L, M, N

SP2 package with Booster	Refrigeration Capacities (kW) at 2940 min ⁻¹		Dimensions (mm)			Mass (kg)
	NH ₃ 35/+35 °C	R404A 40/+35 °C	L	W	H	
H	119	116	3420 - 3790	1000	1970	2300
L	140	137	3420 - 3790	1000	1970	2400
M	176	170	3760 - 4130	1200	2150	3400
N	223	211	3760 - 4130	1200	2150	3600
P	209	197	3760 - 4130	1100	2150	2900
R	274	265	3760 - 4130	1200	2330	3100
S	341	330	4630 - 5110	1200	2400	3200
T	387	371	4630 - 5110	1200	2400	3350
V	458	427	4630 - 5110	1480	2530	3400
W	527	499	4630 - 5110	1480	2530	4000
Y	638	610	4630 - 5110	1480	2530	4200
Z	737	683	4630 - 5110	1480	2565	4400
XA	880	826	5500 - 5820	1660	2565	5950
XB	1094	987	5850 - 6600	1960	3250	9150
XC	1316	1224	5900 - 6650	2080	3250	11250
XD	1493	1340	6100 - 6830	2080	3250	13200

*) Capacity with interstage cooler **) Except for technical changes, Mass without motor

ANNEXE 11

FRIGORIFÈRES - CAISSONS ISOLÉS

Correction factors (NH ₃ - pump) (DT1) Facteurs de correction (NH ₃ par pompe) (DT1) Korrekturfaktoren (NH ₃ - Pumpenbetrieb) (DT1)									
Factor 1 - Facteur 1 - Faktor 1									
Delta T	Température d'évaporation								
(°C)	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45
5	0,79	0,75	0,73	0,71	0,68	0,67	0,65	0,64	0,62
6	1,00	0,95	0,91	0,88	0,86	0,84	0,82	0,80	0,78
7	1,21	1,15	1,10	1,06	1,03	1,01	0,99	0,97	0,94
8	1,42	1,35	1,29	1,24	1,21	1,18	1,15	1,12	1,09
9	1,64	1,56	1,48	1,43	1,38	1,34	1,31	1,28	1,24
10	1,99	1,87	1,67	1,61	1,56	1,52	1,48	1,44	1,41
11	2,24	2,10	1,87	1,80	1,73	1,68	1,64	1,60	1,58
12	2,48	2,33	2,07	1,97	1,91	1,86	1,81	1,78	1,75

Correction factors for other refrigerants Facteurs de correction pour d'autres fluides Korrekturfaktoren für andere Kältemittel		
Factor 2 - Facteur 2 - Faktor 2		
Fluid Fluide Kältemittel	Type of refrigerant system Mode d'alimentation Kältemittleinspeisung	
	Pump Pompe Pumpenbetrieb	Direct expansion Détente directe Thermovertilbetrieb
NH ₃	1	0,85
CO ₂	1,02	0,88
R 404A	0,92	0,77

Données de base

Pour sélectionner un caisson isolé CICC ou CICH, il est nécessaire de connaître certaines données telles que :

- Puissance (kW)
- Température d'évaporation,
- Fluide frigorigène
- Facteur de correction

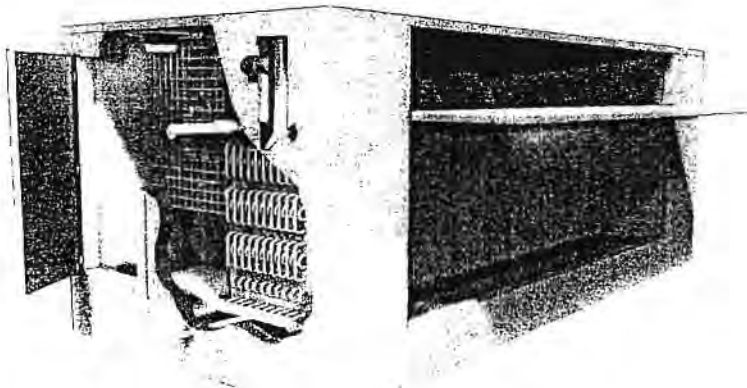
Exemple

Soit :

- Ailettes : 60 / 60 mm
- Puissance : 85 kW
- Fluide frigorigène : CO₂ par pompe
- Température d'évaporation : - 35° C
- Température d'entrée d'air : - 25° C
- Facteur 1 : 1,48
- Facteur 2 : 1,02
- Ventilateurs centrifuges

D'où : $85 / (1,48 \times 1,02) = 56,3 \text{ kW}$
D'après cette sélection, le modèle sélectionné est le suivant :

- CICC 6 - 80 - 4



ANNEXE 13

LE CONDENSEUR ÉVAPORATIF

PROCÉDURE DE SÉLECTION

Données de base

Pour sélectionner un condenseur évaporatif CRV, il convient de connaître certaines données telles que :

- la puissance de réjection (kW) ▶ Q_c
- le fluide frigorigène ▶ NH_3
- le facteur de correction ▶ F_c

Méthode à suivre

- 1) Déterminer le facteur de correction à appliquer à l'aide de la table I, ou de la table II selon le fluide utilisé.

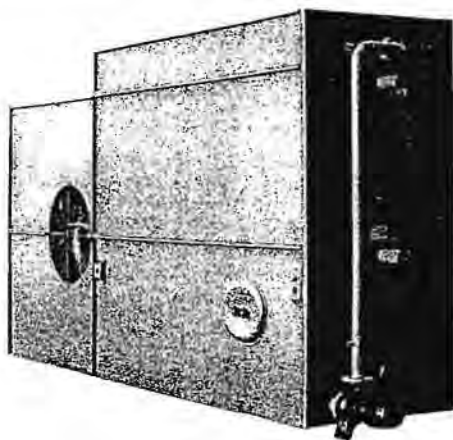
- Q_n = Puissance nominale
- Q_c = Puissance de réjection
- F_c = Facteur de correction

Reporter ensuite la température de condensation et la température de bulbe humide connues dans leurs lignes et colonnes respectives. Le facteur de correction figurera à l'intersection de ces deux éléments.

- 2) Après avoir obtenu le facteur de correction, déterminer la puissance nominale selon la formule :

$$Q_n = Q_c / F_c$$

- 3) Reporter le résultat obtenu dans la table III à la colonne intitulée "Puissance nominale" pour obtenir la sélection du modèle approprié.



Exemple 1 :

Soit :

- * puissance de réjection Q_c : 320 kW
- * fluide frigorigène : NH_3
- * température de condensation : 30°C
- * température de bulbe humide : 22°C

d'où :

- * suivant table I, F_c : 0,549
- * puissance nominale
 $Q_n = Q_c / F_c$: 320 / 0,549 = 583 kW
- * d'après table III, le modèle sera un CRV 408C

Exemple 2 :

Pour une procédure de sélection avec désurchauffeur (E) :

- * puissance nominale $Q_n = 320 / 0,549 = 583$ kW
- * d'après table III, le modèle sera un CRV 310C

Exemple 3 :

Soit :

- * puissance de réjection Q_c : 320 kW
- * fluide frigorigène : R22
- * température de condensation : 30°C
- * température de bulbe humide : 22°C

d'où :

- * suivant table II, F_c : 0,494
- * puissance nominale
 $Q_n = Q_c / F_c$: 320 / 0,494 = 647 kW
- * d'après table III, le modèle sera un CRV 410B

Condenseur évaporatif

TYPE CRV

ANNEXE 14

LE CONDENSEUR ÉVAPORATIF

Table I : facteur de correction NH₃ (R717)

	Température de bulbe humide (°C)																	
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
30	1,030	0,983	0,933	0,878	0,832	0,779	0,722	0,666	0,613	0,549	0,488	0,425	0,359	0,290	0,219	0,148	0,078	
31	1,100	1,054	1,007	0,953	0,907	0,854	0,797	0,741	0,688	0,624	0,563	0,501	0,435	0,367	0,297	0,226	0,156	0,081
32	1,176	1,129	1,082	1,028	0,982	0,929	0,872	0,816	0,764	0,700	0,640	0,579	0,514	0,446	0,375	0,303	0,233	0,131
33	1,252	1,205	1,157	1,103	1,058	1,004	0,915	0,893	0,841	0,778	0,719	0,658	0,592	0,524	0,453	0,382	0,315	0,243
34	1,327	1,282	1,234	1,180	1,136	1,083	1,027	0,974	0,921	0,857	0,798	0,737	0,671	0,604	0,536	0,466	0,396	0,325
35	1,406	1,360	1,312	1,259	1,215	1,163	1,107	1,051	1,000	0,937	0,878	0,818	0,754	0,687	0,617	0,548	0,481	0,410
36	1,485	1,440	1,393	1,339	1,296	1,243	1,187	1,131	1,080	1,018	0,961	0,901	0,835	0,769	0,702	0,634	0,568	0,498
37	1,567	1,521	1,473	1,420	1,376	1,324	1,268	1,214	1,165	1,103	1,044	0,985	0,921	0,854	0,790	0,721	0,657	0,585
38	1,648	1,603	1,554	1,501	1,459	1,408	1,353	1,296	1,248	1,186	1,130	1,070	1,009	0,943	0,878	0,810	0,744	0,673
39	1,730	1,686	1,639	1,587	1,545	1,492	1,437	1,382	1,334	1,274	1,219	1,160	1,087	1,032	0,966	0,898	0,834	0,764
40	1,817	1,771	1,723	1,671	1,630	1,579	1,524	1,471	1,423	1,364	1,308	1,249	1,186	1,121	1,056	0,998	0,926	0,856
41	1,902	1,857	1,811	1,759	1,717	1,667	1,614	1,560	1,513	1,452	1,399	1,338	1,276	1,211	1,148	1,081	1,019	0,950
42	1,989	1,945	1,900	1,850	1,809	1,758	1,704	1,651	1,603	1,542	1,489	1,430	1,368	1,304	1,242	1,176	1,114	1,046
43	2,083	2,037	1,991	1,940	1,900	1,849	1,795	1,740	1,694	1,635	1,581	1,523	1,462	1,398	1,337	1,271	1,211	1,144
44	2,173	2,128	2,083	2,031	1,990	1,940	1,887	1,834	1,788	1,728	1,677	1,619	1,557	1,495	1,435	1,369	1,310	1,241
45	2,264	2,220	2,175	2,123	2,084	2,034	1,981	1,929	1,883	1,824	1,772	1,715	1,656	1,567	1,532	1,467	1,438	1,407
46	2,314	2,269	2,217	2,178	2,129	2,077	2,025	1,980	1,922	1,872	1,815	1,754	1,691	1,631	1,565	1,505	1,443	
47	2,364	2,314	2,277	2,227	2,175	2,122	2,079	2,021	1,971	1,913	1,853	1,790	1,730	1,664	1,607	1,539		
48	2,463	2,412	2,374	2,326	2,274	2,228	2,178	2,121	2,070	2,013	1,952	1,890	1,831	1,766	1,709	1,644		

ANNEXE 15

LE CONDENSEUR ÉVAPORATIF

DONNÉES TECHNIQUES

Table III

Modèle		Puissance nominale (kW)		Poids à vide (kg)		Poids en fonctionnement (kg)		Charge en fonc ^{nt} env. (l)
Sans désurchauffeur	Avec désurchauffeur	Sans désurchauffeur	Avec désurchauffeur	Sans désurchauffeur	Avec désurchauffeur	Sans désurchauffeur	Avec désurchauffeur	
CRV 104A	CRV 104AE	74	83	741	951	1142	1382	24
CRV 104B	CRV 104BE	78	87	744	954	1145	1385	24
CRV 104C	CRV 104CE	85	95	746	956	1147	1387	24
CRV 104D	CRV 104DE	90	101	763	973	1164	1404	24
CRV 106A	CRV 106AE	101	113	828	1038	1260	1500	33
CRV 106B	CRV 106BE	107	120	830	1040	1262	1502	33
CRV 106C	CRV 106CE	116	130	830	1040	1262	1502	33
CRV 106D	CRV 106DE	123	138	837	1047	1269	1509	33
CRV 108A	CRV 108AE	129	144	928	1138	1391	1631	43
CRV 108B	CRV 108BE	137	153	930	1140	1393	1633	43
CRV 108C	CRV 108CE	149	169	938	1148	1401	1641	43
CRV 108D	CRV 108DE	158	177	942	1152	1405	1645	43
CRV 110B	CRV 110BE	166	186	1013	1223	1507	1747	52
CRV 110C	CRV 110CE	180	202	1013	1223	1507	1747	52
CRV 110D	CRV 110DE	190	213	1017	1227	1511	1751	52
CRV 206A	CRV 206AE	203	227	1305	1642	2152	2531	62
CRV 206B	CRV 206BE	215	241	1305	1642	2152	2531	62
CRV 206C	CRV 206CE	233	261	1310	1647	2157	2536	62
CRV 206D	CRV 206DE	247	277	1330	1667	2177	2556	62
CRV 208A	CRV 208AE	260	291	1512	1849	2421	2800	80
CRV 208B	CRV 208BE	276	309	1517	1854	2426	2805	80
CRV 208C	CRV 208CE	299	335	1537	1874	2446	2825	80
CRV 208D	CRV 208DE	317	355	1555	1892	2464	2843	80
CRV 210B	CRV 210BE	333	373	1678	2015	2649	3028	99
CRV 210C	CRV 210CE	361	404	1689	2035	2669	3048	99
CRV 210D	CRV 210DE	383	429	1716	2053	2687	3066	99
CRV 308A	CRV 308AE	391	438	2011	2469	3367	3880	118
CRV 308B	CRV 308BE	414	464	2011	2469	3367	3880	118
CRV 308C	CRV 308CE	450	504	2024	2482	3380	3893	118
CRV 308D	CRV 308DE	477	534	2061	2519	3417	3930	118
CRV 310B	CRV 310BE	500	560	2261	2719	3711	4224	146
CRV 310C	CRV 310CE	543	608	2261	2719	3711	4224	146
CRV 310D	CRV 310DE	575	644	2298	2756	3748	4261	146
CRV 408C	CRV 408CE	600	672	2584	3154	4386	5024	155
CRV 408D	CRV 408DE	636	712	2629	3199	4431	5069	155
CRV 410B	CRV 410BE	667	747	2881	3451	4808	5446	193
CRV 410C	CRV 410CE	724	811	2906	3476	4833	5471	193
CRV 410D	CRV 410DE	767	859	2951	3521	4878	5516	193
CRV 608A	CRV 608AE	781	875	3557	4356	6260	7169	235
CRV 608B	CRV 608BE	829	928	3557	4356	6260	7169	235
CRV 608C	CRV 608CE	899	1007	3583	4382	6286	7195	235
CRV 608D	CRV 608DE	953	1067	3657	4456	6360	7269	235
CRV 610B	CRV 610BE	1000	1120	4057	4856	6947	7856	291
CRV 610C	CRV 610CE	1085	1215	4057	4856	6947	7856	291
CRV 610D	CRV 610DE	1150	1288	4131	4930	7021	7930	291
CRV 808C	CRV 808CE	1200	1344	4613	5615	8205	9343	310
CRV 808D	CRV 808DE	1272	1425	4703	5709	8295	9433	310
CRV 810B	CRV 810BE	1334	1494	5207	6209	9049	10187	385
CRV 810C	CRV 810CE	1448	1622	5207	6259	9099	10237	385
CRV 810D	CRV 810DE	1535	1719	5347	6349	9189	10327	385

ANNEXE 15

LE CONDENSEUR ÉVAPORATIF

DONNÉES TECHNIQUES

Table III

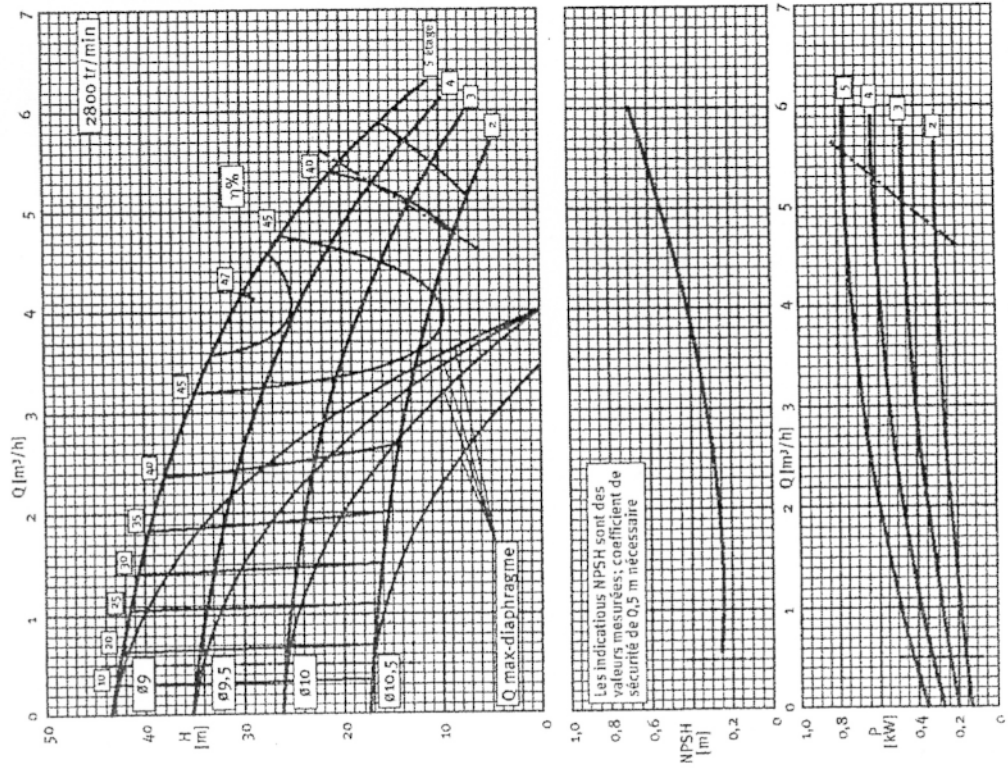
Modèle		Puissance nominale (kW)		Poids à vide (kg)		Poids en fonctionnement (kg)		Charge en fonc ^{nt} env. (l)
Sans désurchauffeur	Avec désurchauffeur	Sans désurchauffeur	Avec désurchauffeur	Sans désurchauffeur	Avec désurchauffeur	Sans désurchauffeur	Avec désurchauffeur	
CRV 104A	CRV 104AE	74	83	741	951	1142	1382	24
CRV 104B	CRV 104BE	78	87	744	954	1145	1385	24
CRV 104C	CRV 104CE	85	95	746	956	1147	1387	24
CRV 104D	CRV 104DE	90	101	763	973	1164	1404	24
CRV 106A	CRV 106AE	101	113	828	1038	1260	1500	33
CRV 106B	CRV 106BE	107	120	830	1040	1262	1502	33
CRV 106C	CRV 106CE	116	130	830	1040	1262	1502	33
CRV 106D	CRV 106DE	123	138	837	1047	1269	1509	33
CRV 108A	CRV 108AE	129	144	928	1138	1391	1631	43
CRV 108B	CRV 108BE	137	153	930	1140	1393	1633	43
CRV 108C	CRV 108CE	149	169	938	1148	1401	1641	43
CRV 108D	CRV 108DE	158	177	942	1152	1405	1645	43
CRV 110B	CRV 110BE	166	186	1013	1223	1507	1747	52
CRV 110C	CRV 110CE	180	202	1013	1223	1507	1747	52
CRV 110D	CRV 110DE	190	213	1017	1227	1511	1751	52
CRV 206A	CRV 206AE	203	227	1305	1642	2152	2531	62
CRV 206B	CRV 206BE	215	241	1305	1642	2152	2531	62
CRV 206C	CRV 206CE	233	261	1310	1647	2157	2536	62
CRV 206D	CRV 206DE	247	277	1330	1667	2177	2556	62
CRV 208A	CRV 208AE	260	291	1512	1849	2421	2800	80
CRV 208B	CRV 208BE	276	309	1517	1854	2426	2805	80
CRV 208C	CRV 208CE	299	335	1537	1874	2446	2825	80
CRV 208D	CRV 208DE	317	355	1555	1892	2464	2843	80
CRV 210B	CRV 210BE	333	373	1678	2015	2649	3028	99
CRV 210C	CRV 210CE	361	404	1689	2035	2669	3048	99
CRV 210D	CRV 210DE	383	429	1716	2053	2687	3066	99
CRV 308A	CRV 308AE	391	438	2011	2469	3367	3880	118
CRV 308B	CRV 308BE	414	464	2011	2469	3367	3880	118
CRV 308C	CRV 308CE	450	504	2024	2482	3380	3893	118
CRV 308D	CRV 308DE	477	534	2061	2519	3417	3930	118
CRV 310B	CRV 310BE	500	560	2261	2719	3711	4224	146
CRV 310C	CRV 310CE	543	608	2261	2719	3711	4224	146
CRV 310D	CRV 310DE	575	644	2298	2756	3748	4261	146
CRV 408C	CRV 408CE	600	672	2584	3154	4386	5024	155
CRV 408D	CRV 408DE	636	712	2629	3199	4431	5069	155
CRV 410B	CRV 410BE	667	747	2881	3451	4808	5446	193
CRV 410C	CRV 410CE	724	811	2906	3476	4833	5471	193
CRV 410D	CRV 410DE	767	859	2951	3521	4878	5516	193
CRV 608A	CRV 608AE	781	875	3557	4356	6260	7169	235
CRV 608B	CRV 608BE	829	928	3557	4356	6260	7169	235
CRV 608C	CRV 608CE	899	1007	3583	4382	6286	7195	235
CRV 608D	CRV 608DE	953	1067	3657	4456	6360	7269	235
CRV 610B	CRV 610BE	1000	1120	4057	4856	6947	7856	291
CRV 610C	CRV 610CE	1085	1215	4057	4856	6947	7856	291
CRV 610D	CRV 610DE	1150	1288	4131	4930	7021	7930	291
CRV 808C	CRV 808CE	1200	1344	4613	5615	8205	9343	310
CRV 808D	CRV 808DE	1272	1425	4703	5709	8295	9433	310
CRV 810B	CRV 810BE	1334	1494	5207	6209	9049	10187	385
CRV 810C	CRV 810CE	1448	1622	5207	6259	9099	10237	385
CRV 810D	CRV 810DE	1535	1719	5347	6349	9189	10327	385

MODELE CAM

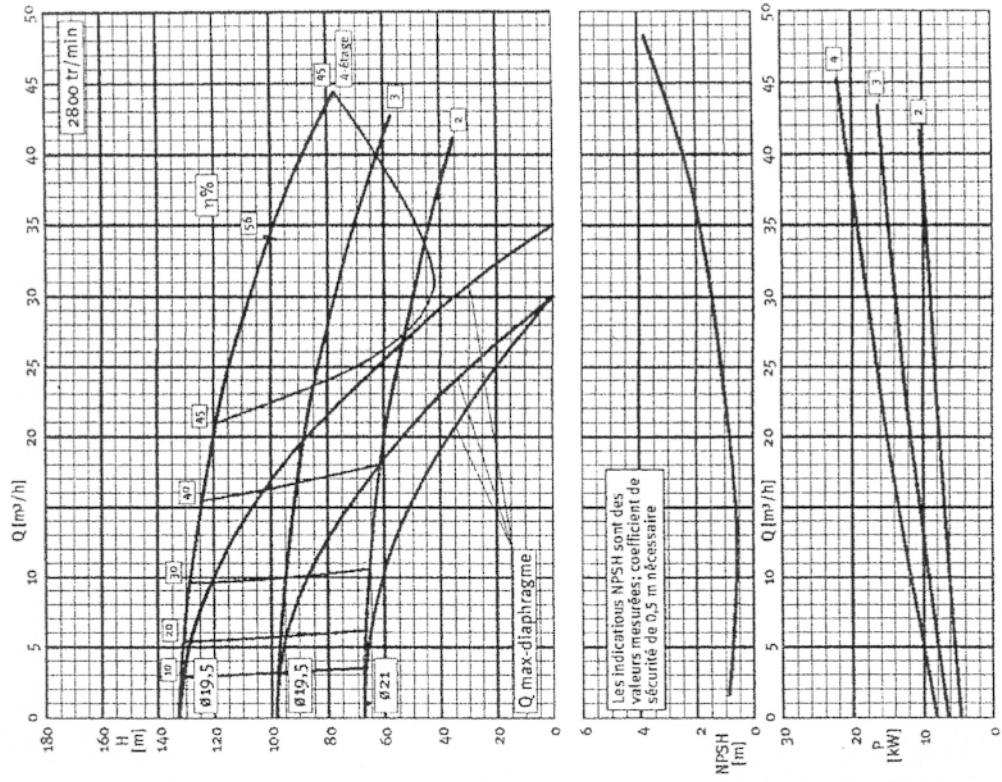
H (en m de colonne de liquide)

ANNEXE 16 LES POMPES DE FLUIDE FRIGORIGÈNE NH3

Courbe caractéristique CAM 1



Courbe caractéristique CAM 3



Examen ou concours : _____ Série* : _____

Spécialité/Option : _____

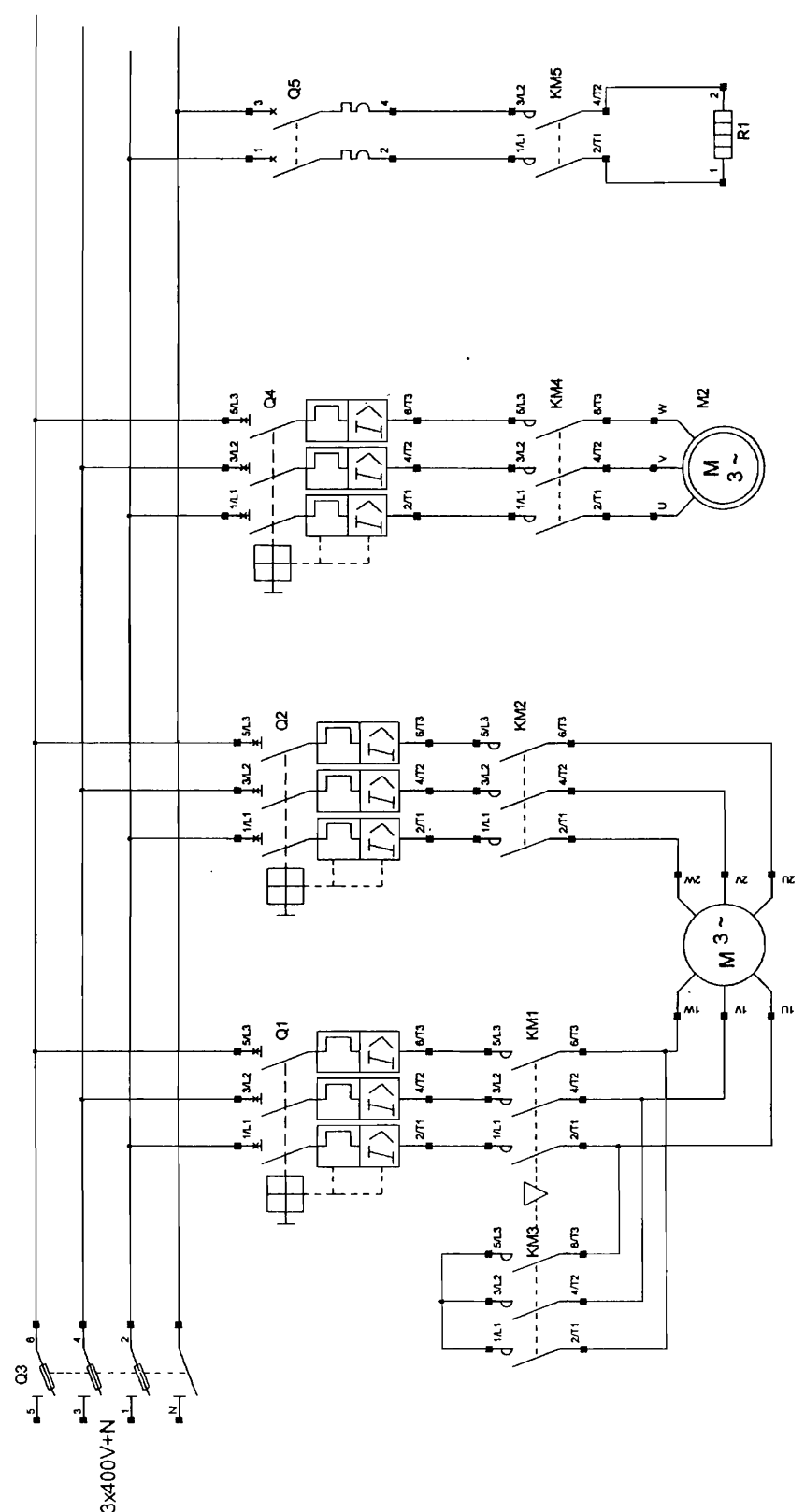
Repère de l'épreuve : _____

Épreuve/sous-épreuve : _____
 (Préciser, suivi s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

ANNEXE 17

QUATRIEME PARTIE :



résistance chauffante

moteur pompe

moteur 2 vitesses - type Dahlander

Examen ou concours : _____ Série* : _____
 Spécialité/Option : _____
 Repère de l'épreuve : _____
 Épreuve/sous-épreuve : _____
 (Préciser, suivi s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

ANNEXE 18 à rendre avec la copie
QUATRIEME PARTIE : DOCUMENT RÉPONSE

