

# CORRIGE

**Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.**

## MISE EN SITUATION

On vous propose d'étudier le projet de construction d'un bâtiment industriel et de bureau.

Le présent projet a pour objet l'étude des installations de chauffage, sanitaire, climatisation et ventilation.

### Chauffage - climatisation bureaux

Le chauffage des bureaux sera réalisé à partir de 2 chaudières à ventouse pilotées en cascade en fonction de la température extérieure. Le circuit de distribution alimentera des ventilo-convecteurs à une seule batterie avec thermostat de régulation. En option, il sera prévu un groupe de production d'eau glacée.

### Chaudières

Chaudière murale à ventouse

Type : GVM 5-20      Puissance : 24 Kw

Echangeur à eau chaude incorporé, expansion, soupape de sécurité, tableau de commande, purgeur automatique, extracteur des gaz brûlés, allumage électronique.

### Expansion

Les chaudières sont équipées de soupapes et de vase d'expansion individuel.  
En complément il sera installé un vase d'expansion complémentaire

FLEXCON 18/1

### Production d'eau glacée

Groupe de production d'eau glacée CIAT Type : LJ 100      Puissance électrique = 1.1 kW

Puissance frigorifique 26.9 Kw – eau 7/12 °C – air 32 °C

Raccordement aux canalisations par raccords antivibratiles, plots supports antivibratiles.

Vases d'expansion FLEXCON 18/1

### Températures

Température extérieure de base = -12 °C

Température intérieure sèche résultante en régime continu :

Atelier = 18 °C ; Bureaux = 20 °C ; Vestiaires = 20 °C ; Sanitaires = 18 °C

## B.E.P. E.T.E. DOMINANTES INSTALLATIONS THERMIQUES

### EPREUVE EP2

#### DOCUMENTS REPONSES - THEMES

DR 1 / 10	Page de garde
DR 2 / 10	Aéraulique
DR 3 / 10	Thermique – hydraulique
DR 4 / 10	Electricité
DR 5 / 10	Lecture de plan
DR 6 / 10	Mode opératoire
DR 7 / 10	Schéma de principe hydraulique
DR 8 / 10	Combustion du gaz naturel
DR 9 / 10	Mise au point hydraulique
DR 10 / 10	Hydraulique - Electricité

#### CONSIGNES

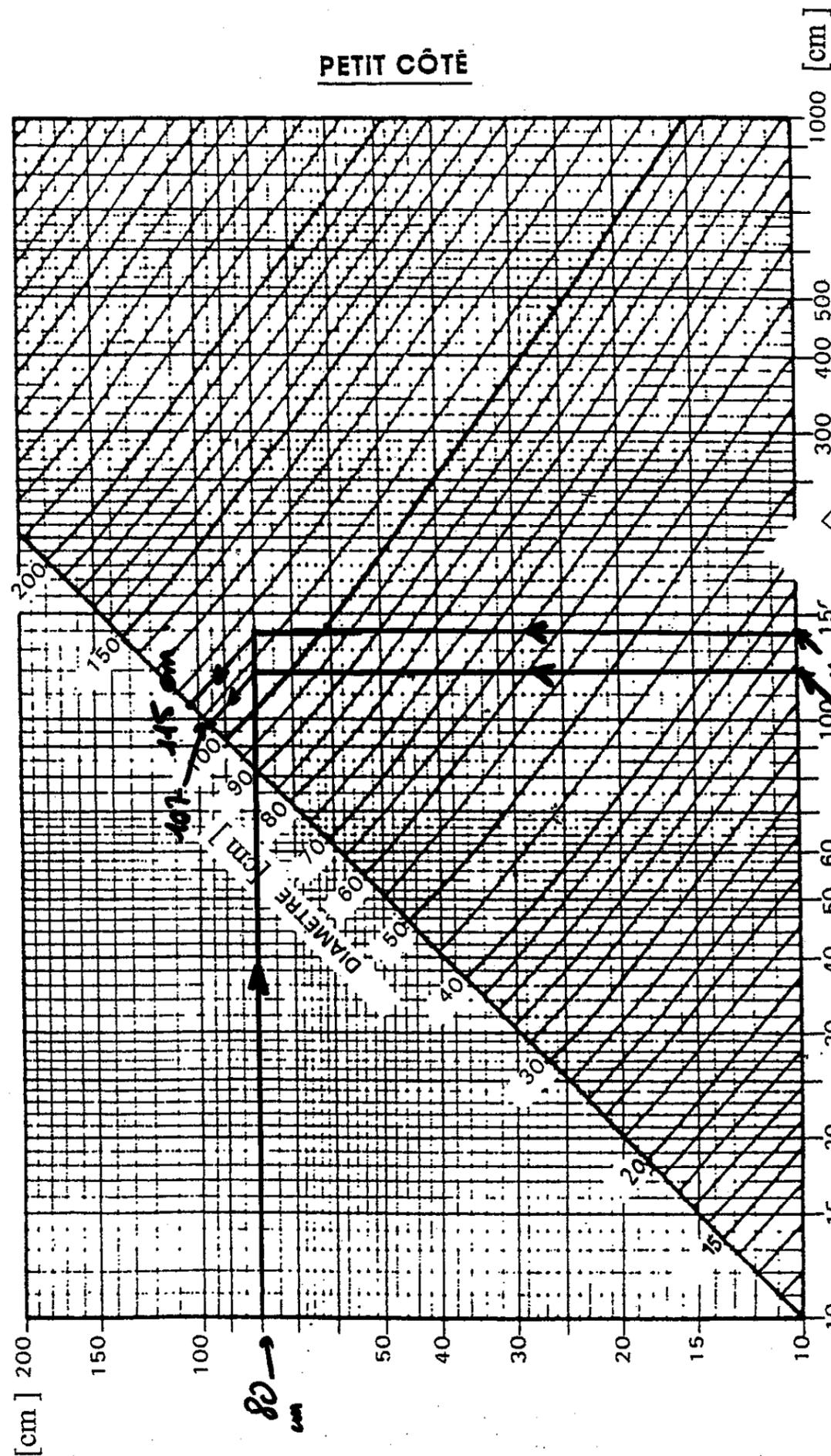
Tous les documents réponses sont à rendre dans l'ordre initial agrafés dans une copie d'examen anonymée.

Note :                    / 200

Note :                    / 20

Groupement académique "Est"	Session 2003	Corrigé	TIRAGES
B.E.P. Equipement Technique et Energie		CODE(S) EXAMEN(S) :	1/10
Dominante ; installations thermiques			
Épreuve : EP2 – Analyse d'un dossier et rédaction d'un mode opératoire			
partie A théorique (20 points)	Durée : 4h00	Coef : 6	

diagramme de transformation  
des gaines rectangulaires en gaines circulaires  
à pertes de charges égales



**AÉRAULIQUE**

**Mise en situation :**

Nous voulons vérifier le dimensionnement du réseau de distribution des gaines du groupe frigorifique.

**ON DONNE:**

- Le diagramme de transformation ci-contre
- Le schéma de raccordement du groupe frigorifique DT 3/5
- La formule de calcul, ci-dessous

Formule du débit :  $Q_v = S \times U$

$Q_v$  : Débit volumique [m<sup>3</sup>/s]  
 $S$  : Section [m<sup>2</sup>]  
 $U$  : Vitesse [m/s]

**ON DEMANDE:**

1°) Calculer les vitesses d'écoulement de l'air : / 8 pts

a) Dans la gaine de rejet d'air

• l x h : 1400 x 800 avec  $Q_v = 10000 \text{ m}^3/\text{h}$

$$S = 1,4 \times 0,8 = 1,12 \text{ m}^2$$

$$U = \frac{Q_v}{S} = \frac{10000}{1,12 \times 3600} = 2,48$$

U = 2,48 m/s

b) Dans la gaine d'aspiration

• l x h : 1200 x 800 avec  $Q_v = 10000 \text{ m}^3/\text{h}$

$$S = 1,2 \times 0,8 = 0,96 \text{ m}^2$$

$$U = \frac{Q_v}{S} = \frac{10000}{0,96 \times 3600} = 2,89$$

U = 2,89 m/s

2°) Transformer une gaine rectangulaire en gaine circulaire / 8 pts  
 Faire apparaître vos solutions sur le diagramme ci-contre.

Gaine rectangulaire: 1400 x 800 → Gaine circulaire :  $\varnothing = 115 \text{ mm}$

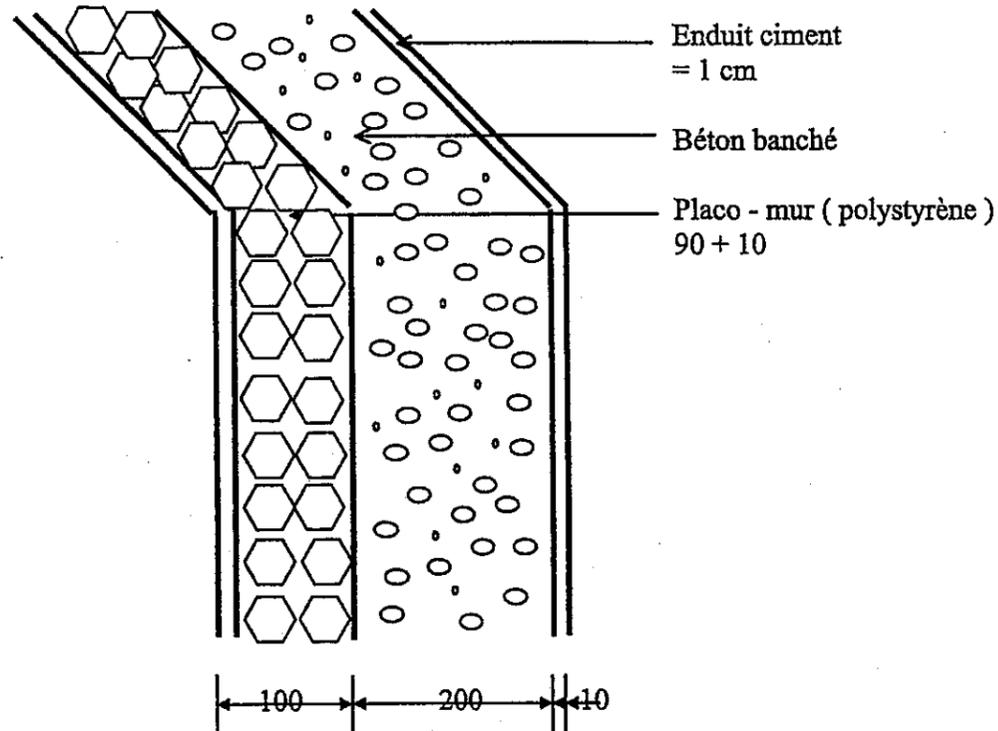
Gaine rectangulaire: 1200 x 800 → Gaine circulaire :  $\varnothing = 107 \text{ mm}$   
 108

## THERMIQUE

### Mise en situation :

Afin de déterminer les déperditions et les apports de chaleur du bâtiment, il est nécessaire de calculer le coefficient surfacique du mur extérieur

- ON DONNE :**
- Des extraits du D.T.U. « K » DT : 2 / 5
  - La composition de la paroi extérieure des bureaux.



- ON DEMANDE :** - De calculer le coefficient « K » de cette paroi. / 10 pts

- ON EXIGE:** - Une précision à 2 chiffres après la virgule.

Tableau de calcul

COMPOSANTS	Ep [m]	$\lambda$ [w/m]	R [m <sup>2</sup> x°c/w]
Enduit	0,01	1,15	0,00869
Béton	0,20	1,75	0,1142
Isolant	0,09	0,045	2
Placo-Plâtre	0,01	0,35	0,0285
1/hi + 1/he	-----	-----	0,17
<b>R totale</b>			<b>2,32</b>

Formule :  $R = \frac{e}{\lambda}$

$1/R = K =$  **0,43** [w / m<sup>2</sup>x°c]

**CORRIGE**

## HYDRAULIQUE

### Mise en situation :

L'étude porte sur le dimensionnement et le choix du circulateur du réseau de distribution sachant que :

- La somme des pertes de charge ( Pdc ) du circuit le plus défavorisé = 3.5 mCE
- Le débit du circuit = 0.8 m<sup>3</sup>/h

### ON DONNE :

- Le schéma de principe hydraulique [ DR 5 / 5 ]
- Un abaque de circulateur ci- dessous

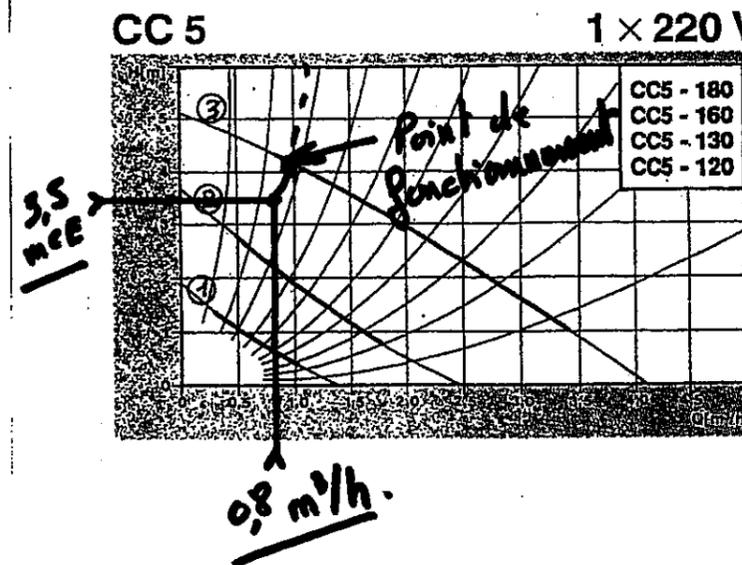
### ON DEMANDE :

- 1°) Déterminer le point de fonctionnement du circulateur. / 5 pts
- 2°) Donner son type et sa vitesse de rotation. / 3 pts
- 3°) Indiquer la puissance absorbée par le circulateur. / 2 pts

### ON EXIGE :

- Des tracés précis à l'encre.

CIRCULATEUR		
Type	Vitesse	Puissance
<b>..CC.5.</b>	<b>.... 3 ....</b>	<b>... 95 .w .</b>



**Données électriques 1 x 220 V**

Type	Vitesse	Puis. abs. (W)	In (A)	tr/mn	Cond.
CC5	1	40	0,18	650	2 $\mu$ F 400 V
	2	65	0,32	1050	
	3	95	0,42	1700	

**CORRIGE**

# ELECTRICITE

## Mise en situation :

Le moteur du groupe frigorifique CIAT a les caractéristiques électriques suivantes :

P: 1.1 kW - U: 230 V / 400 V triphase - cos φ: 0.8

On désire étudier sa mise en service.

- a) Le réseau étant en 400 V triphasé, quel sera le couplage à réaliser. / 4 pts  
(Entourer la bonne réponse).

Aucun couplage n'est nécessaire	Couplage étoile	Couplage triangle
---------------------------------	-----------------	-------------------

- b) Sélectionner dans le tableau ci-dessous : (Entourer votre sélection). / 8 pts

- Le relais thermique nécessaire.
- Les fusibles à monter dans le sectionneur.

Puissance normalisées des moteurs triphasés 50/60 Hz en catégorie AC3					Fusibles à associer au relais choisi		Pour montage direct sous contacteur	Zone de réglage du relais	Référence	Masse
230v	400V				600v	TYPE	LC1-	A		
kW	kW	kW	kW	kW	aM	gl				
*	*	*	*	*	0.25	-	D09 à D32	0.1 à 0.16	LR1-D09301A65	0.120
*	*	*	*	*	0.50	-	D09 à D32	0.16 à 0.25	LR1-D09302A65	0.120
*	*	*	*	*	1	2	D09 à D32	0.25 à 0.40	LR1-D09303A65	0.120
*	*	*	*	0.37	1	2	D09 à D32	0.40 à 0.63	LR1-D09304A65	0.120
*	*	*	*	0.55	2	4	D09 à D32	0.63 à 1	LR1-D09305A65	0.120
0.75										
*	0.37	*	0.55	1.1	2	4	D09 à D32	1 à 1.6	LR1-D09306A65	0.120
*	0.55		0.75							
0.37	0.75	1.1	<b>1.1</b>	1.5	<b>4</b>	6	D09 à D32	1.6 à 2.5	LR1-D09307A65	0.120
0.55	1.1			2.2						
0.75	1.5	1.5	1.5	3	6	10	D09 à D32	2.5 à 4	LR1-D09308A65	0.120
1.1	2.2	2.2	2.2	4	8	16	D09 à D32	4 à 6	LR1-D09310A65	0.120
3 3										
1.5	3	3.7	3.7	5.5	12	20	D09 à D32	5.5 à 8	LR1-D09312A65	0.120
2.2	4	4	4	7.5	12	20	D09 à D32	7 à 10	LR1-D09314A65	0.120
3	5.5	5.5	5.5	10	16	25	D09 à D32	10 à 13	LR1-D12316A65	0.120
4	7.5	9	9	15	20	32	D09 à D32	13 à 18	LR1-D16321A65	0.120
5.5	11	11	11	18.5	25	50	D09 à D32	18 à 25	LR1-D25322A65	0.120
7.5	15	15	15	-	40	63	D09 à D32	23 à 32	LR1-D32353A65	0.300
-	15	15	-	-	40	80	D09 à D32	28 à 40	LR1-D32355A65	0.300
7.5	15	15	15	22	40	63	D40,D50,D63	23 à 32	LR1-D40353A65	0.340
10	18.5	22	22	30	40	80	D40,D50,D63	30 à 40	LR1-D40355A65	0.340
11	22	25	25	37	63	100	D40,D50,D63	38 à 50	LR1-D63357A65	0.340
15	25	30	30	45	63	100	D40,D50,D63	48 à 57	LR1-D63359A65	0.340
18.5	30	37	37	55	63	100	D40,D50,D63	57 à 66	LR1-D63361A65	0.340

CORRIGE

- c) Déterminer l'intensité nominale (In) en ligne. (Rappel :  $P = U \times I \times \sqrt{3} \cdot \cos \phi$ ).

Intensité nominale en ligne :  $In = 1.98$  Ampères / 3 pts

- d) Donnez la plage réglage du RT / 3 pts

Plage de réglage : ... 1,6 ... à ... 2,5

- e) Donnez la valeur du réglage du RT / 3 pts

Intensité réglée = ... 2 ... Ampères

- f) Rôle du relais thermique / 3 pts

... Protéger le moteur contre les surintensités dues à une surcharge, coupure d'une phase, déséquilibre du réseau.

- g) Préciser le type de cartouches fusibles à mettre en œuvre. / 2 pts

... Cartouches fusibles de type aM

- h) Quelle est la fonction des fusibles placés dans le sectionneur / 2 pts

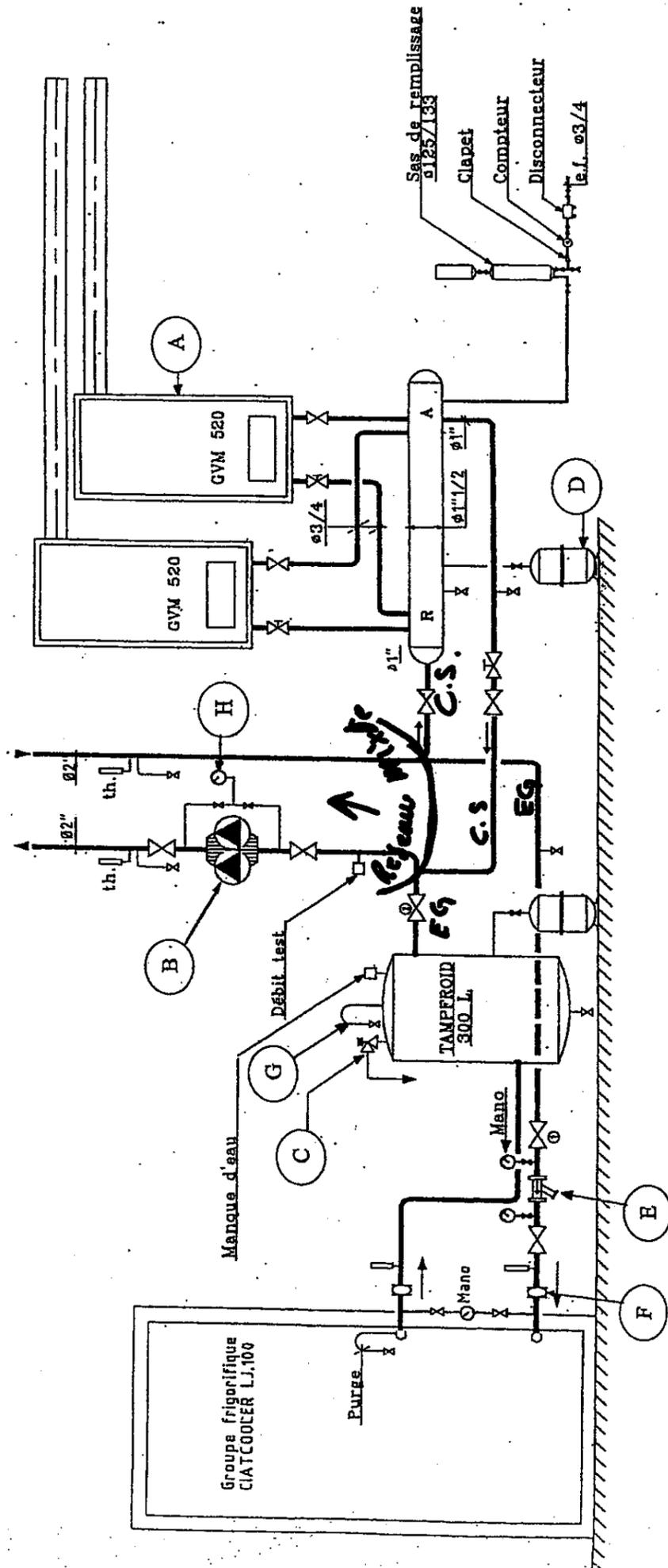
Entourer la bonne réponse	
Protéger le moteur contre les surcharges	Protéger les conducteurs contre le risque d'incendie en cas de court circuit

- i) Que se passe-t-il au niveau du moteur, si un fusible du sectionneur est hors service : (Entourer la bonne réponse) / 2 pts

Solution 1	Solution 2	Solution 3
Le moteur fonctionne normalement	Le moteur s'arrête immédiatement	Le moteur s'arrête après action du RT

CORRIGE

**SCHEMA DE PRINCIPE HYDRAULIQUE**



**CORRIGE**

**LECTURE DE PLAN**

**Mise en situation :**

Nous désirons analyser le principe de fonctionnement de l'installation hydraulique, il est nécessaire de bien identifier les différents composants.

**ON DONNE :**

- Le schéma de principe hydraulique ci-contre

**ON DEMANDE :**

- De nommer les différents appareils repérés par des lettres .
- De repasser les différents réseaux en couleurs

**ON EXIGE :**

- Une terminologie technique.
- Un surlignage net et précis.

1°) Nommer les différents appareils repérés par les lettres.

/ 8 pts

- |                                       |                                   |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| A : ... CHAUDIERE .....               | B : .. Double.. Circulateur ..... |
| C : .. Soupape.. de.. Sécurité .....  | D : .. Vase.. d'expansion .....   |
| E : ... Filtre .....                  | F : .. Anti..Vibratils .....      |
| G : .. Purge.. d'air.. manuelle ..... | H : .. Manometre .....            |

2°) Repasser les différents réseaux en couleur, sur le plan ci-contre, en respectant le code ci-dessous.

/ 6 pts

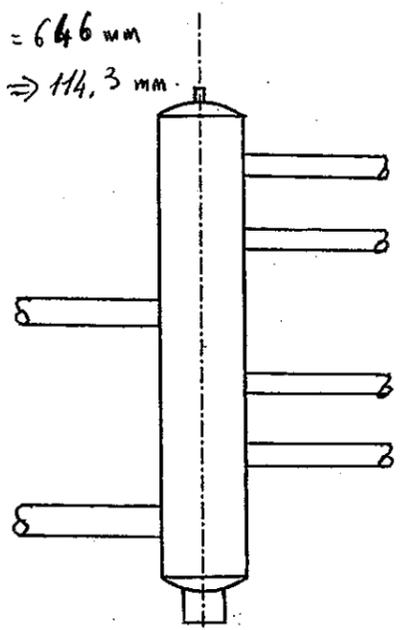
Réseau chauffage seul : en rouge

Réseau eau glacée seul : en bleu

Réseau mixte eau glacée et chauffage : en vert

**CORRIGE**

## MODE OPERATOIRE

Caractéristiques de la bouteille	Schéma de la bouteille
<p><b>CIRCUIT PRIMAIRE</b></p> <p>- Ø aller : <math>(26,9 \times 2,3)</math> 2 fois</p> <p>- Ø retour : <math>(26,9 \times 2,3)</math> 2 fois</p> <p><b>CIRCUIT SECONDAIRE</b></p> <p>- Ø aller : <math>33,7 \times 2,9</math></p> <p>- Ø retour : <math>33,7 \times 2,9</math></p> <p><b>BOUTEILLE</b></p> <p>- Ø bouteille : <math>3 \times 34 = 102 \Rightarrow 114,3 \times 36</math></p> <p>- Ø vidange : <math>50/60 = 60,3 \times 3,2</math></p>	<p><math>H = 19 \times 34 = 646 \text{ mm}</math></p> <p><math>\phi = 3 \times 34 \Rightarrow 114,3 \text{ mm}</math></p> 

**ON DONNE:**

- Schéma de principe hydraulique DT 4/5
- Caractéristiques d'une bouteille de mélange DT 4/5

**ON DEMANDE:**

Sur le document réponse : DR 3/6

1°) Modifier le raccordement hydraulique de la chaufferie, en installant:  
Sur la partie chauffage, / 15 pts

- Une bouteille casse-préssion verticale
- Un vase d'expansion
- Un jeu de vannes pour isoler la production de chaleur

Et raccorder le réseau d'eau glacée. / 5 pts

**CORRIGE**

**PHASES DE REALISATION**

- (1 x 60,3  $\Rightarrow$  100 mm fileté)
- 1°) Débiter les piquages de tube (1 x 114,3  $\Rightarrow$  646) - (2 x 33,7  $\Rightarrow$  200) - (4 x 26,9  $\Rightarrow$  200 mm)
  - 2°) Tracer l'emplacement des 6 piquages -
  - 3°) Découper à la scie cloche - (4 piquages en 24) et (2 piquages en 32)
  - 4°) Tracer et découper le piquage de la purge d'air sur le fond à souder -
  - 5°) Souder un manchon lisse  $\phi$  1/2" sur le fond à souder -
  - 6°) Tracer et découper le piquage de la vidange sur le fond à souder -
  - 7°) Souder la manchette fileté à une extrémité sur le fond à souder -
  - 8°) Souder les fonds sur la bouteille, la purge en haut, la vidange en bas -
  - 9°) Pointer les piquages du primaire, prévoir les chuffs de retrait -
  - 10°) Souder les piquages du primaire, prévoir les chuffs de retrait -
  - 11°) Pointer les piquages du secondaire, puis les aligner et les équarrer -
  - 12°) Souder les piquages de secondaire, prévoir les chuffs de retrait -
- Nettoyer la pièce, brasser les soudures, ébavurer les extrémités.

Sur le document réponse : Ci-contre

2°) Définir les dimensions de la bouteille / 7 pts

3°) Dessiner la bouteille à l'échelle 1/10<sup>ème</sup> / 13 pts

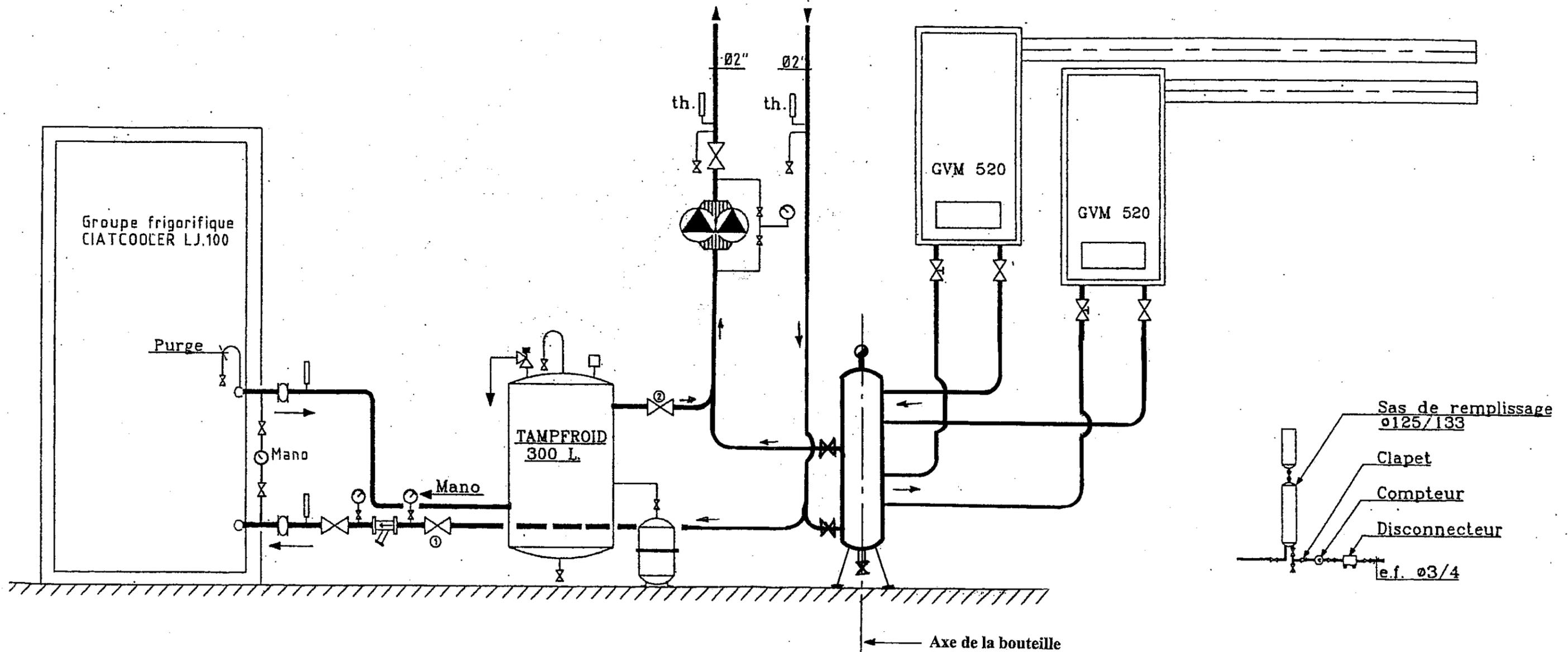
4°) Donner le mode opératoire pour la fabrication de la bouteille / 20 pts  
Prévoir 20 cm de tube sur chacune des canalisations de circulation

puis les aligner et les équarrer.

**CORRIGE**

CORRIGE

### SCHEMA DE PRINCIPE HYDRAULIQUE



CORRIGE

## LA COMBUSTION

### Mise en situation:

L'étude porte sur la mise au point de la combustion des chaudières murales en fonction des contraintes d'installation liées à la situation géographique

### ON DONNE :

- La puissance de la chaudière.
- Les formules de calcul des débits de gaz ci-dessous.

#### Débit de gaz normal

$$q_{vn} = \frac{P}{PCI \times 0.9}$$

q<sub>vn</sub> : Débit volumique normal

P : Puissance de la chaudière P = 24 kW

PCI : Pouvoir calorifique inférieur du gaz naturel

Prendre comme PCI gaz naturel : 10,35 [kWh / m<sup>3</sup>(n)]

#### Débit de gaz réel

$$Q_{vr} = \frac{P_{atm}}{P_{abs}} \times \frac{T_{abs}}{T_0} \times q_{vn}$$

Les données climatiques suivantes :

- Altitude de l'installation = 500 [m] P<sub>atm</sub> = 955 mbar
- Altitude = 0 [m] P<sub>atm</sub> = 1013 mbar
- Température du gaz = 15 [°C]
- Pression de distribution = 22 [mbar]
- Température de référence : T<sub>0</sub> = 273 °K

### ON DEMANDE :

- 1°) De calculer le débit de gaz normal.
- 2°) De calculer le débit de gaz réel.
- 3°) D'écrire l'équation de la combustion complète du gaz naturel.
- 4°) D'écrire l'équation d'une combustion incomplète du gaz naturel.

### ON EXIGE :

- L'écriture de tous les débits de gaz en [ dm<sup>3</sup>/h ]

1°) Calculer le débit de gaz normal.

/ 6 pts

$$q_{vn} = \frac{24}{10,35 \times 0,9} \quad q_{vn} = 25,76 \text{ [dm}^3/\text{h]}$$

2°) Calculer le débit de gaz réel.

/ 6 pts

On prendra :

Pression absolue du gaz et température absolue du gaz:

$$P_{abs} = 955 + 22$$

$$T_{abs} = 273 + 15$$

$$P_{abs} = 977 \text{ [mbar]}$$

$$T_{abs} = 288 \text{ [K]}$$

Débit de gaz réel

$$q_{vr} = \frac{1013}{977} \times \frac{288}{273} \times 25,76$$

$$q_{vr} = 1,0368 \times 1,0549 \times 25,76 = 28,17 \text{ [dm}^3/\text{h]}$$

3°) Ecrire et équilibrer la réaction chimique de la combustion du gaz naturel

sachant que le résultat contient du dioxyde de carbone et de l'eau.

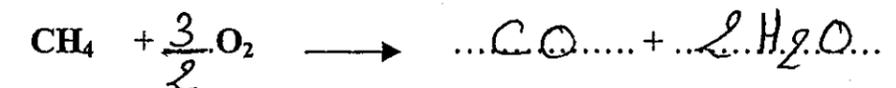
/ 4 pts

Formule chimique du gaz naturel : CH<sub>4</sub>



4°) Ecrire et équilibrer la réaction chimique incomplète du gaz naturel par défaut

d'air, sachant que le résultat contient du monoxyde de carbone et de l'eau. / 4 pts



# HYDRAULIQUE

**Mise en situation :** Nous désirons effectuer la mise au point hydraulique du circulateur et de l'installation.

**ON DONNE :**

- Un abaque de circulateur ci-dessous
- Un schéma de principe d'installation ci-contre
- Un abaque de vanne de réglage.

DT 5 / 5

**ON DEMANDE :**

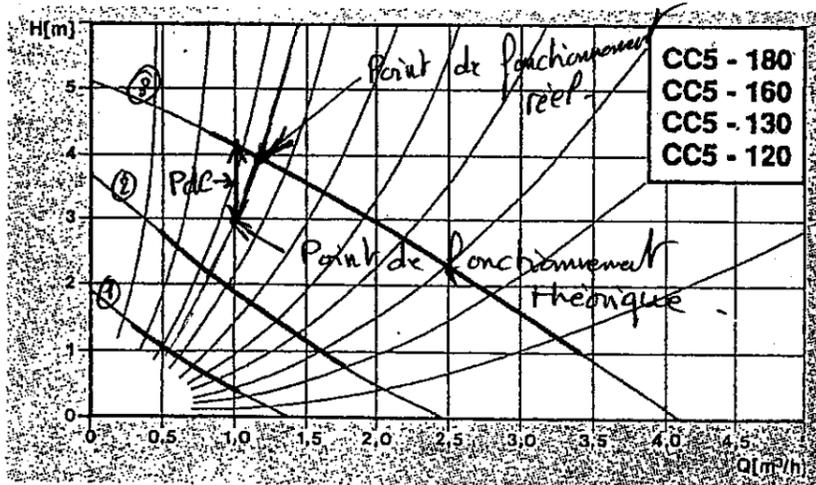
De régler le débit du circulateur sachant que les caractéristiques du circulateur de l'installation sont :

- La Hauteur manométrique = 3.0 mCE
- Le débit du circuit = 1.0 m<sup>3</sup>/h

**ON EXIGE :**

- Des tracés précis à l'encre.

1°) Positionner le point de fonctionnement théorique sur le graphe ci-dessous / 2 pts



**Données électriques 1 x 220 V**

Type	Vitesse	Puis Abs (W)	In (A)	Tr/mn
CC5	1	40	0,18	650
	2	65	0,32	1050
	3	95	0,42	1700

2°) Positionner le point de fonctionnement réel et relever les données techniques suivantes? / 2 pts

- Débit dans l'installation = 1,2 m<sup>3</sup>/h → Vitesse ③
- Pertes de charges dans l'installation = 4 mCE

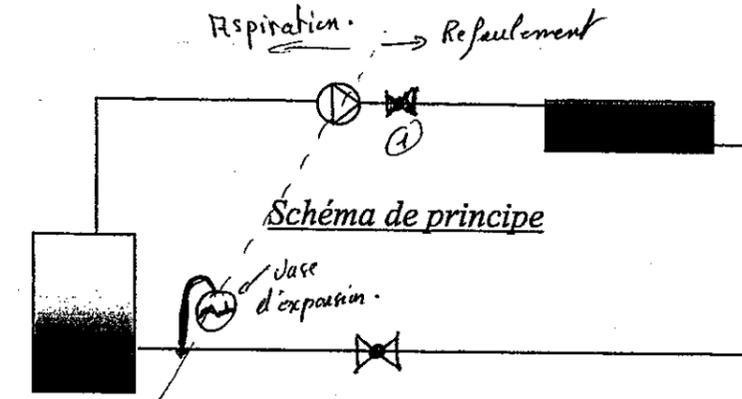
3°) Pour obtenir le débit correct de 1.0 m<sup>3</sup>/h dans l'installation, que faut-il faire? / 2 pts

*Il faut créer des pertes de charges à l'aide d'une vanne d'équilibrage.*

4°) Quelle Pdc supplémentaire faut-il créer pour conserver le débit correct de l'installation? / 2 pts  
Déterminer cette Pdc par lecture graphique

Pdc à créer = 1,2 mCE

5°) Dessiner sur le schéma de principe l'emplacement le plus judicieux de la vanne de réglage. / 2 pts



*La vanne doit être positionnée au refoulement du circulateur.*

6°) Donner les caractéristiques manquantes de la vanne de réglage pour la mise au point correcte de cette installation. DT 5 / 5 / 4 pts

Type : STAD

Ø: DN 20

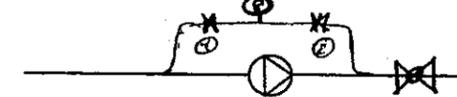
Kv = 2,3 = 2,95

Position d'ouverture de la vanne : 2,6...Tours

7°) Afin de pouvoir vérifier réellement sur l'installation les données techniques précédentes

a) Donner l'équipement à installer qui permet de vérifier la hauteur manométrique du circulateur / 2 pts  
*La vanne STAD, permet la mesure du débit. Il faut 1 manomètre pour la mesure des pressions*

b) Dessiner cet équipement sur le schéma ci-dessous / 2 pts



c) Décrire en quelques lignes les opérations de mesures à effectuer / 2 pts

*Mesurer le débit avec le calculateur branché sur la vanne STAD... Calculer la H.M. du circulateur par différence entre la pression de refoulement et la pression d'aspiration... P.R. => Vanne Ouverte... P.A. => Vanne ① ouverte + Vanne ② fermée*

**CORRIGE**

# HYDRAULIQUE

**Mise en situation:**

Afin de pouvoir assurer un mélange sur le circuit de distribution, il est nécessaire d'installer une vanne 3 voies.

**ON DONNE :**

- Le schéma de principe ci-dessous
- Le graphique ci-dessous

**ON DEMANDE:**

De déterminer le diamètre de la vanne 3 voies sachant que les caractéristiques de l'installation sont :

- Pdc chaudière : 75 mmCE
- Pdc tuyauteries : AB = 10 mmCE CD = 15 mmCE
- Débit du circuit = 0.8 m<sup>3</sup>/h

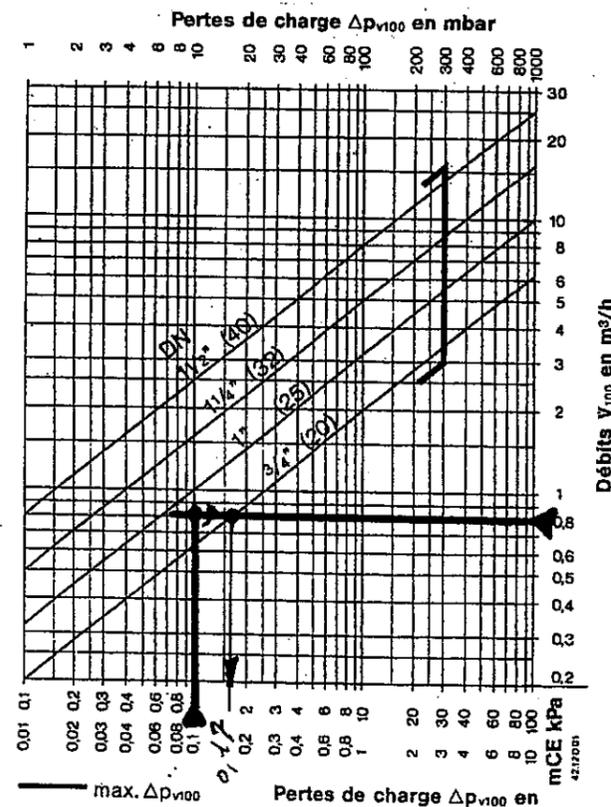
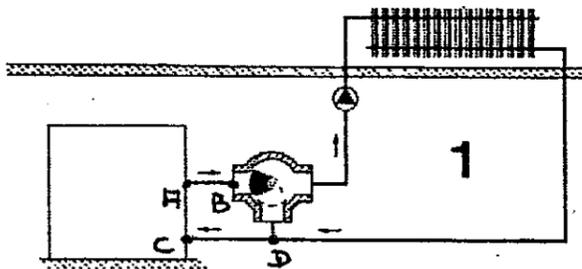
**ON EXIGE:**

- Un calcul détaillé
- Un tracé précis sur le graphique

**CORRIGE**

**GRAPHIQUE**

**SCHEMA DE PRINCIPE**



1°) Déterminer le Ø de la vanne 3 voies

Rappel : **Pdc V3v ≥ Pdc du circuit dérivé**

$Pdc V3V \geq \dots 75 + 10 + 15 \dots = 100 \dots mmCE$      $Pdc V3V \geq 0,1 mCE$     /2 pts

2°) Tracer à l'encre sur le graphique le choix du Ø de la vanne 3 voies.    /6 pts

$\varnothing = 17,5$     Pdc réelle de la V3V = 0,17 mCE

3°) Colorier en couleur sur le schéma de principe, la portion du circuit ou le débit reste constant quelque soit la position de la vanne 3 voies.    /2 pts

# ELECTRICITE

**Mise en situation :**

Afin de pouvoir effectuer la maintenance et le dépannage de cette chaudière, il est nécessaire de lire et décoder ces schémas électriques.

**ON DONNE :**

- Un schéma de câblage électrique
- Un schéma de principe électrique, ci-dessous

DT 5/5

**ON DEMANDE :**

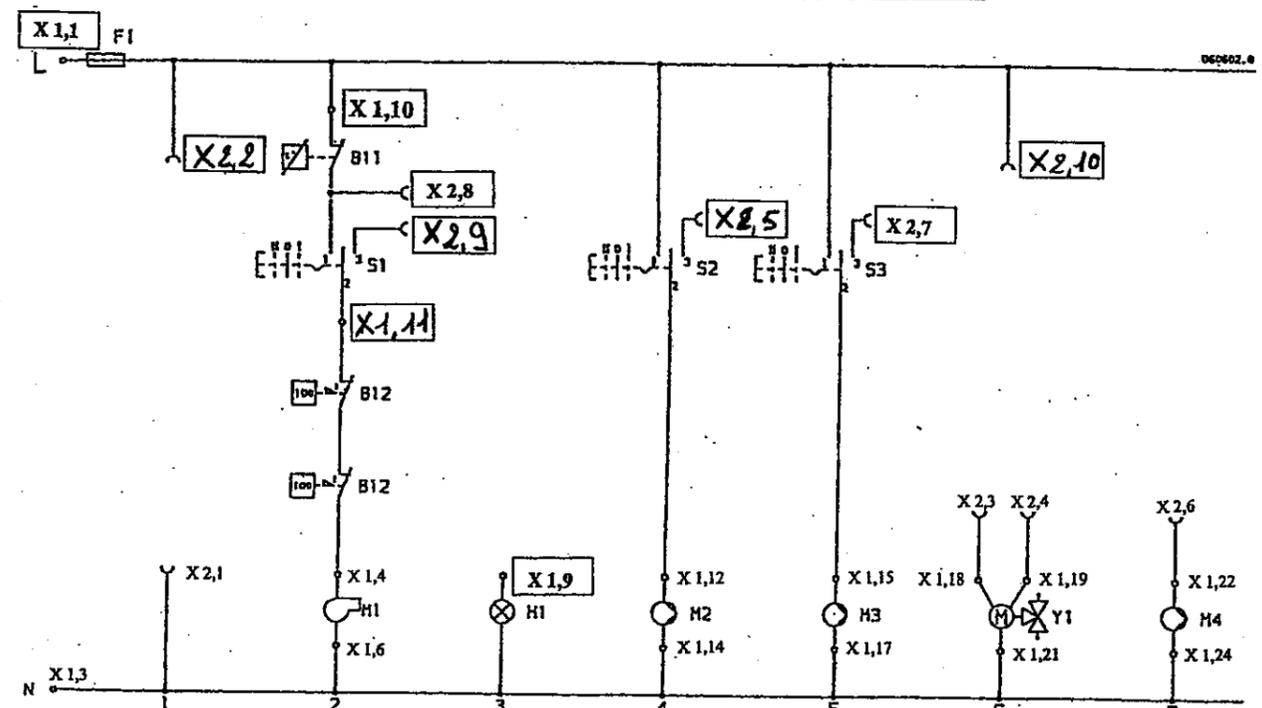
/ 10 pts

De compléter sur le schéma de principe le repérage des bornes manquantes. Ecrire dans les petits rectangles , exemples X 1,1 X 1,9

**ON EXIGE :**

- La même méthode de repérage que sur le reste du schéma.
- Chaque réponse est évaluée sur 2 points.

**SCHEMA DE PRINCIPE ELECTRIQUE**



B.E.P. Equipements Techniques. Energie  
Dominantes : Installations Thermiques  
EP 2 - Analyse d'un dossier et mode opératoire

**CORRIGE**

SESSION 2003

**CORRIGE 10 / 10**