

وزارة التربية الوطنية  
MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : Genie Mecanique

المدرسة الوطنية المتعددة التخصصات  
المكتبة - BIBLIOTHEQUE  
Ecole Nationale Polytechnique

# PROJET DE FIN D'ETUDES

## SUJET

Dimensionnement d'une Installation

De chauffage

HALL Industriel

Proposé par : Younisi

Etudié par : N. Houari

Dirigé par Younisi

PROMOTION

juillet 93

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التربية الوطنية  
MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : GENIE MECANIQUE

الدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
المكتبة - BIBLIOTHEQUE  
Ecole Nationale Polytechnique

# PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

DIMENSIONNEMENT  
D'UNE INSTALLATION  
DE CHAUFFAGE D'UN HALL

Proposé par : M. YOUNSI

Etudié par : M. HOUARI

Dirigé par M. YOUNSI

PROMOTION : JUILLET 1993

E.N.P. 10, Avenue Hacem Badi El-Harrach - ALGER

## REMERCIEMENTS

JE TIENS A REMERCIER TOUT D'ABORD  
MON PROMOTEUR MR YOUNSI POUR SON SERIEUX SA PONCTUALITE ET  
LES CONSEILS QU'IL M'A PRODIGUE .  
MR HALLI POUR SA SYMPATIE ET SES ENCOURAGEMENTS .  
TOUS LES ENSEIGNANTS QUI ONT CONTRIBUE A MA FORMATION  
KHEROUQUI A PRIS LE SOIN DE PHOTOCOPIER CE MEMOIRE.  
KARIM MAALEM LE PHOTOCOPIEUR.

DEDICACES

JE DEDIE CE MODESTE TRAVAIL A :

MON DEFUNT PERE .

MA MERE .

MA SOEUR AINEE " MARIE HUGUETTE "

MES FRERES ET SOEURS .

MA FAMILLE .

MES AMIS ET TOUT PARTICULIEREMENT A MUSTAPHA HADJ AISSA .

MA FUTURE FEMME QUE JE NE CONNAIS PAS ENCORE.

ET A TOUS CEUX QUI DE LOIN OU DE PRES M'ONT AIDE

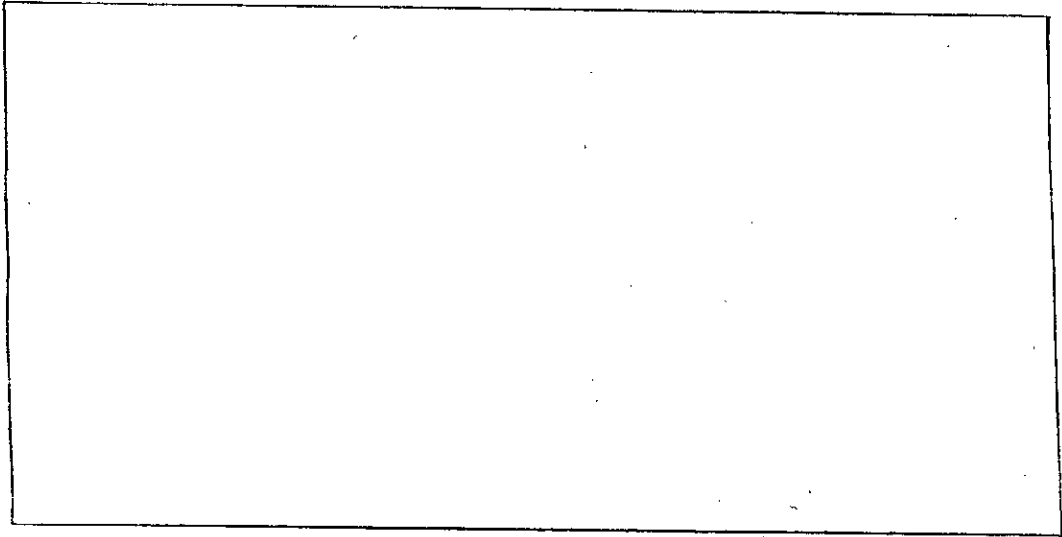
A ELABORER CE MEMOIRE .

M.HOUARI

CHEZ L'HOMME, C'EST LE PAPILLON

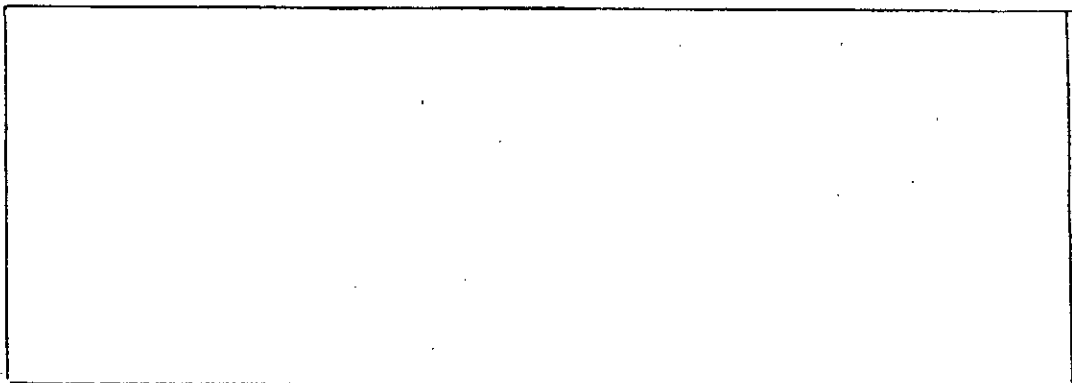
QUI DEVIENT....."VER"

- H.DE MONTHERLANT-



SUJET: DIMENSIONNEMENT D'UNE INSTALLATION  
DE CHAUFFAGE

RESUME: Ce travail consiste en le calcul des besoins d'un  
Hall industriel; L'adoption d'un système de chauffage adéquat  
et le dimensionnement des différents éléments de l'installation.  
Enfin, un système de régulation a été proposé.



# S O M M A I R E

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
المكتبة — BIBLIOTHEQUE  
Ecole Nationale Polytechnique

## CHAPITRE I : GENERALITES SUR LE TRANSFERT THERMIQUE

I	LA CONDUCTION.....	3
II	LA CONVECTION.....	4
III	LE RAYONNEMENT.....	4
IV	COEFFICIENT GLOBAL DE TRANSMISSION DE CHALEUR...	4

## CHAPITRE II : PRESENTATION DU PROJET

I	BUT DU PROJET.....	6
II	DIMENSION DU LOCAL.....	6
III	DESCRIPTION DU LOCAL.....	6

## CHAPITRE III : CALCUL DES BESOINS CALORIFIQUES

I	DEFINITION DES BESOINS CALORIFIQUES.....	10
I-1	LES PERTES CALORIFIQUES PAR TRANSMISSION.....	10
I-2	LES PERTES CALORIFIQUES PAR VENTILATION.....	10
II	DETERMINATION DES BESOINS CALORIFIQUES POUR LES PERTES PAR TRANSMISSION.....	11
II-1	PERTES CALORIFIQUES PAR TRANSMISSION.....	11
II-2	BESOINS CALORIFIQUES POUR LES PERTES PAR TRANSMISSION.....	12
II-2-1	LES MAJORATIONS.....	12
II-2-1-1	LE COEFFICIENT D.....	12
II-2-1-2	MAJORATION $Z_U$ .....	13
II-2-1-3	MAJORATION $Z_A$ .....	13
II-2-1-4	POSSIBILITES DE REGROUPEMENT DE $Z_U$ ET $Z_A$ .....	14
III	PARTIE CALCUL.....	15
III-1	CALCUL DES PERTES CALORIFIQUES PAR TRANSMISSION.....	15
III-2	CALCUL DES BESOINS CALORIFIQUES $Q_T$ .....	16
III-3	CALCUL DES PERTES PAR VENTILATION.....	16

V-2 DISPOSITION DES AEROTHERMES..... 32  
 V-3 CHOIX DE L'AEROTHERME..... 32  
 V-4 SCHEMA DE REPARTITION DES AEROTHERMES..... 33

VI PRECAUTIONS A PREVOIR..... 35

CHAPITRE V : CALCUL DU RESEAU DE TUYAUTERIES

I BASE DE CALCUL..... 37  
 I-1 CHUTE DE PRESSION DANS UN TRONCON PARTIEL..... 37  
 I-2 CONDUITE DE CALCUL..... 38  
     I-2-1 PROBLEME..... 38  
     I-2-2 SCHEMA DU RESEAU DE TUYAUTERIE..... 38  
 I-3 PARTIE DE CALCUL..... 39  
     I-3-1 DETERMINATION DE LA CONDUITE PRINCIPALE.... 39  
     I-3-2 CONDUITE PRINCIPALE..... 40  
         I-3-2-1 TABLEAU DE LA PERTE DE CHARGE  
             DANS LA CONDUITE PRINCIPALE..... 40  
         I-3-2-2 PERTES DE CHARGE DANS TOUTE  
             L'INSTALLATION..... 40  
         I-3-2-3 PUISSANCE DE LA POMPE..... 41  
     I-3-3 CONDUITE SECONDAIRE N°1..... 43  
     I-3-4 CONDUITE SECONDAIRE N°2 ET 2 BIS..... 46

CHAPITRE VI : LA REGULATION..... 48



## PRESENTATION DU TRAVAIL

Notre étude a pour but de dimensionner une installation de chauffage, nous avons donc, jugé utile de mettre l'accent sur les différents facteurs pouvant avoir une influence déterminante sur la qualité de l'installation du point de vue chauffage, confort, et aussi de celui rendement.

Dans le premier chapitre, nous avons exposé une idée sommaire sur les principaux modes de transferts thermiques.

Le deuxième chapitre portera sur la présentation du projet: dimensionnement, description...

Dans le troisième chapitre, nous avons développé le support théorique pour le calcul et la détermination exacte des besoins calorifiques.

Le quatrième chapitre a été consacré au chauffage à eau chaude basse température par pompes. Dans ce chapitre, on trouve aussi tout ce dont a besoin notre installation; les mesures de sécurité, les différents organes de cette installation.

Le cinquième chapitre concerne le calcul des pertes de charge, et le dimensionnement de la tuyauterie. A cet effet, une méthode de calcul de ces pertes de charge a été développée.

Le dernier chapitre portera sur la régulation de l'installation, pour assurer un fonctionnement automatique pendant la période de chauffage, et par la même occasion, nous avons proposé deux modes de régulation, qui trouvent à nos yeux une justification évidente, motivée par notre volonté d'améliorer le rendement de l'installation.

## INTRODUCTION

En raison de sa vulnérabilité, l'homme a toujours cherché à se créer un confort qui l'abriterait des hostilités d'un milieu extérieur agressif.

Le confort tant recherché est obtenu lorsque l'homme, qui désire éprouver une sensation de bien être, ne subit aucune gêne.

Dans le cas particulier du confort thermique, la température de l'ambiance dans laquelle se trouve l'homme a une très grande importance, et c'est de cette température que dépendra la valeur et qualité du confort.

Il est clair, qu'aucune activité humaine n'est insensible à une température basse de l'ambiance environnante, de ce fait le chauffage ne cessera d'être indispensable.

Dans notre projet on a cherché, en dimensionnant l'installation de chauffage, à procurer aux utilisateurs les conditions propices au confort qu'ils recherchent.

# CHAPITRE I

## GENERALITES SUR LE TRASFERT THERMIQUE

## CHAPITRE I

### GENERALITES SUR LE TRANSFERT THERMIQUE

Un corps chaud placé dans une ambiance plus froide perd de la chaleur par trois modes différents:

- Par conduction
- Par convection
- Par rayonnement

#### I. LA CONDUCTION :

La conduction est la transmission de chaleur entre les molécules d'un même corps ou de deux corps qui se touchent sans qu'il y ait aucun déplacement de matière .

Cette transmission de chaleur résulte directement du fait qu'il y ait un gradient de températures entre deux corps en contact ou entre les parois d'un même corps .

le flux de chaleur traversant un corps est :

- Proportionnel à l'écart de température et à un coefficient  $\lambda$  représentatif du matériau , appelé conductivité thermique .

- Inversement proportionnel à l'épaisseur du corps .

Pour une paroi plane dont les faces sont maintenues à des températures différentes  $\theta_1$  et  $\theta_2$ ; le flux qui la traverse est donné par la relation:

$$\phi = \frac{\lambda}{e} A(\theta_1 - \theta_2)$$

$\phi$  : Flux en [Kcal/h ]

$\lambda$  : Conductivité thermique [Kcal/m.h.°C]

$e$  : Epaisseur de la paroi [m ]

$A$  : Surface de la paroi .[ m<sup>2</sup>]

---

$$Q = \alpha_i S ( t_i - t_a )$$

$$\dot{Q} = \alpha_e S ( t_2 - t_e )$$

$$Q = \frac{\lambda}{\delta} S ( t_1 - t_2 )$$

On tire aisément la relation :

$$\dot{Q} = \left( \frac{1}{\alpha_i} + \frac{\lambda}{\delta} + \frac{1}{\alpha_e} \right)^{-1} S ( t_1 - t_e )$$

le groupement  $\left( \frac{1}{\alpha_i} + \frac{\lambda}{\delta} + \frac{1}{\alpha_e} \right)^{-1}$  est appelé coefficient global de transmission noté K.

$$\frac{1}{K} = \left( \frac{1}{\alpha_i} + \frac{\lambda}{\delta} + \frac{1}{\alpha_e} \right)$$

Pour une paroi composée de plusieurs couches d'épaisseur  $\delta_i$  et de coefficient de conductivité  $\lambda_i$ . Le coefficient K s'annonce comme suit :

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_i} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_e} \quad ( 1 )$$

Remarque :

les valeurs de ce coefficient sont tabulées pour différents matériaux de constructions voir [ 1 ]

$$- \alpha_i = 7 \quad \text{et} \quad \alpha_e = 20 \text{ Kcal/h.m}^2\text{°C} \quad [ 1 ]$$

## CHAPITRE II

### PRESENTATION DU PROJET

## CHAPITRE II

### PRESENTATION DU PROJET

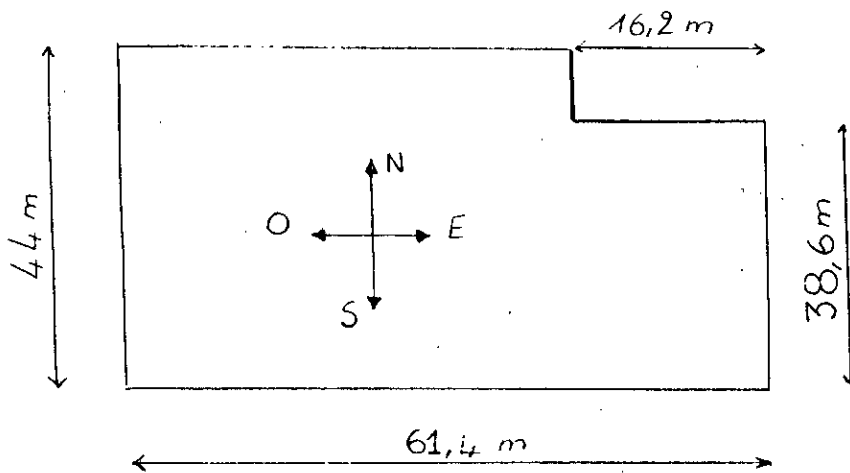
#### I BUT DU PROJET :

IL s'agit de chauffer un hall devant abriter des activités industrielles . La température à maintenir à l'intérieur du local étant de  $18^{\circ}\text{C}$  pour une température extérieure la plus défavorable de  $4^{\circ}\text{C}$  .

Le local se trouve dans la zone industrielle de ROUIBA .

Le local ne comporte aucun compartiment .

#### II DIMENSION DU LOCAL :



#### III DESCRIPTION DU LOCAL :

A l'intérieur du local on ne rencontre aucun compartiment.

Les éléments constitutifs de l'enveloppe extérieure sont les suivants:

##### 1 -Le plancher :

- Matériaux : dalle en béton .
- Epaisseur : 20 Cm
- Surface :  $2614,11 \text{ m}^2$



- Périmètre : 210,8 m
- Coefficient global de transmission  $K = 1.50 \text{ Kcal/h.m}^2\text{°C}$  [1]

## 2 - La toiture :

Elle <sup>est</sup> constituée en coque M [4]

- Surface : sa surface est égale à 1.27 fois celle du plancher :  $3319,15 \text{ m}^2$
- Coefficient global de transmission :  $K = 0,68 \text{ Kcal/h}$  [4]  
sur la toiture , on rencontre 39 hublots pour l'éclairage naturel.

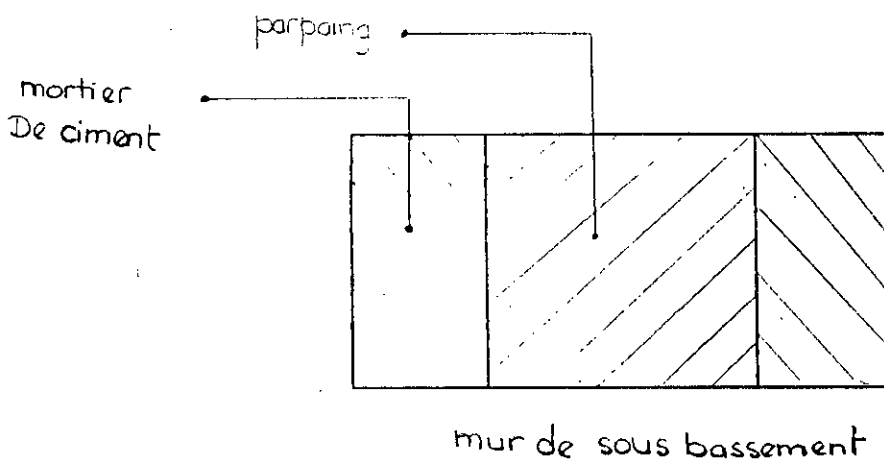
## 3 - Les murs de façades :

Les murs de façades sont constitués d'un mur de sous-bassement et d'un bardage en panneaux sandwich 1135. La hauteur des façades est de 6 mètres . Le mur de sous-bassement est haut de 1,5 mètres, tandis que le bardage a une hauteur de 4.5 mètres .

### 3 a - Mur de sous-bassement :

Le mur de sous-bassement est composé :

- D'un mortier de ciment d'épaisseur  $e_m = 1.5 \text{ cm} * 2$  ; dont le coefficient de conduction est  $\lambda_m = 1,15 \text{ W/m °C}$  [4]
- et de parpaing d'épaisseur  $e_p = 10 \text{ cm}$  et de coefficient de conduction  $\lambda_p = 1.1 \text{ w/m °C}$  [4]



- Surface nette  $245.4 \text{ m}^2$

- Coefficient global de transmission de chaleur :

D'après la relation ( 1 ) du chapitre 1 le coefficient K du mur de sous-bassement est égal à :

$$K = \left[ \frac{1}{\alpha_i} + \frac{2 \cdot e_m}{\lambda_m} + \frac{e_p}{\lambda_p} + \frac{1}{\alpha_e} \right]^{-1}$$

$$K = 3.625 \text{ Kcal/h}$$

### 3 b bardage en panneau sandwich 1135

- Surface totale nette : 744.56 m<sup>2</sup>

- Coefficient global de transmission K = 0.456 Kcal /h m<sup>2</sup>·C

### 4 Les portes :

Le local comporte 10 portes coulissantes P1 et 8 portes P2.

#### 4 a Porte P1 :

Dimension : 4m\*4.9m

Surface : 19.6 m<sup>2</sup>

Périmètre : 17.8 m

Coefficient K : 5 Kcal /h m<sup>2</sup>·C [ 1 ].

#### 4 b : Porte P2 :

Dimension : 0.9m\*2.2m

Surface : 1.98 m<sup>2</sup>

Périmètre : 6.2 m

Coefficient K : 5 kcal/h.m<sup>2</sup>·C [ 1 ]

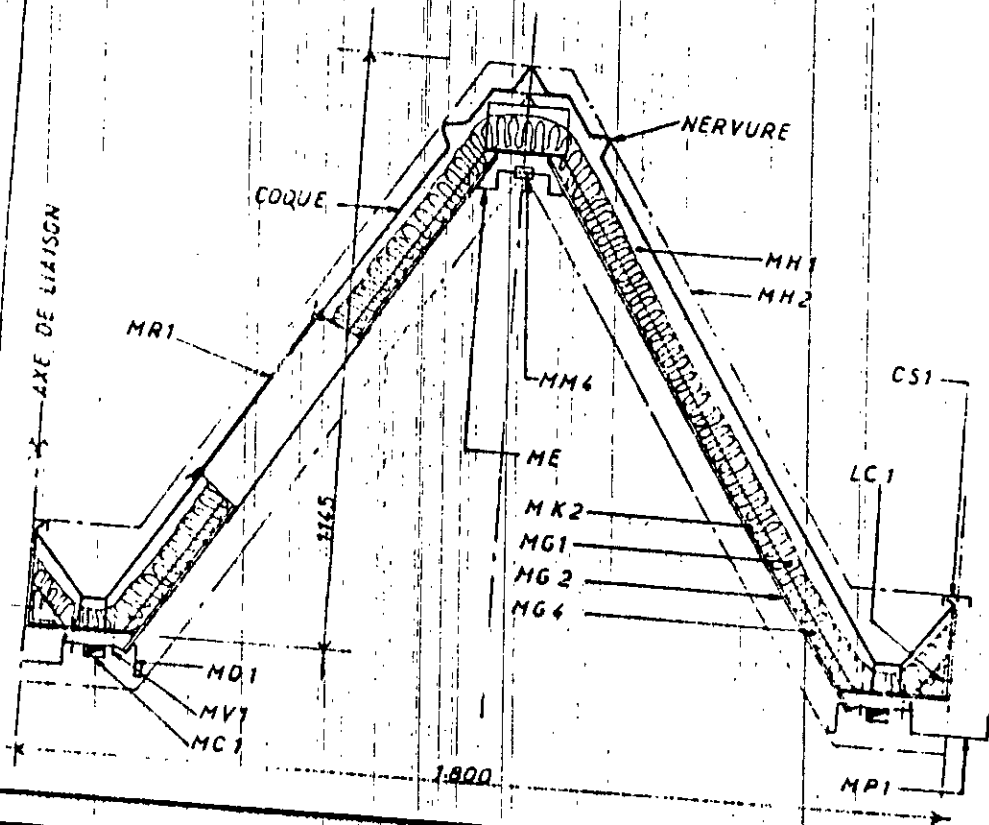
### 5 Les fenêtres :

Le local dispose de 12 chassis vitrés F1 et de 4 chassis vitrés F2 pour la ventilation des toilettes.

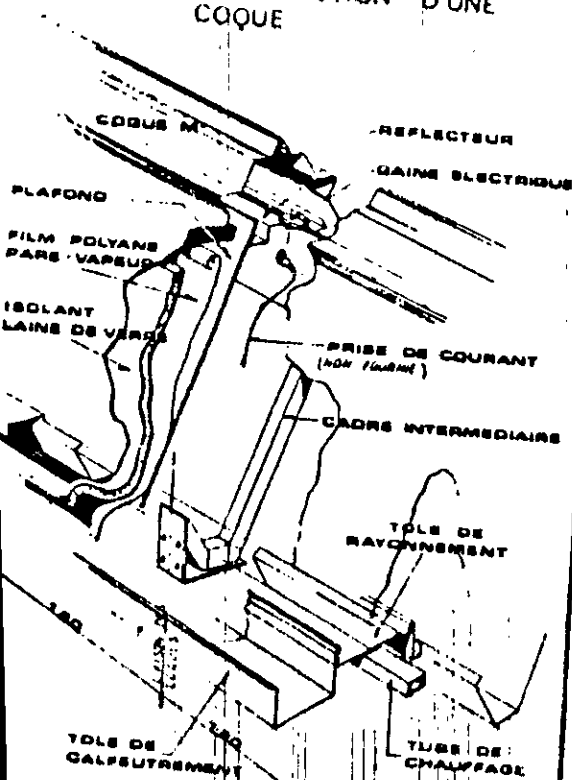
#### 5-a Fenêtres F1:

# La coupe transversale de la coque M

REP	DESIGNATION
CS1	COUVRE JOINT
LC1	LIAISON COQUE
MC1	TUBE DE CHAUFFAGE
MD1	TOLE DE RAYONNEMENT
ME	REFLECTEUR
MH1	CADRE INTERMEDIAIRE
MH2	CADRE D'EXTREMITE
MG1	ISOLATION LAINE DE VERRE
MG2	SOUS PLAFOND
MG4	SUPPORT S3 PLAF
MK2	FILM POLYANE PARE VAPEUR
MM4	GAINE ELECTRIQUE
MPI	TOLE DE CALFEUTREMENT
MV1	HUBLOT
MV1	BOULON DE FIXATION



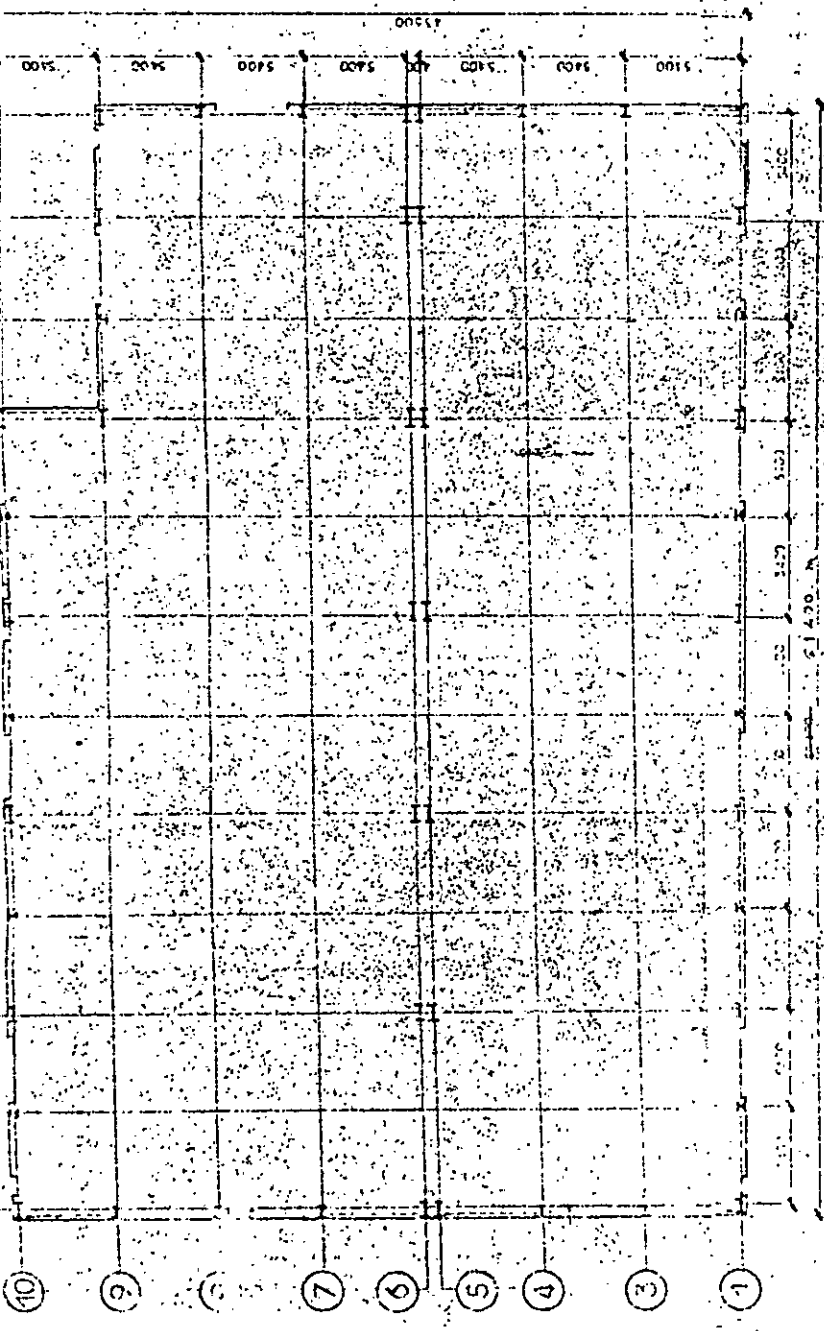
## CONSTITUTION D'UNE COQUE



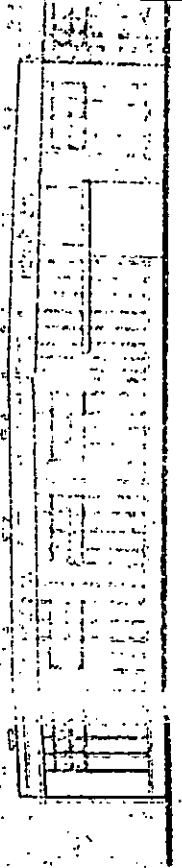
### Principales caractéristiques

La couverture est en acier Corten (voir page 11).

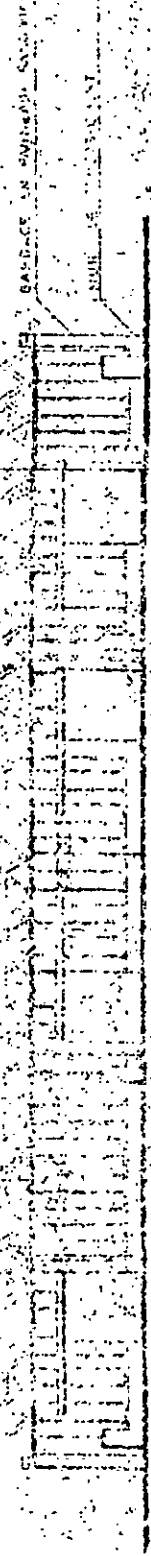
- largeur utile : 1,800 m
- longueur maxi entre appui : 21,600 m
- poids mort total au m<sup>2</sup> : 48 kgs
- surcharge possible : 100 kgs/m<sup>2</sup>
- agrément français Socotec : 991 112 en date du 12-2-1971
- agrément allemand : en cours
- tenue au feu : sous plafond coupe feu 2 h
- isolation thermique : K = 0,5 sans hublot ; K = 0,8 avec hublots tous les 1,80 m



VUE EN PLAN



FACADE LATÉRALE DROITE EST



FACADE PRINCIPALE SUD

## CHAPITRE III

# CALCUL DES BESOINS CALORIFIQUES

## CHAPITRE III

### CALCUL DES BESOINS CALORIFIQUES

#### I DEFINITION DES BESOINS CALORIFIQUES :

Soit un local chauffé de telle manière que sa température intérieure reste constante dans le temps pour une température extérieure, elle-même constante, la quantité de chaleur s'évacuant de l'intérieur du local vers l'extérieur est appelée 'besoin calorifique'.

On peut citer principalement deux modes de déperditions calorifiques selon lesquels la quantité de chaleur s'échappe du local ,par transmission et par ventilation .

##### I 1. LES PERTES CALORIFIQUE PAR TRANSMISSION :

La température à l'intérieur de l'enceinte étant différente de celle de l'extérieur, aussi une quantité de chaleur est constamment évacuée vers l'extérieur à travers la toiture, le plancher, les murs, etc,...

Les lois régissant ce transfert de chaleur sont celles de la convection entre l'air du local et l'enveloppe intérieure de ce dernier de la condiction à travers l'épaisseur des murs et une deuxième fois par convection entre la face extérieure du local et l'air ambiant.

##### I.2 LES PERTES CALORIFIQUES PAR VENTILATION :

Elles sont dues aux infiltrations d'air froid de l'extérieur dans le local, et d'air chaud du local vers l'extérieur sous l'effet du vent, par leurs interstices, d'où leur intervention directe dans le calcul des bilans calorifiques .

Cependant l'évaluation de certains facteurs est purement empirique, elle repose essentiellement sur l'appréciation de

l'étanchéité du local ( portes ,fenêtres , porosité des parois .....)

REMARQUE :

- Il est nécessaire de mentionner que :

- Les besoins calorifiques ne dépendent en rien du système de chauffage adopté, en contrepartie elles sont purement définies par le type de construction ; les pertes par transmission dépendent des dimensions et de type de construction du local, celles par ventilation dépendent de l'étanchéité du local donc de la qualité avec laquelle la construction a été réalisée.

## II DETERMINATION DES BESOINS CALORIFIQUES POUR LES PERTES PAR TRANSMISSION :

Tout d'abord , il est nécessaire de faire la différence entre pertes par transmission et besoins calorifiques relatifs à ces mêmes pertes .

### II 1 PERTES CALORIFIQUES PAR TRANSMISSION :

Elle représente la totalité des pertes à travers tout les éléments de l'enveloppe extérieure du local elle est donnée par la relation :

$$Q_o = \sum q_o$$

$q_o$  : exprime la chaleur perdue par un élément de l'enveloppe extérieure du local elle donnée par la relation :

$$q_o = K S ( t_i - t_a ) \quad (1)$$

S : Surface de l'élément en [ m<sup>2</sup> ]

K : Coefficient global du transmission [ Kcal /h m<sup>2</sup> °C ]

t<sub>i</sub> : Température à l'intérieur du local [ °C ]

t<sub>a</sub> : Température à l'extérieur du local [ °C ]

## - CALCUL DES PERTES A TRAVERS LE PLANCHER:

La relation précédente (1) permet de calculer les pertes par transmission pour tous les éléments de l'enveloppe extérieure exception faite pour le plancher.

Pour ce dernier les pertes par transmission sont données par la relation:

$$\dot{q} = D \Delta T \quad [2]$$

avec:

$$D = K L \quad L \text{ étant le périmètre du plancher}$$

## II.2 BESOIN CALORIFIQUES POUR LES PERTES PAR TRANSMISSION:

Elles sont ,en effet , une majoration des pertes par transmission, aussi on définit un coefficient de majoration Z somme de certains majorants :

$$Q_T = Z Q_O = (1 + Z_U + Z_A + Z_H) Q_O$$

tels que:

$Z_U$ : pour interruption d'exploitation

$Z_A$ : pour compensation des surfaces extérieures froides

$Z_H$ : pour orientation

### II.2.1 LES MAJORATIONS

#### II.2.1.1 LE COEFFICIENT D

L'introduction de la notion du coefficient D est d'une très grande importance car il sert de mesure directe des coefficients  $Z_U$  et  $Z_A$ , on verra plus loin que ces derniers dépendent étroitement du coefficient D et qu'on pourra les regrouper en un seul facteur  $Z_D$ .

Le coefficient D est donné par la relation:

$$D = \frac{Q_O}{S_{ot} (T_i - T_a)}$$



On saisit aisément l'interprétation physique du coefficient  $D$ , il permet d'apprécier la perméabilité moyenne des éléments de l'enveloppe du local; en effet de grandes valeurs de  $D$  signifient une mauvaise isolation par contre de petites valeurs indiquent un bon isolement calorifique du local.

#### II.2.12 MAJORATION $Z_U$ :

On prévoit ce type de majoration pour d'éventuelles interruption d'exploitation de chauffage.

On distingue trois modes d'exploitation:

Mode I: exploitation continue avec toute fois réduction d'exploitation nocturne.

Mode II: interruption journalière de fourniture de chaleur de 8 à 12 heures.

Mode III: interruption de journalière de fourniture d'une durée de 12 à 16 heures.

Il est à noter que les valeurs de  $Z_U$  dépendent de celles de  $D$ , en effet, les petites valeurs de celui ci entraînent de grosse majoration et vice-versa.

#### II.2.13 MAJORATION $Z_A$ :

Ce type de majoration est prévu pour les murs et les enceintes les moins protégés, autrement dit celles qui se trouvent dans des conditions climatiques les plus défavorables.

Là aussi, comme dans le cas précédent, le coefficient  $Z_A$  dépend du coefficient  $D$ .

#### II.2.14 POSSIBILITES DE REGROUPEMENT DE $Z_U$ ET $Z_A$ :

Les coefficients  $Z_U$  et  $Z_A$  dépendent chacun de  $D$ , d'où la possibilité de les regrouper en un seul coefficient  $Z_D$ , dont la valeur sera déterminée à partir de celle de  $D$ . Les besoins calorifiques  $Q_T$  seront donnés par l'expression suivantes

$$Q_T = ( 1 + Z_D + Z_H ). Q_0$$

### III PARTIE CALCUL

#### III.1 CALCUL DES PERTES CALORIFIQUES PAR TRANSMISSION:

Calculons d'abord les pertes calorifiques par transmissions pour le plancher:

$$q = K L \Delta T$$

$$K = 1.75 \text{ [W/m}^\circ\text{c]},$$

$$L = 210.8 \text{ [m]},$$

$$\Delta T = 14 \text{ [}^\circ\text{c]}.$$

$$q = 4447.9809 \text{ [Kcal/h]}$$

TABLEAU RECAPUTILATIF DES PERTES PAR TRANSMISSION A TRAVERS TOUS LES ELEMENTS DE L'ENVELOPPE EXTERIEURE:

élément	Nombre	surface unitaire m <sup>2</sup>	surface totale m <sup>2</sup>	k (Kcal/h)	ΔT (°c)	q <sub>o</sub> (Kcal/h)
barbage	-	-	744.56	0.456	14	4753.27
mur s.b	-	-	245.4	3.625	14	12454.05
toiture	-	-	3319.93	0.68	14	31605.73
plancher	-	-	-	-	14	4447.9809
porte P1	10	19.6	196	5	14	13720
porte P2	8	1.98	15.84	5	14	1108.8
fenêtre F1	12	5.08	60.48	5	14	4233.16
fenêtre F2	4	0.63	2.52	5	14	167.4

$$Q_o = \sum q_o = 72498.83 \text{ [Kcal/h]}$$

### III.2 CALCUL DES BESOINS CALORIFIQUES:

Pour le calcul de  $Q_T$  il faut tout d'abord calculer les différents majorants:

-Calcul du coefficient D

$$D = Q_0 / S_{tot} \Delta T$$

$$D = 0.719$$

D'après la référence [1] on tire  $Z_D = 0.15$  et  $Z_H = 0.05$ .

Les besoins calorifiques  $Q_T$  sont alors :

$$Q_T = Q_0 (1 + Z_D + Z_H)$$

$$Q_T = 86998.596 \text{ [Kcal/h].}$$

### III.3. CALCUL DES PERTES PAR VENTILLATION:

Elles sont données par la relation:

$$Q_L = \sum (aL)_A \cdot R \cdot H (t_i - t_a) \cdot Z_E$$

Avec:

a: perméabilité au vent par mètre de longueur des portes et des fenêtres. Les valeurs de a sont données par la référence [2].

L: longueur des joints

$\sum (aL)$ : la quantité d'air extérieur traversant le local en une unité de temps.

R: caractéristique de local.

Les valeurs de R sont données par la référence [1].

H: caractéristique d'immeuble.

Les valeurs de H peuvent être tirées de la référence [1].

$Z_E$ : majoration pour fenêtre d'angle.

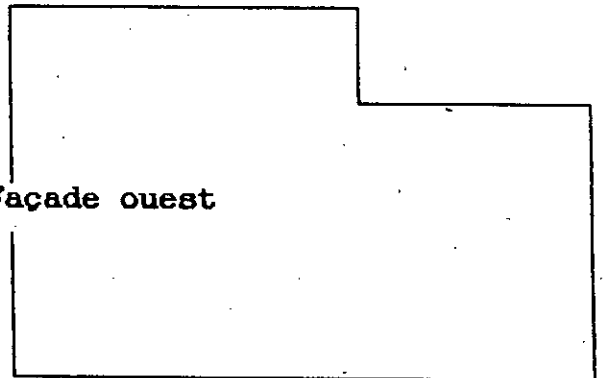
$Z_E=1.0$  c'est la valeur qu'on adoptera, voir référence [1].

#### PARTIE CALCUL:

La flèche indique la direction du vent la plus défavorable.

Car sur les deux façades, sud et Façade ouest

ouest on dispose du plus grand nombre d'ouvertures



façade sud

vue en plan

Les valeurs de a:

pour les portes P1  $a=238 \text{ m}^3/\text{h.m}$

pour les portes P2  $a=73 \text{ m}^3/\text{h.m}$

pour fenêtre F1  $a=11.9 \text{ m}^3/\text{h.m}$

pour fenêtre F2  $a=23 \text{ m}^3/\text{h.m}$

#### LONGUEURS DES JOINTS:

Sur les deux façades désignées par la flèche, on dispose de 5 portes P1, 4 portes P2, 6 fenêtres F1 et 4 fenêtres F2.

$$L_{5P1} = 89 \text{ m}$$

$$L_{4P2} = 24.8 \text{ m.}$$

$$L_{\text{CF1}} = 60 \text{ m}$$

$$L_{\text{4F2}} = 12.8 \text{ m.}$$

$$\Sigma(aL) = 8095.64 \text{ m}^3/\text{h}$$

La valeur de R:

car il existe des portes coulissantes, on prend  
 $R=1.$

La valeur de H:

$H=1.13$  pour région à vent fort, maison  
individuelle.

D'où les pertes par ventilation sont:

$$Q_L = 128073.0248 \text{ Kcal/h}$$

BESOINS CALORIFIQUES DU LOCAL:

Ils correspondent à la somme des pertes par transmission et  
ceux par ventilation.

$$Q = Q_T + Q_L.$$

$$Q = 215071.62 \text{ Kcal/h}$$

#### III.4. DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUDIERE:

La quantité de chaleur qui doit être fournie par la chaudière  
est donnée par la relation:

$$Q_k = Q(1 + Z_r)$$

$Z_r$  est un coefficient qui prend en compte les pertes calorifiques à travers les réseaux de tuyauterie.

Pur notre type d'installation, on choisit  $Z_r = 0.10$  voir référence [1].

$$Q_k = 1.1Q$$

$$Q_k = 236578.782 \text{ Kcal/h}$$

La chaudière retenue ENCC 250.000 Kcal/h, ou chaudière marque : De-Dietrich référence : CF -412

Elle possède les caractéristiques suivantes :

- Pression de service maximale.....8 bars
- Température de service maximale .....110 °C
- Largeur de la chambre de combustion .....390 mm
- Longueur de la chambre de combustion .....1275 mm
- Contenance en eau .....273 l
- Perte de charge circuit eau .....55 mm CE
- Hauteur .....1210 mm
- Largeur .....730 mm
- Longueur .....1740 mm

## CHAPITRE IV

# SYSTEME ET INSTALLATION DE CHAUFFAGE



## CHAPITRE IV: SYSTEME ET INSTALLATION DE CHAUFFAGE

### I.GENERALITES:

Soit un local comprenant plusieurs parties qu'on désire chauffer

#### I.1 LE CHAUFFAGE:

Il consiste à dégager dans ce local une certaine quantité de chaleur nécessaire pour le maintenir à une température confortable.

Deux principaux modes permettent de réaliser le chauffage d'un local:

- chauffage individuel.
- chauffage central.

#### I.2 LE CHAUFFAGE CENTRAL:

Si la production de cette chaleur s'effectue en un seul point: chaufferie; le chauffage est dit alors du type chauffage central, qui est tout à fait contraire au chauffage individuel.

##### I.2.1 DISTRIBUTION DE LA CHALEUR EN CHAUFFAGE CENTRAL:

Le principe consiste à accumuler la chaleur dans un fluide, véhicule de chaleur, qui lors de son passage à travers les différents corps de chauffe, qui sont reliés par un réseau de tuyauterie, cèdera sa chaleur en se refroidissant

##### I.2.2 LES DIFFERENTS SYSTEMES UTILISES EN CHAUFFAGE CENTRAL:

La classification des différents systèmes de chauffage existant est fonction du fluide caloporteur, utilisé :

Selon la nature de ce fluide ,les systèmes qui s'offrent à nous sont:

1) Système à eau chaude :

- Eau chaude basse température <110°C.
- Eau surchauffée, température >110°C.

2) Système à vapeur:

- vapeur haute pression >0.5 bars
- vapeur basse pression <0.5 bars

3) Système à air chaud.

#### 12.2.1: CRITERES DE CHOIX DU SYSTEME DE CHAUFFAGE:

Le système de chauffage à adopter va dépendre de nombreux facteurs dont on peut citer :

- Le type de bâtiment
- La nature des locaux.
- Durée quotidienne de chauffage
- Le prix de revient de l'installation et de l'exploitation

#### II: SYSTEME DE CHAUFFAGE A EAU CHAUDE BASSE TEMPERATURE:

Les installations de chauffage à basse température sont celles dont la température de fonctionnement est inférieure ou au plus égale à 110°C .

Ces installations peuvent être du type thermosiphon ,c'est à dire à circulation naturelle, ou du type par pompe, la circulation étant alors assurée mécaniquement par une pompe.

De nombreuses similitudes existent entre les installations par thermosiphon et par pompe. Elles utilisent le même fluide chauffant: l'eau.

## II.1 SCHEMAS GENERAUX DES INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE:

### Problème:

Il s'agit de raccorder le générateur de chaleur aux différents corps de chauffe pour transporter l'eau chaude à ces derniers, et pour assurer le retour de l'eau refroidie au générateur.

Plusieurs solutions sont à notre disposition, parmi elles on cite :

Le système à deux tuyaux, où les corps de chauffe sont reliés en parallèles.

D'après la position du collecteur de distribution dans l'installation on distingue :

-La distribution inférieure

-La distribution supérieure

a) LA DISTRIBUTION INFÉRIEURE : voir fig -1-, dite encore en chandelle.

Le collecteur "aller" passe en partie basse de l'installation souvent parallèle au collecteur "retour".

Pour évacuer l'air et les gaz dissous, on place aux points hauts des dispositifs de purge qu'on verra plus loin.

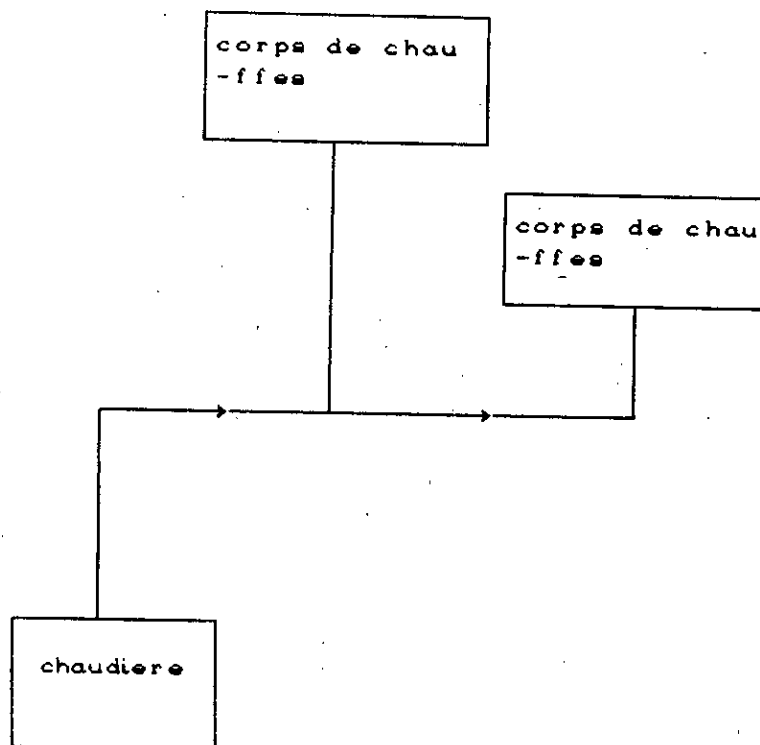


fig -1- Distribution inférieure

b) Distribution supérieure :

Appelée aussi en parapluie (fig-2), collecteur aller passe en partie haute de l'installation . L'air et les gaz dissous s'évacuent automatiquement.

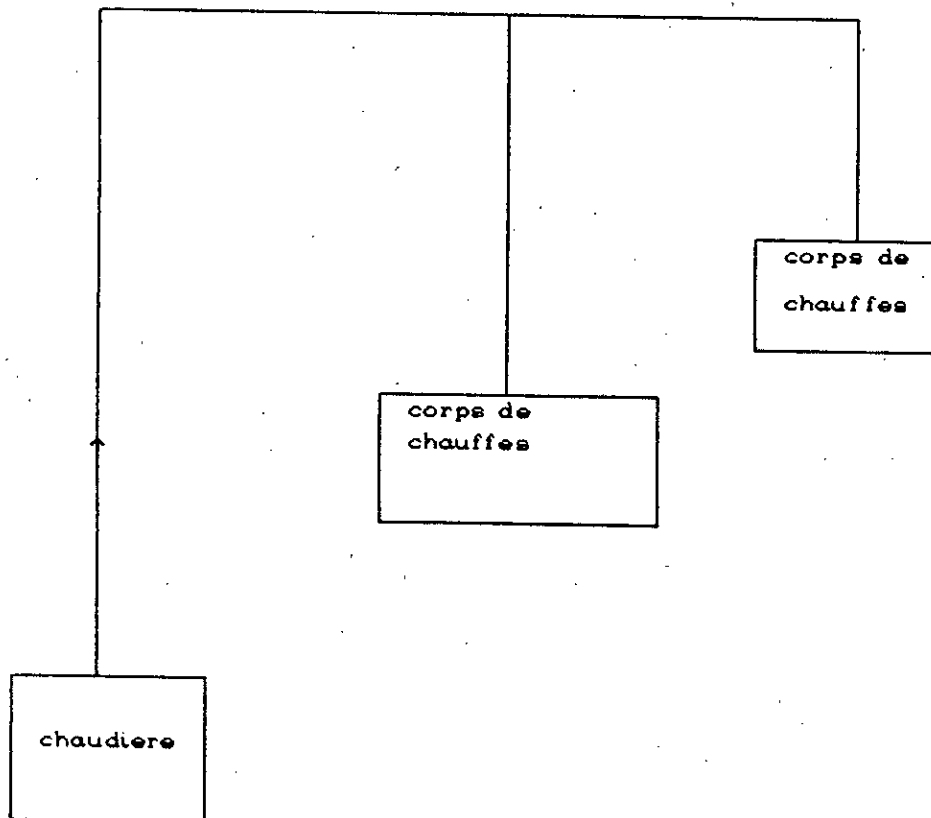


fig-2- Distribution superieure

Le choix entre ces deux distributions dépend du type de constructions, possibilités de passage en cave ou dans le grenier. IL reste à signaler, enfin, que la distribution supérieure est favorable pour l'installation par thermosiphon car elle permet d'augmenter la charge hydromotrice de l'installation.

Remarque:

Sur les fig-1- et fig-2-, les organes de sécurité ne figurent pas.

### III. SECURITE DES INSTALLATIONS A EAU CHAUDE :

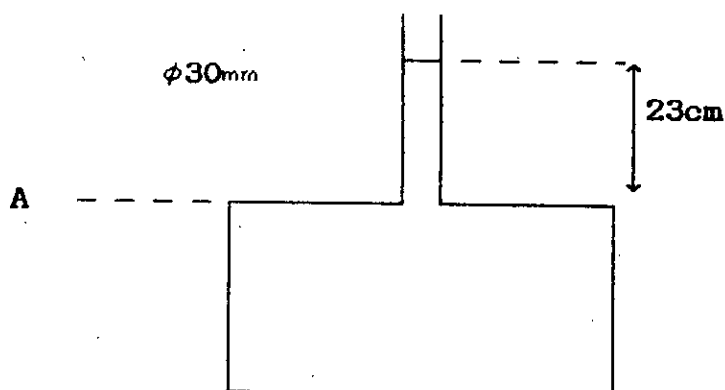
Les dispositifs et organes de sécurité des installations à eau chaude ont pour but de permettre la libre dilatation de l'eau lorsque sa température augmente.

#### III.1. EXPERIENCE :

soit un réservoir en tôle contenant dix litres d'eau à la température de 10°C. Le niveau de l'eau est indiqué en A sur le schéma. Ce réservoir est surmonté d'un tube de diamètre égal à 30mm. L'eau du réservoir est chauffée et subit une élévation de température de 50°C. L'eau monte dans le tube d'une hauteur de 23cm. IL y'a donc eu dilatation de l'eau.

Comme on sait que l'eau est incompressible, on peut imaginer ce qui se passerait si le réservoir était totalement fermé, les pressions obtenues pourraient atteindre plusieurs centaines de bars. Donc en première conclusion, on a :

- Il faut permettre l'expansion de l'eau .



2) Le réservoir ne comporte pas de tube, mais seulement un orifice de trop plein. Pour une élévation de température de 80°C, il y'aura une augmentation de volume égale à 0.8l, que se passera-t-il dans une installation ne possédant que le trop plein.

- A la température maximale l'excédent de volume sera évacué.
- A la température inférieure, le niveau de l'eau baissera

(niveau A), et il n'y aura plus de circulation de l'eau dans l'installation.

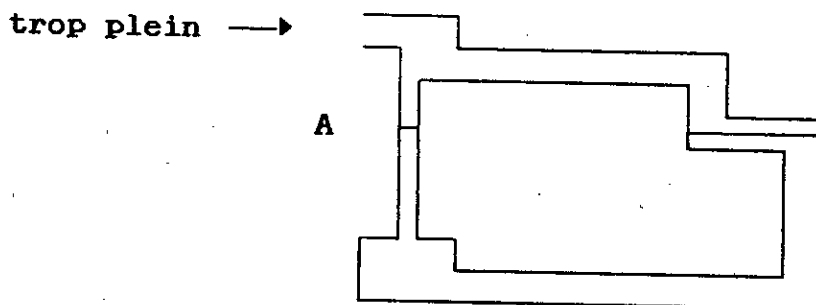
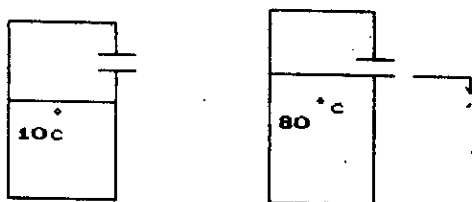
On tire alors comme seconde conclusion :

-Il faut toujours maintenir le plein qu'elle que soit la température du fluide :

-Par récupération et remise en service de l'eau de dilatation.

-Par apport d'eau extérieure lors du refroidissement.

La solution la plus simple serait de récupérer l'eau de dilatation dans un vase pouvant être ouvert ou fermé.



Pour notre installation on adoptera un vase d'expansion fermé.

### III.1.1 VASE D'EXPANSION FERME :

PRINCIPE :

Une capacité contenant une membrane souple, séparant une réserve d'azote sous pression de la tubulure de raccordement avec l'installation, fait office de vase d'expansion. Elle n'assure pas la sécurité si la pression augmente accidentellement, ainsi pour respecter la réglementation une soupape tarée (3 à 3.5 bars ) est obligatoire.

### III.1.2 DIMENSIONNEMENT DU VASE D'EXPANSION V.E ET DE LA CANALISATION D'EXPANSION :

Le volume du vase d'expansion peut être calculé à partir de la relation suivante :

$$V = 1.1 \text{ litres pour } 1162 \text{ watts de puissance de chaudière [5].}$$

La chaudière à installer à une puissance de 250.000 kcal/h, 290.278 en watts, on trouve alors :

$$V=275 \text{ litres}$$

Diamètre de la canalisation d'expansion :

$$\phi_{int} = 15 + 1.5 (Q/1000)^{1/2} \quad [6]$$

Q = 215072 kcal/h déperditions calorifiques

$$\phi = 37 \text{ mm}$$

Remarque importante :

Cette canalisation ne doit comporter aucun organe de fermeture, ni étranglement. Comme d'autres organes de sécurité on cite la soupape de sécurité placée sur la chaudière pour mettre cette dernière en communication directe avec l'atmosphère .



### III.2 : EVACUATION DE L'AIR :

Lorsque s'effectue le remplissage en eau de l'installation, il faut veiller à ce que l'air chassé par la montée de l'eau puisse aussi rapidement que possible s'échapper.

Chaque fois que cela sera possible, les tuyauteries seront disposées de telle manière que l'air ou les gaz dissous se dirigent naturellement vers le vase d'expansion ( si celui-ci est ouvert ).

Dans le cas contraire il sera nécessaire de prévoir des purgeurs manuels ou automatiques.

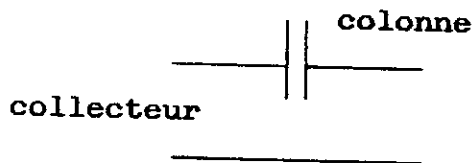
Il faut éviter les points hauts, qui emmagasinerait les gaz et entraveraient la circulation de l'eau, les pentes des tuyauteries doivent être suffisantes pour permettre la libre circulation des gaz (on compte 2 mm/m de longueur ).

Aux points obligatoires, on placera des bouteilles de purge avec robinet de purge à boisseau ou des purgeurs d'air automatiques à flotteur ou encore des purgeurs d'air à pastilles dilatables qui sont semi-automatiques.

Si la purge s'effectue sur le dernier corps de chauffe, on placera de petit robinet à pointeau ou on peut même installer un réseau de purge, en tube d'acier de diamètre 12/17 ou 10/12.

En dehors de ces points, d'autres points accidentels peuvent résulter d'un manque de soins à l'exécution ou d'un travail mal exécuté :

- Mauvais alésage des tubes après coupe ( bavures,...).
- Mauvaise exécution des soudures et picage d'une colonne sur le collecteur, pénétration de celui-ci dans le collecteur.



- Collier trop serré, déformation des tubes.

- Pente insuffisante.

La présence de ces matelas d'air (poche d'air), ont un effet néfaste sur la libre circulation de l'eau; en effet, il cause une augmentation des pertes de charges et une diminution du débit.

L'installation ne pourra donner satisfaction.

#### IV- CHAUFFAGE PAR POMPE :

IV.1- Critiques concernant le chauffage à eau chaude à circulation naturelle :

Ce chauffage dit par thermosiphon est, pour des raisons économiques et esthétiques, en voie de disparition, il présente certains inconvénients dont on peut citer:

- Faible charge hydromotrice
- Faible débit
- Gros diamètre.
- Refroidissement rapide du fluide: à même débit, dans deux tubes de diamètres différents la chute de température a lieu dans le tube de fort diamètre.
- Distance entre générateur et corps de chauffe très limitée.

#### IV.2 AMELIORATION DU SYSTEME :

Si, pour un même débit, on veut diminuer le diamètre installation souple, il faudrait augmenter la charge hydromotrice. Il suffit donc de monter une pompe .

La fonction de la pompe sera :

- D'augmenter la charge hydromotrice, cela permet d'étaler le réseau , de diminuer le diamètre des tuyauteries et d'obtenir un fluide plus chaud à l'entrée des corps de chauffe.
- D'installer la chaufferie même au dessus des corps de chauffe, ce qui est tout à fait contraire dans le cas du thermosiphon

#### IV.2.1 LES POMPES UTILISEES ENCHAUFFAGE A EAU CHAUDE :

On utilise souvent les pompes centrifuges ,les pompes hélices ou les pompes helico-centrifuges.

#### IV.3 DESCRIPTION DE L'INSTALLATION:

Elle comprend :

- Un générateur de chaleur
- Des corps de chauffe
- Des canalisations
- Des organes de sécurité (soupapes ,vanne ,thermostat.....).
- Une pompe

#### IV.4 EXAMEN DES ELEMENTS D'UNE INSTALLATION :

a) Corps de chauffe :

Sa fonction est de chauffer le local dans des conditions bien déterminées, il doit présenter une résistance thermique aussi faible que possible.

a.1) Branchement des corps de chauffes :

Il comprend :

- Alimentation en eau chaude .
- Retour de l'eau froide.
- Deux vannes d'isolement
- Un organe de réglage
- Un systeme de purge

a.2) Choix des corps de chauffe:

Pour notre local, de grands dimensions , sans parois intérieures les aérothermes conviendraient le mieux.

Les aérothermes seront traités plus en détails

#### b-Tuyauteries:

Leur fonction est de transporter le fluide d'un point à un autre ils doivent être étanches, résistants à la pression à la chaleur et à la corrosion ,présenter peu de pertes de charge, et une mise en oeuvre facile.

##### b.1 Matières utilisées:

On utilise généralement les tubes en acier ,en cuivre ou en matières plastiques.

Pour notre installation, on utilisera des tubes en acier noir.

Lors de la fixation des tubes sur les parois ,le montage doit être souple pour permettre une éventuelle dilatation des tubes sous l'effet de la température.

#### C. Robinetterie :

Vanne à trois voies :

Les vannes à 3 voies sont surtout utilisées en régulation .

Robinet vanne :

Ces robinets sont couramment employés dans les installations de chauffage central.Ils servent au sectionnement des tuyauteries

Robinet de réglage des corps de chauffe :

Ils servent au réglage le débit .

Filtre:

Les filtres sont innstallés pour retenir les poussières.

## V LES AEROTHERMES :

### V.1 DIFINITION :

L'aérotherme est un appareil à air pulsé , utilisé pour le chauffage de grands espaces .

Un aérotherme se compose des éléments suivants :

- Un ventilateur entraîné par un moteur électrique .
- une batterie d' échange parcourue par un fluide chaud alimenté en air frais
- Une buse avec des persiennes orientables pour diriger le flux d'air chaud .
- Une entrée d'air.
- Un capotage en tôle laquée renfermant le tout .
- Un système de régulation individuel.

### V 2 DISPOSITION DES AEROTHERMES :

Les aérothermes sont placés soit le long des façades, soit au centre de la surface à desservir, ou avec combinaison des deux systèmes dans le cas des grandes superficies .

Le nombre et la position des aérothermes sont choisis en fonction des données du constructeur de façon à ce que les cercles et leur rayon d'actions se coupent .

Pour le positionnement des aérothermes on compte un aérotherme pour 200 à 400 m<sup>2</sup> avec un espacement maximum de 15 m . Pour une bonne diffusion de l'air , la grille de soufflage ne doit pas être à plus de trois mètres de hauteur .

Lors de l'emplacement des aérothermes , certaines précautions doivent être entreprises :

- L'appareil ne doit pas projeter d'air sur les occupants .
- Il doit assurer le ballayage du local .

### V.3 CHOIX DE L'AEROTHERME :

a ) Le choix d'un aérotherme est basé sur les éléments suivants:

- Le type d'appareil, avec ou sans recyclage d'air .

- La puissance thermique qui doit couvrir tous les besoins calorifique du local .
  - Le niveau sonore : Le ventilateur de l'aérotherme est un appareil bruyant, aussi le choix de la vitesse de rotation doit être fonction du niveau sonore admissible ( Pour le hall de montage 55 à 60 dB ) .
  - La température de soufflage : la température doit être choisie judicieusement, trop basse il se produit des courants d'air froid , trop élevée l'air chaud stagne sous le plafond .
- l'aérotherme qu'on adoptera est un appareil à soufflage horizontal à une température de 45°C et un ventilateur de vitesse de rotation de 700 à 900 tr/min . La puissance de l'aérotherme est calculée à partir des besoins calorifiques . L'aérotherme sera doté d'une gaine de reprise d'air intérieur .Les appareils existant ont les caractéristiques suivantes :

Puissance : ===== 7000 à 175000 W  
 Debit : ===== 900 à 8000 m<sup>3</sup>/h  
 vitesse de sortie : 6 à 10 m/s .  
 Portée : ===== 6 à 12 m  
 Température de soufflage de 30 à 60 °C

#### V.4 SCHEMA DE REPARTITION DES AEROTHERMES :

Les aérothermes doivent être disposés de façon à ce que les cercles de leurs rayons d'actions s'entrecoupent .

- Pour un aérotherme on compte une portée :
  - de 10m de front
  - de 10m de large .

La largeur du local est de 40 m , la portée frontale est de 10 m on aura donc 4 rangés d'aérothermes qui s'étendront le long du local on aura une rangée le long de la façade sud , une autre le long de la façade nord .

Les deux rangées restants seront placées dos à dos le long du centre du local . Lors de la répartition des aérothermes sur les deux façade on évitera que celui ci ne tombe sur une ouverture.

Sur la façade sud on installera 6 aérothermes qui couvriront les 60 metres de longueur de cette façade .

Les aérothermes seront fixés sur le mur .

Sur les deux rangées centrales on aura 10 aérothermes placés dos à dos pour couvrir la région centrale. Les aérothermes seront fixés sur les poteaux de la charpente. Sur la façade nord on comptera 6 aérothermes dont un sera placé sur la façade est. Les aérothermes couvriront tout le long de cette façade. On aura à installer 22 aérothermes qui assureront le balayage de tout le local.

CALCUL DE LA PUISSANCE DE L'AÉROTHERME :

$$P_a = Q / 22$$

$$P_a = 9776 \text{ Kcal/h}$$

DEBIT D'EAU TRAVERSANT L'AÉROTHERME :

$$M = \frac{P_a}{C \Delta T}$$

$\Delta T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  écart de température entre l'entrée et la sortie de l'eau.

$C = 1 \text{ Kcal/Kg.}^\circ\text{C}$  chaleur massique de l'eau.

$$M = 488,8 \text{ Kg/h.}$$

Debit d'air soufflé : La température de soufflage  $T_s = 45 \text{ }^\circ\text{C}$

$$P_a = m_a \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$\Delta T = T_s - t_i = 27 \text{ }^\circ\text{C}$$

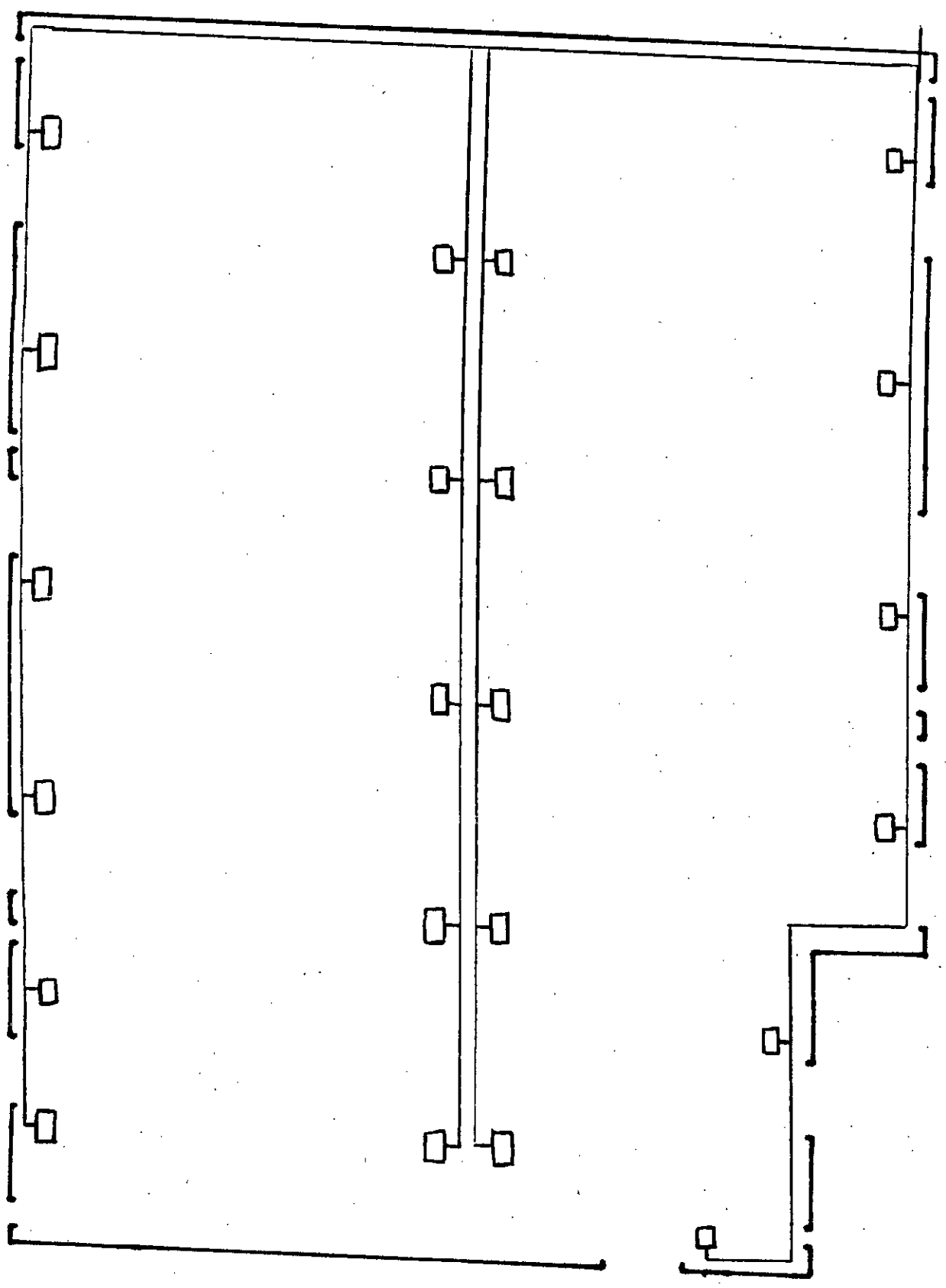
$C_p = 0,24 \text{ Kcal/Kg.}^\circ\text{C}$  chaleur massique de l'air.

Le débit d'air massique soufflé est alors :

$$m_a = 1508,64 \text{ Kg/h}$$

Le débit volumique est  $1169 \text{ m}^3/\text{h}$

Réparation Des Aérothermes





## VI PRECAUTION A PREVOIR :

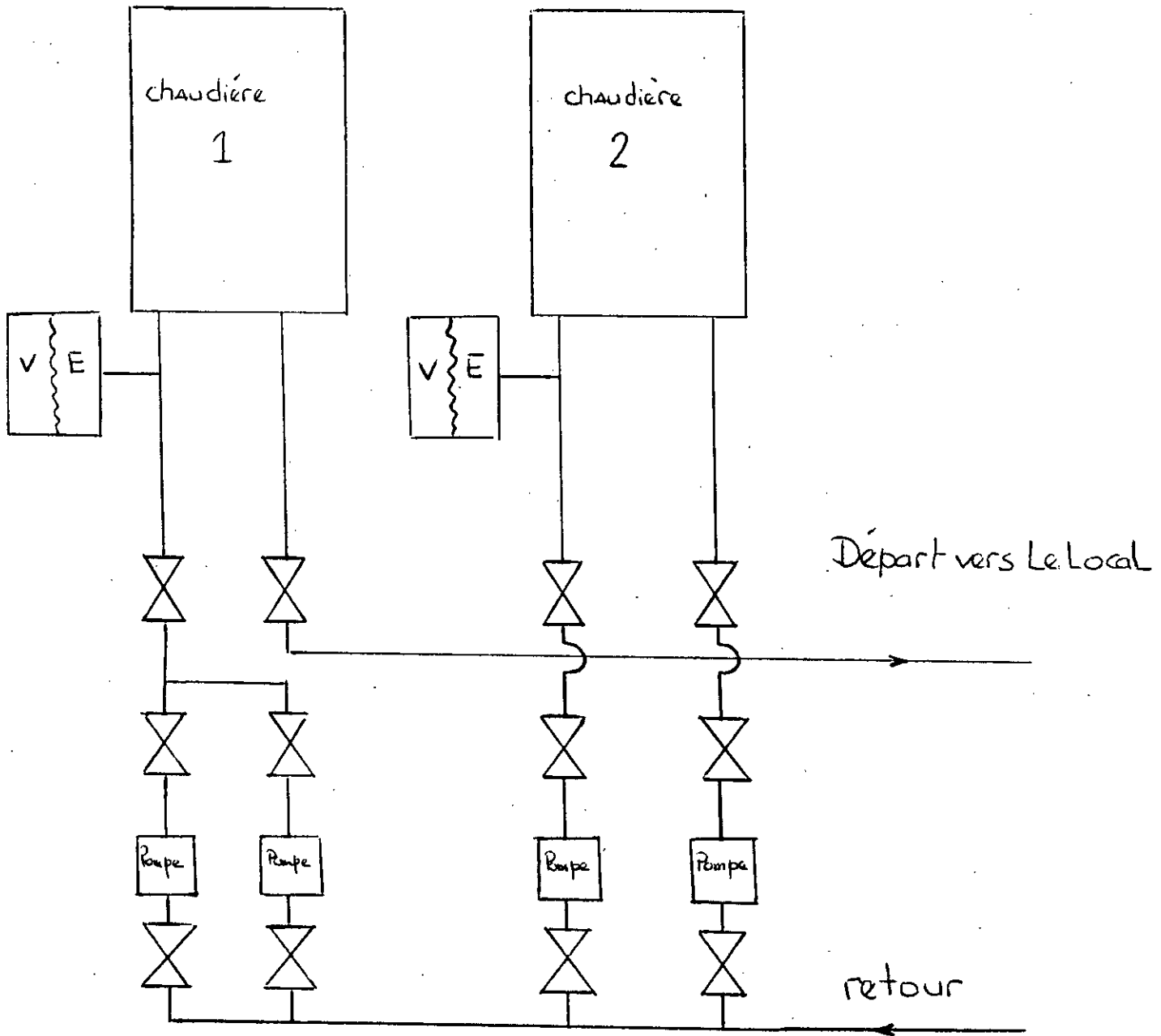
Dans notre installation , il faut prévoir 2 chaudières , 4 pompes et 2 vases d'expansions.

Les deux chaudières peuvent travailler en même temps ,elles n'auront, alors , à utiliser que les deux tiers de leur puissance Si l'une des deux chaudières tombent en panne la deuxième pourra assurer la relève d'ou l'interêt d'installer 2 chaudières .

Les deux pompes travailleront en commutation , si l'une tombe en panne l'autre assurera le relais.

Le raccordement de ces différents organes peut se faire selon le schéma suivant .

# Schéma De raccordement Des deux chaudières



## CHAPITRE V

# CALCUL DU RESEAU DE TUYAUTERIE

## Chapitre V : CALCUL DU RESEAU DE TUYAUTERIES

### I- Base de calcul

#### .Définition:

On appelle tronçon partiel une partie du réseau à vitesse de circulation et diamètre constant, il peut y avoir des changements de direction mais pas de dérivations.

#### I-1. Chute de pression dans un tronçon partiel:

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{d} \frac{W^2}{2} \rho \lambda + \frac{W^2}{2} \rho \zeta \quad (1)$$

$$= R L + Z.$$

$$R = \lambda \frac{1}{d} \frac{W^2}{2} \rho. \quad \text{et} \quad Z = \zeta \frac{W^2}{2} \rho.$$

$P_1 - P_2$  = Chute de pression statique.

$\rho$  = Masse volumique.

$l$  = Longueur du tronçon.

$d$  = diamètre du tronçon.

$R$  = Pertes de pression linéaire unitaire.

$Z$  = pertes de pression singulière.

$\zeta$  = Facteur de forme pour les résistances particulières.

$\lambda$  = Coefficient de frottement du tube.

L'équation n°1 est la base du calcul des tuyauteries. Elle est très importante pour comprendre les phénomènes de circulation dans les canalisations, car elle exprime d'une manière très nette le rapport entre chute de pression et débit d'une part, entre chute de pression et diamètre d'autre part.

En effet, pour faire augmenter le débit il faut disposer d'une pression encore plus élevée. Si le diamètre subit une réduction relativement petite, l'augmentation en pression sera grande.

### I-2. Conduite de calcul :

Dans ce genre de problèmes, il faut supposer:

soit la pression de la pompe.

soit la vitesse de circulation de l'eau.

soit la chute de pression, c'est à dire tolérer une perte de pression unitaire R qui donne le circuit le plus économique.

Pour notre cas, on adoptera le 3<sup>ème</sup> cas.

#### I-2.1. Problème :

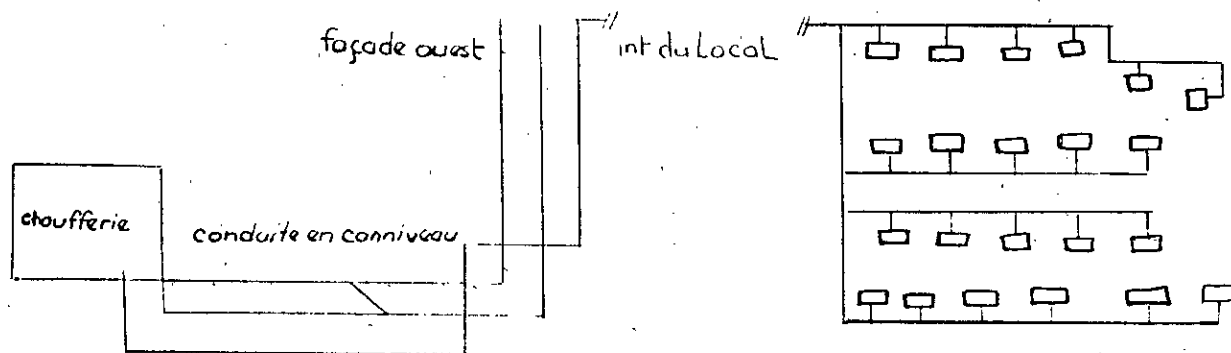
L'installation de tubes de faible diamètres conduit à une consommation d'énergie importante par la pompe. cette consommation pourra être réduite par l'installation de tubes de diamètre plus gros. L'installation sera coûteuse, d'où la nécessité de chercher un compromis.

Rietschel propose la valeur de  $R = 10 \text{ mm CE/m}$  pour avoir des réseaux avec des diamètres économiques.

#### I-2.2. Schéma du réseau de tuyauterie :

La chaufferie est indépendante du local, la conduite reliant la chaufferie au local sera en canniveau.

Les longueurs des tronçons des conduites seront données lors du dimensionnement.



réseau de tuyauterie

### I-3. Partie calcul :

le débit d'eau circulant dans un tronçon est :

$$\dot{m} = \frac{Q}{C \delta T}$$

avec

Q = Quantité de chaleur véhiculée par le tronçon.

C = 1 Kcal / Kg °C chaleur massique de l'eau.

$\delta T = 20$  °C l'écart de température entre l'aller et le le retour de l'eau. La temperature d'aller est de 90 °C, tandis que celle du retour est de 70 °C.

les valeurs de la perte de charge linéaire unitaire R seront lues sur les abaques de la ref [1]. La valeur de R sera une fonction du débit de chaleur et d'eau.

Une fois la valeur de R déterminée pour un tronçon de longueur l, la perte de charge linéaire dans ce dernier est égale au produit R.L.

La perte de charge singulière Z est égale d'après la relation (1):

$$Z = \sum \rho \frac{W^2}{2} \zeta$$

qu'on pourra mettre, en remplaçant  $\rho$  par sa valeur, sous la forme:

$$Z = \sum \zeta 49.6 W^2 \quad [m \text{ m CE}]$$

$\rho = 972$  Kg/ m<sup>3</sup> masse volumique de l'eau.

$\sum \zeta$  = est la somme des facteurs de formes des résistances particulières de l'aller et du retour.

les valeurs de  $\zeta$  seront lues sur les Abaques de la référence [1].

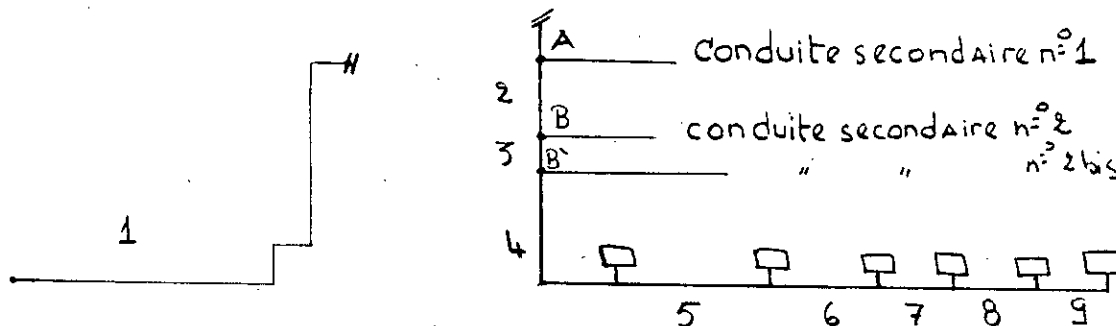
#### I-3.1. Détermination de la conduite pple :

Le calcul des pertes de charge dans l'installation est basé sur l'Aérotherme le plus défavorable. La conduite principale sera donc celle qui relie la chaufferie à ce dernier. la perte de charge

dans la conduite principale sera alors celle de toute l'installation.

I-3.2. Conduite principale :

a) Schéma :



pour le 1<sup>er</sup> tronçon la longueur est de 20 m.

b) quantité de chaleur véhiculée dans chaque tronçon :

Tronçon n°1 : il véhicule la totalité des besoins calorifiques  $Q_1 = 215072$  Kcal/h.

Tronçon n°2 : il véhicule une quantité de chaleur  $Q_2$  égale aux besoins calorifiques moins une partie qui a été véhiculée par la colonne secondaire n°1. la colonne secondaire n°1 dispose de 6 Aérothermes, elle véhicule donc une quantité de chaleur égale à

$$Q_{c1} = 6 \cdot Q_{aero} = 58656 \text{ Kcal/h.}$$

on aura alors

$$Q_2 = Q_1 - Q_{c1} = 156416 \text{ Kcal/h.}$$

On suivra la même méthode pour les autres tronçons.

I-3.2.1. Perte de charge dans la conduite principale : (voir tableau I-3.2.1)

I-3.2.2. pertes de charge dans toute l'installation :

La perte de charge de toute l'installation  $H_{ns}$  est égale à la perte de charge de la conduite principale à laquelle on doit rajouter les pertes de charge dans la chaudière qui représentent

10 % de la perte de charge de l'installation.

$$H_{ns} = H + 0.1 H_{ns}.$$

d'où

$$H_{ns} = \frac{H}{0.9}.$$

$$H_{ns} = 3240 \text{ mm CE.}$$

### I-3.2.3. Puissance de la pompe :

la puissance de la pompe est donnée par la relation

$$N_p = \frac{V H_p}{10^2 \eta} \quad [\text{KW}]$$

avec

$$\dot{V} = \frac{Q}{\rho c \delta T} \quad \text{Débit volumique d'eau traversant la pompe.}$$

$$\dot{V} = \frac{215072}{969 \cdot 20 \cdot 1 \cdot 3.6} = 3.06 \text{ l/s.}$$

$H_p$  = Hauteur manométrique de la pompe; elle est égale à la perte de charge dans toute l'installation  $H_{ns}$ .

$$H_p = H_{ns} = 3.24 \text{ m CE.}$$

$$\eta = 0.7 \text{ rendement de la pompe.}$$

la puissance de la pompe est alors :

$$N_p = 0.131 \text{ KW.}$$

-Caractéristiques de la pompe à installer :

-Puissance  $N_p = 0.131 \text{ KW.}$

-Hauteur manométrique  $H_p = 3.24 \text{ m CE.}$

-Débit  $V = 30.6 \text{ l/s.}$

Remarque : la pompe qu'on installera sur le réseau ne pourrait dépasser, au plus, 10 % de la perte de charge de l'installation.



### I. 3. 2. 1 Perte de charge dans La conduite principale

Trons- n°	Débit de chaleur kcal/h	Débit d'eau Kg/h	longeur P: m	R mmCE/m	R.P mmCE	$\xi$ aller	$\xi$ retour	$\Sigma \xi$	vitesse w m/s	Z mmCE	diamètre nominal mm	diamètre interieur mm
1	215072	10753,6	20	9	180	4 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	4	0,8	127	65	70,3
2	156416	7820,8	21	14	294	0,16	0,5	0,66	0,9	26,52	57,7	57,7
3	107536	5376,8	1	11	11	0,35	0,5	0,85	0,75	23,72	50	51,2
4	58656	2932,6	27	11	297	0,35	0,5	0,85	0,65	17,81	40	41,8
5	48880	2444	11	16	176	0,1	0,5	0,6	0,7	14,58	32	35,9
6	39104	1955,2	11	11	121	0,24	1,27	1,51	0,55	22,65	32	35,9
7	29320	1466,4	10	6	60	0,24	1,27	1,51	0,42	13,21	32	35,9
8	19552	977,6	8,5	12	102	0,18	0,5	0,68	0,5	8,43	25	27,2
9	9776	488,8	8,5	10	85	0,74	0,64	1,38	0,38	9,88	20	21,6

$$H = \sum (R \cdot R + Z) = 2915,8 \text{ mm CE}$$

### I.3.3 : CONDUITE SECONDAIRE N° I :

Avant d'entamer tout calcul, il faut tout d'abord déterminer une quote-part "a" qui exprime les parts des résistances par frottement et des résistances particulières par rapport à la pression disponible.

Si "a" désigne la quote-part des résistances particulières par rapport à la chute de pression totale, on aura :

- pour les résistances particulières :

$$Z = a ( P_1 - P_2 )$$

- pour les résistances par frottement :

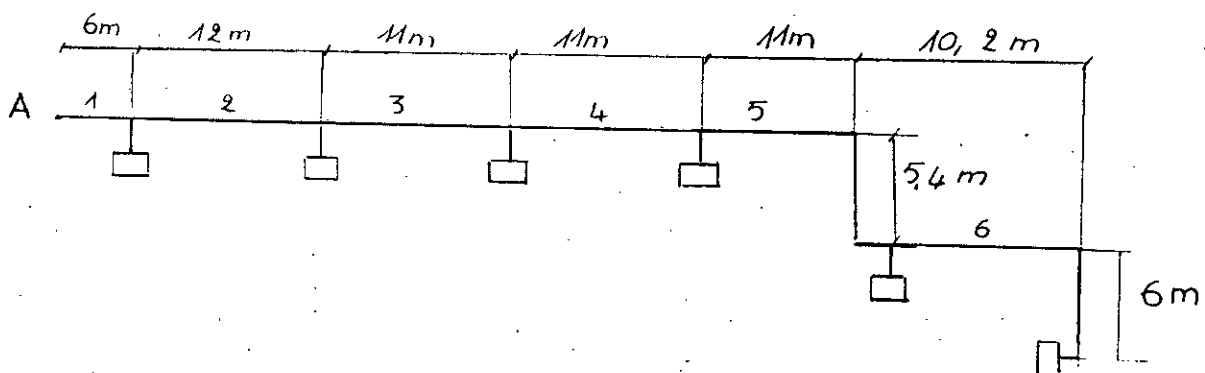
$$R L = ( 1 - a ) ( P_1 - P_2 )$$

D'après la dernière relation on voit qu'on peut calculer la valeur de la perte de charge linéaire unitaire à partir de celle de la quote-part "a".

les différentes valeurs de <sup>R</sup>, correspondantes aux différents <sup>tronçons</sup> de la conduite secondaire, seront conditionnées par celle calculée précédemment.

Pour le chauffage par pompe, la valeur de "a" est égale :  $a = 0.33$  [1].

SCHEMA DE LA CONDUITE :



- Pression disponible au point A :

La pression disponible au point A est égale à la chute de pression dans toute l'installation moins la perte de charge depuis la chaufferie jusqu' au point A .

$$H_A = 2428.8 \text{ mmCE}$$

- l = 67.2 longueur de la conduite secondaire n°1 .

- a = 0.33 la valeur de la quote part

La valeur de R est:

$$R = \frac{0.6 \times 2428,8}{67,2}$$

$$R = 24,21 \text{ mm CE/m}$$

Tableau récapitulatif de la conduite secondaire n°1

Tronc n°	Débit De chaleur Kcal/h	Débit D'eau kg/h	longueur L: m	vitesse w m/s	R mmCE/m	R <sub>L</sub> mmCE	$\xi$ Aller	$\xi$ ret	$\sum \xi$	Z mmCE	Diamètre nominal (mm)	Diamètre intérieur (mm)
1	58656	2932,8	6	0,8	22	132					32	35,9
2	48880	2444	12	0,7	16	192	0,125	0,7	0,825	20,05	32	35,9
3	39104	1955,2	11	0,55	11	121	0,215	1,112	1,327	19,91	32	35,9
4	29320	1466,2	11	0,75	26	286	0,28	0,5	0,78	21,76	25	27,2
5	19552	977,6	17	0,48	11	187	1,35	3,2	4,55	52	25	27,2
6	9776	488,8	16	0,38	10	160	1,46	1,5	2,96	21,20	20	21,6

$$H = \sum (R_L + Z) = 2290,92 < 2428,2 \text{ mmCE}$$

L'excès de pression est de 137 mmCE

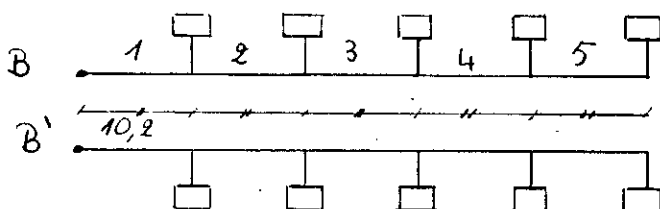
On remarque que la valeur de la perte de charge calculée est inférieure à la pression disponible en A. L'excès de pression n'étant pas important ce qui nous donne satisfaction. Si, par contre, l'excès de pression était important on aurait réalisé une partie de la tuyauterie avec des tubes de diamètres inférieurs.

### I-3-4 CONDUITES SECONDAIRES 2 ET 2<sub>bis</sub>

Ces deux conduites ont même longueur et véhiculent la même quantité de chaleur, pour ces deux raisons elles seront traitées ensembles.

- $l = 54 \text{ m}$  : longueur des deux conduites.
- $H_B = 1814,28 \text{ mm CE}$  : pression disponible au point B.
- $H_{B'} = 1768,56 \text{ mm CE}$  : pression disponible au point B'.

#### SCHEMA:



Calcul de R :

Pour la conduite N°2 : 
$$R = \frac{0,67 H_B}{54} = 22,5 \text{ mm CE/m.}$$

Pour la conduite N° 2bis: 
$$R = \frac{0,67 H_{B'}}{54} = 21,94 \text{ mm CE/m.}$$

On remarque que pour les deux conduites la perte de charge calculée est inférieure aux pressions disponibles aux points B et B', en effet :

-pour la conduite secondaire 2:

$$H < H_B$$

$$1532,04 < 1814,28$$

$$H = \sum (RQ + Z) = 1532,04 \text{ mCE}$$

Tronç n°	Debit de chaleur kcal/h	Debit d'eau kg/h	longueur dim	R	RQ mCE/m	RQ mCE	vitess v/s	∑	Z mCE	Diamètre nominal mm	Diamètre intérieur mm
1	48880	2444	108	12	1296					38	359
2	39104	1955,2	108	11	1188	0,55	0,225	1,112	1,327	38	359
3	29320	1466,4	108	11	1188	0,75	0,28	0,5	0,78	25	272
4	19552	977,6	108	17	1836	0,48	0,35	2,2	2,55	25	272
5	9776	488,8	108	16	1728	0,38	0,96	1	1,96	20	216

Tableau récapitulatif Des conduites secondaires 2 et 2 bis

l'excès de pression est de 282 mm CE,

-pour la conduite secondaire 2bis :

$$H < H_g$$

$$1532,04 < 1768,56$$

l'excès de pression est de 236 mm CE.

## CHAPITRE VI

### REGULATION



## CHAPITRE VI LA REGULATION

En chauffage central, la régulation permet, à chaque instant, de dégager dans le local une quantité de chaleur égale aux déperditions.

Comme ces dernières varient en fonction de la température extérieure, il est préférable de faire varier l'émission calorifique des corps de chauffe en fonction des conditions climatiques extérieures, cela en agissant sur la température de l'eau en circulation. C'est le rôle d'un système de régulation centrale

Pourquoi a-t-on choisi la régulation en fonction de la température extérieure ?

On peut se demander pourquoi régle-t-on le circuit en fonction de la température extérieure et non pas en fonction de la température intérieure que l'on veut maintenir constante.

La raison en est, qu'il est impossible de trouver dans une installation, une zone témoin où l'on peut placer judicieusement le thermostat intérieur.

### SCHEMA DE REGULATION :

On fera varier l'émission calorifique des corps de chauffe en agissant sur la température de départ de l'eau en la mélangeant avec l'eau de retour plus froide à l'aide d'une vanne trois voies motorisée installée à l'entrée du local. La température de l'eau à la sortie de la chaudière sera maintenue constante, égale à 90 °C

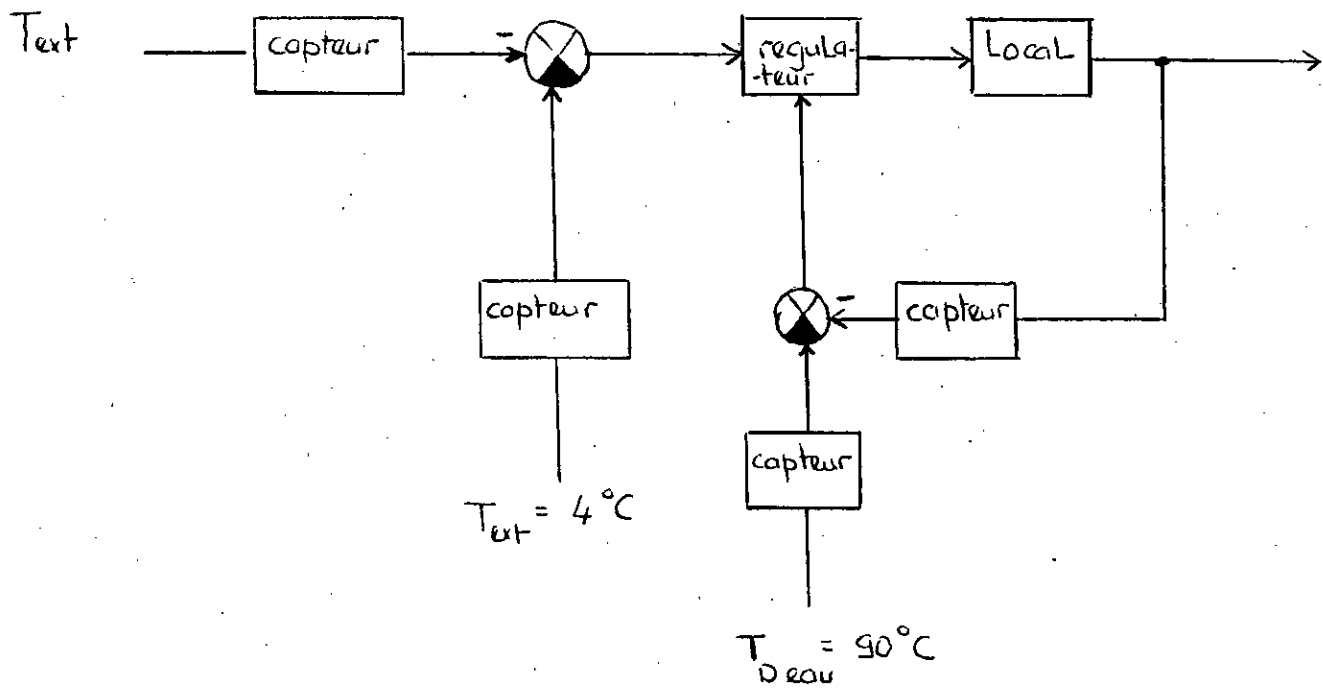
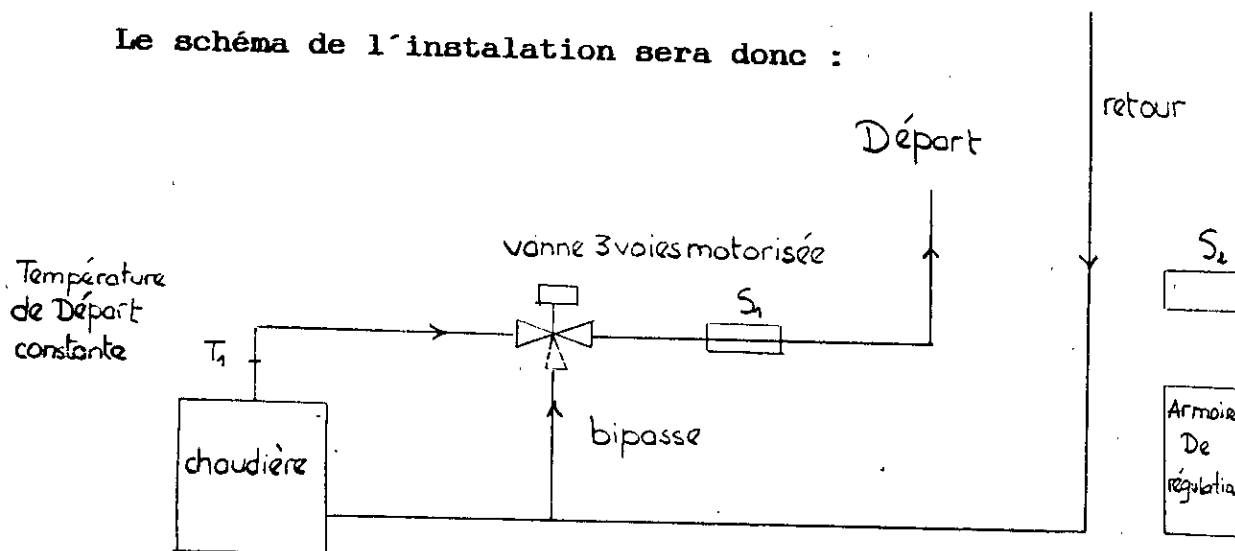


schéma de régulation

Le schéma de l'installation sera donc :



### Régulation par mélange

- $T_1$  - maintenue constante à 90 °C par action sur le brûleur .
- La vanne trois voies fait varier la température de départ du circuit en fonction de la température extérieure grâce à la régulation automatique électrique avec sonde  $S_1$  sur le départ et  $S_2$  à l'extérieur .

### REGULATION DE LA CHAUDIERRE :

On désire que l'eau à la sortie de la chaudière ait une température constante égale à 90 °C. On pourra agir sur le brûleur .Ce dernier fonctionnera à débit constant jusqu'à ce que la température voulue soit atteinte , il s'arrête et ne repart que quand la température a légèrement baissée ; c'est le rôle de l'aquastat de la chaudière

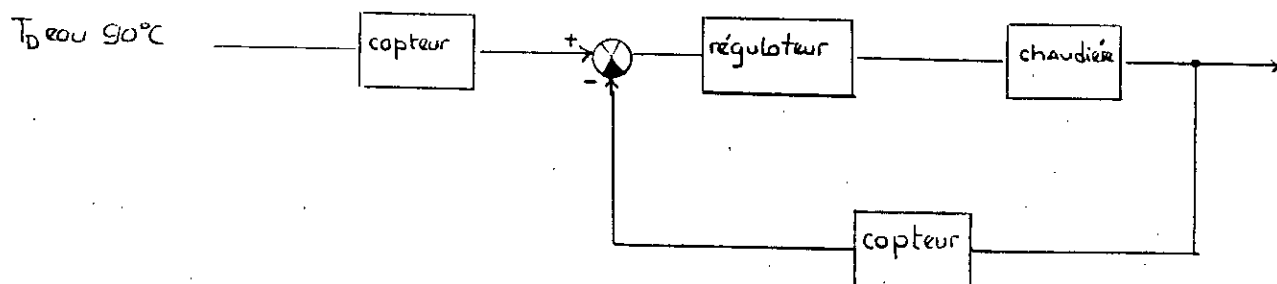


schéma de régulation De La chaudière

#### AUTRE SYSTEME DE REGULATION :

En fonction de la température intérieure , on agit sur l'émission calorifique de 11 aérothermes , la moitié des aérothermes , en tout ou rien sur le ventilateur et sur le fluide chauffant , la circulation de celui-ci s'arrête dès que le ventilateur s'arrête .

On installera deux sondes dans la partie centrale du local , considérée comme zone témoin .

Une des deux sondes commandera l'arrêt des 11 aérothermes dès que la température atteint les 19 °c , l'autre déclenchera le démarrage des 11 aérothermes arrêtés auparavant dès que la température soit tombé à 17 °C .

Cette méthode s'avère plus économique , car lors de l'arrêt des 11 aérothermes , la consommation d'énergie par ces derniers et par la pompe sera considérablement réduite . Il sera préférable d'adopter ce type de régulation pour notre installation .

## CONCLUSION

La réussite d'un projet de chauffage repose essentiellement sur les conditions suivantes:

- Le choix, adéquat du système de chauffage et des corps de chauffes.
- La détermination exacte des besoins calorifiques, qui sont la base du dimensionnement de l'installation.
- La méthode de calcul des pertes de charge, qui doit donner le réseau le plus économique possible.
- Les soins portés à l'exécution du travail lors de l'installation des tubes, qui ont une grande influence sur le bon fonctionnement de l'installation.

Dans notre étude, nous avons essayé de respecter ces derniers critères, nous avons donc opté pour un chauffage par pompes , avec des aérothermes qui donnent des résultats satisfaisants pour le chauffage des halls et des grandes surfaces.

## REFERECES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] H. RITCHELL, W. RAISS: Traité de chauffage et de climatisation, T.2, Dunod 1974.
- [2] MANUEL CARRIER, Bilan thermique, CARRIER INSTRUCTION, LTD NEW YORK.
- [3] D.COULLER, R. BOUIGE, Chauffage, ventilation, climatisation. EYROLLES 1984.
- [4] DOCUMENT BUREAU D'ETUDES.
- [5] C.GUEMAS, Le chauffage central. DUNOD 1975.
- [6] A.MISSEWARD, R.CADIERGUES, Le chauffage, la ventilation, le conditionnement d'air. EYROLLES 1956.
- [7] M.A.KOUDIL, Projet de fin d'études. E.N.P.JUIN 1991.