

وزارة التربية الوطنية
MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT: Génie Mécanique

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
المكتبة — BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

Dimensionnement d'une
installation de chauffage
-Batiment des sciences fondamentales-

Proposé par :

Mr. YOUNSI

Etudié par :

Mr. H. BENAMRA

Dirigé par :

Mr. O. KHEMIS

PROMOTION Juillet 1993



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التربية الوطنية
MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT: Génie Mécanique

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

Dimensionnement d'une
installation de chauffage
-Batiment des sciences fondamentales-

Proposé par :

Mr. YOUNSI

Etudié par :

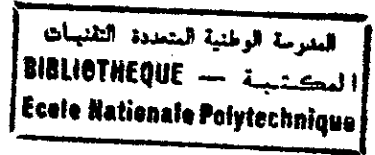
Mr. H. BENAMRA

Dirigé par :

Mr. O. KHEMIS

PROMOTION Juillet 1993

DEDICACES



A ma mère

A mon père

A mes frères et mes soeurs

A ma famille

A mes amis

Je dedie ce modeste travail

HACENE BENAMRA

REMERCIEMENTS

Il m'est agréable d'exprimer ma profonde gratitude à mon promoteur Mr KHEMIS ainsi qu'à Mr YOUNSI pour leur sollicitude, leurs conseils efficaces et les encouragements qu'ils m'ont accordés durant le déroulement de ce travail.

Je remercie également Mr Halli pour son aide précieuse et ses encouragements.

Je ne saurais manquer d'associer à ce travail tous ceux qui y ont contribué de près ou de loin à son élaboration.

Je tiens à remercier d'un autre côté tous les enseignants de l'E.N.P notamment ceux du département GENIE MECANIQUE qui ont contribué ma formation.

Ecole Nationale polytechnique

Dpt GENIE Mecanique.
proposé par: M. YOUNSI
Dirigé par: M. KHEMIS
Elevé ingénieur: M. Benamro

الدراسة الوطنية المتعددة التقنيات
دايرة الهندسة الميكانيكية

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
المكتبة - BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

المقترح: السيد يونس
الوجهة: السيد خميس
الطالب المهندس: حسن بن عمر

الملخص:

الهدف من هذا العمل هو حساب احتياجات التدفئة لتجارة العلوم الأساسية وذلك بتقييم أبعاد محطة التسخين التي بإمكانها تلبية الاحتياجات المطلوبة. هذه الدراسة قد تمت من قبل ولكنها لم تعطي نتائج مرضية

RESUME :

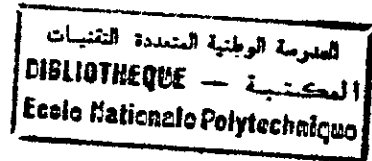
Ce travail consiste en l'évaluation des besoins calorifiques du bâtiment des sciences fondamentales "ENP", cela en dimensionnant l'installation pouvant répondre aux besoins exigés .

Cette étude a été déjà effectuée, mais elle n'a pas donné satisfaction.

Abstract :

this work consisted in study and estimation of calorific needs for fundamental's sciences building "ENP".

SOMMAIRE



- INTRODUCTION	1
- DONNEES DE BASE	3

CHAPITRE I : RAPPEL SUR LE TRANSFERT DE CHALEUR

I.1 - INTRODUCTION	4
I.2.1 - CONDUCTION	4
I.2.2 - CONVECTION	4
I.2.3 - RAYONNEMENT	5
I.2 - EQUATION FONDAMENTALE DE TRANSMISSION DE CHALEUR	5
I.3 - COEFFICIENT GLOBAL DE TRANSMISSION DE CHALEUR	6
I.3.1 - MUR PLAN	6
I.3.2 - MUR PLAN COMPOSE	6

CHAPITRE II : SYSTEMES DE CHAUFFAGE

II.1 - INTRODUCTION	8
II.2 - MODES DE CHAUFFAGE	8
II.2.1 - CHAUFFAGE A EAU CHAUDE	8
II.2.2 - CHAUFFAGE A VAPEUR	9
II.2.3 - CHAUFFAGE A AIR CHAUD	10

CHAPITRE III : BILAN THERMIQUE

III.1 - INTRODUCTION	11
III.2 - BESOINS CALORIFIQUES	11
III.2.1 - BESOINS CALORIFIQUES POUR PERTES PAR TRANSMISSION	11
III.2.2 - BESOINS CALORIFIQUES POUR PERTES PAR VENTILATION	13

III.3 - COEFFICIENT K DES PAROIS D'UN LOCAL	15
III.3.1 - MURS EXTERIEURS	15
III.3.2 - MURS INTERIEURS	15
III.3.3 - PLAFOND - PLANCHER	15
III.3.4 - PORTES ET FENETRES	15
III.4 - PERMEABILITE DES JOINTS	15

CHAPITRE IV : CALCUL DU RESEAU DE TUYAUTERIES

IV.1 - INTRODUCTION	41
IV.2 - CALCUL DES PERTES DE CHARGES	41
IV.2.1 - PERTES DE CHARGES LINEAIRES	41
IV.2.2 - PERTES DE CHARGES SINGULIERES.	41
IV.2.3 - PERTES DE CHARGES TOTALES	42
IV.3 - METHODE DE CALCUL	43

CHAPITRE V : INSTALLATION A AIR CHAUD DEBIT D'AIR

V.1 - INTRODUCTION	47
V.2 - CHOIX DU SYSTEME	47
V.3 - CALCUL DE DEBIT D'AIR CHAUD	48

CHAPITRE VI : CALCUL DU RESEAU DE GAINES

VI.1 - INTRODUCTION	50
VI.2 - CHOIX DES VITESSES DE CIRCULATION	50
VI.3 - DIMENSIONS DES GAINES	50
VI.4 - CALCUL DES PERTES DE CHARGES	51
VI.4.1 - PERTES DE CHARGES LINEAIRES	51

VI.4.2 - PERTES DE CHARGES SINGULIERES	52
VI.4.3 - PERTES DE CHARGES TOTALES	52
VI.5 - RESEAU DE SOUFLAGE ET RESEAU DE REPRISE.	52
CHAPITRE VII : DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS ELEMENTS DE L'INSTALLATION	
VII.1 - CIRCUIT D'EAU CHAUDE	57
VII.1.1 - CHAUDIERE	57
VII.1.2 - POMPE DE CIRCULATION	59
VII.1.3 - ORGANES DE SECURITE	61
VII.1.4 - CORPS DE CHAUFFE	63
VII.2 - CIRCUIT D'AIR CHAUD	
VII.2.1 - VENTILATEUR	64
VII.2.2 - FILTRE	66
VII.2.3 - BATTERIE DE CHAUFFE	66
CHAPITRE VIII : REGULATION	68
CONCLUSION	71

NOMENCLATURE

- T : température.
 Q : flux de chaleur.
 λ : conductibilité thermique.
 e : épaisseur.
 s : surface.
 α : coefficient de convection.
 ε : émissivité.
 F : facteur de forme.
 σ : constante de stefan boltzman.
 K : coefficient de transmission global.
 R_{air} : résistance thermique.
 q_o : perte par transmission. l_a
 Q_o : pertes par transmission de totalité du local.
 Z_U : majoration pour interruption d'exploitation du chauffage.
 Z_A : majoration pour compensation des surfaces extérieures froides.
 Z_H : majoration pour orientation.
 Q_T : besoins calorifiques pour pertes par transmission.
 D : coefficient totale de toutes les enveloppes du local.
 ΔT : différence de température.
 Q_L : besoins calorifiques pour pertes par ventilation.
 $\Sigma(al)_A$: perméabilité des fenêtres et portes au vent.
 R : caractéristique de local.
 H : caractéristique de l'immeuble.
 Z_E : majoration pour fenêtres d'angle.
 R_m : perte de charge par mètre de longueur.
 l : longueur de la conduite.
 d : diamètre de la conduite.
 ρ : masse volumique.
 W : vitesse d'écoulement.
 Z : perte de charge singulière.
 ξ : coefficient de résistance.
 ΔP : perte de charge totale pour un tronçon.
 M_e : débit massique de l'eau.
 C_p : chaleur massique.

H_I : perte de charge dans l'installation.

H_p : pression de la pompe.

H_S : pression due à la gravité.

H_T : pression totale.

M_a : débit massique de l'air.

q_v : débit volumique de l'air.

d_g : diamètre équivalent.

Q_k : puissance de la chaudière.

Z_R : coefficient de perte de chaudière.

P_{CI} : pouvoir calorifique inférieur.

C : consommation de combustible.

V_p : débit de la pompe.

H_m : hauteur manométrique de la pompe.

H_{ch} : perte de charge dans la chaudière.

N_p : puissance de la pompe.

η : rendement.

V_{exp} : volume du vase d'expansion.

ϕ_{int} : diamètre intérieur de la colonne d'expansion.

N_v : puissance du ventilateur.

P_B : puissance de la batterie.

INTRODUCTION

L'homme a constamment besoin de vivre dans un certain climat correspondant à son bien être, mais la nature ne lui fournit pas toujours le confort espéré, ce qui l'a poussé à réfléchir sur les moyens qui lui permettent d'adapter le climat de son environnement à son confort personnel. Pour cela on essaye de créer un climat artificiel à savoir le chauffage et la climatisation : la différence entre ces deux procédés est que dans la climatisation nous avons un conditionnement d'air (température et humidité), alors que dans le chauffage on agit sur la température.

Dans l'optique d'étudier l'un de ces procédés à savoir le chauffage, nous allons examiner le cas du chauffage existant du Département des Sciences Fondamentales de notre école et évaluer les grandeurs qui garantissent son fonctionnement.

Notre étude consiste à faire un deuxième dimensionnement de l'installation de chauffage. Ce ci est du au fait que l'étude précédente n'était pas efficace, la preuve ; c'est que le système de chauffage de notre bâtiment ne fonctionne pas normalement. L'apport d'énergie n'est pas suffisant suite à la baisse de la température des radiateurs. Un défaut de calcul des éléments de l'installation est très probable. Le système de chauffage traité dans ce cas est composé d'un circuit à eau chaude qui sert à chauffer les bureaux administratifs et les salles de classe du bâtiment. L'autre circuit à air chaud alimenté par le premier, sert à chauffer les deux amphithéâtres, cela demande de faire une étude générale sur cette installation de chauffage et ce d'après les données de base : plan d'architecture de notre bâtiment et les dimensions nécessaires.

OBJECTIF

Dans le premier chapitre nous présentons un rappel sur le transfert thermique. Nous avons étudié dans le second chapitre les différents systèmes de chauffage. Le chapitre trois comporte le bilan d'énergie servant au calcul des besoins calorifiques qui constituent la base de dimensionnement de la chaudière et les corps de chauffe annexes. Et dans le quatrième chapitre nous avons calculé les pertes de charge dans les différents tronçons du réseau de tuyauteries pour dimensionner la pompe de circulation. Le chapitre cinq concerne le calcul de débit d'air chaud pour chauffer les deux amphithéâtres. Les pertes de charge dans tous les tronçons du réseau de gaines, pour le dimensionnement du ventilateur, sont évaluées dans le sixième chapitre. Dans le septième chapitre nous avons dimensionné les différents éléments de la centrale. Un système de régulation automatique de réglage de la centrale est l'objet du chapitre huit.

Enfin, une conclusion a été faite sur le travail effectué.

^N - DONÉES DE BASE

Les données climatique extérieures et intérieures servent de base au calcul des installations de chauffage. Elles influent donc directement sur le bilan thermique et par conséquent sur le dimensionnement exact de l'installation.

1 - SITUATION GEOGRAPHIQUE

Les locaux se trouvent à El- Harrach et par conséquent se caractérisent par:

- Altitude : 30 mètres environ.
- latitude : 36° 43 Nord.

1.1 - CONDITION EXTERIEURE:

- Température : 6°c.

cette température représente, la moyenne des températures maximales et celles des températures minimales.

1.2 - CONDITION INTERIEURE

Température intérieure [3]: les salles de classes, bureaux, locaux à circulation collective, $T_i = 18^\circ\text{c}$.

CHAPITRE 1

RAPPEL SUR LE TRANSFERT DE CHALEUR

CHAPITRE I

RAPPEL SUR LE TRANSFERT DE CHALEUR

I.1-INTRODUCTION

Le transfert de chaleur se définit comme la transmission d'énergie d'un milieu de haute température à un milieu de basse température au moyen des trois mécanismes suivants :

I.1.1-LA CONDUCTION

Le transfert de chaleur s'effectue par contact direct entre les molécules d'un solide, sans déplacement de matière. En régime permanent, la loi de FOURIER permet de calculer le flux de chaleur transmis à travers une paroi :

$$Q = \frac{\lambda}{e} .s.(T_1 - T_2) \quad [\text{kcal/h}]$$

où:

λ : conductibilité thermique [kcal/m.h.^oc]

e : épaisseur de la paroi (m),

s : surface frontale (m²)

T_1, T_2 : température des deux faces de la paroi (°c).

I.1.2 - LA CONVECTION :

Le transfert de chaleur s'effectue par le mouvement des particules liquides ou gazeuses en contact d'un corps solide, donc par déplacement de matière. la loi de NEWTON permet de calculer le flux de chaleur échangé par convection entre une paroi et un fluide environnant :

$$Q = \alpha . s . (T_s - T_f) \quad [\text{kcal/h}]$$

où :

α : coefficient de convection [kcal/m².h.°c]

s : surface d'échange (m²),

T_s : température de la paroi (°c),

T_f : température du fluide (°c).

I.1.3 - LE RAYONNEMENT :

Le Transfert de chaleur s'effectue entre deux corps à des températures différentes par ondes électromagnétiques, lorsque ces corps sont séparés dans l'espace, où même lorsqu'un vide existe entre eux. Le flux échangé entre deux plaques à des températures T₁ et T₂, est donné par la relation de STEFAN -BOLTZMAN

$$Q = S_1 . F_{1,2} . \sigma . (T_1^4 - T_2^4) \quad [\text{KCAL/h}]$$

Où :

F_{1,2} : facteur de forme de 1 par rapport à 2,

S : surface de la plaque 1 (m²),

σ : constante de boltzman. $\sigma = 5,67 . 10E-08 [\text{W/m}^2 . \text{k}^4]$

I.2 -EQUATION FONDAMENTALE DE TRANSMISSION DE CHALEUR

Le flux de chaleur échangé entre deux fluides de températures différentes .et traversant une paroi qui les sépare est donné par la relation :

$$Q = K . S . \Delta T \quad [\text{kcal/h}]$$

Où : S : surface d'échange de chaleur (m²),

K : coefficient de transmission global [kcal/m².h.°c],

ΔT : différence de température entre les deux fluides (°c).

I.3 - COEFFICIENT GLOBAL DE TRANSMISSION DE CHALEUR

I.3.1 - MUR PLAN: soit un mur dont les dimensions sont suffisamment importantes de manière à ce que les fuites par les côtés puissent être négligées.

Le régime d'écoulement de la chaleur étant supposé permanent, le flux de chaleur qui traverse le mur est :

$$Q = \frac{\lambda}{e} . S . (T_1 - T_2)$$

Si le mur considéré sépare deux milieux de températures T_i et T_o et de coefficients de convection α_i, α_o , le flux de chaleur en régime permanent peut s'écrire:

$$Q = \alpha_i . S . (T_i - T_1) = \frac{\lambda}{e} . S . (T_1 - T_2) = \alpha_o . S . (T_2 - T_o) .$$

Si l'on veut calculer le coefficient de transmission global K telque :

$$Q = K . S . (T_i - T_o)$$

D'où:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_o}$$

I.3.2 - MUR PLAN COMPOSÉ : si le mur est composé de plusieurs couches, K est déduit par la formule:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{e_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_o} \quad [m^2 . h . ^\circ c / kcal]$$

où:

e_i : épaisseur de la la paroi 'i' (m),

λ_i : coefficient de conductibilité de la paroi 'i',

Si l'une des couches est une lame d'air, la formule donnant le coefficient de transmission global sera :

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{e_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_e} + R_{\text{air}} \quad [\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}/\text{kcal}]$$

où:

R_{air} : coefficient de résistance calorifique qui dépend de l'épaisseur de la lame d'air [$\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}/\text{kcal}$].

les valeurs de cette résistance sont données dans le tableau numérique A25 [2].

Pour nos calculs, α_i et α_e sont respectivement les coefficients de convection intérieur et extérieur.

On adopte les valeurs numériques suivantes:
d'après DIN 4701 [2]

$$\left. \begin{array}{l} \alpha_i = 7 \\ \alpha_e = 20 \end{array} \right\} \quad [\text{Kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}]$$

CHAPITRE 2

SYSTEME DE CHAUFFAGE

CHAPITRE II

SYSTEMES DE CHAUFFAGE

II.1 - INTRODUCTION :

Le chauffage consiste à dégager dans un local la quantité de chaleur nécessaire pour y maintenir la température désirée.

Lorsqu'on a besoin de chauffer plusieurs locaux, il est nécessaire d'utiliser un chauffage central, dont le principe consiste à produire la chaleur en un seul endroit (chaufferie) et de la distribuer par l'intermédiaire d'un véhicule de chaleur. Le principe général de cette distribution consiste à accumuler la chaleur dans un fluide qui cède ses calories en se refroidissant au passage dans le corps de chauffe. On distingue suivant la nature du fluide transporteur de chaleur les chauffages :

- à eau chaude
- à vapeur.
- à air chaud.

II.2 - MODES DE CHAUFFAGE

II.2.1 - CHAUFFAGE À EAU CHAUDE:

- CIRCULATION NATURELLE : la différence de pression ou charge hydromotrice est provoquée par la différence de masse volumique due à la variation de température au niveau du corps de chauffe, ce procédé est aussi appelé chauffage par "thermosiphon". Ce mode de circulation nécessite des conduites de grands diamètres afin d'augmenter la charge hydromotrice. Le prix de cette installation sera plus élevé que celui d'une circulation forcée.

- CIRCULATION FORCÉE : pour pallier à la faiblesse de la charge hydromotrice, on installe une pompe de circulation qui sera susceptible de combattre toutes les pertes de la charge dans le

réseau.

La distribution de l'eau chaude vers les corps de chauffe est assurée par des colonnes et des collecteurs (tuyaux verticaux et horizontaux).

cette distribution peut se faire de deux manières:

- par en dessus,
- par en dessous.

* - DISTRIBUTION PAR EN DESSUS: L'eau chaude issue de la chaudière est conduite directement en partie haute de l'installation par une colonne montante principale puis distribuée par un collecteur horizontal.

* - DISTRIBUTION PAR EN DESSOUS: Dans ce système , le collecteur principal est posé horizontalement et en cave partent les colonnes montantes aller. Les conduites du retour sont posées en parrallèles avec celles de l'aller.

Ce type de distribution présente beaucoup plus d'avantage que le précédent et de plus il est plus économique.

II.2.2 - CHAUFFAGE A VAPEUR :

Le fluide véhiculant la chaleur est la vapeur , après sa production dans la chaufferie se répand jusqu'au corps de chauffe, là, où elle se condense sous la pression atmosphérique et sa chaleur de condensation sert au chauffage de l'ambiance.

Selon la valeur de la pression de service, les installations de chauffage sont dites à " haute pression " (plus de 0.5 bar) ou à "basse pression " (moins de 0.5 bar).

Le principal avantage des installations de chauffage à vapeur basse pression est leur prix d'installation moins élevé (faible diamètre des tubes et grande émission calorifique) . Par contre elles présentent l'inconvénient d'être moins hygiéniques (carbonisation des poussières) et difficilement réglables.

La vapeur haute pression n'est pas utilisée pour le chauffage de confort mais pour les besoins industriels.

Le chauffage à haute pression présente l'avantage de permettre le transport de la chaleur à des grandes distances, par

contre il possède certains inconvénients tels que : le bruit de fonctionnement au niveau des corps de chauffe, réglage très difficile .

II.2.3 - CHAUFFAGE A AIR CHAUD:

Dans ces installations, le fluide chauffant est l'air, qui peut être distribuée par gravité (circulation naturelle) ou par un moyen mécanique (circulation forcée).

Le transport de l'air chaud se fait par des gaines de distribution.

Le chauffage à air chaud peut être :

- à reprise d'air intérieur totale (système fermé ou air recyclé)
- avec reprise partielle de l'air intérieur mélangé avec de l'air extérieur (système mixte ou à air mélangé).
- sans aucune reprise intérieure , mais prise totale de l'air extérieur (système ouvert ou à air neuf).

Le premier système est plus économique mais moins hygiénique.

Le deuxième est le plus avantageux de ces trois variants car il respecte le compromis hygiène-économie , le troisième système est le plus hygiénique mais très onéreux.

DESCRIPTION DE L'INSTALLATION DE CHAUFFAGE DE NOTRE BATIMENT

Le mode de chauffage choisi est à eau chaude exépté les amphus qui sont munis d'une installation à air chaud alimentée par une installation à eau chaude

pour l'installation à eau chaude le mode de distribution est par en dessous .

CHAPITRE 3

BILAN THERMIQUE

CHAPITRE III

BILAN THERMIQUE

III.1- INTRODUCTION:

Le bilan thermique permet de calculer les besoins calorifiques, qui constituent la base du dimensionnement de l'installation de chauffage.

III.2-BESOINS CALORIFIQUE:

Les besoins calorifiques sont les quantités de chaleur nécessaires à apporter au local pour le maintenir à une température déterminée.

Quand les températures intérieures et les conditions climatiques extérieures restent inchangées (état stationnaire), les besoins calorifiques sont identiques à la somme de toutes les déperditions de chaleur à travers l'enveloppe extérieure. Ces déperditions sont de deux genres :

- déperdition calorifiques par transmission .
- déperditions calorifiques par ventilation .

III.2.1-BESOINS CALORIFIQUES POUR PERTES PAR TRANSMISSION :

Les pertes par transmission à travers une paroi d'un local sont données par la loi de transmission globale de la chaleur en régime établi :

$$q_o = K.S.(T_i - T_o) \quad [\text{kcal/h}]$$

Les pertes par transmission de la totalité du local sont donc :

$$Q_o = \sum q_o$$

Pour un local déterminé, il faut différencier entre pertes calorifiques par transmission Q_o et besoins calorifiques Q_T correspondant à ces mêmes pertes. Mais d'autres facteurs d'influence sont introduits sous forme de majoration des pertes calorifiques par transmission. On déduit les besoins calorifiques correspondant à ces pertes, en multipliant celles-ci par un coefficient de majoration Z , qui contient les majorations partielles suivantes :

- Z_U : pour interruption d'exploitation du chauffage ,
- Z_A : pour compensation des surfaces extérieures froides,
- Z_H : pour orientation.

On peut alors écrire [2] :

$$Q_T = Q_o \cdot (1 + Z_U + Z_A + Z_H) = Q_o Z \quad [\text{kcal/h}]$$

LES MAJORATIONS :

A. COEFFICIENT D: Ce coefficient est défini comme le coefficient global de transmission de toute l'enveloppe du local. Il donne une idée sur l'étanchéité du local.

Un coefficient D important signifie un mauvais isolement calorifique du local, alors que si D est faible, ceci indique un bon isolement calorifique. Il s'exprime par la relation suivante :

$$D = \frac{Q_o}{S_{TOT} \cdot (T_i - T_o)}$$

où :

- Q_o : besoins calorifiques pour pertes par transmission,
- S_{TOT} : surface totale de toute l'enveloppe du local (m^2),
- T_i : température intérieure ($^{\circ}C$),
- T_o : température extérieure ($^{\circ}C$).

B. MAJORATION Z_U . Cette majoration est introduite pour tenir compte des interruptions d'exploitation.

Dans notre cas, l'interruption journalière de fourniture de

chaleur est d'une durée de 12 heures ce qui correspond au mode d'exploitation II .

la majoration Z_U est dépendante du coefficient D , les faibles valeurs de D demandent de grandes majorations , et les grandes valeurs, de faibles majorations .

C -MAJORATION Z_A : La température des murs n'est pratiquement jamais égale à celle régnant dans le local et pour tenir compte de ce fait, on a introduit la majoration Z_A .

Z_A dépend aussi de la valeur du coefficient D .

On pourra donc regrouper Z_U et Z_A en une seule majoration :

$Z_D = Z_U + Z_A$, malgré leur signification physique différente .

D MAJORATION Z_H : Cette majoration permet d'introduire le facteur ensoleillement qui diffère d'une orientation à l'autre .

Les valeurs de ces majorations seront prises du tableau A14 [2] .

III.2.2 -BESOINS CALORIFIQUES POUR PERTES PAR VENTILATION :

Ces pertes sont dues à l'infiltration d'air extérieur par les jointures des portes et des fenêtres fermées . ceci résulte d'une mauvaise étanchéité et d'une vitesse de vent qui crée une différence de pression entre l'extérieur et l'intérieur .

Pour caractériser les particularités d'un immeuble ,dûes à sa situation, son lieu et son mode de construction, on se sert de la "caractéristique d'immeuble" H .Les résistances à l'écoulement de l'air sont décrites par la "caractéristique de local" R.

Les besoins calorifiques pour compenser les pertes par ventilation peuvent être calculés par l'équation [2] :

$$Q = \sum (\alpha l)_A . R . H . (T_i - T_e) . Z_E \quad [\text{kcal/h}]$$

Où :

$\sum (\alpha l)_A$: la perméabilité des fenêtres et des portes au vent ,

R : la caractéristique de local ,

H : la caractéristique d'immeuble ,

Z_E : le facteur de majoration pour fenêtres d'angle .

A - PERMEABILITE DES FENÊTRES ET PORTES $\Sigma(al)$:

Si l'on désigne par "a" la perméabilité à l'air d'un joint de fenêtres ou des portes par mètre de longueur pour une différence de pression donnée, la perméabilité de toutes les fenêtres et les portes ayant chacune des joints d'une longueur l et exposées au vent est donnée par $\Sigma(al)$.

Le tableau A15 [2] indique les valeurs de calcul de perméabilité spécifique aux plus importants types de fenêtres et de portes.

B - LA CARACTERISTIQUE DU LOCAL R :

Cette caractéristique dépend de la perméabilité de toutes les fenêtres et portes exposées au vent, Elle est déterminée à partir du rapport des surfaces des fenêtres et portes extérieures S_E à la surface des portes sur la face d'écoulement S_p .

Le tableau A16 [2] indique les valeurs de R.

C - LA CARACTERISTIQUE D'IMMEUBLE H :

La caractéristique d'immeuble H est donnée par le tableau numérique A17 [2].

On classe les locaux en trois genres, suivant l'action du vent :

SITE PROTEGE : c'est le cas de centres de villes de construction serrée à condition que les immeubles ne dépassent pas sensiblement leur voisinage.

SITE DECOUVERT : c'est le cas des bâtiments qui ne possèdent pas de voisinage immédiat et des maisons élevées dépassant les constructions les plus proches.

SITE EXCEPTIONNELLEMENT DECOUVERT : C'est le cas des maisons isolées construites sur des hauteurs largement balayées par le vent.

Dans notre cas nous sommes dans une région normale, site découvert ce qui implique $H = 0.41$.

D - LA MAJORATION POUR FENETRES D'ANGLE Z_E :

Ce coefficient n'est à envisager que pour des fenêtres et portes situées immédiatement dans l'angle de deux murs extérieurs contigus .

alors $Z_E=1.2$ pour les autres cas $Z_E=1$.

III.2.3 - BESOINS CALORIFIQUES D'UN LOCAL :

Les besoins calorifiques Q d'un local sont la somme des besoins calorifiques par transmission Q_T , et des besoins calorifiques pour pertes par ventilation Q_L .

$$Q = Q_T + Q_L = Q_o . (1+Z) + Q_L \quad [\text{kcal/h}]$$

III.3 - COEFFICIENT K DES PAROIS D'UN LOCAL : [voir l'annexe 1]

III.3.1 - MURS EXTERIEURS:

$$K = 1.036 [\text{Kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}]$$

III.3.2 - MURS INTERIEURS :

$$K = 2.024 [\text{Kcal/m}^2 \text{h} \cdot ^\circ\text{C}]$$

III.3.3 - PLAFOND ET PLANCHER :

$$K = 1.036 [\text{Kcal/m}^2 \text{h} \cdot ^\circ\text{C}]$$

III.3.4 - TERRASSE :

$$K = 0.984 [\text{Kcal/m}^2 \text{h} \cdot ^\circ\text{C}]$$

III.3.5 - PORTES ET FENETRES :

- fenêtres extérieures	$K = 4.5 [\text{Kcal/m}^2 \text{h} \cdot ^\circ\text{C}]$
- // intérieures	$K = 3 [\text{Kcal/m}^2 \text{h} \cdot ^\circ\text{C}]$
- portes extérieures, bois	$K = 3 [\text{Kcal/m}^2 \text{h} \cdot ^\circ\text{C}]$

- // // ,acier $K = 5$ [Kcal/m²h.°c]
- portes intérieures $K = 2$ [Kcal/m²h.°c]

III.4 - PERMEABILITE DES JOINTS "a":

Les fenêtres et les portes extérieures $a = 3$ [m³/h].

Abréviations utilisées dans les tableaux:

- ME : mur extérieur.
- MI : mur intérieur.
- PLD : plafond.
- PLR : plancher.
- FE : fenêtre extérieure.
- FI : fenêtre intérieure.
- PE : porte extérieure.
- PI : porte intérieure.
- TE : terrasse.
- Abré : abréviation.
- surf : surface.
- Nbre : Nombre.
- dédu : déduction.
- ch.re.l.ca : chiffre retenu pour le calcul.

le calcul des besoins calorifiques de chaque local est donné dans
tableau suivant :

REZ-DE-CHAUSSÉE

salle N°1

Abrév	FE	ME	FE	ME	PI	MI	PLD	PLD
surf (m ²)	2.8	27.2	1.92	15.2	2.2	7.2	40.37	8.31
Nbre	7	1	1	-	1	1	-	-
Déd	-	19.6	-	1.92	-	2.2	-	-
ch. re. p. l. ca	19.6	7.6	1.92	13.28	2.2	5	40.37	8.31
K	4.5	1.036	4.5	1.036	2	2.024	1.345	1.345
ΔT(°C)	12	12	12	12	8	8	8	8
q _o	1058.4	94.4	103.7	165.1	35.2	80.9	434.4	89.4
Q _o							2061.69	
Z	Z _D *							15
	Z _H *							5
	Z							1.2
Q _T							2474.035	
Q _L							491.8	
Q							2970	

Bureau 1, 2, 5

Abrév	FE	ME	PI	MI	PLD
surf (m ²)	1.92	10.4	1.98	10.4	19.5
Nbre	2	1	1	1	1
Déd	-	3.84	-	1.98	-
ch. re. p. l. ca	3.84	6.56	1.98	8.42	19.5
K	4.5	1.036	2	2.024	1.345
$\Delta T (^{\circ}C)$	12	12	8	8	8
q_o	207.4	81.5	31.7	136.3	209.8
Q_o				666.7	
Z	$Z_D^{\%}$				15
	$Z_H^{\%}$				0
	Z				1.15
Q_T				766.7	
Q_L				148.8	
Q				920	

Salle de réunion

Abrév	FE	ME	PI	MI	MI	PLD
surf (m ²)	2.8	11.2	1.9	10.8	3.6	28.9
Nbre	3	1	1	1	1	1
Déd	-	8.4.	-	1.98	-	-
ch. re. p. l. ca	8.4	2.8	1.98	8.9	3.6	28.9
K	4.5	1.036	2	2.024	2.024	1.345
$\Delta T(^{\circ}C)$	12	12	8	8	8	8
q _o	453.6	45.7	31.7	144.1	58.5	310.7
Q _o						1044.32
Z	Z _D *					15
	Z _H *					5
	Z					1.2
Q _T						1253.18
Q _L						185.87
Q						1440

Bureau 3,6

Abrév	FE	ME	PI	MI	PLD
surf (m ²)	1.92	9.6	2.2	9.6	18
Nbre	2	1	1	1	1
Déd	-	3.84	-	2.2	-
ch. re. p. l. ca	3.84	5.76	2.2	7.4	18
K	4.5	1.036	2	2.024	1.345
$\Delta T(^{\circ}C)$	12	12	8	8	8
q _o	207.4	71.8	35.2	119.8	193.7
Q _o				627.7	
Z	Z _D *				15
	Z _H *				0
	Z				1.15
Q _T				721.8	
Q _L				148.8	
Q				870	

Bureau 4

Abrév	FE	NE	PI	MI	PLD
surf (m ²)	1.82	12	2.2	12	22.5
Nbre	2	1	1	1	1
Déd	-	3.84	-	2.2	-
ch. re. p. l. ca	3.84	8.16	2.2	9.8	22.5
K	4.5	1.036	2	2.024	1.345
ΔT(°C)	12	12	8	8	8
q _o	207.4	101.4	35.2	158.7	242.1
Q _o				744.8	
Z	Z _D *				15
	Z _H *				0
	Z				1.15
Q _T				856.5	
Q _L				148.8	
Q				1010	

Bureau 7

Abrév	MI	PI	MI	MI	PLD
surf (m ²)	3.6	2.2	9.6	3.2	12.8
Nbre	1	1	1	1	1
Déd	-	-	2.2	-	-
ch. re. p. l. ca	3.6	2.2	7.4	3.2	12.8
K	2.024	2	2.024	2.024	1.345
$\Delta T(^{\circ}C)$	8	8	8	8	8
q _o	58.5	35.2	119.8	51.8	138.5
Q _o				403.9	
Z	Z _D *				15
	Z _H *				0
	Z				1.15
Q _T				464.4	
Q _L				0	
Q				470	

Bureau 8.8

Abrév	PI	MI	MI	PLD
surf (m ²)	2.2	8	1.6	8.7
Nbre	1	1	1	1
Déd	-	2.2	-	-
ch. re. p. l. ca	2.2	5.8	1.6	8.75
K	2	2.024	2.024	1.345
$\Delta T(^{\circ}C)$	8	8	8	8
q_o	35.2	93.9	25.9	94.2
Q_o			270.4	
Z	$Z_D \times$		15	
	$Z_H \times$		0	
	Z		1.15	
Q_T			$Q_s = 223.3$ $Q_o = 249.2$	
Q_L			0	
Q			$q_o = 260$ $q_o = 290$	

Salle N° 2

Abrév	ME	FE	ME	PLD
surf (m ²)	14.4	2.8	19.2	27
Nbre	1	4	1	1
Déd	-	-	11.2	-
ch. re. p. l. ca	14.4	11.2	8	27
K	1.036	4.5	1.036	1.345
$\Delta T(^{\circ}C)$	12	12	12	8
q_o	179.1	604.8	99.58	290.5
Q_o			1173.8	
Z	Z_D^*			15
	Z_H^*			-5
	Z			1.1
Q_T			1291.2	
Q_L			247.9	
Q			1540	

Laboratoire N°1

Abrév	FE	ME	FE	ME	FI	PI	MI	PLD	TE
surf (m ²)	2	53.2	2	33.7	1	3.4	53.3	5.1	41.2
Nbre	12	1	3	1	12	1	1	1	1
Déd	-	24	-	6	-	-	15.4	-	-
ch. re. p. l. ca	24	29.6	6	27.7	12	3.4	37.9	5.1	41.2
K	4.5	1.036	4.5	1.036	3	2	2.024	1.345	1.5
ΔT(°C)	12	12	12	12	8	8	8	8	12
q _o	1296	363.6	324	344.7	288	55.1	612.2	55.1	742.5
Q _o									4081.2
Z	Z _D ×								15
	Z _H ×								5
	Z								1.2
Q _T								4897.5	
Q _L								942.3	
Q								5840	

suite de tableau

1^{ER} ETAGE

Laboratoire N° 2

PI	MI	PLD	TE
2.2	53.2	7.5	41.2
1	1	1	1
-	17.6	-	-
2.2	35.6	7.5	41.2
2	2.024	1.345	1.5
8	8	8	12
35.2	576.6	80.7	742.5
4106.3			
15			
-5			
1.1			
4516.9			
942.3			
5460			

Bureau N°1

Abrév	FE	ME	ME	PI	FI	MI
surf (m ²)	2	21.2	13.6	1.54	1	21.2
Nbre	5	1	1	1	5	1
Déd	-	10	-	-	-	6.5
ch. re. p. l. ca	10	11.2	13.6	1.5	5	14.7
K	4.5	1.036	1.036	2	3	2.024
$\Delta T(^{\circ}C)$	12	12	12	8	8	8
q _o	540	139.8	169.1	24.6	120	238.2
Q _o						1231.8
Z	Z _D *					15
	Z _H *					5
	Z					1.2
Q _T						1478.1
Q _L						322.6
Q						1800

1^{er} ETAGE

Bureau 2

Abrév	FE	ME	PI	FI	MI
surf (m ²)	2	7.6	1.5	1	7.6
Nbre	2	1	1	2	1
Déd	-	4	-	-	3.5
ch. re. p. l. ca	4	3.6	1.5	2	4.1
K	4.5	1.036	2	3	2.024
ΔT(°C)	12	12	8	8	8
q _o	216	45.4	24.6	48	66.5
Q _o				400.6	
Z	Z _D %				15
	Z _H %				0
	Z				1.15
Q _T				460.6	
Q _L				159.4	
Q				620	

suite de tableau

1^{er} ETAGE

Bureau 3

Abrév	FE	ME	PI	FI	MI
surf (m ²)	2	9.2	1.5	1	9.2
Nbre	2	1	1	2	1
Déd	-	4	-	-	3.5
ch. re. p. l. ca	4	5.1	1.5	2	5.7
K	4.5	1.036	2	3	2.024
$\Delta T(^{\circ}C)$	12	12	8	8	8
q _o	216	64.4	24.6	48	91.3
Q _o				444.4	
Z	Z _D *				15
	Z _H *				0
	Z				1.15
Q _T				511.1	
Q _L				159.4	
Q				680	

Bureau 4

Abrév	FE	ME	PI	FI	MI
surf (m ²)	2	12.6	1.5	1	12.6
Nbre	3	1	1	3	1
Déd	-	6	-	-	4.5
ch. re. p. l. ca	6	6.6	1.5	3	8.1
K	4.5	1.036	2	3	2.024
$\Delta T(^{\circ}C)$	12	12	8	8	8
q _o	324	81.8	24.6	72	130.2
Q _o				632.6	
Z	Z _D ×				15
	Z _H ×				0
	Z				1.15
Q _T				727.5	
Q _L				185.9	
Q				920	

Abrév	FE	ME	PI	FI	MI
surf (m ²)	2	14.9	1.5	1	14.9
Nbre	4	1	2	4	1
Déd	-	8	-	-	7.1
ch. re. p. l. ca	8	6.9	3	4	7.8
K	4.5	1.036	2	3	2.024
$\Delta T(^{\circ}C)$	12	12	8	8	8
q _o	432	86.5	49.3	96	127.6
Q _o				791.4	
Z	Z _D *				15
	Z _H *				0
	Z				1.15
Q _T				910.1	
Q _L				318.8	
Q				1230	

suite de tableau

Bureau 6

Abrév	FE	ME	PI	FI	MI	MI	PLD
surf (m ²)	2	18.4	1.5	1	18.4	13.6	2.6
Nbre	4	1	1	4	1	1	1
Déd	-	8	-	-	5.5	-	-
ch. re. p. l. ca	8	10.4	1.5	4	12.8	13.6	2.6
K	4.5	1.036	2	3	2.024	2.024	1.345
$\Delta T(^{\circ}C)$	12	12	8	8	8	8	8
q _o	432	128.8	24.6	96	207.6	220.2	28.2
Q _o							1137.5
Z	Z _D *						15
	Z _H *						0
	Z						1.15
Q _T							1308.1
Q _L							247.9
Q							1560

Laboratoire 1

q_o	Z	q_T	q_L	Q
3283.6	1.2	3940.3	942.3	4890

Laboratoire 2

q_o	Z	q_T	q_L	Q
3283.2	1.1	3611.5	942.3	4560

REMARQUE: Les bureaux (1, 2, .3,4,5) sont les même avec les bureaux de première etage

Bureau 6

$$Q = Q_{(1^{er} \text{ etage})} - q_o(PLD) = 1530 \text{ [kcal/h]}$$

3^{ème} ETAGE

Laboratoire 2

$$Q = Q(\text{lab } 2^{ème}) + q_o(\text{terrasse})$$

Abrév	surf	K	q_o	q_o	Z	q_T	Q
TE	42.5	0.984	1682.6	4966.2	1.2	5959.4	6910

Laboratoire 2

$$Q = Q(\text{lab } 2^{\text{eme}}) + q_o(\text{terrasse})$$

Abrév	surf	K	q_o	Q_o	Z	Q_T	Q
TE	42.5	0.984	1682.6	4965.8	1.1	5462.4	6410

Bureau 1

$$Q = Q(\text{lab } 2^{\text{eme}}) + q_o(\text{terrasse})$$

Abrév	surf	K	q_o	Q_o	Z	Q_T	Q
TE	25	0.984	295.2	1526.9	1.2	1832.4	2160

Bureau 2

$$Q = Q(\text{lab } 2^{\text{eme}}) + q_o(\text{terrasse})$$

Abrév	surf	K	q_o	Q_o	Z	Q_T	Q
TE	9	0.984	106.3	506.9	1.15	582.8	750

Bureau 3

$$Q = Q(\text{lab } 2^{\text{eme}}) + q_o(\text{terrasse})$$

Abrév	surf	K	q_o	Q_o	Z	Q_T	Q
TE	10.8	0.984	127.5	571.7	1.15	657.7	820

Bureau 4

$$Q = Q(\text{lab } 2^{\text{eme}}) + q_o(\text{terrasse})$$

Abrév	surf	K	q_o	Q_o	Z	Q_T	Q
TE	14.8	0.984	174.8	807.4	1.15	928.5	1120

Bureau 5

$$Q = Q(\text{lab } 2^{\text{eme}}) + q_o(\text{terrasse})$$

Abrév	surf	K	q_o	Q_o	Z	Q_T	Q
TE	17.6	0.984	207.8	999.2	1.15	1149.1	1470

Bureau 6

$$Q = Q(\text{lab } 2^{\text{eme}}) + q_o(\text{terrasse})$$

Abrév	surf	K	q_o	Q_o	Z	Q_T	Q
TE	21.6	0.984	255.1	1364.3	1.15	1568.9	1820

Abrév	FE	PE	FE	ME	FE	PE	FE	ME	PI
surf (m ²)	2.8	4.3	0.8	29.6	2.8	4.3	0.8	48	10.1
Nbre	4	2	4	1	9	2	4	1	2
Déd	-	-	-	23	-	-	-	37	-
ch. re. p. l. ca	11.2	8.6	3.2	6.6	25.2	8.6	3.2	11	20.1
K	4.5	3	4.5	1.036	4.5	3	4.5	1.036	2
ΔT(°C)	12	12	12	12	12	12	12	12	8
q _o	604.8	309.6	172.8	82.17	1360.8	309.6	172.8	136.7	161.3
q _o									
Z	Z _D [*]								
	Z _H [*]								
	Z								
q _T									
q _L									
q									

SUITE DE TABLEAU HALL N°1

PI	MI	MI	MI	PI	PI	PI	PI	MI	PLD	TE
2.2	19.6	3.2	7.2	12	5.4	24	14.4	8.8	304.9	274.9
2	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1
-	2.2	2.2	4.8	-	-	-	-	-	-	-
4.4	17.5	4.2	12	12	5.4	24	14.4	8.8	304.9	274.9
2	2.024	2.024	2.024	2	2	2	2	2.024	1.345	0.984
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	12
70.4	283.1	68.1	194.3	192	87.1	384	230.4	142.5	3281.4	3245.7
Q_o									11650.6	
Z	$Z_D \times$									15
	$Z_H \times$									0
	Z									1.15
Q_T									13398.1	
Q_L									3812.5	
Q									17220	

HALL N° 2

Abrév	PI	PI	MI	MI	PI	MI	PLD	PLR
surf (m ²)	2.2	9	49.5	25.5	9	18	40.4	40.4
Nbre	1	1	1	2	1	1	1	1
Déd	-	-	2.2	-	-	-	-	-
ch. re. p. l. cà	2.2	9	47.3	25.5	9	18	40.4	40.4
K	2	2	2.024	D=59.8	2	D=51.8	1.316	D=47.5
$\Delta T(^{\circ}C)$	8	8	8	12	8	8	8	12
q _o	35.2	144	765.9	1434.8	144	621.8	425.1	569.6
Q _o							4140.4	
Z	Z _D *						15	
	Z _H *						0	
	Z						1.15	
Q _T						4761.5		
Q _L						0		
Q						4770		

Abrév	FE	ME	PE	ME	MI	MI	PLD	PLD	TE
surf (m ²)	58.6	78.5	2.2	81.7	40.8	19.7	108	85	513
Nbre	1	1	2	2	2	1	1	1	1
Déd	-	58.6	-	4.4	-	-	-	-	-
ch. re. p. l. ca	58.6	19.9	4.4	159	81.7	19.7	108	85	513
K	4.5	1.036	5	1.036	2.024	2.024	1.345	1.316	0.984
ΔT(°C)	12	12	12	12	8	8	8	8	12
q _o	3164.4	247.4	264	1976.7	1323	318.6	1162.1	1342.3	6057.5
Q _o									15856.1
Z	Z _D *								15
	Z _H *								5
	Z								1.2
Q _T									19027.3
Q _L									1558.1
Q									20590

SUITE DE TABLEAU

AMPHI 18

Abrév	FE	ME	PE	MB	MI	PLD	MI	PLR
surf (m ²)	42	52.5	2.2	73.3	52.5	4.5	10.5	Pi=68.4
Nbre	1	1	2	2	-	2	1	1
Déd	-	42	-	4.4	-	-	-	-
ch. re. p. l. ca	42	10.5	4.4	142.2	52.5	9	10.5	-
K	4.5	1.036	5	1.036	2.024	2.024	2.024	D=114
ΔT(°C)	12	12	12	12	8	8	8	12
q _o	2268	130.1	264	1768.3	849.4	145.7	170.1	1367
Q _o								6962.6
Z	Z _D [*]							15
	Z _H [*]							5
	Z							1.2
Q _r								8355.4
Q _L								892.1
Q								9350

CHAPITRE 4

CALCUL DU RESEAU DE TUYAUTERIES

CHAPITRE IV

CALCUL DU RESEAU DE TUYAUTERIES

IV.1 - INTRODUCTION

Les réseaux de tuyauteries assurent le transport de l'eau chaude jusqu'aux corps de chauffe des locaux.

IV.2 - CALCUL DES PERTES DE CHARGES

Il existe dans les conduites deux types de pertes de charges:

IV.2.1 - PERTES DE CHARGE LINEAIRES

Elles sont dues au frottement des particules de l'eau le long des parois rugueuses de la conduite. Elles s'expriment par la relation:

$$R_m \cdot l = \mu \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{W^2}{2} \cdot \rho \quad [N/m^2]$$

Où :

R_m : perte de charge par unité de longueur [$N/m^2 \cdot l/m$],

l : longueur de la conduite (m),

μ : coefficient de frottement de la conduite,

d : diamètre de la conduite (m),

ρ : masse volumique de l'eau (kg/m^3),

W : vitesse de l'eau (m/s),

IV.2.2 - PERTES DE CHARGES SINGULIERES :

Ce sont les pertes de charges dans les résistances particulières (changements de direction, dérivations, robinets, variations de section,...), Elles sont données par la relation:

$$Z = \sum_{i=1}^n \xi_i \cdot \frac{W_i^2}{2} \cdot \rho \quad [N/m^2]$$

Où :

W : vitesse dans une section représentative, par exemple celle d'entrée ou de sortie.

ξ : coefficient de résistance.

IV.2.4 - PERTES DE CHARGES TOTALES:

La perte de charge totale pour un tronçon est donnée par la somme des pertes de charges linéaires et singulières.

$$\Delta P = R_m \cdot l + Z = \mu \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{W^2}{2} \cdot \rho + \sum_{i=1}^n \xi_i \cdot \frac{W_i^2}{2} \cdot \rho \quad [N/m^2]$$

Dans les calculs pratiques, la vitesse n'est pas connue contrairement au débit masse du fluide véhiculé.

Ecrivons les équations de la continuité et celle de la chaleur.

$$M_a = W \cdot S \cdot \rho$$

$$Q = M_a \cdot C_p \cdot \Delta T = W \cdot S \cdot \rho \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$W = \frac{M_a}{\rho \cdot S} = \frac{Q}{\rho \cdot S \cdot C_p \cdot \Delta T}$$

$$\text{Avec } S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$\text{D'où } R_m \cdot l = \mu \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot \frac{Q^2}{(\rho \cdot S \cdot C_p \cdot \Delta T)^2}$$

$$\text{D'où } R_m = \mu \cdot \frac{1}{d^5} \cdot \frac{Q^2}{\rho \cdot C_p^2 \cdot \Delta T^2} \cdot \frac{8}{\pi^2}$$

$$[N/m^2 \cdot 1/m]$$

Pour des raisons pratiques (utilisation d'abaques et tableaux), nous prenons comme unité, le millimètre colonne d'eau (mmeE) au lieu de l'unité internationale S.I.

$$1 \text{ N/m}^2 = 0.102 \text{ mmeE}$$

$$R_m = 0.102 \cdot \mu \cdot \frac{1}{d^5} \cdot \frac{Q^2}{\rho \cdot C_p^2 \cdot \Delta T^2} \cdot \frac{8}{\pi^2} \quad [\text{mmeE/m}]$$

Dans le cas général du chauffage à eau chaude les températures de départ et de retour sont respectivement 90 et 70°C, L'équation donnant R devient :

$$R_m = 16.4 \mu \cdot \frac{Q^2}{d^5} \quad [\text{mmeE/m}] \quad (*)$$

Avec :

$$C_p = 1 [\text{kcal/kg}^{\circ}\text{C}],$$

$$\Delta T = 20^{\circ}\text{C},$$

$$\rho = 972 [\text{kg/m}^3].$$

En se basant sur l'équation (*) on a pu établir les valeurs de R , d et Q correspondants qui sont regroupées dans un tableau (planche N° 3 , 4 . [2])

Pour plusieurs tronçons l'équation fondamentale de la circulation d'eau dans un réseau de tuyauteries est donnée par l'expression suivante :

$$H_T = \sum (1.R) + \sum Z \quad [\text{mmeE}]$$

IV.3 - MÉTHODE DE CALCUL

La charge motrice d'un chauffage pulsé se compose de la pression H_p produite par la pompe et la pression H_s due à la gravité,

$$H_T = H_p + H_s \quad [\text{mmeE}]$$

H_T : pression totale

On admet dans la théorie relative à ce mode de distribution que l'effet de gravité est négligeable par rapport à la pression de la pompe et qu'en particulier l'équation énoncée précédemment reste valable pour ces cas.

$$H_T = H_I = \sum (1 R_m) + \sum Z \quad [\text{mccE}]$$

Pour calculer les installations, on part des valeurs expérimentales et on choisit soit la pression de la pompe, soit la chute de pression, soit la vitesse.

Pour notre étude, on choisit la chute de pression constante pour le circuit principal $R_m = 10$ [mce/n]. cette valeur est recommandable et donne des réseaux à diamètre économique.

Le tracé de conduite principale est représenté sur les figures (1, 2, 3) (voir l'annexe II)

La perte de charge dans chaque tronçon est donnée dans le tableau suivant:

PERTES DE CHARGES DANS LE CONDUITE PRINCIPALE

tron	Q (kcal/h)	M (kg/h)	l (m)	d (mm)	W (m/s)	R _m (mmcE)	l · R _m (mmcE)	Σ Z	Z	R _m l+Z
1/70	125000	6250	4	57.5	0.70	9.0	36	3.5	125.4	161.4
2/69	95060	4753	43	50	0.65	8.9	384	4	83.8	467.8
3/68	77609	38805	4	50	0.55	6.2	24.8	1.8	27	51.8
4/67	74720	3736	7.5	40	0.80	17.4	130.5	1.4	46.1	176.5
5/66	72310	36155	8	//	0.76	16.3	130.4	0.35	10	140.4
7/65	71380	35695	6.5	//	0.75	16.0	104	0.25	6.9	110.9
8/64	70380	3519	8	//	//	15.5	123.9	//	//	130.9
9/63	69510	34755	6	//	//	15.1	90.8	//	//	97.7
10/62	68580	34295	7	//	0.73	14.7	103.2	//	6.6	109.8
11/61	67670	33835	//	//	0.71	14.3	100.5	0.3	7.7	108.2
12/60	66070	33035	22	//	0.70	13.7	301.8	1.6	38.9	340.7
13/59	57190	28595	2.5	//	0.65	13.0	32.5	0.9	18.8	51.4
14/58	55820	2791	9.5	//	0.60	10.0	95	2.5	44.6	139.6
15/57	47895	23948	155	32	0.67	15.5	240.5	2.4	53.4	294
16/56	46317	23159	10	//	0.65	14.6	146	0.4	8.4	154.4
17/55	44739	2237	//	//	0.63	13.70	136.7	//	7.9	144.6
18/54	43160	2158	//	//	0.60	12.75	127.5	//	7.1	134.6
19/53	41554	20775	//	//	0.59	11.86	118.6	//	6.9	125.5
20/52	39948	19974	//	//	0.55	11.0	110	//	6	116
21/51	38342	19171	7.5	//	//	10.2	76.5	1.1	16.5	93
22/50	37700	1885	151	//	//	10.0	151	1.5	22.5	173.5
23/49	36180	1809	10	//	0.51	9.14	91.4	0.6	7.7	99.1
24/48	34660	1733	//	//	0.48	8.44	84.4	//	7.1	91.5
25/47	33140	1657	//	//	0.47	7.74	77.4	0.7	7.7	85.1
26/46	31510	15755	//	//	0.44	7.0	70	//	6.7	76.6
27/45	29880	1494	//	//	0.43	6.4	63.7	//	6.6	70.3
28/44	28250	14125	2.5	//	0.41	5.7	14.3	1.7	14.2	28.5
29/43	21460	1073	7.6	25	0.55	14.0	106.4	2.1	32.2	138.6
30/42	11714	585.7	2.5	20	0.47	14.78	36.9	1.5	16.4	53.4
31/41	9622	481.1	10	//	0.38	10.27	102.7	0.7	5.1	107.8
32/40	8016	400.8	//	//	0.32	7.32	73.2	//	3.6	76.7
33/39	6410	320.5	//	//	0.25	4.86	48.6	//	2.2	50.8

SUITE DE TABLEAU

	Q (kcal/h)	M (kg/h)	l (m)	d (mm)	W (m/s)	R _m (mmcE)	l.R _m (mmcE)	Σ Z	Z	R _m l+Z
33/38	4807	240.4	10	15	0.35	12.8	127.8	1.9	11.8	139.7
34/37	3205	160.5	//	//	0.24	6.0	60	1.3	3.7	63.7
35/36	1602	80.1	25	10	0.19	5.0	145.6	8	15.3	160.9

La chute de pression totale dans la conduite principale est :

$$H_I = \sum (l.R) + \sum Z = 4564.3 \text{ [mmcE]}$$

$$H_I = 4.56 \text{ [mcE]}$$

CHAPITRE 5

INSTALLATION A AIR CHAUD DEBIT D' AIR

CHAPITRE V

INSTALLATION A AIR CHAUD

(DEBIT D'AIR)

V.1 - INTRODUCTION

L'air utilisé dans ce mode de chauffage présente certaines particularités pour le calcul des débits et des gaines.

L'air est réchauffé par des générateurs à feu direct, ou grâce à des batteries de chauffage alimentées en vapeur ou en eau chaude . Cet air est ensuite distribué dans les locaux à chauffer par un réseau de gaines. Il peut être pulsé par ventilateur ou circuler du fait de la différence de poids volumiques (circulation naturelle).

Le soufflage de l'air s'effectue au moyen des bouches de soufflage qui sont réparties de manière à assurer une bonne homogénéité de la température dans le local sans créer des mouvements d'air gênants pour les occupants.

V.2 - CHOIX DU SYSTEME

L'air se polluant dans les locaux à chauffer par la présence de nombreux occupants doit y être renouvelé de façon permanente.

Comme les deux amphis ont plusieurs fenêtres et deux portes extérieures chacun. Le débit d'air frais qui entre par celles-ci est suffisant pour renouveler l'air à l'intérieur.

Pour ce la on choisit le système fermé (système à reprise d'air intérieur total).

V.3 - CALCUL DE DEBIT D'AIR CHAUD

La quantité de chaleur à fournir (besoins calorifiques) étant connue (Q) nous avons la relation :

$$Q = M_a \cdot C_p \cdot (T_s - T_i)$$

Ou en fonction du débit volumique L à T_s °C :

$$Q = q_v \cdot C_p \cdot \rho_{Ts} \cdot (T_s - T_i)$$

Où :

Q : besoins calorifiques (kcal/h),

M_a : débit massique (kg/h),

q_v : débit volumique (m^3/h),

C_p : chaleur massique $C_p = 0.24$ (kcal/kg °C),

ρ_{Ts} : masse volumique de l'air à T_s °C,

T_s : température de soufflage (°C),

T_i : température intérieure (°C).

D'où :

$$q_v = \frac{Q}{C_p \cdot \rho_{Ts} \cdot (T_s - T_i)}$$

La masse volumique à ρ_{Ts} est donnée par :

$$\rho_{Ts} = \rho_o \cdot \frac{1}{1 + \alpha \cdot Ts} \quad (*)$$

où :

ρ_o : masse volumique de l'air à 0°C, $\rho_o = 1.293$ (kg/m³),

α : coefficient de dilatation de l'air, $\alpha = \frac{1}{273.15} = 0.003661$.

En injectant ρ_{Ts} dans (*) le débit volumique devient :

$$q_v = \frac{Q.(1+\alpha.Ts)}{\rho_o.C_p.(Ts-Ti)}$$

La température de soufflage de l'air chaud est comprise entre 40 et 50°C . Nous choisissons $Ts = 45^\circ C$.

Pour l'amphi (1A):

$$Q_o = 20590 \text{ [kcal/h].}$$

Le débit volumique d'air chaud nécessaire pour chauffer l'amphi est :

$$q_{v_1} = \frac{20590.(1 + 0.003661.45)}{1.293..24.(45 - 18)} = 2862 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

$$q_{v_1} = 2863 \text{ [m}^3\text{/h]}$$

Pour l'amphi 2

$$Q = 9350 \text{ [kcal/h]}$$

Le débit volumique d'air nécessaire pour chauffer l'amphi

$$q_{v_2} = \frac{9350.(1 + 0.003661.45)}{1.293.0.24.(45-18)} = 1300 \text{ [m}^3\text{/h]}$$

$$q_{v_2} = 1300 \text{ [m}^3\text{/h]}$$

Le débit d'air chaud total est:

$$q_v = q_{v_1} + q_{v_2} = 4162 \text{ [m}^3\text{/h]}$$

$$q_v = 4162 \text{ [m}^3\text{/h]}$$

CHAPITRE 6

CALCUL DU RESEAU DE GAINES

CHAPITRE VI

CALCUL DU RESEAU DE GAINES

VI.1 - INTRODUCTION :

Les réseaux de gaines ont pour but, comme les réseaux de tuyauteries, d'assurer le transport et la distribution de l'air jusqu'aux locaux à chauffer.

VI.2 - CHOIX DES VITESSES DE CIRCULATION :

Les faibles pertes de charges conduisent à des vitesses d'air réduites, mais parallèlement nécessitent de grandes sections de gaines encombrantes et coûteuses. Il faut donc trouver un compromis entre ces exigences à fin d'optimiser l'installation.

Selon les vitesses adoptées pour la gaine principale, on distingue:

- Installation à faibles vitesses (6 à 8 m/s).
- Installation à grandes vitesses (25 m/s).

Dans le réseau, ces vitesses vont diminuer par palier jusqu'à atteindre leur plus faibles valeurs (1.5 à 4 m/s) aux bouches de soufflage.

Pour notre cas, on opte pour une installation à faibles vitesses.

VI.3 - DIMENSIONS DES GAINES :

Après le choix adéquat des vitesses au niveau de chaque tronçon, on peut déterminer la section de la gaine d'après la relation:

$$S = \frac{q_v}{3600 \cdot W} \quad (\text{m}^2)$$

où :

q_v : débit d'air (m^3/s),

W : vitesses de l'air (m/s).

VI.4 - CALCUL DES PERTES DE CHARGES

Dans les réseaux de tuyauterie, il existe deux types de pertes de charges :

VI.4.1 - PERTES DE CHARGES LINEAIRES

Pour la perte de charge par frottement on se base comme pour le calcul des réseaux de tuyauteries sur l'équation :

$$R_m \cdot l = \mu \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{W^2}{2} \cdot \rho \quad [\text{N/m}^2]$$

où :

μ : coefficient de frottement,

ρ : masse volumique de l'air (kg/m^3),

W : vitesse de l'air (m/s),

l : longueur de la conduite (m),

d : diamètre de la conduite (m).

Pour les conduites de sections rectangulaires, on utilise le diamètre équivalent de la conduite qui est donné par la relation suivante :

$$d_g = \frac{2 \cdot h \cdot b}{h + b} \quad (\text{m})$$

où :

h : hauteur de la gaine (m),

b : largeur de la gaine (m).

Le diamètre équivalent représente le diamètre d'une conduite circulaire qui pour la même vitesse donnerait la même perte de charge que la section rectangulaire.

VI.4.2 - PERTES DE CHARGES SINGULIERES :

Ce sont les pertes de charges localisées (coudes, variations de section, dérivations ...). même pour les réseaux de tuyauterie, la perte de charge singulière est donnée par la relation:

$$Z = \sum_{i=1}^n \xi_i \cdot \frac{W^2}{2} \cdot \rho \quad [N/m^2]$$

où : $\sum \xi_i$: somme des coefficients de résistance du tronçon.

les valeurs de ξ sont données dans le plancher N° 11 [2]

VI.4.3 - PERTES DE CHARGES TOTALES :

La perte de charge totale pour un tronçon est donnée par :

$$\Delta P = R_m \cdot l + Z = \mu \cdot \frac{l}{d_g} \cdot \frac{W^2}{2} \cdot \rho + \sum_{i=1}^n \xi_i \cdot \frac{W^2}{2} \cdot \rho \quad [N/m^2]$$

Pour des raisons pratiques (utilisations d'abaques et de tableaux). nous prenons comme unité, le millimètre colonne d'eau (mmcE).

$$1 N/m^2 = 0.102 \text{ mmcE}$$

$$\Delta P = 0.102 \cdot \left\{ \mu \cdot \frac{l}{d_g} \cdot \frac{W^2}{2} \cdot \rho + \sum_{i=1}^n \xi_i \cdot \frac{W^2}{2} \cdot \rho \right\} \quad [\text{mmcE}]$$

VI.5 - RÉSEAU DE SOUFLAGE ET DE REPRISE

Les bouches de soufflage dans notre installation sont placées au plafond, c'est la meilleure solution pour obtenir une bonne homogénéité de la température. Les grilles de reprises sont placées au sol.

Le tracé des gaines est représenté sur les figures (1, 2, 3, 4) (voir l'annexe III) .

La perte de charge dans chaque tronçon est donnée dans les tableaux suivants:

Tableau 1.1 PERTES DE CHARGES DANS LES GAINES DE SOUFLAGE (anphi 1A)

Tronçon N°	1	2	3	4	5	6
Débit (m ³ /h)	4162	2862	1431	4073.5	715.5	357.15
longueur l (m)	28.25	7	9.5	4	4	4
vitesse estimée W ₀ (m/s)	6	5.5	5	4.5	4	3.5
hauteur h (m)	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
largeur b (m)	1.2	0.9	0.5	0.4	0.3	0.18
Diamètre équivalent d _g (m)	0.28	0.28	0.24	0.22	0.20	0.17
Vitesse effective W (m/s)	6.02	5.52	5	4.67	4.14	3.43
pertes par frottement R (mmcR/m)	0.16	0.14	0.14	0.13	0.12	0.105
pertes totale par frottement R.l (mmcR)	4.52	0.98	1.33	0.52	0.48	0.42
Σξ	4	1.1	2.6	0.05	0.20	1.2
Pertes loca- lisées Z (mmcR)	9.58	2.21	4.29	0.07	0.27	0.93
pertes totales R.l+Z (mmcR)	14.1	3.19	5.62	0.59	0.71	1.35

Tableau 1.1
(suite)

PERTES DE CHARGES DANS LES GAINES DE SOUFLAGE (AMPHI 1B)

Tronçon N ^o	1	2	3	4	5
Débit [Kcal/h]	1300	650	487.5	325	162.5
longueur (m)	6.5	9	5	5	1
vitesse estimée W_e (m/s)	5.5	5	4.5	4	3.5
hauteur h (m)	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
largeur b (m)	0.4	0.25	0.18	0.14	0.08
Diamètre équivalent d_g (m)	0.23	0.19	0.17	0.15	0.11
Vitesse effective W (m/s)	5.64	5	4.67	4.1	3.54
pertes par frottement R (mmcE/m)	0.18	0.18	0.19	0.17	0.19
pertes totale par frottement R.l (mmcE)	1.17	1.62	0.95	0.85	0.19
$\Sigma \xi$	1.2	2.50	0.05	0.10	0.20
Pertes loca- lisées Z (mmcE)	2.52	4.12	0.072	0.11	0.16
pertes totales R.l+Z (mmcE)	3.69	5.75	1.02	0.96	0.35

Tableau 1.2 PERTES DE CHARGES DANS LES GAINES DE REPRISE (AMPHI 1A)

Tronçon N°	1	2	3	4	5	6	7	8
Débit (m ³ /h)	143.1	286.2	429.3	572.4	1144.8	1717.2	2862	4162
longueur l (m)	4	4	3	6	2	0.5	8.5	28.25
vitesse estimée W _e (m/s)	3.5	3.5	4	4.5	5	5	5.5	6
hauteur h (m)	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.6	0.6
largeur b (m)	0.07	0.14	0.18	0.225	0.4	0.6	0.9	1.2
Diamètre équivalent d _g (m)	0.10	0.15	0.17	0.19	0.22	0.26	0.28	0.28
Vitesse effective W (m/s)	3.5	3.61	4.112	4.417	5	4.96	5.52	6.02
pertes par frottement R (mmck/m)	0.21	0.135	0.15	0.145	0.15	0.12	0.14	0.16
pertes tota par frottem R.l (mmck)	0.84	0.54	0.45	0.87	0.38	0.06	1.19	4.52
Σ ξ	1	1.2	1.2	2.2	1.2	1	3	4.4
Pertes loc alisées Z (mmck)	0.75	0.96	1.24	2.63	1.83	1.50	5.58	9.73
pertes totales R.l+Z (mmck)	1.59	1.49	1.69	3.49	2.21	1.56	6.78	14.25

Tableau 1.2 PERTES DE CHARGES DANS LES GAINES DE REPRISES(1B)

Tronçon N ^o	1	2	3	4	5
débit [Kcal/h]	162.5	325	487.5	650	1300
longueur (m)	5	3	2	7	7
vitesse estimée W_0 (m/s)	3.5	4	4.5	5	5.5
hauteur h (m)	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
largeur b (m)	0.8	0.14	0.18	0.22	0.40
Diamètre équivalent d_g (m)	0.11	0.15	0.17	0.19	0.22
Vitesse effective W (m/s)	3.50	4.10	4.67	5	5.64
pertes par frottement R (mncE/m)	0.19	0.17	0.18	0.18	0.19
pertes totale par frottement R.1 (mncE)	0.95	0.51	0.37	1.26	1.33
$\Sigma \xi$	1	1.6	1.2	2	2.5
Pertes loca- lisées Z (mncE)	0.76	1.64	1.59	3.05	4.85

CHAPITRE 7

DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS ELEMENTS DE L'INSTALLATION

CHAPITRE VII

DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS ELEMENTS DE L'INSTALLATION

VII.1 - CIRCUIT D'EAU CHAUDE

VII.1.1 - CHAUDIERE: La chaleur produite par la combustion du combustible est transmise par ce générateur au fluide chargé de véhiculer cette chaleur aux corps de chauffe (radiateurs). Pour choisir une chaudière il faut connaître sa puissance et le combustible utilisé.

VII.1.1.1 - PUISSANCE DE LA CHAUDIERE: La puissance Q_x qui doit être fournie par la chaudière est exprimée par la formule:

$$Q_x = Q.(1 + Z_R) \quad [\text{kcal/h}]$$

où :

Q : besoins calorifiques totales [kcal/h],

Z_R : majoration qui tient compte des pertes calorifiques du réseau de tuyauteries et accessoires.

$Z_R = 0.12$ (valeur retenue pour notre installation).

Les besoins calorifiques $Q = 1250 000$ [kcal/h].

d'où :

$$Q_x = 140 000 [\text{kcal/h}]$$

VII.1.1.2 - COMBUSTIBLE UTILISE (CONSOMMATION)

Pour notre installation, la chaudière à brûleur mixte au gaz naturel ou mazout (fuel-léger).

* CONSOMMATION DE GAZ NATUREL:

Les caractéristiques du gaz naturel:

$$P_{CI} = 10600 \text{ [Kcal/kg]}$$

$$\rho = 980 \text{ [kg/m}^3 \text{]}$$

Le rendement de combustion η est de 0.88

* CONSOMMATION HORAIRE C_h (kg/h):

$$C_h = \frac{Q_k}{\eta \cdot P_{CI}}$$

$$C_h = \frac{140\ 000}{0.88 \cdot 10600}$$

d'où

$$\text{débit de gaz naturel: } V_g = 15 \text{ [m}^3 \text{/h]}$$

** - CUVE à MAZOUT:

Il est nécessaire par mesure de sécurité d'installer une cuve pour emmagasiner une certaine quantité de mazout utilisé en cas de coupure de gaz naturel, d'ailleurs le brûleur mixte a été prévu à cet effet.

- CARACTERISTIQUES DU FUEL LEGER:

$$P_{CI} = 9950 \text{ [Kcal/kg]}$$

$$\rho = 820 \text{ [kg/m}^3 \text{]}$$

Le rendement de combustion η est de 0.88.

* CONSOMMATION HORAIRE C_h (kg/h):

$$C_h = \frac{Q_k}{\eta \cdot P_{CI}}$$

où : Q_k : La puissance fournie par la chaudière [kcal/h]:

$$C_h = \frac{140\,000}{0.88 \cdot 9950} = 16 \text{ [kg/m}^3 \text{]}$$

On supposera que la durée maximum de coupure de gaz est de trois jours c'est -à- dire 72 heures.

* CONSOMMATION DURANT LE TEMPS DE COUPURE C_T [KG]:

$$C_T = C_h \cdot 72 = 1151 \text{ [kg]}$$

$$C_h = 1151 \text{ [kg/m}^3 \text{]}$$

* CAPACITE DE LA CUVE (m^3):

$$C_{CUVE} = C_T / \rho = 1.25 \text{ [m}^3 \text{]}$$

VII.2 - POMPE DE CIRCULATION

Une pompe de circulation est définie par son débit et par sa hauteur manométrique.

VII.2.1 - DEBIT DE LA POMPE

Il est déterminé par le rapport de la puissance fournie par la chaudière et la chute de température dans les corps de chauffe (20°).

$$V_p = \frac{Q_k}{\rho \cdot C_p \cdot \Delta T} = \frac{140\,000}{972 \cdot 1 \cdot 20} = 7.2 \text{ [m}^3 \text{/h]}$$

$$V_p = 7.2 \text{ [kcal/h]}$$

VII.2.2 - HAUTEUR MANOMETRIQUE:

Elle est égale à la somme de la pression due à la gravité et à toutes les pertes de charges dans l'installation (circuit fermé).

$$H_m = H_I + H_{ch}$$

où :

H_I : pertes de charges totales dans le réseau de tuyauteries,

H_{ch} : perte de charge dans la chaudière.

Pour notre cas : $H_I = 4560$ mmcE.

Nous estimons que la perte de charge dans la chaudière, H_{ch} est de 10 % .

D'où :

$$H_m = 5016 \text{ mmcE.}$$

$$H_m = 5.016 \text{ bar}$$

VII.2.3 - PUISSANCE DE LA POMPE

La puissance de la pompe se détermine d'après la l'équation suivante [2]:

$$N_P = \frac{V_P \cdot H_m}{102 \cdot \eta} \quad [\text{KW}]$$

où :

V_P : débit en l/s,

H_m : hauteur manométrique de la pompe en mcE,

η : rendement de la pompe, on prend $\eta = 0.7$

d'où :

$$N_P = \frac{5.016 \cdot 2}{102 \cdot 0.7} = 0.140 [\text{KW}]$$

$$N_P = 140 [\text{W}]$$

Tableau récapitulatif :

débit(m ³ /h)	haut (bar)	puissance (W)
7.2	0.5	140

VII.3 - ORGANES DE SECURITE

La sécurité de l'installation ^{sera} assurée si l'on respecte les deux points suivants :

VII.3.1 - COMMUNICATION AVEC L'ATMOSPHERE :

La chaudière est en permanence en communication avec l'atmosphère par un tube de sécurité, qui ne comporte aucun organe de fermeture et son diamètre égal à celui qui correspond à la colonne d'eau C.E de vase d'expansion, et elle est munie d'une vanne d'isolement sur le départ et sur le retour.

VII.3.2 - VASE D'EXPANSION :

Avant la mise en marche de la centrale l'ensemble de l'installation est plein d'eau froide. Au cours de la montée en température de cette eau, il se produit une dilatation, c.à.d augmentation du volume d'eau dans l'installation, qui engendrerait des ruptures dans le réseau si le système était fermé.

Pour remédier à ce phénomène, il est indispensable de placer un vase d'expansion en communication avec l'eau de l'installation afin d'absorber la variation de volume. On peut distinguer deux genres de vase d'expansion:

VII.3.2.1 - VASE D'EXPANSION OUVERT A L'AIR LIBRE :

Le vase est placé au point le plus haut de l'installation et communique avec l'atmosphère par une tubulure de trop-plein.

VII.3.2 - VASE D'EXPANSION SOUS PRESSION (FERME) :

Les vases sous pression sont des enceintes cylindriques étanches séparés en deux parties par une membrane en caoutchouc placée à mi-hauteur.

D'un côté de l'enceinte, l'eau de chauffage pénètre librement et repousse la membrane en se dilatant de l'autre côté, un gaz comprimé (de l'azote) équilibre la pression et tend à repousser l'eau quand elle se contracte.

L'avantage de ce type de vase qui est couramment employé, est d'empêcher l'air de l'atmosphère de se mélanger avec le fluide de chauffage.

Notre installation est à vase d'expansion fermé.

* VOLUME DU VASE D'EXPANSION :

Il est fonction de la contenance en eau de notre installation celle-ci est de l'ordre de 1.5 pour 1000 [Kcal/h] [4

D'où :

$$V_{exp} = \frac{Q_k \cdot 1,5}{1000} = 210 [l]$$

* COLONNE D'EXPANSION :

Le diamètre de la colonne d'expansion est donné d'après la formule suivante :

$$\phi_{ent} = 15 + 1,5 \sqrt{\frac{Q_k}{1000}} \quad [mm]$$

D'où : $\phi_{ent} = 32,75 [mm]$

VII.3.3 - PURGE D'AIR :

On doit éviter, à l'intérieur de l'installation, la présence de poches d'air susceptibles d'interrompre ou ralentir la circulation. Pour cela, on donne aux canalisations des pentes

convenables leur permettant de se purger lors du remplissage. L'air est ainsi canalisé vers certains points hauts qui sont constitués par les radiateurs les plus élevés de chaque colonne, ces derniers sont munis de petits robinets appelés purgeurs d'air, que l'on ouvre lors du remplissage de l'installation.

VII.4 - CORPS DE CHAUFFE (RADIATEUR)

VII.4.1 - PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT:

Les radiateurs sont constitués par des enceintes métalliques à l'intérieur desquelles circule le fluide chauffant, l'air réchauffé au voisinage du corps de chauffe (radiateurs) se déplace dans le local en échangeant de la chaleur avec les différentes parois froides. Ce mouvement est dû à la différence de densité entre la colonne d'air chaud qui se forme au dessus du corps de chauffe, et l'air plus froid situé le long des parois.

VII.4.2 - DIMENSIONS ET CARACTERISTIQUES DES RADIATEURS:

Les tableaux III ET VI [5] donnent les dimensions, la contenance en eau, la surface de chauffe, la masse, et la puissance calorifique pour diverses températures de fluide (60, 80, 100°c) et de local (15, 18, 20 et 22).

Pour notre calcul, nous prenons un radiateur à 4 colonnes de hauteur totale 950 mm, la température de fluide et celle du local sont respectivement 80 et 18°c.

la puissance calorifique pour 10 éléments est de 1605 [Kcal/h].

VII.4.3 - EMBLACEMENT DES RADIATEURS:

Dans le choix des emplacements des radiateurs, il faut que:

- le mouvement de l'air ne soit pas contrarié, la plupart du temps on place les radiateurs en allège des fenêtres, ce

qui est une disposition favorable du point de vue de l'utilisation

des espaces libres.

- la partie inférieure du radiateur doit se trouver à 7 cm au moins au dessus du sol et l'écartement minimal entre mur et radiateur doit être de 4 cm.

- disposer les radiateurs contre les murs intérieurs pour diminuer le coût de l'installation.

VII.2 - CIRCUIT D'AIR CHAUD

Une installation à air chaud comprend les appareils suivants:

VII.2.1 - VENTILATEUR

Son rôle est d'assurer la mouvance de l'air à travers le réseau de gaine. Les types les plus utilisés sont les ventilateurs centrifuges, car ils présentent l'avantage de fournir des pressions élevées avec de faibles vitesses de rotation.

la pression statique totale qui doit être vaincue par le ventilateur peut être décomposée en deux parties:

- pression statique externe (dans le réseau),
- pression statique interne (dans la centrale).

* PERTES DE CHARGES DANS LE RESEAU: Elle même se compose de la perte de charge dans le réseau de soufflage et de celle dans la reprise:

$$\Delta p_{\text{ext}} = \Delta p_{\text{soufl}} + \Delta p_{\text{reprise}}$$

$$\text{où : } \Delta p_{\text{soufl}} = \Delta p_{\text{gaine}} + \Delta p_{\text{diffuseur}}$$

$$\Delta p_{\text{reprise}} = \Delta p_{\text{gaine}} + \Delta p_{\text{grille de repri}}$$

a. DETERMINATION DES PERTES DE CHARGES DANS LES GAINES:

- RESEAU DE SOUFLAGE:

Pour dimensionner le ventilateur, il faudrait connaître la plus grande résistance offerte à l'air de soufflage afin que la puissance de ventilateur puisse la vaincre.

Pour cela on doit déterminer le réseau présentant la plus grande perte de charge.

on commence de l'extrémité des gaines jusqu'au ventilateur.

$$\Delta p_{\text{gaine}} = 33.95 \text{ [mmce]}$$

- RESEAU DE REPRISE:

Comme pour les gaines de soufflage , on doit déterminer le réseau présentant la plus grande perte de charge:

$$\Delta p_{\text{gaine de repr}} = 40.69 \text{ [mmce]}$$

En estimant la perte de charge dans le diffuseur et la grille de reprise à de 2 [mmce] on obtient :

$$\Delta p_{\text{soufl}} = 35.95 \text{ [mmce]}$$

$$\Delta p_{\text{reprise}} = 42.69 \text{ [mmce]}$$

$$\text{D'où : } \Delta p_{\text{ext}} = 78.64 \text{ [mmce]}$$

** PERTE DE CHARGE DANS LA CENTRALE :

Chaque élément de la centrale possède une perte de charge,

- filtre..... $\Delta p_1 = 6 \text{ mmce}$.
- batterie..... $\Delta p_2 = 8 \text{ mmce}$.
- branchement à la centrale..... $\Delta p_3 = 2 \text{ mmce}$.

La perte de charge interne sera donc égale à:

$$\Delta p_{\text{int}} = \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3$$

$$\text{D'où : } \Delta p_{\text{int}} = 16 \text{ mmce}$$

La perte de charge totale est:

$$\Delta p_{\text{tot}} = 94.64 \text{ [mmce]}$$

$$\Delta p_{\text{tot}} = 927.8 \text{ [N/m}^2 \text{]}$$

***** PUISSANCE DE VENTILATEUR:**

La puissance du ventilateur est donnée par la relation:

$$N_v = \frac{\Delta p_{tot} \cdot q_v}{\eta_v}$$

où : Δp_{tot} : perte de charge totale [N/m²],

q_v : débit total [m³/h],

η_v : rendement du ventilateur.

En estimant le rendement à 0.7.

La puissance de ventilateur est :

$$N_v = \frac{927,8 \cdot 1.16}{0.7} = 1537.5 [W]$$

$$N_v = 1.54 [KW]$$

VII.2.2 - FILTRE: Son rôle est de purifier l'air d'apport des poussières, fumées, suies et des matières en suspension.

Les différents types de filtres sont:

- filtre à charbon.
- filtre à eau.
- filtre mécanique à huile.
- filtre sec.
- filtre électrostatique.

VII.2.3 - BATTERIE DE CHAUFFE: Son rôle est d'assurer un apport calorifique à l'air qui la traverse.

Les surfaces de réchauffage peuvent être constituées par des radiateurs, mais habituellement, pour des raisons d'encombrement et de prix de revient, on utilise des batteries constituées par de

petits tuyaux à ailettes.

Ces batteries peuvent être chauffées soit à l'eau chaude, soit à la vapeur.

* PUISSANCE DE BATTERIE:

La puissance fournie par la batterie est donnée :

$$P_b = q \cdot \rho_T \cdot C_p \cdot \Delta T \quad [\text{Kcal/h}]$$

Où : q ; débit d'air soufflé.

ρ_T : masse volumique à la température de soufflage,

C_p : chaleur massique: 0.24 [Kcal/kg °c],

ΔT : différence de température entre la sortie et l'entrée de la batterie.

$$\text{D'où : } P_b = 4162 \cdot 1,293 \cdot 0,24 \cdot \frac{45 - 18}{1 + 45/273,15} = 29940$$

$$P_b = 29940 [\text{Kcal/h}]$$

CHAPITRE 8

REGULATION

CHAPITRE VIII

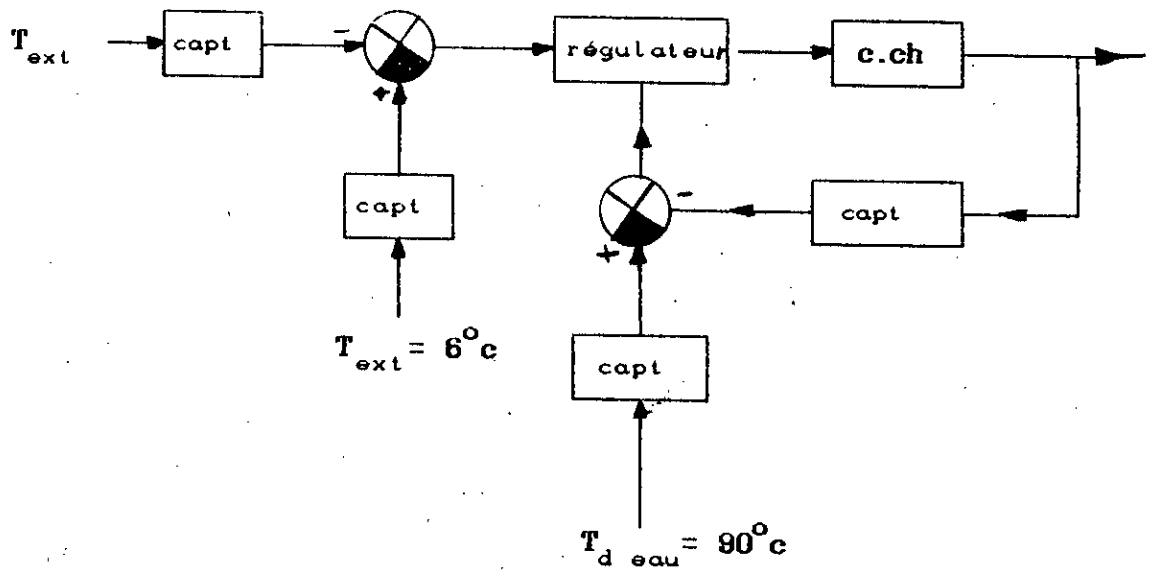
REGULATION

Les installations de chauffage sont calculées à partir d'une température extérieure fixée, pour maintenir dans un local une température confortable; mais il est bien évident que les conditions extérieures variant, le chauffage doit être ralenti ou poussé pour maintenir en tout état de cause le confort thermique, il est nécessaire de faire varier l'émission calorifique des corps de chauffe en fonction des conditions climatiques, cela en agissant sur la température de l'eau en circulation : c'est le rôle d'un système de régulation central.

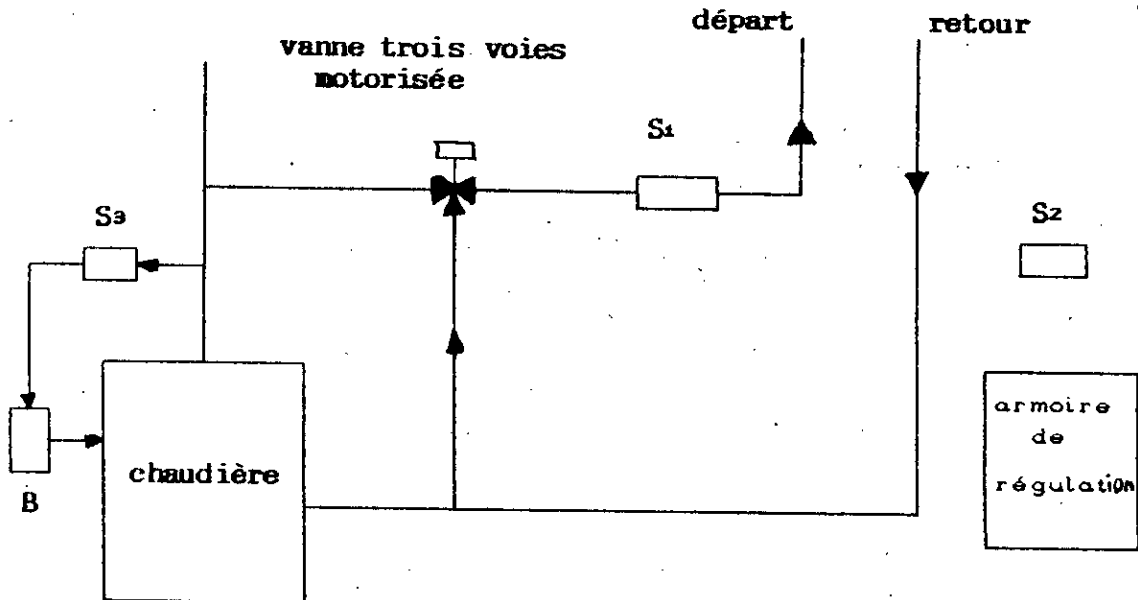
On peut se demander pourquoi on règle le circuit en fonction de la température extérieure et non pas en fonction de la température intérieure. La raison en est qu'il est impossible de trouver dans une installation une zone témoin où l'on puisse placer judicieusement le thermostat intérieur.

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 à trois voies motorisée montée soit avant soit après la pompe de circulation. La température de l'eau à la sortie de la chaudière sera maintenue constante égale à 90°C .



Le schéma de l'installation sera donc :



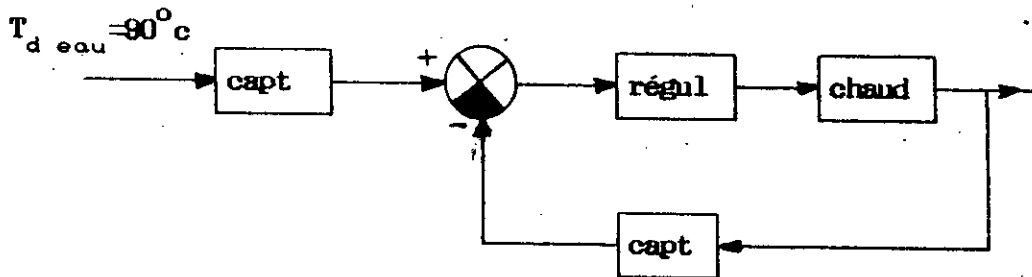
* La température à la sortie de la chaudière est maintenue constante et égale à 90°C ; par action sur le brûleur.

* - La vanne à 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 CHAUDIERE:

On désire que l'eau à la sortie de la chaudière ait une température constante et égale à 90°C .

On pourra agir sur le brûleur. Ce dernier fonctionnera à débit constant jusqu'à ce que la température désirée soit atteinte: il s'arrête et ne repart que lorsque la température a légèrement baissé; c'est le rôle de l'aquastat de la chaudière.



CONCLUSION

CONCLUSION

La valeur et la qualité d'une installation sont conditionnées en majeure partie par l'exactitude du calcul tant du point de vue des besoins calorifiques que de celui des pertes de charge .

Bien que nous nous sommes basés sur les plans architecturaux - disponibles , le calcul du dimensionnement est totalement indépendant de l'installation existante , car on ne disposait pas de données concernant les diamètres de la tuyauterie, la puissance de la chaudière , et les caractéristiques de la pompe .

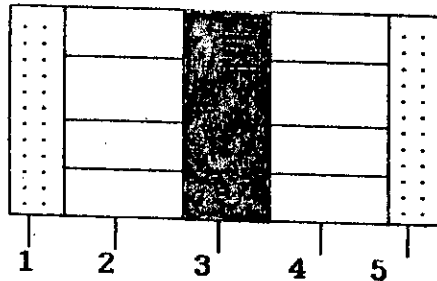
Le présent projet peut être une plate forme pour une nouvelle installation , sans changer pour autant la répartition des corps de chauffe qu' on juge adéquate.

ANNEXE

ANNEXE

I. COEFFICIENT K DES PAROIS D'UN LOCAL

I.1 - MURS EXTÉRIEURS :

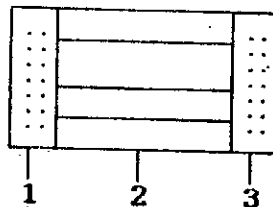


1. mortier de plâtre .
2. brique creuse .
3. couche d'air .
4. brique creuse .
5. mortier de ciment .

N ^o	épaisseur	conductibilité
1	2.5	0.6
2	10	0.4
3	5	$e/\lambda=0.21$
4	10	0.4
5	2.5	1.2

$K = 1.036 \text{ [kcal/h]}$

I.2 MURS INTÉRIEURS :

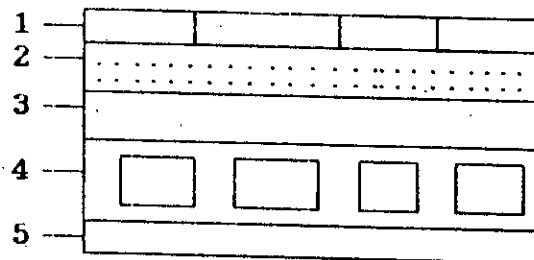


1. mortier de plâtre .
2. brique creuse .
3. mortier de plâtre

N ^o	épaisseur	conductibilité
1	2.5	0.6
2	5	0.4
3	2.5	0.6

$$K = 2.024 \quad [\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}]$$

I.3 - PLANCHER ET PLAFOND :



1. carrelage.
2. mortier de ciment.
3. béton armé.
4. hourdis en béton.
5. enduit en plâtre.

pour le plancher on détermine le coefficient $D = K.P_i$
 où : k : coefficient de transmission global,
 P_i : périmètre .

Le flux de chaleur est calculé par l'équation : [*]

$$Q = D \cdot \Delta T = D \cdot (T_i - T_o) \quad [\text{kcal/h}]$$

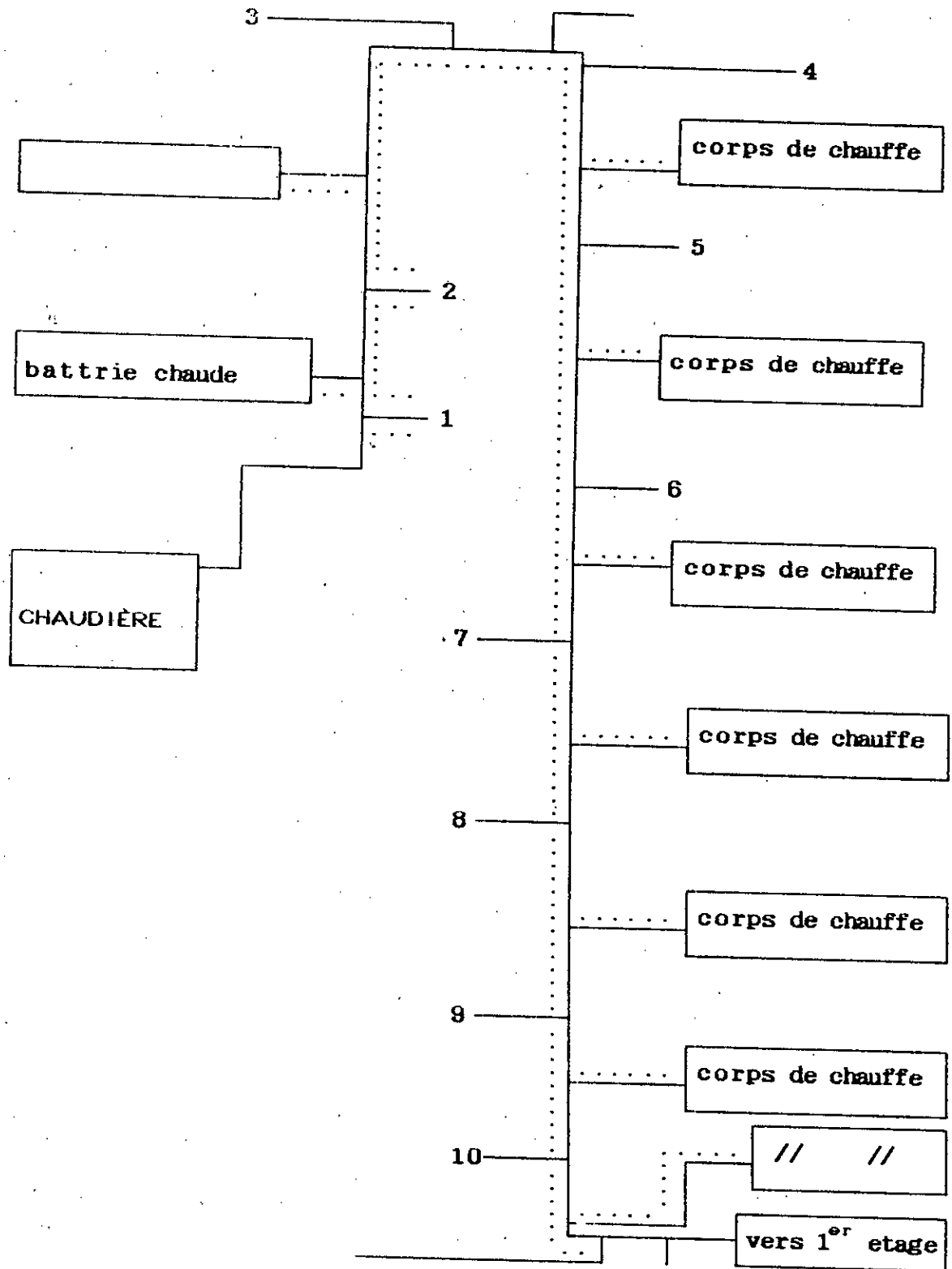
N ^o	épai(cm)	λ
1	1	1.3
2	2	1.2
3	5	1.3
4	15	0.38
5	1	0.6

$$K = 1.345 \quad [\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}]$$

1.4 - TERRASSE

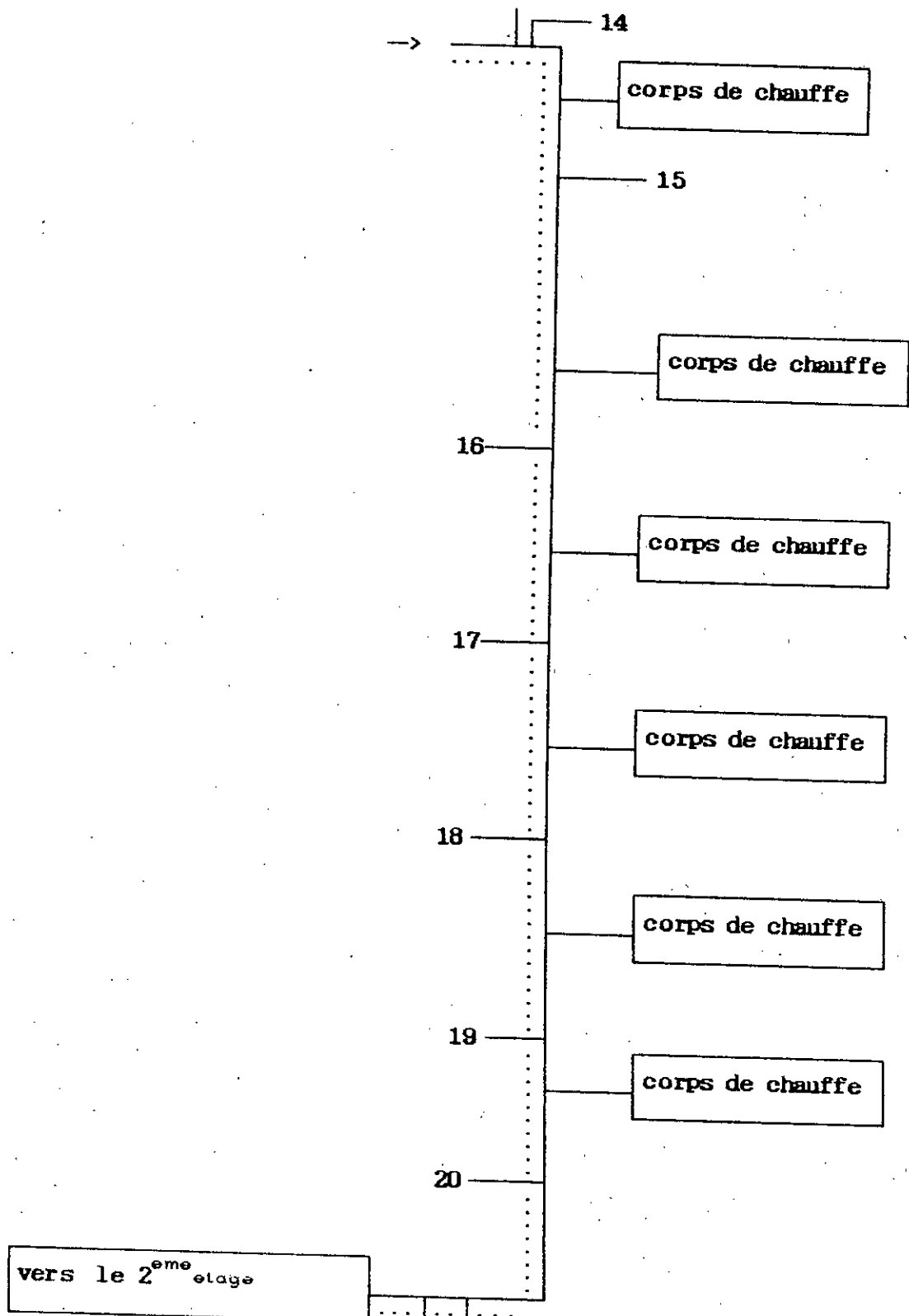
Constitution	épaisseur (cm)	λ
hourdis en béton	20	0.48
dalle de comprission	5	1.3
liège aggloméré	1	0.04
béton	5	1.3
chape de ciment	2	1.2
etanchieté carbon	1	0.16
feuille d'aluminium	0.08	170
$K = 0.984 \text{ [kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}]$		

II. - TRACE DE CONDUITE PRINCIPALE



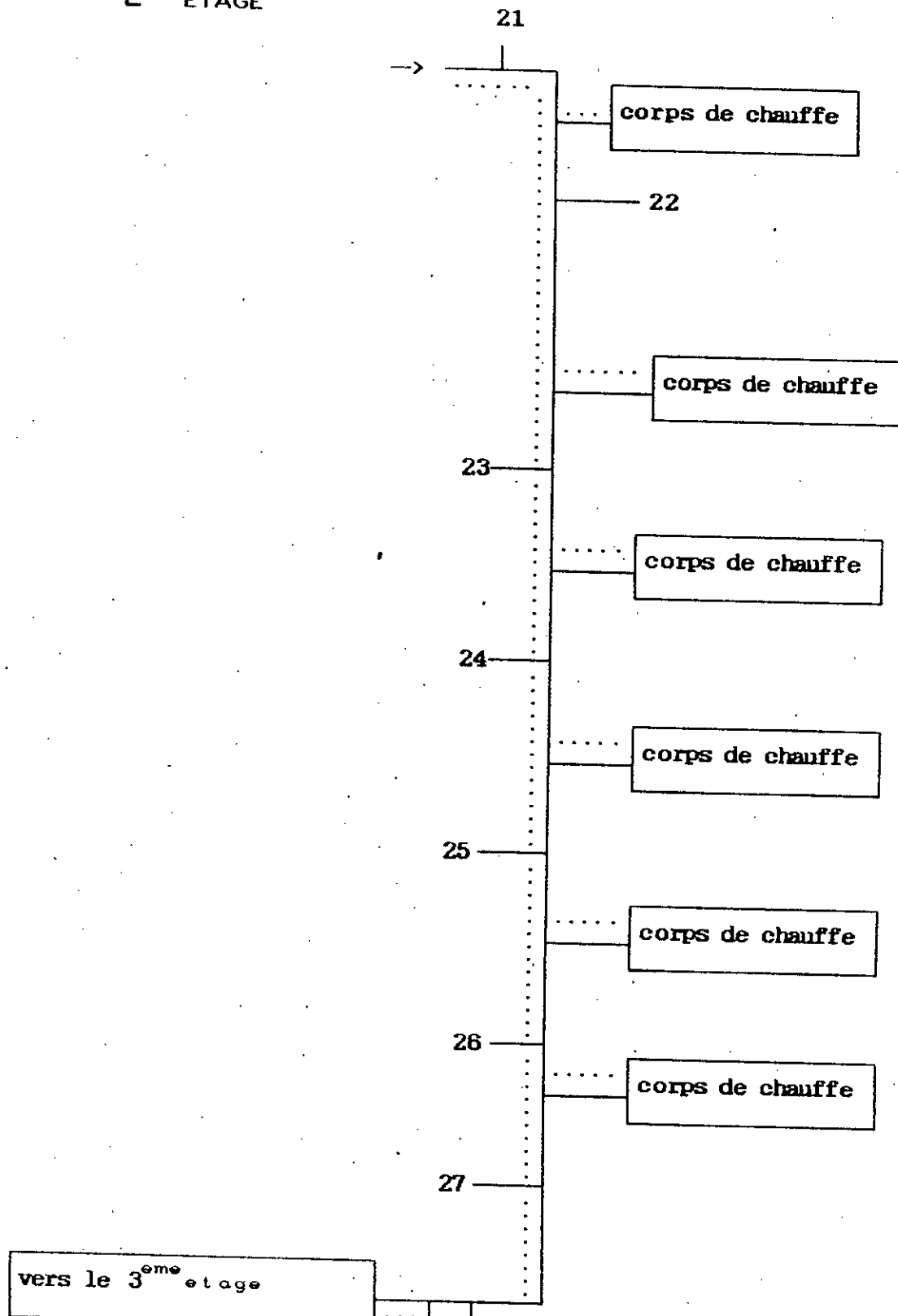
- figure 1 -

1^{er} ETAGE



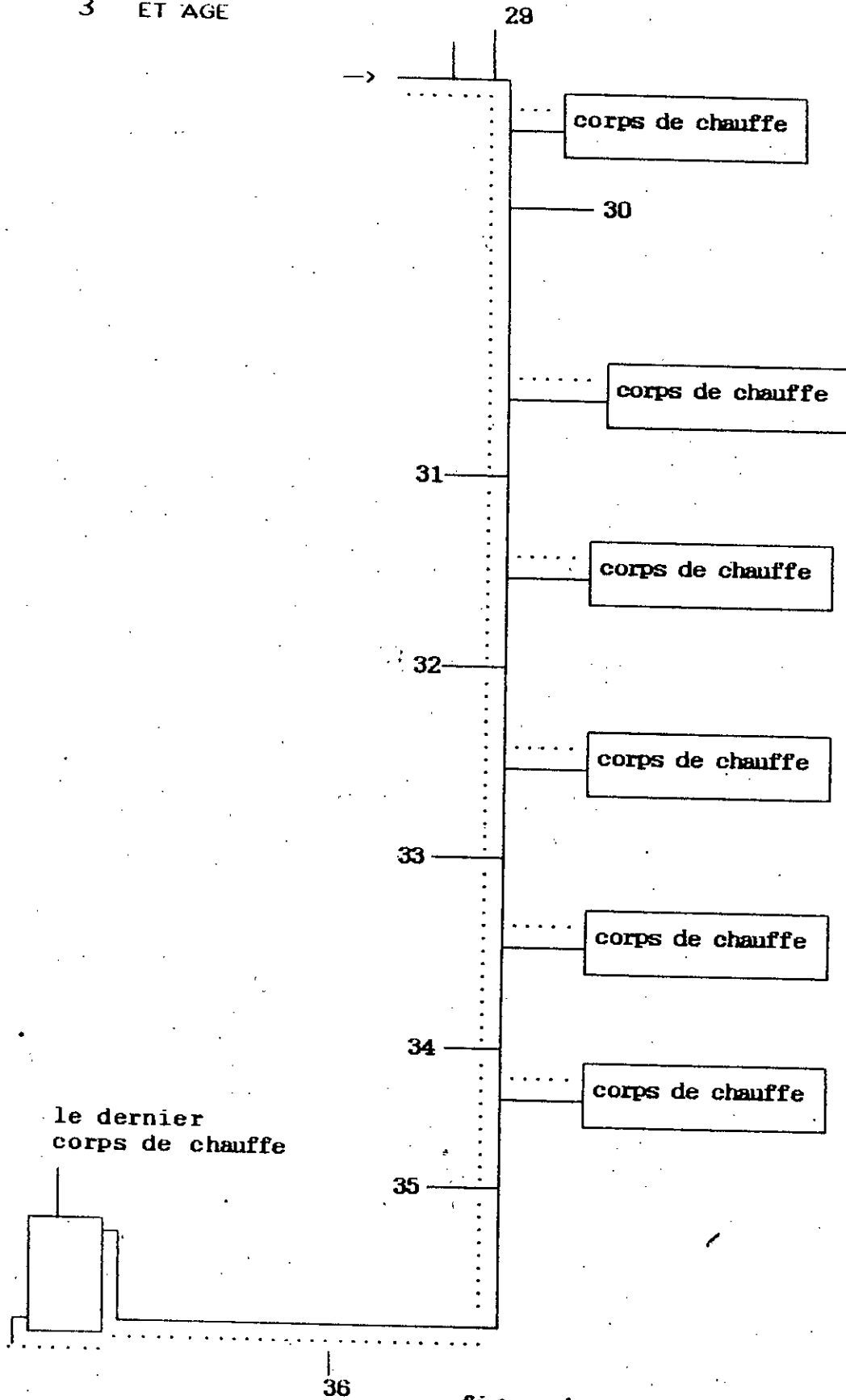
21 - figure 2 -

2^{er} ETAGE



28 - figure 3 -

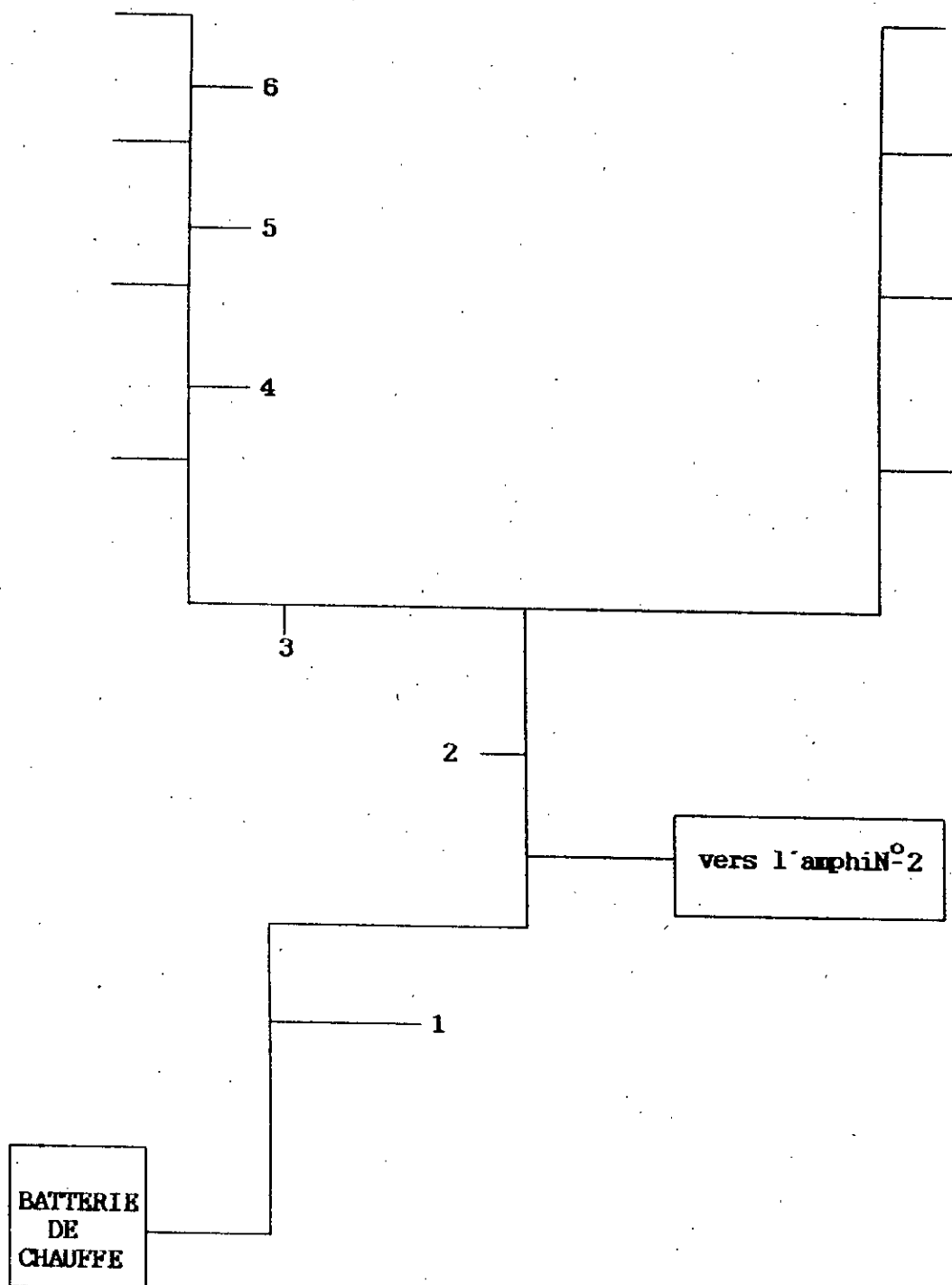
3^{eme} ET AGE



- figure 4 -

III. - TRACE DES GAINES DE SOUFLAGE ET DE REPRISE

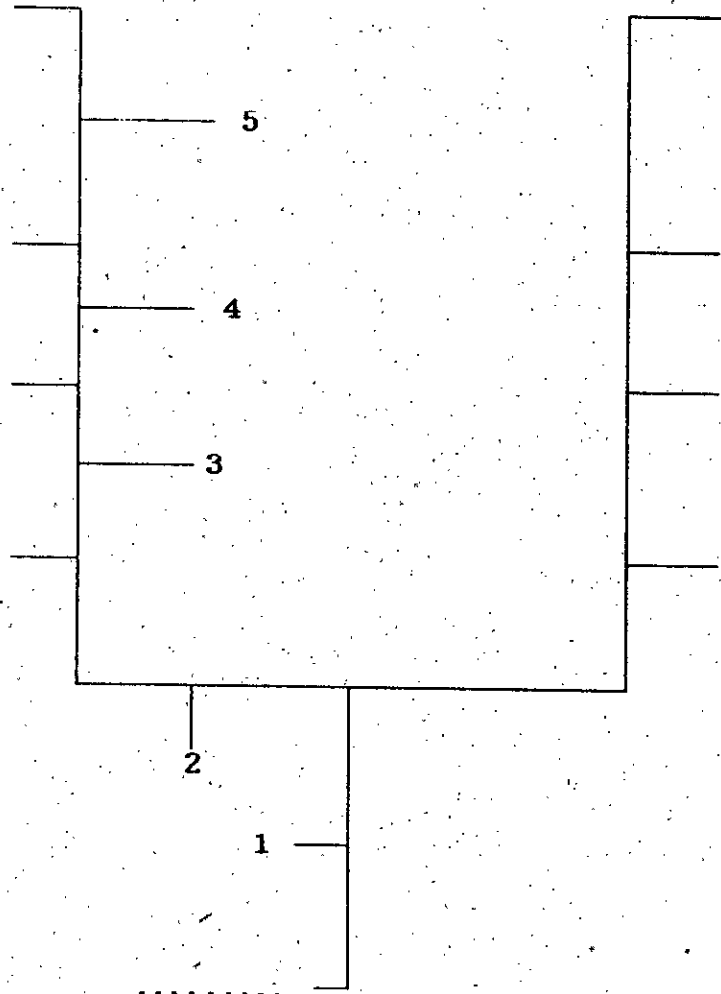
III.1 - TREACE DES GAINES DE SOUFLAGE



- figure 1 -

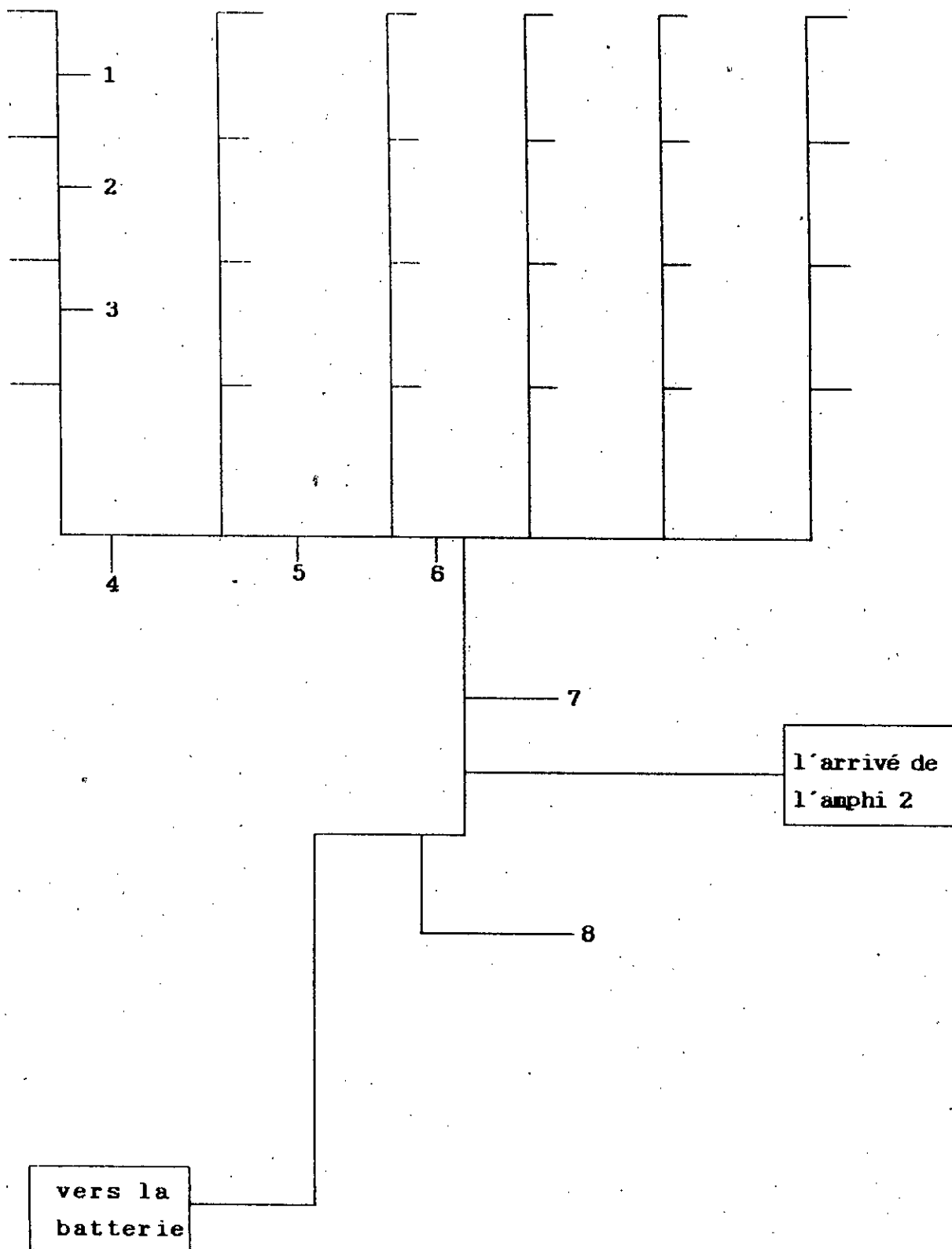
suite de tracé

(AMPHI 2)



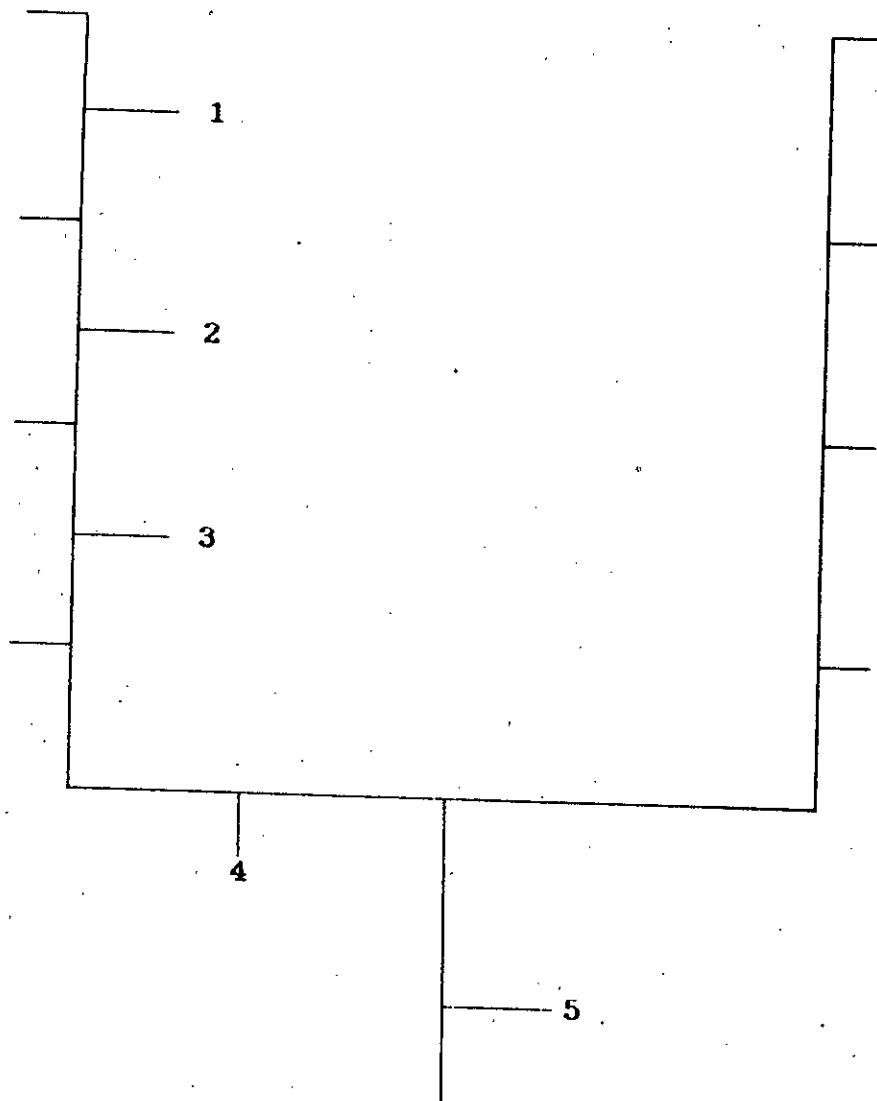
- figure 2 -

TRACE DES GAINES DE REPRISE (L'amphi 1A)



- figure 3 -

GAINES DE REPRISE DE L'AMPHI 1B



- figure 4 -

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- [1] : KRIET - Transmission de la chaleur et thermodynamique - Ed
masson et cie Editeurs, paris 1967
- [2] : H. RIETSCHEL, W RAISS - traité de chauffage et climatisation
(tome 1 et 2).
- [3] : S. BELAKHOSKY - chauffage et climatisation -
Ed - techniques et vulgarisation - 6^e edition.
- [4] : RENE BOUIGE et DANIEL COUILLARD - traité pratique de
chauffage - E J-B - BAILLIERE.
- [5] : TECHNIQUE DE L'INGENIEUR - mécanique et chaleur -
- [6] : A. MISSENAUD et R. CADIERGUES - le chauffage, le ventilation,
le traitement d'air - Ed paris.
- [7] : ROLAND WOLF - chauffage et conditionnement électrique des
locaux - NOUVELLE EDITION .Ed paris.
- [8] : KOUDIL.A - Dimensionnement d'une installation de chauffage-
PFE 1991.
- [9] : M. AOUNE - SEGHIR - Dimensionnement d'une installation de
traitement de l'air pour des locaux administratifs - PFE, 1991.
- [10] : BOUHARRA, S. SEGHOUD - chauffage, ventilation et
climatisation des locaux administratifs de l'usine de jouets
SONATRACH - PFE, 1979.