

6/79
20x

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

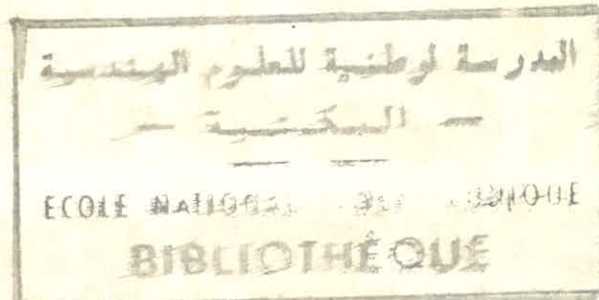
UNIVERSITÉ DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE D'ALGER

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DÉPARTEMENT G. MÉCANIQUE

Projet de Fin d'Études

chauffage, ventilation et climatisation
des locaux administratifs de l'usine de Jouets
SONATRACH " SÉTIF "



PROPOSE PAR :
SMIT

Dirigé par :
Mr STOYANOV

ETUDIE PAR :

Ammar BOUHARA
Said SEGHOURE

O R E M E R C I E M E N T S *O*

Nous tenons à exprimer notre vive connaissance à tous les professeurs de l'Ecole Nationale Polytechnique pour leur contribution à notre formation .

Nous remercions également toutes les personnes qui nous ont aidés pour l'élaboration de cette étude .

A. BOUHLARA - S. SEGHOUR

 O N M A I R E

- I - INTRODUCTION
- II - DONNEES DE BASE ET RAPPELS THEORIQUES
- III - CHAUFFRAGE
- IV - CLIMATISATION
- V - VENTILATION
- VI - INSTALLATION
- VII - REGULATION
- CONCLUSION

* CHAP I . INTRODUCTION *

A . HISTORIQUE

B . CONDITIONNEMENT DE L'AIR

C . BUT DU PROJET

La lutte de l'homme pour se rendre maître du climat qui l'environne a commencé il y'a fort longtemps; déjà les hommes de la préhistoire utilisaient le feu pour produire la chaleur nécessaire à leur confort; et depuis l'homme a essayé de vaincre le manque de confort en procédant à l'amélioration des moyens de chauffage.

En 1902, le conditionnement de l'air scientifique a pris naissance sous l'impulsion de " Willis .H. Carrier ". Depuis lors, le conditionnement de l'air est utilisé en de nombreux endroits et presque tout le monde l'a déjà expérimenté.

B. DEFINITION ET ROLE DU CONDITIONNEMENT DE L'AIR

Le conditionnement de l'air consiste dans l'ensemble des opérations qui permettent de traiter l'air d'un local, ~~ou~~ ou l'air introduit dans un local pour l'amener à des conditions bien déterminées.

En 1929, l'association américaine des ingénieurs en chauffage et ventilation (A.S.H.V.E) définissait le conditionnement de l'air comme le procédé de traitement de l'air assurant la maîtrise simultanée de :

- sa température
- son humidité
- sa pureté
- sa répartition

Lorsqu'une installation ne permet de contrôler qu'un certain nombre de ces quatre caractéristiques mais non la totalité, il est recommandé de désigner cette installation ou cet appareillage par sa fonction principale, par exemple :

- installation de chauffage (ou appareil de chauffage)
- // de rafraîchissement
- // de filtration

Le souci de conserver à l'expression conditionnement de l'air son sens de "préparation très poussée de l'air" et de ne point la galvauder est extrêmement louable et fondé; mais il est difficile de le respecter intégralement.

Parmi les deux paramètres température et humidité, il y'en a très souvent un qui doit faire l'objet d'un contrôle précis, le deuxième devant simplement rester compris entre certaines limites.

Il est classique de distinguer le conditionnement de l'air industriel du conditionnement de l'air de confort .

de confort.

a) Conditionnement de l'air industriel.

Il consiste à créer à l'intérieur des ateliers, des entrepôts et d'une manière générale les bâtiments industriels, les conditions les plus favorables pour la réalisation des travaux ou pour la conservation des produits qui s'y trouvent.

Pour ce type de conditionnement, très souvent c'est l'humidité qui doit être maintenue entre certaines limites.

b)- Conditionnement d'air de confort :

La définition du conditionnement de l'air est toujours valable, mais depuis certains raffinements sont intervenus par suite des progrès de cet art.

Le conditionnement de l'air confort, ou maîtrise du climat, concerne le maintien de certains facteurs atmosphériques agissant sur le confort. De façon plus précise, il s'agit du maintien des valeurs suivantes dans les limites bien définies, par des systèmes qui ne créent pas un bruit excessif :

1. La température désirée
2. Une humidification acceptable.
3. Une teneur minimum en impuretés.
4. Un niveau très acceptable d'odeurs
5. Un mouvement uniforme de l'air.

L'élimination de certaines contraintes thermiques fatigantes rend l'ambiance plus confortable, ce qui augmentera le rendement de l'activité de l'homme, que son travail soit physique ou intellectuel, aussi le confort thermique peut être défini comme étant "l'état d'esprit qui exprime la satisfaction vis à vis de l'environnement thermique" (règle de l'Ashrae).

La maîtrise du climat consiste à contrôler les facteurs atmosphériques mentionnés précédemment. De ce fait, la combinaison d'une température, d'une humidité, d'un mouvement de l'air et d'une température rayonnante appropriés est telle que le corps humain peut dissiper, aux taux nécessaires, l'excès de la chaleur engendrée.

- la température ambiante affecte la chaleur dissipée par convection (chaleur sensible).

- l'humidité ambiante affecte la chaleur dissipée par évaporation (chaleur latente).

- le mouvement de l'air affecte à la fois la dissipation de la chaleur latente et de la chaleur sensible
- la température rayonnante, c'est à dire celle des cloisons, murs, plancher ect...affecte la chaleur dissipée par rayonnement. Lorsque les vitres et murs extérieurs sont à une température plus basse que celle des surfaces intérieures, il y'a contraste dans les échanges par rayonnement, d'où inconfort.

Tout système de conditionnement de l'air peut être classé dans l'une des quatres catégories principales. Chaque type a ses avantages fonctionnels et économiques ; certains sont préférables à d'autres pour une certaine application donnée. La classification est la suivante :

1. Systèmes tout air
2. Systèmes air et eau.
3. Systèmes tout eau
4. Systèmes à réfrigération directe.

C- BUT DU PROJET

Dans ce projet nous nous proposons d'assurer le conditionnement de l'air dans les bureaux et locaux d'un batiment administratif de ~~xxxxxxx~~ de l'usine SONATRACH

(pour jouets) à sétif.

notre installation doit assurer en :

- 1.) Periode hiver: - Le chauffage.
- 2.) Periode été: - Le rafraîchissement.
- La deshumidification.
- 3.) Entoute saison: - La ventilation.

Remarques :

- Les deux opérations rafraîchissement et deshumidification seront appelées par un seul terme : "climatisation"

- Il est à remarquer aussi que le confort hiver n'exige pas le contrôle de l'humidité car cette opération ne fera qu'accentuer l'investissement.

*
* Chapitre II. DONNEES DE BASE. ET RAPPELS THEORIQUES *
*

A/ Données de base

B/ Rappels théoriques sur la transmission de la chaleur.

C/ Tableaux récapitulatifs des coefficient K.

D/ Notions sur l'inertie thermique et facteurs d'influence.

:-----:
: A. DONNÉES DE BASE . :
:-----:

Les conditions de base intérieures et extérieures à admettre suivant l'application envisagée d'une part , la région considérée d'autre part ont une influence directe sur le bilan thermique et par conséquent sur le dimensionnement de l'installation de chauffage et de climatisation.

a) - Conditions Extérieures (ou Climatologiques)

1. Situation géographique.

Le bloc administratif à conditionner est implanté dans une zone climatique à hautes plaines.

Lieu : Sétif.

Latitude : 36° Nord.

Altitude : 1000 M/

Site : découvert.

2. Température et humidité relative.

Pour le choix des températures extérieures, nous avons opté pour les définitions admises actuellement et qui sont les suivantes :

- Pour le chauffage , on choisit une température extérieure telle que les températures minimales quotidiennes ne lui sont inférieures que cinq jours par an.
- Pour la climatisation , on choisit une température qui n'est dépassée que pendant 2, 5 % des heures de juin, Juillet , Août et Septembre (mois les plus chauds chez nous).

Valeurs Retenues :

Te = Température extérieure de base.

e = degré hygrométrique correspondant.

	Hiver	Eté
Te	- 5°C	31°C
e	90%	36%

b) - Conditions intérieur (ou de Confort).

Ces conditions de base sont un compromis entre les besoins de confort thermiques à obtenir et le souci d'Economie. Elles sont retenues en tenant compte que les personnes ne séjournent pas en permanence dans les locaux et en évitant la sensation désagréable du choc thermique à l'entrée et à la sortie du local.

VALEURS RETENUES

Les valeurs ci-dessous nous ont été imposées par le cahier de charge du client.

Saison	Bureaux	Couloirs.	Halls.	W.C.	Laboratoire	Douche	Vestiaires.
Hiver	20	15	18	15	20	24	20
Eté	23	27	23	27	23	27	27

Infirmierie	Salle d'attente	
22	20	Incontro- lé
23	23	50%

CHOC THERMIQUE ADMIS :

Hiver : 12 — 20° C

Eté : 6 — 10° C

REMARQUES :

- L'humidité relative (ou degré hydrométrique) Hiver doit être $\geq 25\%$ pour éviter l'irritation des voies respiratoires.
par contre une humidité élevée n'est pas un risque d'Inconfort.
- Un degré hydrométrique été compris entre 40 et 60% est considéré comme le plus favorable en climatisation.

B. RAPPELS THEORIQUES SUR LA TRANSMISSION DE LA
CHALEUR .

- Le Transfert de chaleur (Transfert d'énergie) peut être défini comme étant La Transmission d'Energie d'une région à une autre sous l'influence d'une différence de Températures.

Le processus par lequel s'effectue ce Transfert est désigné par le Terme :
" Transmission de La Chaleur".

Ce phénomène Universel se rencontre surtout en chauffage et en climatisation ; sous diverses formes, et il résulte que le problème essentiel de la technique de chauffage ou de climatisation consiste dans la détermination précise de cette transmission de chaleur.

a) - Modes de Transmission de chaleur

La littérature traitant du Transfert de chaleur reconnaît généralement trois modes de Transmission de La chaleur :

- La conduction
- Le rayonnement
- La convection

à ces trois modes fondamentaux, il convient d'ajouter dans la pratique les phénomènes liés aux changements d'état, spécialement "l'évaporation" ou la "condensation" qui provoquent non seulement des échanges d'énergie mais aussi des échanges de matière.

1. Conduction : C'est un phénomène au moyen duquel la chaleur s'écoule à l'intérieur d'un milieu (solide, liquide ou gazeux).

Pour ce type d'écoulement, la chaleur se propage par contact direct des molécules sans qu'il y ait déplacement appréciable de celles-ci. Il concerne surtout les corps solides.

Par exemple pour un mur à faces planes , parallèles, de structure homogène; infiniment grand est traversé par la chaleur en régime permanent.

Si ses faces sont maintenues aux températures ts_1 et ts_2 avec ($ts_1 > ts_2$)

La quantité de chaleur \dot{Q} qui passe par heure à travers la surface S est :

(1)
$$\dot{Q} = \frac{\lambda}{e} \cdot S \cdot (ts_1 - ts_2) \quad (\text{kcal/h})$$

avec :

e = épaisseur du mur (m)

λ = Coefficient qui caractérise l'aptitude de la matière à conduire de la chaleur ; on le nomme "conductivité thermique".

exprimé en (kcal/h.m.².°C)

2. Rayonnement

C'est le mécanisme par lequel la chaleur se transmet ~~XX~~ d'un corps à haute température vers un autre à basse température, lorsque ces corps sont séparés dans l'espace ou même lorsqu'un vide existe entre eux.

Le calcul des échanges par rayonnement est assez délicat et a bénéficié de larges écrits dans la littérature technique, ainsi en exemple, on peut citer le cas de l'échange thermique par rayonnement entre deux plaques parallèles, de températures respectives t_1 et t_2 telle que $t_1 > t_2$ le transfert de chaleur de la plaque N° 1 vers la plaque N° 2 est régi par la formule :

$$Q_{1-2} = S_1 \cdot F_{1,2} \cdot h_r (t_1 - t_2) \quad (\text{Kcal/h})$$

avec : S_1 Surface de la plaque N°1 (m^2)

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

h_r : coefficient de rayonnement ($\text{Kcal/h m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)

3. Convection :

La convection est un mode de Transport d'énergie par l'action combinée de la conduction, de l'accumulation de l'énergie et du mouvement du milieu. Le transfert d'Energie par convection d'une paroi à température de surface supérieure à celle du fluide ou gaz qui l'entoure s'effectue en 2 étapes : d'abord la chaleur est transmis par conduction de la paroi aux particules voisines, ensuite ces particules transfèrent une partie de cette énergie en allant se mélanger avec d'autres situées dans les régions plus froides.

ON peut distinguer deux natures différentes de convection :

- Convection libre ou Naturelle : Le mouvement du fluide est provoqué par simple différence de densité.
- Convection forcée : Le mouvement du fluide est provoqué par une action extérieure.

L'expérience montre que la quantité de chaleur échangée entre une paroi de température de surface (t_s) et un fluide environnant de température estimée Unique (t_l) est régie par l'équation :

$$(3) \quad \dot{Q} = \alpha \cdot S \cdot (t_s - t_l) \quad (\text{Kcal/h})$$

avec : S = Surface de la paroi (m^2)

α = Coefficient d'échange superficiel par convection ($\text{Kcal/h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$)

b)- Introduction aux calculs de la transmission de chaleur

L'écoulement de chaleur d'un fluide chaud à un fluide froid à travers une paroi; suppose connus les coefficients de transmission superficielle, la conductivité calorifique ainsi que les dimensions de la paroi (surface et épaisseur).

1 - Coefficient de transmission global K

1.1. Paroi sans lame d'air

Si l'on considère une paroi extérieure d'un local (séparant l'ambiance intérieure de celle extérieure) comme homogène et sans vide d'air, alors les échanges thermiques entre l'ambiance et la paroi auront lieu comme suit :

- à l'intérieur du local :

l'échange se fera par convection entre l'air et la paroi

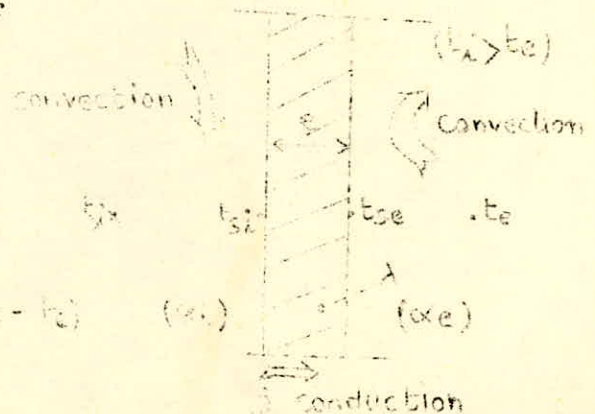
$$\dot{Q}_1 = \alpha_{si} \cdot S \cdot (t_i - t_{si})$$

- dans la paroi :

l'échange se fera par conduction entre l'air

$$\text{et la paroi : } \dot{Q}_2 = \frac{\lambda}{e} \cdot S \cdot (t_{si} - t_{se})$$

- à l'extérieur du local : $\dot{Q}_3 = \alpha_{se} \cdot S \cdot (t_{se} - t_e)$



• Hypothèses de calcul : On supposera :

- Un régime permanent (ou établi) c'est à dire, un régime d'échange thermique dans lequel la densité de flux thermique est constante dans le temps.

- Une paroi homogène

- Pas d'apports solaires (interviendront dans le bilan thermique Été)

dans ce cas, les trois densités de flux ci-dessus sont égales puisqu'il n'y a pas accumulation de chaleur, ce qui permettra de poser.

$$\dot{Q} = \dot{Q}_1 = \alpha_i \cdot S \cdot (t_{si} - t_{se}) \quad (1)$$

$$\dot{Q} = \dot{Q}_2 = \frac{\lambda}{\delta} \cdot S \cdot (t_{si} - t_{se}) \quad (2)$$

$$\dot{Q} = \dot{Q}_3 = \alpha_e \cdot S \cdot (t_{se} - t_e) \quad (3)$$

si l'on résout ces équations par rapport aux différences de températures et en totalisant on obtient :

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

Le terme entre parenthèses $\frac{1}{K} = \left(\frac{1}{\alpha_i} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_e} \right)$ exprime la résistance globale au passage de la chaleur (somme des résistances superficielles $\frac{1}{\alpha}$ et la résistance à la conduction $\frac{\delta}{\lambda}$)

Son inverse (K) désigne le coefficient de transmission global.

- dans le cas de plusieurs couches d'une paroi d'épaisseurs ($e_1, e_2, \dots, e_i, \dots$) et de coefficients de conductivité ($\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_i, \dots$) on aura pour coefficient de résistance globale :

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_i} + \sum_{i=1}^n \frac{e_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_e}$$

α_i = Coefficient de transmission superficielle intérieur du local .

α_e = " " " " " " Extérieur du local.

$R_i = \frac{e_i}{\lambda_i}$ = Résistance thermique de la couche (i)

Remarques :

- Le coefficient (α_e) est variable suivant qu'on est en période été ou hiver dans les ouvrages de chauffage. et de climatisation, on admet sans erreur importante , que les coefficients sont les mêmes en hiver et en été.
- Les valeurs des ces coefficients sont les suivantes :

- $\alpha_i = 7$ (Kcal/m².h.°C) $\Rightarrow \frac{1}{\alpha_i} = 0,14$

- $\alpha_e = 20$ (Kcal/m².h.°C) $\Rightarrow \frac{1}{\alpha_e} = 0,05$

1.2. Paroi avec lame d'air (continue et non ventilée).

Le calcul du coefficient K s'effectue comme précédemment augmenté de la résistance thermique de la lame d'air.

Cette résistance thermique est lue directement sur des courbes en fonction des paramètres suivants :

- Sens du flux de chaleur
- épaisseur de lame d'air
- du Facteur a donné par la formule : $\frac{1}{a} = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} - 1$

où a1 et a2 sont les pouvoirs absorbants des surfaces en regard dans le cas général, le pouvoir absorbant des surfaces est égal à 0,9 (c'est le cas de toutes les maçonneries , bétons , ect...)

1. 3. : Cas particulier de la transmission de la chaleur à travers le plancher sur vide sanitaire

On introduit ici un coefficient de transmission thermique équivalent (K_c) rapporté au m^2 de surface du local. Il est donné par la relation suivante :

$$\frac{1}{K_c} = \frac{1}{K} + \frac{A}{k_{\text{ext}}}$$

• K = coefficient de transmission global du plancher entre le local et le vide sanitaire, calculé en prenant $\frac{1}{i} + \frac{1}{e} = 0,34 \text{ (m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C / K cal)}$

A = Surface du vide sanitaire

k_{ext} = périmètre " "

k = coefficient de transmission thermique par mètre de périmètre et qui varie selon la nature de l'isolation du plancher.

- Pas d'isolation $k = 1,2 \text{ (Kcal / m h. } ^\circ\text{C)}$
- isolation courante $k = 1,0 \text{ (Kcal / m. h. } ^\circ\text{C)}$
- isolation très soignée $k = 0,8 \text{ (")}$

Pour notre étude l'isolation est faite avec de l'heraklith (donc isolation très soignée)

2. Equation Fondamentale de la transmission de chaleur.

La quantité de chaleur véhiculée par unité de temps à travers une paroi, d'un milieu intérieur à un milieu extérieur (ou vis versa). est régie par la formule.

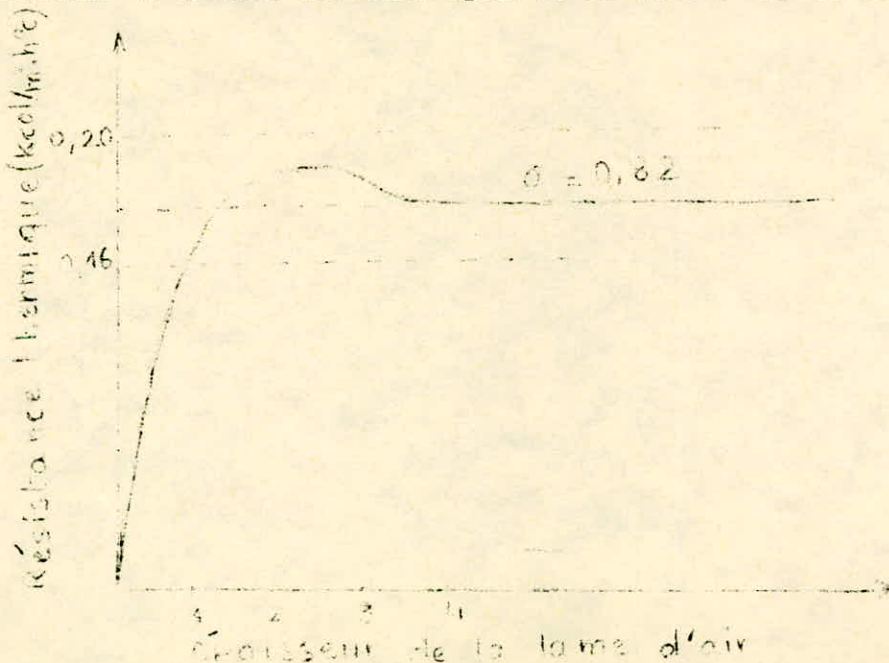
$$\dot{Q} = K.S. \Delta T \text{ (Kcal / H)}$$

K = coefficient de transmission global

S = Surface de la paroi

ΔT = Différence de température

Courbe donnant R_i (résistance thermique) de la lame d'air verticale



D - NOTIONS SUR L'INERTIE THERMIQUE
ET FACTEURS D'INFLUENCE

Dans la méthode classique , on calcule les gains instantanés d'un local et on admet que l'installation les compense au fur et à mesure de leur production. Mais on a remarqué que, d'une façon générale, une installation déterminée sur ce principe était surdimensionnée et donc capable de maintenir des conditions intérieures beaucoup plus basses que celles désirées. Ceci provient de :

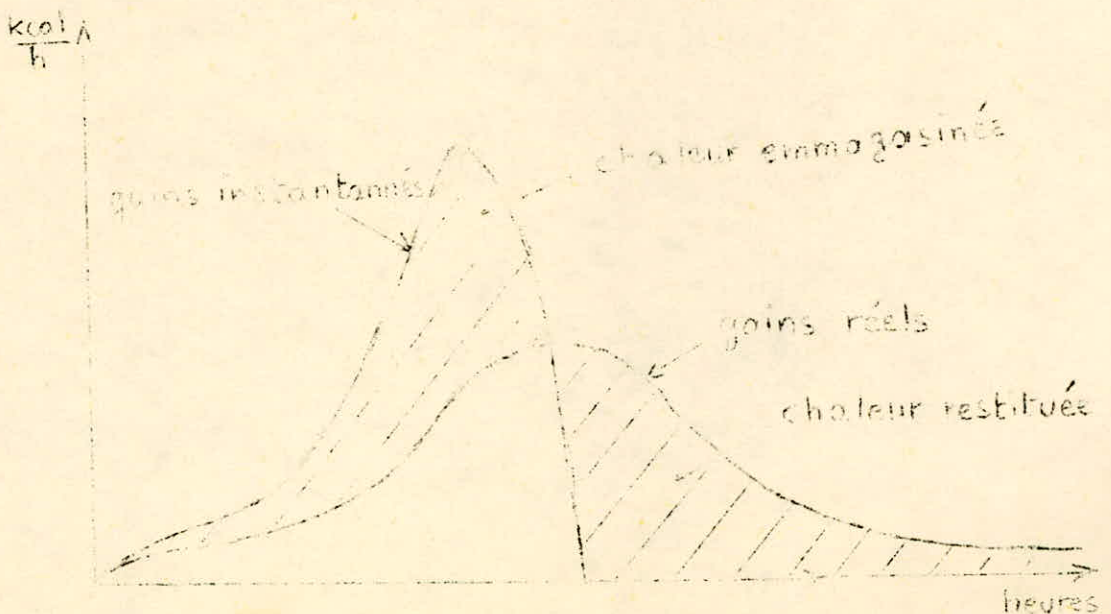
- 1 - L'inertie thermique constituée par les matériaux de construction
- 2 - Les phénomènes de stratification dans certains cas (c'est le cas des églises ou des locaux qui ont une hauteur sous plafond importante et dans lesquels l'extraction se fait à partir du toit ou du plafond).

Les gains de chaleur instantanés d'une installation classique commerciale ou résidentielle , comprennent les gains par l'insolation, par l'éclairage, les occupants , par les transmissions à travers les murs, toit, vitrage, par l'air d'infiltration et dans quelques cas les machines etc ...

Une partie importante de ces gains instantanés est émise sous forme de rayonnement, et son effet ne se fait sentir qu'avec un certain retard.

En effet quand un corps solide est soumis au rayonnement de l'une des sources de chaleur énumérées ci-dessus, sa température superficielle augmente, il y a alors échange de chaleur par conduction d'une part dans la masse du matériau et par convection d'autre part avec l'air qui baigne sa surface .

La chaleur transmise à la masse du matériau se trouve donc emmagasinée alors que la chaleur transmise à l'air contribue au bilan frigorifique , si bien que la plus grande partie de la chaleur rayonnée se trouve emmagasinée dans les murs et cloisons, mais au fur et à mesure que cette absorption se poursuit , la température du matériau augmente et sa capacité d'absorption diminue pour mieux comprendre le phénomène , on se ramène à l'interprétation graphique pour un fonctionnement continu de l'installation.



La courbe supérieure est celle de l'insolation par une exposition ouest et la courbe inférieure représente les gains réels en fonction du temps, ceci pour une structure moyenne et un maintien de la température intérieure du local à une valeur constante .

L'éclairage ne présentant pas les variations d'intensité de l'ensoleillement, le phénomène d'accumulation se fait surtout sentir dès la mise en route, pour perdre ensuite de plus en plus de son importance.

La durée de fonctionnement de l'installation de climatisation affecte également l'importance du volant (ou inertie) thermique .

Si l'installation est stoppée après un fonctionnement ininterrompu de 16h , une partie de la chaleur accumulée restera dans les matériaux et viendra s'ajouter au bilan thermique de mise en régime à la prochaine remise en route.

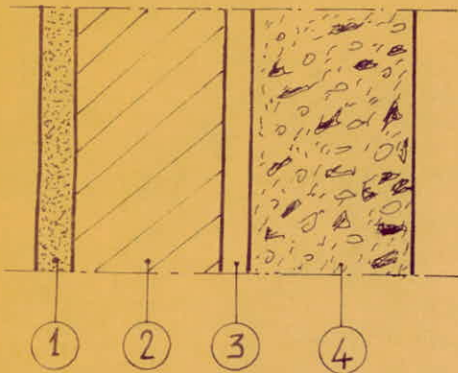
En ajoutant cette charge à la charge calorifique de la journée on obtient la charge totale réelle que doit compenser notre appareil de climatisation et ceci pour une période de fonctionnement de 16 heures et une température maintenue constante pendant le fonctionnement de l'installation.

Pour tenir compte des phénomènes cités , on introduit dans les calculs de climatisation des corrections qui seront mentionnées dans le chapitre climatisation.

COEFFICIENTS K DES PAROIS-PLANCHER - TOITURE

I - MURS EXTÉRIEURS SUPÉRIEURS (ME(s)).

1. ME(s) Coupes ① et ⑤



$$\frac{1}{K} = 0,19 + \sum_{i=1}^n R_i$$

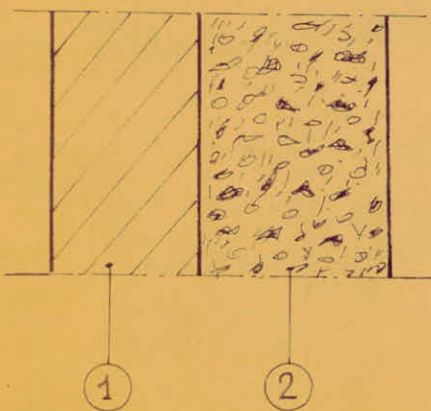
N°	Constitution	e (m)	λ ou Rair
1	Enduit en ciment	0,02	1,20
2	Parpaing creux.	0,10	0,50
3	Vide d'air	0,003	0,041
4	béton.	0,17	1,30
		$\frac{1}{K} \cong 0,55$	K = 1,82

2. ME(s) Coupes ② - ③ - ④ - ⑦ - ⑧



N°	Constitution	e (m)	λ ou Rair
1	béton	0,20	1,30
		$\frac{1}{K} \cong 0,34$	K = 2,90

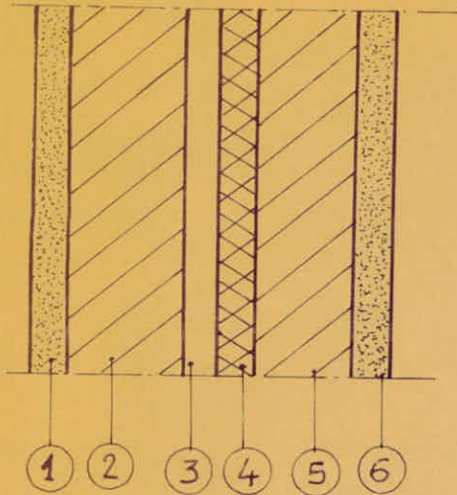
3. ME(s) Coupes ⑥ et ⑥ bis



N°	Constitution	e (m)	λ ou Rair
1	Parpaing creux	0,11	0,50
2	béton	0,20	1,30
		$\frac{1}{K} \cong 0,56$	K = 1,79

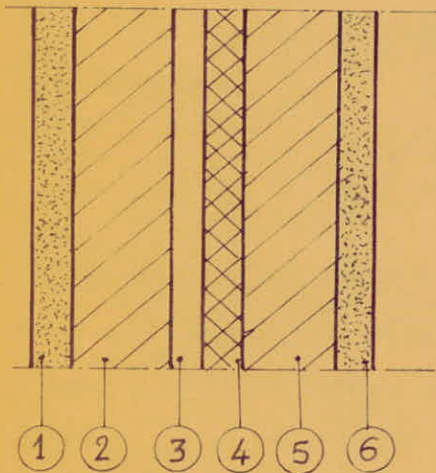
II. MURS EXTÉRIEURS INFÉRIEURS (ME_{ext}).

1. ME_{ext} Coupes (1)-(4)-(5)



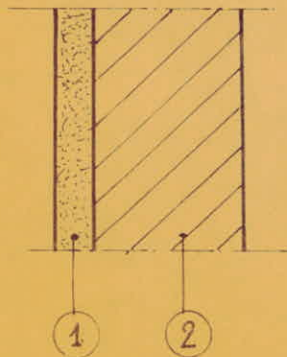
N°	Constitution	e (m)	λ ou R _{air}
1	Enduit en Ciment	0,02	1,20
2	Parpaing creux	0,15	0,50
3	Vide d'air	0,03	0,19
4	Polystyrène	0,04	0,034
5	Parpaing creux	0,10	0,50
6	Enduit en ciment	0,015	1,20
$\frac{1}{K} \cong 2,08$			K = 0,48

2. ME_{ext} Coupes (2)-(7)



N°	Constitution	e (m)	λ ou R _{air}
1	Enduit en ciment	0,02	1,20
2	Parpaing creux	0,10	0,50
3	Vide d'air	0,03	0,19
4	Polystyrène	0,04	0,034
5	Parpaing creux	0,10	0,50
6	Enduit en ciment	0,015	1,20
$\frac{1}{K} \cong 1,99$			K = 0,50

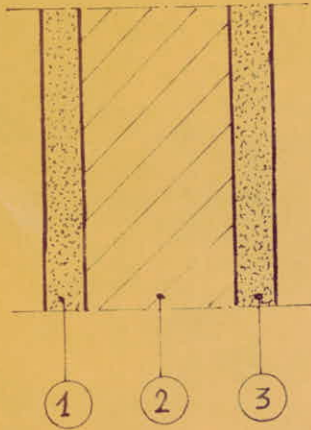
3. ME_{ext} Coupes (6)-(6) bis



N°	Constitution	e (m)	λ ou R _{air}
1	Enduit en Ciment	0,02	1,20
2	Parpaing creux	0,20	0,50
$\frac{1}{K} \cong 0,60$			K = 1,65

- III. MURS INTÉRIEURS - (M.I) -

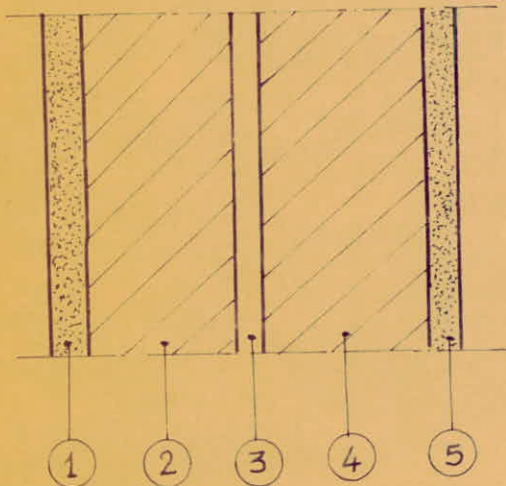
1. MI₁ (cas général).



$$\frac{1}{K} = 0,28 + \sum_{i=1}^n R_i$$

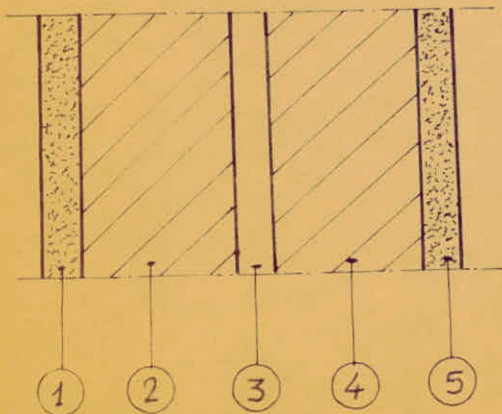
N°	Constitution	e (m)	λ ou R _{air}
1	Enduit en Ciment	0,015	1,20
2	Parpaing creux.	0,100	0,50
3	Enduit en ciment	0,015	1,20
$\frac{1}{K} \cong 0,50$			K = 2

2. MI₂ (entre 19 et 20).



N°	Constitution	e (m)	λ ou R _{air}
1	Enduit en Ciment	0,035	1,20
2	Parpaing creux.	0,150	0,50
3	Lame d'air	0,050	0,18
4	Parpaing creux	0,150	0,50
5	Enduit en ciment	0,035	1,20
$\frac{1}{K} \cong 1,18$			K = 0,85

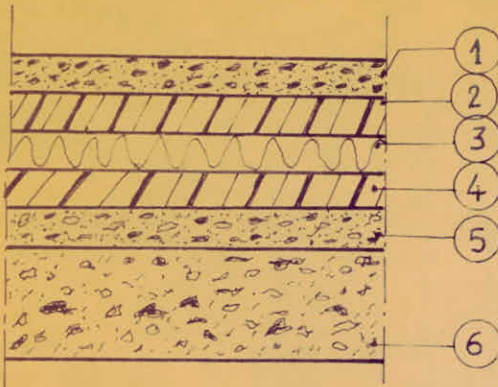
3. MI₃ (entre 32 et 36).



N°	Constitution	e (m)	λ ou R _{air}
1	Enduit en Ciment	0,035	1,20
2	Parpaing creux.	0,150	0,50
3	Lame d'air	0,110	0,20
4	Parpaing creux.	0,150	0,50
5	Enduit en ciment	0,035	1,20
$\frac{1}{K} \cong 1,19$			K = 0,84

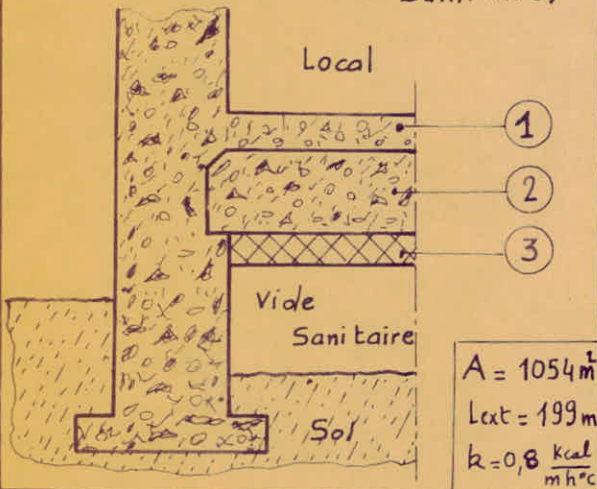
. IV. TOITURE - PLANCHER

1 - TOITURE



N°	Constitution	e(m)	λ ou Rair
1	Gravillon	0,05	0,70
2	Feutre (étanchéité)	0,10	0,20
3	Liège (isolation)	0,05	0,05
4	Feutre (étanchéité)	0,05	0,20
5	Mortier de pente (béton)	0,02	0,21
6	béton	0,19	1,30
		$\frac{1}{K} \cong 2,25$	$K = 0,44$

2 - PLANCHER (sur Vide sanitaire)



$$\frac{1}{K} = 0,34 + \sum_{i=1}^n R_i$$

$$\frac{1}{K_c} = \frac{1}{K} + \frac{A}{k \text{ Lat}}$$

N°	Constitution	e(m)	λ ou Rair
1	Chape de ciment	0,06	1,20
2	béton	0,19	1,30
3	Héradolith	0,05	0,10
		$\frac{1}{K} \cong 1,04$	$K = 0,96$
		$\frac{1}{K_c} \cong 7,69$	$K_c = 0,13$

. V. PORTES - FENÊTRES

		K $\left[\frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^\circ \text{C}} \right]$
Portes	Portes extérieures en bois (PE)	3
	Portes intérieures en bois (PI)	2
	Portes vitrées (double) (PVD)	3,4
Fenêtres	Fenêtres extérieures vitrées (double) (VED)	3,4
	Fenêtres intérieures vitrées (simple) (VIS)	3
	Fenêtres extérieures vitrées (simple) (VES)	5

*
* Chapitre III CHAUFFAGE *
*

A) Données relatives au chauffage

B) Modes de chauffage

C) Calcul des besoins calorifiques

D) Tableaux récapitulatifs des déperditions.

DONNÉES RELATIVES AU CHAUFFAGE

1. PERMÉABILITÉ des Joints : $[a]$ par mètre de Longueur de Joints en $[m^3/h]$.

FENÊTRES (Métal).	Simple non étanches	$a = 1,5$
	Composées non étanches	$a = 1,5$
PORTES (bois)	Intérieures non étanches	$a = 4,0$
	Extérieures " "	$a = 1,5$

2. MAJORATION D'EXPLOITATION $Z_D = Z_u + Z_A$ en [%].

Mode d'exploitation	Coefficient D	0,10 ÷ 0,29	0,30 ÷ 0,69	0,7 ÷ 1,49
- I -	Exploitation réduite de 8 ÷ 12 h.	7	7	7
- II -	Interruption de 9 ÷ 12 h de durée	20	15	15
- III -	Interruption de 12 ÷ 16 h de durée	30	25	20

3. MAJORATION POUR ORIENTATION Z_H en [%].

ORIENTATION	S	SO	O	NO	N	NE	E	SE
MAJORATION Z_H	-5	-5	0	+5	+5	+5	0	-5

4. CARACTÉRISTIQUE DE LOCAL $[R]$.

Rapport de Surfaces	Fenêtres métalliques Portes intérieures		Caractéristique de Maison
	S_E / S_P	< 2,5	
2,5 ÷ 6		6 ÷ 20	$R = 0,7$

S_E = Surface des Fenêtres et portes extérieures au vent.

S_P = Surface des portes sous le vent.

5. CARACTÉRISTIQUE DE MAISON $[H]$.

Régions	Nature du site	Maison d'alignement	Maison individuelle
Région Normale	site protégé	0,24	0,34
"	site découvert	0,41	0,58
"	site particulièrement découvert	0,60	0,84
Région d'vents forts	site protégé	0,41	0,58
"	site découvert	0,60	0,84
"	site Exceptionnellement découvert	0,82	1,13

B - MODES DE CHAUFFAGE

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

La façon la plus simple de chauffer une pièce est d'employer un poêle, l'appareil est placé dans la pièce à chauffer, il transmet la chaleur libérée par la transformation d'énergie directement par convection, à l'air de la pièce autour de ses parois extérieures (appelées surfaces de chauffe) et par rayonnement aux surfaces environnantes.

Ce type de chauffage appelé "chauffage individuel" est employé de préférence dans les pièces qui ne sont à chauffer que par intermittence ou indépendamment des pièces voisines.

Le chauffage individuel présente d'assez nombreux inconvénients et exige en plus: un choix judicieux du combustible, une surveillance et un entretien minutieux de l'appareil et une bonne étanchéité.

L'autre type de chauffage est dit "chauffage central" lorsque la chaleur nécessaire au chauffage de plusieurs pièces est produite en un seul point et distribuée dans celles-ci 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
 - vapeur HP (Haute pression) et BP (Basse pression).
 - air chaud.

Par rapport au chauffage individuel, le chauffage central offre une série d'avantages:

- la production de la chaleur centralisée: en un seul endroit permet d'améliorer la conception technique du foyer.
- le réglage est simplifié
- les corps de chauffe sont moins encombrants
- la chaufferie centrale est mieux surveillée.

Remarque:

Le chauffage central est plus préférable et très compétitif lorsqu'il s'agit de chauffer plusieurs pièces simultanément.

a) différents modes de chauffage central.

1) Chauffage à vapeur

Le fluide qui véhicule la chaleur est la vapeur; après sa production dans la chaufferie cette vapeur se répand jusqu'aux corps de chauffe par des Tuyauteries; elle s'y condense sous la pression atmosphérique et sa chaleur de condensation sert au chauffage de l'ambiance.

On peut utiliser cette vapeur de deux sortes, soit à:

- basse pression (B.P): Lorsque la pression de service de cette vapeur est inférieure à 0,5 atm.

- Haute pression: (H.P): Lorsque cette pression est supérieure à 0,5 atm. Le principal avantage des installations de chauffage à vapeur basse pression est leur prix d'Installation peu élevé (faible diamètre des tubes et grande émission calorifique); par contre elles présente 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 (elle est surtout employée pour alimenter des panneaux rayonnants métalliques etc...).

Le chauffage à vapeur haute pression présente l'avantage de permettre le transport de la chaleur à de grandes distances, par contre il possède certains inconvénients tels que: le bruit de fonctionnement au niveau des corps de chauffe., réglage très difficile et manque d'hygiène etc...

Remarque:

Les corps de chauffe alimentés en vapeur haute pression doivent être hors de portée en raison de leur température très élevée.

2) chauffage à air chaud

On désigne par chauffage à air chaud, tout mode de chauffage consistant à distribuer de l'air chaud aux locaux à chauffer; cet air pouvant être chauffé par divers moyens et suivant le procédé employé on distingue les chauffages à air chaud à:

- foyer
- La Vapeur
- L'eau chaude.

Pour le premier cas l'air se réchauffe directement au contact du foyer d'un générateur; dans le deuxième et troisième cas l'air se réchauffe au contact des surfaces de chauffe chauffées elles-mêmes à la vapeur ou à l'eau chaude. La distribution de cet air chaud aux locaux s'effectue par réseaux de gaine tandis que sa circulation se fait naturellement (par gravité) ou Forcée (pulsée par un ventilateur).

Les chauffages à air chaud peuvent être:

- à reprise d'air intérieur total (système fermé ou à air recyclé).
- avec reprise partielle de l'air intérieur mélangé à 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 le plus économique mais le moins hygiénique (il est à déconseiller dans presque tous les cas malgré son avantage économique).
- * Le troisième système est le plus hygiénique mais très onéreux (il est utilisé dans les cas où aucune reprise n'est tolérée; c'est le cas de certains laboratoires, blocs chirurgicaux, etc...)
- * Le deuxième système est le plus avantageux de ces trois variants car il respecte le compromis hygiène-Economie (Il est le plus utilisé dans les installations de confort).

3) Chauffage à eau chaude

Le système de chauffage le plus employé actuellement est le chauffage à eau chaude, il peut être exécuté avec ou sans communication avec l'atmosphère. On distingue, suivant la façon dont est assurée la circulation de l'eau, les chauffages par gravité (ou thermosiphon) et les chauffages par pompe. Dans les premiers la circulation de l'eau chaude est assurée par la différence de poids volumiques entre l'eau de la colonne de départ et celle de la colonne de retour; dans les seconds elle est assurée par une pompe placée sur la conduite principale.

Remarque:

Pour ce procédé de chauffage, il est nécessaire de faire subir de l'eau un traitement d'adoucissement avant de l'utiliser dans le circuit de chauffage.

(cette question est développée plus loin).

b) choix du mode de chauffage

Le fluide transporteur de chaleur de la chaufferie au corps de chauffe doit répondre à certaines caractéristiques:

- Bon pouvoir d'absorption de la chaleur (C_p)
- Bon pouvoir à l'écoulement (viscosité).
- Composition chimique non agressive (corrosion).

Le fluide le plus utilisé et que nous choisissons est l'eau chaude (température maximale de 90 à 95°C). Son pouvoir d'absorption est appréciable.

1) Mode de circulation

La circulation de l'eau par gravité (circulation purement naturelle par thermosiphon) nécessite de gros diamètres, donc une installation coûteuse et moins esthétiques.

Les avantages du chauffage à eau chaude accélérée (pulsée par pompe) sont nombreux:

- le réglage est extrêmement souple.

- L'adoption d'une pompe permet l'utilisation de tubes de petits diamètres, avec comme avantage corrélatif une faible contenance en eau de distillation et par conséquent une mise en régime facile.

Ce dernier mode de circulation que nous adoptons nous permet d'avoir une installation plus économique et techniquement mieux adaptable.

2) Mode de distribution

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 (en parrapluie)
- par en dessous.

2.1. distribution par en dessus

L'eau chaude issue de la chaudière est acheminée en partie haute, puis distribuée aux corps de chauffe par des colonnes descendantes. La chaudière étant placée au point le plus bas de l'installation alors il est impératif que toutes les tuyauteries soient posées en pente ascendante de la chaudière au vase d'Expansion. (Cette question est développée plus loin) et ceci pour permettre l'évacuation naturelle des bulbes d'air et de l'excédent de volume dû à la dilatation de l'eau au moment de la mise en régime.

2.2 distribution par en dessous

Pour ce mode de distribution que nous adoptons; l'eau chaude est collectée par une tuyauterie principale placée en vide sanitaire puis distribuée aux différents corps de chauffe par des colonnes montantes. Ce type de distribution présente beaucoup plus d'avantages que le précédent et de plus il est plus économique.

3) Choix des corps de chauffe

Le but de notre étude est d'assurer le chauffage des locaux en hiver leur rafraîchissement et ~~les~~ humidification en été ainsi que leur ventilation en toute saison. Nous choisissons alors comme corps de chauffe un appareil appelé "VENTILC-CONVECTEUR" capable de nous assurer ces quatre conditions et qui est très utilisé actuellement en conditionnement d'air.

(Les principe, description et avantages seront développés ultérieurement).

Remarques:

Pour les autres locaux qui n'exigent pas un tel confort (comme les WC, vestiaires et douches). Nous choisissons les corps de chauffe suivants:

- Radiateurs: assurent le chauffage uniquement des WC.
- Aérothermes: assurent le chauffage en hiver des vestiaires et douches; ainsi que leur ventilation en toute période.

C - CALCUL DES BESOINS CALORIFIQUES /

a) besoins calorifiques.

Les besoins calorifiques d'un local sont une pure caractéristique de la construction qui est indépendante du système de chauffage projeté ou réalisé. Ils dépendent de la nature de la construction et de ses dimensions. Leur importance est prépondérante dans le dimensionnement des corps de chauffe; ainsi que la chaudière.

Les besoins calorifiques d'un local (ou bâtiment) sont identiques à la somme de toutes les déperditions de chaleur à travers l'enveloppe extérieure du local et leur calcul suppose les conditions extérieures stationnaires.

On peut distinguer deux sortes de déperditions de chaleur:

- les déperditions calorifiques par transmission qui sont dues aux pertes de chaleur à travers les murs, plancher, portes etc., à cause de la différence de températures entre l'intérieur et l'extérieur (la température intérieure étant plus élevée que celle de l'extérieur).

- les déperditions par infiltration de l'air extérieur.

1) déperditions calorifiques par transmission

1.1. Formule de base.

Les pertes de chaleur par transmission Q° pour chaque enveloppe se calculent par l'équation fondamentale de la transmission de chaleur:

$$Q^{\circ} = K \cdot S (t_i - t_e)$$

K = coefficient de transmission global (k cal/h.m².°c)

S = Surface de la paroi (m²)

t_i = température intérieure du local (°c)

t_e = température extérieure du local (°c)

La somme de ces déperditions élémentaires Q° de chaque paroi donne les déperditions par transmission totales du local. $Q_0 = \sum Q^{\circ} (i)$.

Remarque: Il est important de faire la distinction entre pertes calorifiques par transmission Q_0 et besoins calorifiques par transmission Q_t correspondant à ces mêmes pertes; en pratique pour le calcul de ces derniers on multiplie les pertes ou déperditions par transmission Q° par un coefficient de majoration Z qui contient certaines majorations partielles

La formule de base pour le calcul des besoins calorifiques devient alors:

$$Q_t = Q_0 (1 + Z_1 + Z_p + Z_v) = (\sum Q_0) (Z)$$

C - CALCUL DES BESOINS CALORIFIQUES /

a) besoins calorifiques.

Les besoins calorifiques d'un local sont une pure caractéristique de la construction qui est indépendante du système de chauffage projeté ou réalisé. Ils dépendent de la nature de la construction et de ses dimensions. Leur importance est prépondérante dans le dimensionnement des corps de chauffe; ainsi que la chaudière.

Les besoins calorifiques d'un local (ou bâtiment) sont identiques à la somme de toutes les déperditions de chaleur à travers l'enveloppe extérieure du local et leur calcul suppose les conditions extérieures stationnaires. On peut distinguer deux sortes de déperditions de chaleur:

- les déperditions calorifiques par transmission qui sont dues aux pertes de chaleur à travers les murs, plancher, portes etc... à cause de la différence de températures entre l'intérieur et l'extérieur (la température intérieure étant plus élevée que celle de l'extérieur).

- les déperditions par infiltration de l'air extérieur.

1) déperditions calorifiques par transmission

1.1. Formule de base.

Les pertes de chaleur par transmission q° pour chaque enveloppe se calculent par l'équation fondamentale de la transmission de chaleur:

$$q^\circ = K \cdot S (t_i - t_e)$$

K = coefficient de transmission global (k cal/h.m².°C)

S = Surface de la paroi (m²)

t_i = température intérieure du local (°C)

t_e = température extérieure du local (°C)

La somme de ces déperditions élémentaires q° de chaque paroi donne les déperditions par transmission totales du local. $Q_0 = \sum q^\circ (i)$.

Remarque: Il est important de faire la distinction entre pertes calorifiques par transmission Q_0 et besoins calorifiques par transmission Q_t correspondant à ces mêmes pertes; en pratique pour le calcul de ces derniers on multiplie les pertes ou déperditions par transmission Q° par un coefficient de majoration Z qui contient certaines majorations partielles

La formule de base pour le calcul des besoins calorifiques devient alors:

$$Q_t = Q_0 (1 + Z_D + Z_A + Z_H) = (\sum q_0) (Z)$$

1.2. Majorations partielles

1.2.1. Coefficient D: Ce coefficient peut être interprété, comme la perméabilité moyenne de l'ensemble des éléments de l'enveloppe du local, il se calcule par la formule suivante:

$$D = \frac{Q_0}{S_{\text{tot}} (t_i - t_e)}$$

S_{tot} = surface totale de toutes les enveloppes du local.

1.2.2. Majoration \bar{E}_0 (pour interruption d'exploitation).

Après des réductions et des interruptions d'exploitation, la remontée en température d'un local (ou bâtiment) n'est possible que par des fournitures momentanément accrues de chaleur. Le but de cette majoration est d'assurer une montée uniforme en température.

En plus de l'exploitation continue qui ne nécessite pas de majoration on peut distinguer trois autres modes d'exploitation.

- I: Interruption journalière de fourniture de chaleur d'une durée de 8 à 12 Heures.
- II: interruption journalière de fourniture de chaleur d'une durée de 12 à 16 Heures.
- III: exploitation continue avec toutefois réduction d'exploitation nocturne pour notre étude nous adoptons ce dernier mode d'exploitation.

1.2.3. Majoration \bar{E}_A (pour compensation)

Cette majoration est introduite pour la compensation des parois extérieures froides. Elle assure l'équilibre de la température moyenne de l'enveloppe du local, car le confort thermique dans un local ne dépend pas seulement de la température de l'air mais aussi de la température moyenne de l'enveloppe.

1.2.4. Groupement des Majorations \bar{E}_0 et \bar{E}_A

Ces deux majorations dépendent du coefficient D et peuvent donc être groupées pour le calcul en une majoration unique $\bar{E}_D = \bar{E}_0 + \bar{E}_A$

Remarque : pour le mode d'exploitation III, la majoration \bar{E}_D est indépendante du coefficient D. (Il n'est pas nécessaire de calculer le coefficient D).

1.2.5. Majoration \bar{E}_O (pour orientation)

Cette majoration tient compte des différences d'insolation. Pour l'appréciation des orientations d'un local, il faut retenir pour les locaux encastrés sur trois faces la position de la paroi extérieure, et pour les locaux d'angle la direction du coin formé par les murs extérieurs.

La majoration est supprimée pour les zones sans influence solaire directe.

2. Déperditions calorifiques par infiltration

2.1. Formule de base.

Les infiltrations dans un local conditionné constituent fréquemment une source importante de gains ou de déperditions de chaleur. Le débit d'air d'infiltration, varie suivant l'étanchéité des portes et fenêtres, de la direction et la vitesse du vent, de la hauteur de l'immeuble etc...

En général ces infiltrations sont dues à la vitesse du vent ou à l'effet de cheminée.

2.1.1. vitesse du vent:

L'action du vent se traduit par une surpression sur la façade exposée au vent et par une légère dépression sur la façade opposée. Cette surpression permet à l'air extérieur de s'infiltrer dans le local par les porosités des matériaux et les interstices autour des portes et fenêtres de la façade exposée et de s'échapper de l'autre côté.

2.1.2. Effet de cheminée ou différence de densité

Les différences de température et d'humidité produisent des différences de densité entre l'air extérieur et intérieur. Dans le cas des bâtiments élevés ces différences de densité ont le même effet que le vent et il se produit des infiltrations par la partie inférieure et évacuation par la partie supérieure.

Les besoins calorifiques pour compenser les pertes par infiltration peuvent être calculée par l'équation.

$$Q_L = \sum (a_l) R.H (t_i - t_e) \bar{Z}_e \quad \text{Kcal/h}$$

$\sum (a_l)$ = perméabilité des fenêtres et portes au vent.

R = La caractéristique du local

H = La caractéristique d'immeuble

\bar{Z}_e = facteur de Majoration pour les fenêtres d'angle.

2.2. Coefficients caractéristiques

2.2.1. Perméabilité des portes et fenêtres $\sum (a_l)$

Si l'on désigne par (a) la perméabilité à l'air d'un joint de fenêtre ou porte par mètre de longueur et pour une différence de pression donnée entre l'intérieur et l'extérieur. La perméabilité de toutes les fenêtres et portes ayant chacune des joints d'une longueur l et exposées au vent dans les conditions les plus défavorables est donnée par la somme des produit(a l)

2.2.2. La caractéristique de local R.

La caractéristique de local dépend de la perméabilité de toutes les fenêtres et portes par lesquelles l'air peut s'écouler.

La plupart du temps, on peut renoncer au calcul précis de la caractéristique R et prendre comme valeur, celle donnée par le tableau réservé pour cette caractéristique.

Cette valeur est donnée en fonction du rapport $\left(\frac{SE}{SP}\right)$

S E = surfaces des fenêtres et portes extérieures au vent

S P = surfaces des portes sous le vent.

2.2.3. La caractéristique d'immeuble H

Cette caractéristique est introduite pour concrétiser la particularité d'un immeuble, due à sa situation et l'importance de l'influence du vent sur sa construction. Pour caractériser la situation de l'immeuble par rapport à l'action du vent on distingue trois cas:

- Site protégé: cas des centres villes de construction serrée à condition que les immeubles ne dépassent pas sensiblement leur voisinage.
- Site découvert: cas des maisons dont les cités ou les ensembles de bâtiment sont clairsemés.
- Site Exceptionnellement découvert: C'est le cas des maisons isolées construites sur les hauteurs, sur des bandes côtières sans arbres ainsi que sur des rives dénudées de larges fleuves ou de grands lacs.

Pour notre étude, on se trouve dans le cas d'une région normale, site découvert et maisons d'alignement (c'est à dire $H = 0,41$)

2.2.4. Majoration pour fenêtres d'angle ZE

Cette majoration tient compte de la situation des portes et fenêtres, elle n'est à envisager que pour des fenêtres et portes situées immédiatement à l'angle de deux murs extérieurs contigus ($Z_e = 1,2$); pour toutes les autres dispositions on a $Z_e = 1$.

Exemple de calcul des infiltrations (cas du local N° 01)

dimensions des portes et fenêtres:

- portes intérieures non étanches: $2,025 \times 0,80$. (m x m)

- vitrages intérieurs simples: $2,10 \times 0,87$ (m x m)

- vitrages extérieurs à cadres métalliques: $2,98 \times 1,90$ (m x m)

d'où: $SE = 2,90 \times 1,90 = 5,51 \text{ m}^2$

$SP = (0,87 \times 2,10) + 2 (0,80 \times 2,025) = 3,24 \text{ m}^2$

$\frac{SE}{SP} = 1,08 < 6 \implies R = 0,9$ (donné par le tableau relatif à R)

soit l = longueur du joint d'un vitre = périmètre de cette vitre

$l = 2 (1,42 + 1,45) = 5,74 \text{ m}$.

les autres coefficients sont:

$Z_e = 1$; $H = 0,41$; $a = 1,5$; $\Delta t^\circ = 25^\circ\text{C}$

donc: $QL = (\sum a_l) H.R. \Delta T. Z_e = 159 \text{ Kcal/h}$.

3. Besoins calorifiques d'un local

Ils sont calculés d'après ce qui a été dit précédemment par l'équation suivante:

$$Q = Q_1 + Q_2 = (\sum Q_0) Z + \sum (Q_1) R H (t_i - t_e) Z_e$$

D) TABLEAUX RECAPITULATIFS

Le calcul des besoins calorifiques de chaque local est résumé dans un tableau .

1) Abreviations utilisées .

Abv : Abreviation des éléments de construction .

Ort : Orientation

Louf: Longueur ou largeur (m)

Ht : Hauteur (m)

Surf: Surface (m^2)

Nbre: Nombre

Cheret: Chiffre retenu (m^2)

Ded : déduction de surface (m^2)

K : Coef de transmission (K cal/h m^2 °C)

t : difference de temperature (°C)

Qo : deperditions par transmission (K cal/h)

Zo : ZH , Z : Coefficients de majoration (%)

QL : deperditions par infiltration (K cal / h)

Qt : Besoins calorifiques totales du local (K cal / h)

REMARQUES :

Les besoins calorifiques par transmission QT ne sont pas mentionnés sur ces tableaux

$$Qt = Q \text{ (besoins calorifiques totales)}$$

Calcul des Surfaces								Calcul des déperditions							
Abv	Ort	L ou l	Ht	Surf	Nbre	Ded	ch ret	K	Δt °C	\dot{Q}_0	Z _D	Z _H	Z	\dot{Q}_L	\dot{Q}_t
Local: Bureau: 01															
VED	S	2,90	1,90	5,51	1	-	5,51	3,40	25	468,35					
ME _i	S	3,00	2,80	8,40	1	5,51	2,89	0,50	25	36,12					
ME _s	S	3,00	0,83	2,49	1	-	2,49	2,90	25	180,52					
ME _i	O	4,13	2,80	11,56	1	-	11,56	1,65	25	476,85					
ME _s	O	4,13	0,83	3,43	1	-	3,43	1,79	25	153,49					
ME _i	S	1,50	2,80	4,20	1	-	4,20	0,48	25	50,40					
ME _s	S	1,50	0,83	1,24	1	-	1,24	1,82	25	56,42					
VI _s	N	1,95	0,87	1,69	1	-	1,69	3,00	05	25,35					
PI	N	0,80	2,02	1,62	1	-	1,62	2,00	05	16,20					
MI	N	4,50	3,63	16,33	1	3,31	13,02	2,00	05	130,20					
B	-	4,43 x 3,91		17,32	1	-	17,32	0,13	25	56,29					
H	-	"		"	1	-	17,32	0,44	25	190,52					
										1840,71	7	-5	1,02	159	

2240

Calcul des Surfaces

Calcul des déperditions

Abv	Ört	L ou l	Ht	Surf	Nbre	Ded	ch ret	K	Δt °C	\dot{Q}_0	Z _D	Z _H	Z	Q _L	Q _T
-----	-----	--------	----	------	------	-----	--------	---	---------------	-------------	----------------	----------------	---	----------------	----------------

Local: Bureau : 02

VED	N	4,50	1,90	8,55	1	-	8,55	3,40	25	726,75					
MEi	N	4,50	2,80	12,60	1	8,55	4,05	0,50	25	50,62					
MEs	N	4,50	0,83	3,73	1	-	3,73	2,90	25	270,78					
MEi	○	3,85	2,80	10,78	1	-	10,78	1,65	25	444,67					
MEs	○	3,85	0,83	3,19	1	-	3,19	1,79	25	142,75					
VI _s	S	3,00	0,87	2,61	1	-	2,61	3,00	05	39,15					2800
PI	S	0,80	2,02	1,62	1	-	1,62	2,00	05	16,20					
MI	S	4,5	3,63	16,33	1	4,23	12,1	2,00	05	121,00					
B	-	3,86 x 4,5		17,38	1	-	17,38	0,13	25	56,29					
H	-	"		"	1	-	"	0,44	25	190,52					
										2058,73	7	+5	1,12	239	

Calcul des Surfaces								Calcul des deperditions							
Abv	Ort	L ou l	HE	Surf	Nbre	Ded	ch ref	K	Δt °C	Q_0	ZD	ZH	Z	QL	Qr
Local: Bureau: 03															
VED	S	2,90	1,90	5,51	1	/	5,51	3,40	25	468,35					
MEi	S	3,00	2,80	8,40	1		5,51	2,89	0,50	25	36,12				
ME(s)	S	3,00	0,83	2,49	1	/	2,49	2,90	25	180,52					1260
VI s	N	1,95	0,87	1,69	1	/	1,69	3,00	5	25,35					
PI	N	0,80	2,025	1,62	1	/	1,62	2,00	5	16,20					
MI	N	3,00	3,63	10,89	1		3,31	7,58	2,00	5	75,80				
B	-	3,91 x 2,90		11,34	1	/	11,34	0,13	25	36,85					
H	-	3,91 x 2,90		11,34	1	/	11,34	0,44	25	124,74					
total.										963,93	7	-5	1,02	159	
Local: Bureau : 04															
VED	N	2,90	1,90	5,51	1	/	5,51	3,40	25	468,35					
MEi	N	3,00	2,80	8,40	1		5,51	2,89	0,50	25	36,12				1740
MEs	N	3,00	0,83	2,49	1	/	2,49	2,90	25	180,52					
VI s	S	2,50	0,87	2,17	1	/	2,17	3,00	5	32,55					
PI	S	0,80	2,025	1,62	1	/	1,62	2,00	5	16,20					
MI	S	6,00	3,63	21,78	1		3,79	17,99	2,00	5	179,90				
B	-	6,00 x 3,85		23,10	1	/	23,10	0,13	25	75,07					
H	-	"		"	"	/	"	0,44	25	254,10					
total.										1242,81	7	+5	1,12	191	

Calcul des Surfaces								Calcul des déperditions							
Abv	Ort	L ou P.	Ht	Surf	Nbre	Ded	ch ret	K	$\Delta t ^\circ C$	Q_0	Z_D	Z_H	Z	Q_L	Q_E

Local: Couloir : 05

PI	S	0,80	2,02	1,62	2	-	3,24	2,00	-5	-32,40					
VIS	S	1,95	0,87	1,69	2	-	3,38	3,00	-5	-50,70					
MI	S	4,50	3,63	16,33	1	3,31	13,02	2,00	-5	-130,20					
MI	S	3,00	3,63	10,89	1	3,31	7,58	2,00	-5	-75,80					
PI	N	0,80	2,02	1,62	2	-	3,24	2,00	-5	-32,40					
VIS	N	3,00	0,87	2,61	1	-	2,61	3,00	-5	-39,15					
VIS	N	2,50	0,87	2,17	1	-	2,17	3,00	-5	-32,55					
MI	N	4,50	3,63	16,33	1	4,23	12,10	2,00	-5	-121,00					
MI	N	6,00	3,63	21,78	1	3,79	17,99	2,00	-5	-179,90					
PI	S	0,80	2,02	1,62	1	-	1,62	2,00	-5	-16,20					
VIS	S	1,40	0,87	1,22	1	-	1,22	3,00	-5	-18,27					
MI	S	3,00	3,63	10,89	1	2,84	8,05	2,00	-5	-80,50					
PE	O	1,40	2,02	2,84	1	-	2,84	3,00	20	170,40					
ME _i	O	1,55	2,80	4,34	1	2,84	1,50	1,65	20	49,50					
ME _s	O	1,55	0,83	1,29	1	-	1,29	1,79	20	46,18					
PI	E	1,40	2,02	2,84	1	-	2,84	2,00	-5	-28,40					
MI	E	1,55	3,63	5,63	1	2,84	2,79	2,00	-5	-27,90					
B	-	1,55 x 10,92		16,93	1	-	16,93	0,13	20	44,02					
H	-	"	"	"	1	-	16,93	0,44	20	148,90					
										-405,30	7	5	1,12	+102	

-390

Calcul des Surfaces

Calcul des déperditions

Abv	Ort	L ou l.	Ht	Surf	Nbre	Ded	ch ret	K	$\Delta t^{\circ}C$	Q_0	Z_D	Z_H	Z	Q_L	Q_T
-----	-----	---------	----	------	------	-----	--------	---	---------------------	-------	-------	-------	---	-------	-------

Local: Bureau 06

VED	S	2,90	1,90	5,51	1	-	5,51	3,40	25	468,35					
MEI	S	3,00	2,80	8,40	1	5,51	2,89	0,50	25	36,12					
MEs	S	3,00	0,83	2,49	1	-	2,49	2,90	25	180,52					
MEI	E	1,35	2,80	3,78	1	-	3,78	0,48	25	45,36					
MEs	E	1,35	0,83	1,12	1	-	1,12	1,82	25	50,98					
VI _s	N	1,40	0,87	1,22	1	-	1,22	3,00	05	18,27					
PI	N	0,80	2,02	1,62	1	-	1,62	2,00	05	16,20					
MI	N	3,00	3,63	10,89	1	2,84	8,05	2,00	05	80,50					
B	-	3x3,91		11,73	1	-	11,73	0,13	25	38,12					
H	-	"		11,73	1	-	11,73	0,44	25	129,03					
										1063,45	7	-5	1,02	159	1340

Calcul des Surfaces

Calcul des deperditions

Abv	Ort	L _{ou} l	Ht	Surf	Nbre	Ded	ch ref	K	Δt °C	\dot{Q}_0	Z _D	Z _H	Z	\dot{Q}_L	\dot{Q}_t
Local: Hall d'entrée (visiteurs) : 08															
PI	O	1,40	2,02	2,84	1	-	2,84	2,00	5	28,40					
MI	O	1,55	3,63	5,63	1	2,84	2,79	2,00	5	27,90					
PE	S	1,60	2,60	4,16	1	-	4,16	3,00	25	312					
VED	S	3,20	2,60	8,32	1	4,16	4,16	3,40	25	353,60					
ME	S	3,20	3,63	11,62	1	8,32	3,30	2,00	25	165,00					1660
PI	N	1,40	2,02	2,84	1	-	2,84	2,00	5	28,40					
MI	N	1,55	3,63	5,63	1	2,84	2,79	2,00	5	27,90					
B	-	-	-	26,96	1	-	26,96	0,13	25	87,62					
H	-	-	-	4	1	-	26,96	0,44	25	296,56					
										1327,38	7	-5	1,02	155	

Local: Salle d'attente : 09

MEi	O	1,35	2,80	3,78	1	-	3,78	0,48	25	45,36					
MEs	O	1,35	0,83	1,12	1	-	1,12	1,82	25	50,98					
VED	S	5,08	2,80	4,14	1	-	4,14	3,40	25	351,90					
MEs	S	5,15	0,83	4,27	1	-	4,27	2,90	25	309,60					
MEi	E	4,18	2,80	11,70	1	-	11,70	0,48	25	140,45					
MEs	E	4,18	0,83	3,47	1	-	3,47	1,82	25	157,88					1850
B	-	5,08 x 3,96		20,12	1	-	20,12	0,13	25	65,38					
H	-	"	"	"	1	-	20,12	0,44	25	212,32					
										1333,87	7	-5	1,02	319	

Calcul des Surfaces

Calcul des déperditions

Abv	Ort	L _{ovl}	Ht.	Surf	Nbre	Ded	ch ret	K	ΔT °C	Q _o	Z _D	Z _H	Z	Q _L	Q _T
-----	-----	------------------	-----	------	------	-----	--------	---	-------	----------------	----------------	----------------	---	----------------	----------------

Local: Bureau : 10

VED	E	5,87	1,90	11,15	1	-	11,15	3,40	25	948					
MEi	E	6,00	2,80	16,8	1	11,15	5,65	0,50	25	70,6					
MEs	E	6,00	0,83	4,96	1	-	4,98	2,90	25	361					
PI	O	0,80	2,02	1,62	1	-	1,62	2,00	5	16,2					
MI	O	0,80	3,63	2,9	1	1,62	1,28	2,00	5	12,8					2420
B	-	5,87x4,9		28,76	1	-	28,76	0,13	25	93,48					
H	-	"		"	1	-	28,76	0,44	25	316,36					
										1819	7	0	1,07	248	

Local: Bureau: 11

VED	E	2,87	1,90	5,45	1	-	5,45	3,40	25	463,50					
MEi	E	3,00	2,80	8,40	1	5,45	2,95	0,50	25	36,87					
MEs	E	3,00	0,83	2,49	1	-	2,49	2,90	25	180,52					
VI s	O	1,95	0,87	1,69	1	-	1,69	3,00	5	25,35					
PI	O	0,80	2,02	1,62	1	-	1,62	2,00	5	16,20					
MI	O	3,00	3,63	10,89	1	3,31	7,58	2,00	5	75,80					
B	-	2,87x4,9		14,06	1	-	14,06	0,13	25	45,69					
H	-	"		"	1	-	14,06	0,44	25	154,66					
										998,59	7	0	1,07	159	

Calcul des Surfaces

Calcul des déperditions

Abv	Ort	L ou l	Ht	Surf	Nbre	Ded	ch ret	K	Δt °C	\dot{Q}_0	Z _D	Z _H	Z	\dot{Q}_L	\dot{Q}_t
Local: Bureau: 12															
VED	O	2,87	1,90	5,45	1	-	5,45	3,40	25	463,50					
MEi	O	3,00	2,80	8,40	1	5,45	2,95	0,50	25	36,87					
MEs	O	3,00	0,83	2,49	1	-	2,49	2,90	25	180,52					
PI	E	0,80	2,02	1,62	1	-	1,62	2,00	5	16,20					
MI	E	3,00	3,63	10,89	1	1,62	9,27	2,00	5	92,70					
B	-	2,92 x 4,70		13,72	1	-	13,72	0,13	25	44,59					1370
H	-	"	"	"	1	-	13,72	0,44	25	150,92					
										985,3	7	0	1,07	191	

Local: Bureau: 13

PVD	O	2,87	2,80	8,03	1	-	8,03	3,40	25	682,55					
VED	O	1,45	1,90	2,75	1	-	2,75	3,40	25	234,17					
MEi	O	1,45	2,80	4,06	1	2,75	1,31	0,50	25	16,37					
MEs	O	4,17	0,83	3,46	1	-	3,46	2,90	25	250,85					2170
PI	E	0,80	2,02	1,62	1	-	1,62	2,00	5	16,20					
MI	E	4,17	3,63	15,14	1	1,62	13,52	2,00	5	135,20					
B	-	4,17 x 4,70		19,60	1	-	19,60	0,13	25	63,70					
H	-	"	"	"	1	-	19,60	0,44	25	215,60					
										1615	7	0	1,07	245	

Calcul des Surfaces

Calcul des déperditions

Abv	Ort	L _{ou l}	Ht	Surf	Nbre	Ded	ch ref	K	Δt °C	Q ₀	Z _D	Z _H	Z	Q _L	Q _t
Local: Bureau: 15															
VED	E	2,87	1,90	5,45	1	-	5,45	3,40	25	463,5					
MEi	E	3,00	2,80	8,40	1	5,45	2,95	0,50	25	36,87					
MEs	E	3,00	0,83	2,49	1	-	2,49	2,90	25	180,52					
VI _s	O	1,95	0,87	1,69	1	-	1,69	3,00	5	25,35					
PI	O	0,80	2,02	1,62	1	-	1,62	2,00	5	16,20					
MI	O	3,00	3,63	10,89	1	3,31	7,58	2,00	5	75,80					1350
B	-	2,87x4,9		14,06	1	-	14,06	0,13	25	45,69					
H	-	"		14,06	1	-	14,06	0,44	25	154,66					
										998,59	7	0	1,07	159	

Local: Bureau: 16															
VED	E	5,87	1,90	11,15	1	-	11,15	3,40	25	948					
MEi	E	6,00	2,80	16,80	1	11,15	5,85	0,50	25	70,62					
MEs	E	6,00	0,83	4,98	1	-	4,98	2,90	25	361					
PI	O	0,80	2,02	1,62	1	-	1,62	2,00	5	16,20					
VI _s	O	3,70	0,87	3,22	1	-	3,22	3,00	5	48,28					2730
MI	O	6,00	3,63	21,78	1	4,84	16,94	2,00	5	169,40					
B	-	5,87x4,9		28,76	1	-	28,76	0,13	25	93,50					
H	-	"		"	1	-	28,76	0,44	25	316,36					
										2023,36	7	0	1,07	318	

Calcul des Surfaces

Calcul des déperditions

Abv	Ort	L ou l	Ht	Surf	Nbre	Ded	ch ret	K	Δt °C	\dot{Q}_0	Z _D	Z _H	Z	\dot{Q}_L	\dot{Q}_t
-----	-----	--------	----	------	------	-----	--------	---	---------------	-------------	----------------	----------------	---	-------------	-------------

Local: Bureau: 17

PVD	O	2,87	2,80	8,03	1	-	8,03	3,40	25	682,55					
VED	O	1,45	1,90	2,75	1	-	2,75	3,40	25	234,17					
MEi	O	1,45	2,80	4,06	1	2,75	1,31	0,50	25	16,37					
MES	O	4,17	0,83	3,46	1	-	3,46	2,90	25	250,87					
PI	E	0,80	2,02	1,62	1	-	1,62	2,00	5	16,20					
MI	E	4,17	3,63	15,14	1	1,62	13,52	2,00	5	135,20					2170
B	-	4,17 x 4,70		19,6	1	-	19,60	0,13	25	63,70					
H	-	"		19,6	1	-	19,60	0,44	25	215,60					
										<u>1615</u>	7	0	1,07	245	

Local: Bureau: 18

VED	E	7,57	1,90	14,38	1	-	14,38	3,40	25	1222,30					
MEi	E	7,60	2,80	21,28	1	14,38	6,90	0,50	25	86,25					
MES	E	7,60	0,83	6,31	1	-	6,31	2,90	25	457,30					
PI	O	0,80	2,02	1,62	1	-	1,62	2,00	5	16,20					
PI	O	1,40	2,02	2,83	1	-	2,83	2,00	5	28,30					
MI	O	7,60	3,63	27,58	1	4,45	23,13	2,00	5	231,30					
B	-	7,57 x 4,9		37,10	1	-	37,10	0,13	25	120,55					
H	-	"		37,10	1	-	37,10	0,44	25	408,10					
										<u>2570,3</u>	7	0	1,07	309	

Calcul des Surfaces

Calcul des déperditions

Abv	Ort	L ou l	Ht	Surf	Nbre	Ded	ch ret	K	Δt °C	\dot{Q}_0	ZD	ZH	Z	\dot{Q}_L	\dot{Q}_E
-----	-----	--------	----	------	------	-----	--------	---	---------------	-------------	----	----	---	-------------	-------------

Local: Bureau : 19

VED	O	2,89	1,90	5,49	1	-	5,49	3,40	25	466,73					
MEi	O	3,00	2,8	8,40	1	5,49	2,91	0,50	25	36,37					
MEs	O	3,00	0,83	2,49	1	-	2,49	2,90	25	180,52					
PI	E	0,80	2,02	1,62	1	-	1,62	2,00	5	16,20					
MI	E	3,00	3,63	10,89	1	1,62	9,27	2,00	5	92,70					
MI	N	4,70	3,63	17,06	1	-	13,58	0,85	5	44,14					1420
B	-	2,89 x 4,7		13,58	1	-	13,58	0,13	25	44,14					
H	-	"		"	1	-	13,58	0,44	25	149,38					
										1060,74	7	0	1,07	159	

Local: Bureau : 22

VED	E	4,37	1,90	8,30	1	-	8,30	3,40	25	705,75					
MEi	E	4,50	2,80	12,60	1	8,30	4,30	0,50	25	53,75					
MEs	E	4,50	0,83	3,73	1	-	3,73	2,90	25	270,78					
PI	O	0,80	2,02	1,62	1	-	1,62	2,00	5	16,20					
VI	O	3,30	0,87	2,87	1	-	2,87	3,00	5	43,06					2040
MI	O	4,50	3,63	16,33	1	4,49	11,84	2,00	5	118,40					
B	-	4,37 x 4,9		21,41	1	-	21,41	0,13	25	69,59					
H	-	"		21,41	1	-	21,41	0,44	25	237,50					
										1513	7	0	1,07	239	

Calcul des Surfaces

Calcul des déperditions

Abv	Ort	L _{ou} l	Ht	Surf	Nbre	Ded	ch. ret	K	Δt °C	Q ₀	Z _D	Z _H	Z	Q _L	Q _t
-----	-----	-------------------	----	------	------	-----	---------	---	-------	----------------	----------------	----------------	---	----------------	----------------

Local: **Wc : 20**

VED	O	1,30	0,75	0,97	1	-	0,97	3,40	20	65,96					
MEi	O	1,50	2,80	4,20	1	0,97	3,23	0,48	20	31,00					
MES	O	1,50	0,83	1,24	1	-	1,24	2,90	20	71,92					
MI	S	4,70	3,63	17,06	1	-	17,06	0,85	-5	-72,51					350
B	-	-	-	9,87	1	-	9,87	0,13	20	25,66					
H	-	-	-		1		9,87	0,44	20	86,85					
										<u>209</u>	7	0	1,07	69	

Local: **Wc : 20 bis**

VED	O	1,30	0,75	0,97	1	-	0,97	3,40	20	65,96					
MEi	O	1,50	2,80	4,20	1	0,97	3,23	0,48	20	31,00					
MES	O	1,50	0,83	1,24	1	-	1,24	2,90	20	71,92					
B	-	-	-	5,70	1	-	5,70	0,13	20	14,82					320
H	-	-	-	5,70	1		5,70	0,44	20	50,16					
										<u>233,86</u>	7	0	1,07	69	

Calcul des Surfaces

Calcul des déperditions

Abv	Ort	L ou l	Ht	Surf	Nbre	Ded	ch.ret	K	$\Delta t^{\circ}C$	\dot{Q}_0	Z _D	Z _H	Z	\dot{Q}_L	\dot{Q}_t
-----	-----	--------	----	------	------	-----	--------	---	---------------------	-------------	----------------	----------------	---	-------------	-------------

Local: Couloir:21

PI	N	0,80	2,02	1,62	1	-	1,62	2,00	-5	-16,20					
MI	N	4,44	3,63	16,12	1	1,62	14,5	2,00	-5	-145,0					
PI	N	1,40	2,02	2,84	1	-	2,82	2,00	-7	-39,69					
MI	N	2,97	3,63	10,78	1	2,84	7,94	2,00	-7	-111,16					
VED	S	1,45	1,90	2,75	5	-	13,77	3,40	20	936,70					
MEi	S	7,50	2,80	21,0	1	13,77	7,23	0,50	20	72,30					
MES	S	7,50	0,83	6,22	1	-	6,22	2,90	20	361,05					2250
PE	O	1,20	2,02	2,43	1	-	2,43	2,00	20	97,20					
ME	O	1,55	3,63	5,62	1	2,43	3,19	2,00	20	127,86					
B	-	7,50 x 1,55		11,63	1	-	11,63	0,13	20	30,23					
H	-	"		"	1	-	11,63	0,44	20	102,30					
										1546,09	7	0	1,07	390	

Calcul des Surfaces

Calcul des déperditions

Abv	Ort	L ou l.	Ht	Surf	Nbre	Ded	ch ret	K	Δt °C	\dot{Q}_0	Z _D	Z _H	Z	\dot{Q}_L	\dot{Q}_t
Local: Bureau: 24															
PVD	O	1,45	2,80	4,06	1	-	4,06	3,40	25	345,10					
VED	O	1,45	1,90	2,75	1	-	2,75	3,40	25	234,17					
MEI	O	1,45	2,80	4,06	1	2,75	1,31	0,50	25	16,37					
MES	O	3,00	0,83	2,49	1	-	2,49	2,90	25	180,52					
MI	O	3,86	3,63	14,01	1	-	14,01	2,00	-2	-56,04					
MI	S	4,93	3,63	17,90	1	-	17,90	2,00	5	179,00					
VIS	E	1,45	0,87	1,26	3	-	3,78	3,00	5	56,70					
PI	E	0,80	2,02	1,62	1	-	1,62	2,00	5	16,20					
MI	E	7,12	3,63	25,84	1	5,40	20,44	2,00	5	204,40					2230
B	-	7,12x4,93		35,10	1	-	35,10	0,13	25	114,08					
H	-	"		"	1	-	35,10	0,44	25	386,11					
										1732	7	0	1,07	237	

Calcul des Surfaces

Calcul des déperditions

Abv	Ort	L ₀₀ l	Ht	Surf	Nbre	Ded	ch. ret	K	Δt °C	Q ₀	Z _D	Z _H	Z	Q _L	Q _t
-----	-----	-------------------	----	------	------	-----	---------	---	-------	----------------	----------------	----------------	---	----------------	----------------

Local: **Infirmierie : 25**

VED	N	2,87	1,90	5,45	1	-	5,45	3,40	27	500,59					
MEi	N	2,97	2,80	8,31	1	5,45	2,86	0,50	27	38,69					
MEs	N	2,97	0,83	2,46	1	-	2,46	2,90	27	193,02					
MI	E	3,86	3,63	14,01	1	-	14,01	2,00	2	56,04					
MI	O	3,86	3,63	14,01	1	-	14,01	2,00	2	56,04					
PI	S	1,40	2,02	2,84	1	-	2,84	2,00	7	39,69					1650
B	-	3,86 x 2,97		11,41	1	-	11,41	0,13	27	40,24					
H	-	"		11,41	1	-	11,41	0,44	27	136,19					
										1171,66	7	+5	1,12	191	

Local: **Bureau : 27**

VED	E	5,87	1,90	11,15	1	-	11,15	3,40	25	948					
MEi	E	6,00	2,80	16,80	1	11,15	5,65	0,50	25	70,62					
MEs	E	6,00	0,83	4,98	1	-	4,98	2,90	25	361					
PI	O	0,80	2,02	1,62	1	-	1,62	2,00	5	16,2					
VI	S	6,00	0,87	4,05	1	-	4,05	3,00	5	60,75					2570
MI	O	6,00	3,63	21,79	1	5,67	16,11	2,00	5	161,10					
B	-	4,90 x 5,87		28,76	1	-	28,76	0,13	25	93,48					
H	-	"		"	1	-	28,76	0,44	25	316,40					
MI	N	4,90	3,63	17,79	1	-	17,79	2,00	-4	-142,32					
										18,85,23	7	0	1,07	318	

Calcul des Surfaces

Calcul des déperditions

Abv	Ort	L ou P	Ht	Surf	Nbre	Ded	ch ret	K	Δt °C	\dot{Q}_0	Z _D	Z _H	Z	\dot{Q}_L	\dot{Q}_E
Local: Laboratoire 26															
VED	N	1,45	1,90	2,76	3	-	8,27	3,40	25	702,95					
MEi	N	4,44	2,80	12,43	1	8,27	4,16	0,50	25	52,00					
MEs	N	4,44	0,83	3,67	1	-	3,67	2,90	25	266,08					
VES	O	3,22	0,90	2,90	1	-	2,90	5,00	25	362,50					
MEi	O	3,86	2,80	10,81	1	2,90	7,91	1,65	25	326,29					
MEs	O	3,86	0,83	3,20	1	-	3,20	1,79	25	143,20					
PI	S	0,80	2,02	1,62	1	-	1,62	2,00	05	16,20					
MI	S	4,44	3,63	16,12	1	1,62	14,50	2,00	05	145,00					
MI	E	3,86	3,63	14,01	1	-	14,01	2,00	-2	-56,04					
B	-	4,44 x 3,86		17,14	1		17,14	0,13	25	55,70					
H	-	"	"	"	1		17,14	0,44	25	188,54					
										2203	7	5	1,12	325	

3070

Calcul des Surfaces

Calcul des déperditions

Abv	Ort	L _{ou} l	Ht.	Surf	Nbre	Ded	ch ret	K	Δt °C	Q _o	Z _D	Z _H	Z	Q _L	Q _t
-----	-----	-------------------	-----	------	------	-----	--------	---	-------	----------------	----------------	----------------	---	----------------	----------------

Local: Bureau:28

VED	O	2,87	1,90	5,45	1	-	5,45	3,40	25	463,50					
MEi	O	3,00	2,80	8,40	1	5,45	2,95	0,50	25	36,87					
MEs	O	3,00	0,83	2,49	1	-	2,49	2,90	25	180,52					
PI	E	0,80	2,02	1,62	1	-	1,62	2,00	5	16,20					
VI _s	E	1,45	0,87	1,26	1	-	1,26	3,00	5	18,90					
MI	E	3,00	3,63	10,89	1	2,88	8,01	2,00	5	80,10					1340
B	-	2,87x	4,70	13,49	1	-	13,49	0,13	25	43,84					
H	-	"	"	"	1	-	13,49	0,44	25	148,39					
										988,32	7	0	1,07	159	

Local: Vestiaire:29

VED	E	6,50	0,75	4,87	1	-	4,87	3,40	29	480,67					
MEi	E	6,95	2,80	19,46	1	4,87	14,59	0,48	29	203,10					
MEs	E	6,95	0,83	5,76	1	-	5,76	2,90	29	485,13					
MI	S	4,90	3,63	17,79	1	-	17,79	2,00	4	142,32					
MI	O	6,95	3,63	25,23	1	-	25,23	2,00	9	454,11					3410
PI	N	1,20	2,02	2,43	1	-	2,43	2,00	6	29,16					
MI	N	4,90	3,63	17,78	1	2,43	15,35	2,00	9	276,42					
B	-	6,95x	4,90	34,05	1	-	34,05	0,13	29	128,39					
H	-	"	"	"	1	-	34,05	0,44	29	434,47					
										2633,47	7	0	1,07	284	

Calcul des Surfaces

Calcul des déperditions

Abv	Ort	L ou l	He	Surf	Nbre	Ded	ch ret	K	$\Delta T^{\circ}C$	\dot{Q}_0	ZD	ZH	Z	\dot{Q}_L	\dot{Q}_i
-----	-----	--------	----	------	------	-----	--------	---	---------------------	-------------	----	----	---	-------------	-------------

Local: **Wc:30**

VED	S	1,30	0,75	0,97	4	-	3,90	3,40	25	331,5					
MEi	S	6,00	2,80	16,80	1	3,90	12,90	0,48	25	154,8					
MEs	S	6,00	0,83	4,98	1	-	4,98	2,90	25	361,05					
MEi	O	2,57	2,80	7,19	1	-	7,19	1,65	25	296,59					
MEs	O	2,57	0,83	2,13	1	-	2,13	1,79	25	95,32					
B	-	5,55 x 2,57		14,26	1	-	14,26	0,13	25	46,35					
H	-	"	"	"	1	-	14,26	0,44	25	156,86					
										1442,50	7	-5	1,02	239	1880

Local: **Wc:31**

VED	S	1,30	0,75	0,97	1	-	0,97	3,40	25	82,45					
MEi	S	1,50	2,80	4,20	1	0,97	3,23	0,48	25	38,76					
MEs	S	1,50	0,83	1,24	1	-	1,24	2,90	25	89,90					
MI	E	2,57	3,63	9,33	1	-	9,33	2,00	2	37,32					
B	-	5,55 x 2,57		14,26	1	-	14,26	0,13	25	46,34					
H	-	"	"	"	1	-	14,26	0,44	25	156,86					
										451,63	7	-5	1,02	68	580

Calcul des Surfaces

Calcul des déperditions

Abv	Ort	L ou l	Ht.	Surf	Nbre	Ded	ch ret	K	Δt °C	\dot{Q}_0	Z _D	Z _H	Z	\dot{Q}_L	\dot{Q}_t
-----	-----	--------	-----	------	------	-----	--------	---	---------------	-------------	----------------	----------------	---	-------------	-------------

Local: **Wc : 32**

VED	E	1,30	0,75	0,98	1	-	0,98	3,40	20	66,64					
MEi	E	1,52	2,80	4,25	1	0,98	3,27	0,48	20	31,39					
MEs	E	1,52	0,83	1,26	1	-	1,26	2,90	20	73,08					
MI	S	3,27	3,63	11,87	1	-	11,87	2,00	-9	-213,66					
MEi	N	1,41	2,80	3,95	1	-	3,95	0,48	20	37,92					
MEs	N	1,41	0,83	1,17	1	-	1,17	1,82	20	42,58					120
MI	N	2,30	3,63	8,35	1	-	8,35	0,84	-3	-21,04					
MI+PI	O	1,80	3,63	6,53	1	-	6,53	2,00	-3	-39,20					
B	-	3,27 x 1,78		5,82	1	-	5,82	0,13	20	15,13					
H	-	"		5,82	1	-	5,82	0,44	20	51,21					
										44,06	7	0	1,07	57.	

Local: **Bureau : 33**

VED	O	2,87	1,90	5,45	1	-	5,45	3,40	25	463,5					
MEi	O	3,00	2,80	8,40	1	5,45	2,95	0,50	25	36,87					
MEs	O	3,00	0,83	2,49	1	-	2,49	2,90	25	180,52					
PI	E	0,80	2,02	1,62	1	-	1,62	2,00	5	-16,20					
VIS	E	1,45	0,87	1,26	1	-	1,26	3,00	5	18,90					1340
MI	E	3,00	3,63	10,89	1	2,88	8,01	2,00	5	80,10					
B	-	2,87 x 4,70		13,49	1	-	13,49	0,13	25	43,84					
H	-	"		"	1	-	13,49	0,44	25	148,39					
										988,32	7	0	1,07	159	

Calcul des Surfaces

Calcul des déperditions

Abv	Ort	L ou l	Ht	Surf	Nbre	Ded	ch.ret	K	$\Delta t^{\circ}C$	\dot{Q}_0	Z _D	Z _H	Z	\dot{Q}_L	\dot{Q}_t
-----	-----	--------	----	------	------	-----	--------	---	---------------------	-------------	----------------	----------------	---	-------------	-------------

Local: Bureau: 34

PVD	O	2,87	2,80	8,03	1	-	8,03	3,40	25	682,55					
VED	O	2,87	1,90	5,45	1	-	5,45	3,40	25	463,50					
ME ₂	O	3,00	2,80	8,40	1	5,45	2,95	0,50	25	36,87					
MES	O	6,00	0,83	4,98	1	-	4,98	2,90	25	361,05					
MI	N	1,70	3,63	6,17	1	-	6,17	0,84	2	10,37					
PI	E	0,80	2,02	1,62	1	-	1,62	2,00	5	16,20					
VIS	E	1,45	0,87	1,26	1	-	1,26	3,00	5	18,90					2880
MI	E	3,00	3,63	10,89	1	2,88	8,01	2,00	5	80,10					
MI	E	3,00	3,63	10,89	1	10,89	8,01	2,00	2	43,52					
B	-	5,89	4,93	29,04	1	-	29,04	0,13	25	94,37					
H	-	"	"	"	1	-	29,04	0,44	25	319,41					
										2126,88	7	0	1,07	344	

Calcul des Surfaces

Calcul des déperditions

Abv	Ort	L ou l.	Ht	Surf	Nbre	Ded	ch ret	K	$\Delta t ^\circ C$	\dot{Q}_0	Z _D	Z _H	Z	\dot{Q}_L	\dot{Q}_E
Local: Hall d'entrée : 36 (personnel)															
PE	E	1,40	2,60	3,64	2	-	7,28	3,00	23	502,32					
VED	E	4,20	2,60	10,92	1	7,28	3,64	3,40	23	284,65					
ME	E	4,20	1,03	4,33	1	-	4,33	2,00	23	199,18					
PI	N	1,45	2,02	2,94	1	-	2,94	2,00	-2	-11,76					
MI	N	5,60	3,63	20,33	1	2,94	17,40	2,00	-2	-69,60					
MI	S	1,70	3,63	6,17	1	-	6,17	0,84	-2	-10,37					
MI	O	3,00	3,63	10,89	1	-	10,89	2,00	-2	-43,56					
MI	O	2,57	3,63	9,33	1	-	9,33	2,00	-2	-37,32					
MI+PI	S	1,55	3,63	5,62	1	-	5,62	2,00	+3	33,72					
MI+PI	S	1,55	3,63	5,62	1	-	5,62	2,00	-6	-67,44					
MI+PI	E	1,80	3,63	6,53	1	-	6,53	2,00	+3	39,18					
MI	S	2,30	3,63	8,35	1	-	8,35	0,84	+3	21,04					
B	-	-	-	39,53	1	-	39,53	0,13	23	118,19					
H	-	-	-	"	1	-	39,53	0,44	23	400,05					
										1358,30	7	0	1,07	382	

2020

Calcul des Surfaces

Calcul des déperditions

Abv	Ort	L ou l	Ht	Surf	Nbre	Ded	ch ret	K	$\Delta t^{\circ}C$	\dot{Q}_0	ZD	ZH	Z	\dot{Q}_L	\dot{Q}_t
-----	-----	--------	----	------	------	-----	--------	---	---------------------	-------------	----	----	---	-------------	-------------

Local: **Couloir : 38**

PE	O	1,20	2,02	2,43	1	-	2,43	2,00	25	121,50					
ME	O	1,55	3,63	5,62	1	2,43	3,19	2,00	25	159,50					
B	-	1,55 x 11,4		17,67	1	-	17,67	0,13	25	57,43					
H	-	"		17,67	1	-	17,67	0,44	25	194,40					
										532,83	7	0	1,07	190	840

Local: **Vestiaire : 39**

VED	N	4,29	0,75	3,22	1	-	3,22	3,40	29	317,49					
MEi	N	2,80	4,55	12,74	1	3,22	9,52	0,48	29	132,52					
MEs	N	4,55	0,83	3,77	1	-	3,77	1,82	29	199,32					
PI	O	1,25	2,02	2,53	1	-	2,53	2,00	4	20,24					
MI	O	10,4	3,63	37,84	1	2,53	35,31	2,00	4	282,48					
PI	E	1,25	2,02	2,53	1	-	2,53	2,00	4	20,24					
MI	E	10,4	3,63	37,84	1	2,53	35,31	2,00	4	282,48					
B	-	10,45 x 4,55		47,54	1	-	47,54	0,13	29	179,25					
H	-	"		"	1	-	47,54	0,44	29	606,70					
										2040,72	7	+5	1,12	202	2740

Calcul des Surfaces

Calcul des déperditions

Abv	Ort	L ou l	Ht	Surf	Nbre	Ded	ch.ret	K	Δt °C	Q _o	Z _D	Z _H	Z	Q _L	Q _E
Local: Vestiaire : 40															
MEi	O	10,50	2,80	29,40	1	-	29,40	1,65	25	1212,75					
MES	O	10,50	0,83	8,72	1	-	8,72	1,79	25	390,22					
MEi	N	1,18	2,80	3,30	1	-	3,30	0,48	25	39,60					
MES	N	1,18	0,83	0,98	1	-	0,98	1,82	25	44,59					
VED	N	1,10	0,75	0,83	6	-	4,98	3,40	25	410,55					
MEi	N	6,74	2,80	18,87	1	4,98	14,04	0,48	25	168,50					
MES	N	6,74	0,83	5,60	1	-	5,60	1,82	25	254,80					
PI	E	1,25	2,02	2,53	1	-	2,53	2,00	-4	-20,24					
MI	E	10,4	3,63	37,84	1	2,53	35,31	2,00	-4	-282,48					
B	-	7,70	10,45	80,46	1	-	80,46	0,13	25	261,50					
		"	"	"	1	-	80,46	0,44	25	885,06					
										3364,85	7	5	1,12	313	4490

Abv	Ort	L ou P	Ht	Surf	Nbre	Ded	ch. ret.	K	Δt °C	Q_0	Z _D	Z _H	Z	Q _L	Q _T
Local: Vestiaire 41															
VED	N	5,37	0,75	4,03	1	-	4,03	3,40	25	342,34					
MEi	N	5,57	2,80	15,59	1	4,03	11,56	0,48	25	138,79					
MES	N	5,57	0,83	4,62	1	-	4,62	1,82	25	210,35					
MEi	N	1,99	2,80	5,73	1	-	5,73	0,45	25	68,77					
MES	N	1,99	0,83	1,65	1	-	1,65	1,82	25	75,15					
MEi	E	1,96	2,80	5,48	1	-	5,48	0,48	25	65,85					
MES	E	1,96	0,83	1,62	1	-	1,62	1,82	25	74,02					
VED	E	1,60	0,75	1,20	4	-	4,8	3,40	25	408,0					
MEi	E	6,90	2,80	19,32	1	4,8	14,52	0,48	25	174,24					
MES	E	6,90	0,83	5,73	1	-	5,73	1,82	25	260,58					
MEi	E	1,96	2,80	5,48	1	-	5,48	0,48	25	65,85					
MES	E	1,96	0,83	1,62	1	-	1,62	1,82	25	74,02					
MEi	S	1,41	2,80	3,95	1	-	3,95	0,48	25	47,47					
MES	S	1,41	0,83	1,17	1	-	1,17	1,82	25	53,25					
PI	S	1,45	2,02	2,94	1	-	2,94	2,00	2	11,76					
MI	S	5,60	3,63	20,33	1	2,94	17,40	2,00	2	69,60					
PI	O	1,25	2,02	2,53	1	-	2,53	2,00	-4	-20,24					
MI	O	10,40	3,63	37,84	1	2,53	35,31	2,00	-4	-282,48					
B	-	7,16 x	10,45	74,82	1	-	74,82	0,13	25	243,17					
H	-	"	"	"	1	-	74,82	0,44	25	823,04					
										2903,53	7	+5	1,12	512	

4140

*
* Chap . IV . CLIMATISATION . *
*

- A) . Données relatives à la climatisation .
- B) . Généralités .
- C) . Charge frigorifique du local .
- D) . Introduction aux calculs .
- E) . Tableaux récapitulatifs .

DONNÉES RELATIVES A LA CLIMATISATION

Gains maxima instantanés I_{max} .

Orientation	Ouest	Est	Sud	Nord
Date d'ensoleillement maxi.	Juillet 16h	Juillet 8h.	Septembre 12h	Juin 18h.
I_{max} (kcal/m ² .h)	444	444	379	86

Coefficients d'amortissements pour Gains par ensoleillement

(Construction légère, 16 heures de fonctionnement, température intérieure cste)

heure	16 h	8 h	12 h	18 h
orientation	Ouest	Est	Sud	Nord
Coefficient d'amortissement	0,67	0,68	0,75	0,99

Coefficients d'amortissements pour l'éclairage

(10 heures d'éclairage, début d'allumage 8 h)

	Nombre d'heures écoulées depuis d'allumage.							
	0	1	2	3	4	6	8	10
Coefficient d'amortissement	0,29	0,77	0,85	0,89	0,92	0,96	0,98	0,99

Ecarts Virtuels pour Paroi : (Couleur claire $\alpha=0,5$, Latitude 45° Nord, température intérieure constante = 25°C, construction légère).

orientation	Ouest	Est	Sud	Nord
$\Delta \theta_{ev, 25^\circ c}$	25,5	16,4	20,2	7,5

Ecarts Virtuels pour Vitrage (mêmes conditions que pour la paroi).

orientation	Ouest	Est	Sud	Nord.
$\Delta \theta_{ev, 25^\circ c}$	6	-2,8	0,8	3,1.

Ecartsvirtuels Pour Terrasse (Couleur sombre $\alpha = 0,7$) avec les mêmes conditions que pour la paroi.

Orientation	Ouest	Est	Sud	Nord
$\Delta\theta_{ev, 25^\circ C}$	7,9	9,3	1,1	7,4

Coefficients de Correction d'altitude (1000 m)

heures	8 h.	12 h	14 h	16 h.
Coeff de Correction	1,08	1,04	1,05	1,08

Autres corrections

- * Coefficient de Correction pour encadrement métallique : 1,17
- * " " " du point de rosée : 1,13
- * " d'écran (ou Facteur Solaire) (store Venitienne) : 0,20
- * " de correction de La latitude (45° Nord \rightarrow 36° Nord) : 1,19

données sur L'éclairage :

- éclairage fluorescent
- Puissance utile : 30 Watt / h.m² de plancher.

Gains dûs aux occupants.

Latent : 52 Kcal/h.

Sensible : 61 Kcal/h.

B. Generalités

Le but principal du conditionnement de l'air est de créer une atmosphère de confort et une ambiance agréable. Les installations de climatisation nous produisent de l'air à une température et une humidité bien définies, elles permettent également le renouvellement de l'air vicié et cela indépendamment des conditions atmosphériques extérieures.

a/ Principe

L'air provenant de l'extérieur ou en proportion repris du local sera traité dans l'appareil de climatisation, puis soufflé dans l'atmosphère du local à climatiser.

Cet air introduit dans le local est caractérisé par sa température, son humidité, son agitation et sa pureté.

b/ Installation de climatisation

Selon les conditions imposées et le domaines d'utilisation, on distingue deux groupes principaux.

1- les installations de climatisation pour les locaux de séjour

Ils servent essentiellement à créer dans le local une atmosphère confortable pour les individus physiquement inactifs ou occupés à un travail facile. Les conditions techniques imposées sont définies par des considérations d'hygiène et d'équilibre thermique du corps humain.

Ce genre d'installation est généralement utilisé pour: les magasins, les restaurants, les salles de réunion, les bureaux etc... Dans ces cas le renouvellement d'air doit surtout évacuer la quantité de chaleur et vapeur d'eau dégagée par les occupants.

2- les installations pour les locaux de stockage et de façonnage

Elles sont utilisées le plus souvent à titre industriel pour les matières hygroscoPIques qui sont très sensibles à la température; leur champ d'application se trouve dans les industries de textile, de tabac, de stockage de denrées alimentaires etc...

Pour les installations de climatisation des locaux, bureaux etc. on distingue deux sortes d'installations.

1.1- Installations de climatisation centrale

Elles sont destinées pour la climatisation de plusieurs locaux. La centrale de climatisation sera placée extérieurement aux locaux et envoie l'air préparée à travers des gaines dans les

atmosphères à climatiser .

Elles sont surtout utilisées pour la climatisation des immeubles, hopitaux etc...

1.2- Climatiseurs

Ceux sont des appareils de climatisation individuels installés dans un local, ils sont généralement de faible dimensions, placés sous les fenêtres avec raccordement direct sur l'air extérieur.

Ils sont très utilisés pour les bureaux, magasins, ...

Pour pouvoir utiliser les mêmes appareils de conditionnement de l'air adoptés pour le chauffage (ventilo-convecteur), nous optons donc pour ce dernier type d'installatoin. Ce choix nous permet de réduire les frais d'installation et répond mieux aux exigences de confort de nos locaux.

Ce type d'installation présente aussi de nombreux avantages qui seront largement énumérés dans le chapitre installation.

C/ Rappels sur l'inertie thermique

Pour tenir compte des phénomènes déjà cités dans le chapitre "Notions sur l'inertie thermique et facteur d'influence", on introduit dans les calculs de climatisation un coefficient appelé:

coefficient d'amortissement; ils en existe deux sortes :

- un coefficient d'amortissement, pour gains, par ensoleillement, par vitrage; il tient compte de la durée de fonctionnement qui est dans notre cas de 16 heures, de l'écran, de l'orientation, de la nature de la construction, de l'heure considérée et de la température intérieure du local, constante.

-un coefficient d'amortissement pour les gains dus à l'éclairage, il tient compte de la durée de fonctionnement de l'installation(16h) du nombre d'heures écoulées depuis l'allumage etc...

Remarque

Les gains réels dans un local sont obtenus en multipliant par le coefficient indiqué, à l'heure considérée l'insolation maxima (donnée par les tables de G.Porcher ou W.Carrier) qui est fonction de l'exposition du mois et de la latitude. On appliquera également à cette insolation maxima, des coefficients de correctins dus : à l'altitude, à l'encadrement métallique du vitrage, à l'écran, au point de rosé.

Ceci provient du fait que les valeurs des gains instantannées données par les tables déjà citées ont été déterminées en se basant sur les hypotheses suivantes :

1- Une surface vitrée égale à 85% de la surface de l'ouverture dans le mur , 15% représentant l'encadrement.
La proportion normale pour un encadrement bois; pour des encadrements métalliques, on considère la surface vitrée comme étant égale à 100%.
En effet la conductibilité du cadre métallique est très élevée et la chaleur solaire absorbée par celui-ci est transmise instantanément.

2- Une atmosphère limpide

3- Une altitude nulle

4- Un point de rosé de $19,5^{\circ}$ au niveau de la mer(niveau nul)

On corrigera alors les gains instantanés à chaque fois que l'une des hypothèses n'est pas respectée.

En climatisation, on confond souvent les notions de " charge frigorifique " et de " puissance frigorifique ". Ici nous désignons par charge frigorifique, la quantité de chaleur à éliminer du local par heure, dans les conditions les plus favorables. Cette charge est en conséquence une propriété intrinsèque du local, elle tient compte aussi bien des gains externes que des gains internes.

a) Charge frigorifique externe \dot{Q}_{ext}

On entend par charge frigorifique externe, les gains de chaleur par les parois, fenêtres et plafond. ces gains se composent d'une part du gain par ensoleillement à travers les vitrages et d'autre part par transmission.

1. Gain de chaleur par transmission \dot{Q}_0

Les gains de chaleur par transmission à travers les parois extérieures (murs, toitures, vitrages) sont calculés à ~~xxxxxxx~~ l'heure où ils atteignent leur maximum. Ils sont dus non seulement à la différence entre les températures de l'air baignant les faces extérieures et intérieures, mais également au fait que ces faces sont soumises au rayonnement solaire. L'ensoleillement et la température extérieure sont essentiellement variables dans le temps; si bien qu'on obtient jamais le régime permanent et qu'il est donc difficile de déterminer de façon précise l'intensité du flux à un moment donné; on a alors recours à la notion empirique de la " différence virtuelle de température ".

Elle est définie comme la différence entre les températures de l'air extérieur et intérieur compte tenu de la différence de température réelle de l'effet d'ensoleillement, de la nature de la construction (légère, moyenne, etc...), de la couleur du revêtement des murs et du toit etc...

On peut déterminer ces gains à l'aide de la relation :

$$\dot{Q}_0 = k.S.\Delta\theta_{ev,t} \quad (\text{Kcal/h})$$

K = coefficient de transmission global de la paroi considérée

S = surface de cette paroi

$\Delta\theta_{ev,t}$ = écart virtuel de température pour une température intérieure du local égale à $T(^{\circ}\text{C})$

L'écart virtuel de température dépend des paramètres suivants:

- du mois et l'heure considérés
- de la nature de la construction (légère, moyenne, lourde).
- de la couleur du revêtement de la paroi (déterminée par le coefficient de couleur α).
- de la latitude et altitude.
- du type de la construction (terrasse, paroi ou vitrage).

Les tables "G.PORCHER" donnent ces écarts virtuels de température pour une température intérieure des locaux $T = 25(^{\circ}\text{C})$ pour une latitude de 45° Nord et pour un altitude nulle.

Pour calculer les gains réels par transmission, il est donc nécessaire d'introduire des coefficients de correction, dus à la température intérieure (généralement différent de $25 (^{\circ}\text{C})$, à l'altitude et à la latitude.

- La correction due à la température est donnée par la formule.

$$\Delta \theta_{ev, T_0} = \Delta \theta_{ev, T} + K (T - T_0)$$

$T = 25 (^{\circ}\text{C})$.

T_0 = température intérieure désirée, pour notre cas $T_0 = 23 (^{\circ}\text{C})$

K = coefficient de transmission global de la paroi, terrasse ou vitrage.

- La correction d'altitude est donnée sous forme de tableau, elle est variable suivant l'heure (voir données de base).

- La correction de la latitude (45° Nord \rightarrow 36° Nord). est donnée par un coefficient égal à 1,19.

suivant cette méthode, les gains réels par transmission sont donnés par la formule suivante:

$$(1) \quad \dot{Q}_0 = K \cdot S \cdot \Delta \theta_{ev, T_0} \times [\text{coef de correction d'altitude}] [\text{coef de correction de latitude}]$$

2. Gain de chaleur par ensoleillement \dot{Q}_S .

La chaleur s'écoulant par rayonnement tient compte de beaucoup de facteurs; d'après ce qui a été dit précédemment, les gains réels par ensoleillement sont donnés par la relation:

$$(2) \quad \dot{Q}_S = \text{Gains réels } [\text{Kcal/h}] = \text{Gains maxima instantanés (Kcal/m}^2\text{h)}. (I_{\text{max}}) \\ \times [\text{surface vitrée (m}^2)] \\ \times [\text{coefficients pour écran solaire, encadrement, altitude, point de rosée}]. \\ \times [\text{coefficient d'amortissement à l'heure considérée}].$$

b) Charge interne. \dot{Q}_{int}

Elle n'est autre que la somme des gains de chaleurs apportés par les occupants, les machines, l'éclairage et les infiltrations.

1. Chaleur dégagée par les occupants. ($\dot{Q}_{lat} + \dot{Q}_{sb}$)

Le dégagement de chaleur par les occupants dépend surtout de leur activité, les gains réels dus aux occupants sont donnés par la relation:

$$\text{gains réels} = [\text{chaleur dégagée par personne}] \times [\text{Nbre d'occupants}] \times [\text{coefficient d'amortiss.}]$$

2. Chaleur dégagée par les machines. (\dot{Q}_m)

On sait toujours que l'absorption d'Energie par une machine est suivie d'un dégagement de chaleur.

$$\text{gains réels} = [\text{chaleur dégagée par machine}] \times [\text{nombre}] \times [\text{Coefficient d'amort.}]$$

3. Chaleur dégagée par l'éclairage (\dot{Q}_E)

Cette chaleur entre entièrement dans la charge du local. Les gains réels dus à l'éclairage Fluorescent sont donnés par la relation:

$$\text{Gains réels} = [\text{puissance utile (Watts)} \times 0,86 \times 1,25] \times [\text{surface du plancher}] \times [\text{coefficient d'amortissement}] .$$

Le coefficient 1,25 tient compte d'une majoration de 25% supplémentaires correspondant à la puissance absorbée dans le ballast.

4. Chaleur dégagée par infiltration

On ne tiendra pas compte de ce gain de chaleur car les locaux sont généralement en légère surpression.

D. INTRODUCTION AUX CALCULS

Pour mieux comprendre la méthode utilisée, nous jugeons utile de donner les calculs préliminaires pour chaque orientation de la façade (vitrée) et pour chaque coupe de sa paroi.

* Hypothèses de calcul

- Le fonctionnement du groupe commence à partir de Mars jusqu'à Septembre, il en sera tenu compte pour la détermination des gains maxima instantanés par ensoleillement (I_{max}).

- Le bâtiment est considéré comme construction légère (cas le plus défavorable).

- Les différents coefficients introduits sont cités précédemment.

* Notations:

On note par:

\dot{Q}'_o : Les apports de chaleur par transmission en (Kcal/h.m²)

$$\dot{Q}'_o = \frac{\dot{Q}_o}{S} \quad \dot{Q}_o = \text{Gains réels par transmission en (Kcal/h)}$$

déterminé par l'équation: (1)

S = surface considérée en (m²).

\dot{Q}'_s = les apports de chaleur par ensoleillement en (Kcal/h.m²)

$$\dot{Q}'_s = \frac{\dot{Q}_s}{S} \quad \dot{Q}_s = \text{Gains réels par ensoleillement en (Kcal/h)}$$

déterminés par l'équation: (2)

S = Surface du vitrage considéré. en (m²)

a) Orientation Ouest.

$I_{\max} = 444 \text{ Kcal/h m}^2$ atteint en Juillet à 16 H;

1) Terrasse:

$$\alpha = 0,7 \text{ (couleur sombre).} \quad \Delta\theta_{ev,25} = 7,9^\circ\text{c}$$

$$* \Delta\theta_{ev,23} = 7,9 + 0,44 (25 - 23) = 8,78^\circ\text{c.}$$

$$* \dot{Q}'_o = 0,44 \times 8,78 \times 1,08 \times 1,19 = \underline{4,97 \text{ Kcal/h.m}^2}.$$

2) Vitrage. (Transmission). $\Delta\theta_{ev,25} = 6^\circ\text{c}$

$$* \Delta\theta_{ev,23} = 6 + 3,4 (25 - 23) = 12,8^\circ\text{c}$$

$$* \dot{Q}'_o = 12,8 \times 3,4 \times 1,08 \times 1,19 = \underline{55,94 \text{ kcal/h m}^2}$$

3) Vitrage (ensoleillement)

coefficient d'amortissement = 0,67

$$* \dot{Q}'_s = 444 \times 0,2 \times 1,17 \times 1,08 \times 1,13 \times 0,67 = \underline{85 \text{ kcal/h.m}^2}$$

4) Paroi: coupe 6 et 6 bis (orientation ouest).

$$\alpha = 0,5 \text{ (couleur claire)} \quad \Delta\theta_{ev,25} = 25,5^\circ\text{c}$$

$$* \Delta\theta_{ev,23} = 25,5 + 1,65 (25 - 23) = 28,8^\circ\text{c}$$

$$* \dot{Q}'_o = 28,8 \times 1,65 \times 1,08 \times 1,19 = \underline{61,08 \text{ Kcal/h. m}^2}$$

5) Paroi: coupe 2. (orientation ouest)

$$= 0,5 \text{ (couleur claire)} \quad \Delta\theta_{ev,25} = 25,5^\circ\text{c.}$$

$$* \Delta\theta_{ev,23} = 25,5 + 0,5 (25 - 23) = 26,5^\circ\text{c.}$$

$$* \dot{Q}'_o = 26,5 \times 0,5 \times 1,08 \times 1,19 = \underline{17,03 \text{ Kcal/h.m}^2}$$

6) Paroi: coupe 4 (orientation ouest)

$$\alpha = 0,5 \quad \Delta\theta_{ev,25} = 25,5^\circ\text{c.}$$

$$* \Delta\theta_{ev,23} = 25,5 + 0,48 (25 - 23) = 26,46^\circ\text{c.}$$

$$* \dot{Q}'_o = 26,46 \times 0,48 \times 1,08 \times 1,19 = \underline{16,33 \text{ Kcal/h.m}^2}$$

b) Orientation Est:

$I_{\max} = 444 \text{ kcal/h.m}^2$ atteint en juillet à 8 h.

1°) Terrasse

$$\alpha = 0,7 \text{ (couleur sombre)}. \quad \Delta \theta_{ev,25} = 9,3^\circ \text{c}$$

$$\Delta \theta_{ev,23} = 9,3 + 0,44 \times (25 - 23) = 10,18^\circ \text{c}$$

$$\dot{Q}'_c = 0,44 \times 10,18 \times 1,08 \times 1,19 = \underline{5,76 \text{ kcal/h. m}^2}$$

2°) Vitrage (Transmission)

$$\Delta \theta_{ev,25} = -2,8^\circ \text{C}$$

$$\Delta \theta_{ev,23} = -2,8 + 3,4(25-23) = 4^\circ \text{C.}$$

$$\dot{Q}'_o = 4,3 \times 1,08 \times 1,19 = \underline{17,48 \text{ Kcal/h.m}^2}$$

3°) Vitrage ensoleillement

$$\text{Coef. d'amortissement} = 0,68$$

$$\dot{Q}'_s = 444 \times 0,2 \times 1,17 \times 1,08 \times 1,13 \times 0,68 = \underline{86,23 \text{ Kcal/h.m}^2}$$

4°) Paroi: coupe 2 (orientation est)

$$\alpha = 0,5 \quad \Delta \theta_{ev,25} = 16,4^\circ \text{c}$$

$$\Delta \theta_{ev,23} = 16,4 + 0,5(25-23) = 17,4^\circ \text{c}$$

$$\dot{Q}'_o = 17,4 \times 0,5 \times 1,19 \times 1,08 = \underline{11,19 \text{ Kcal/h.m}^2}$$

c) Orientation sud

$I_{\max} = 379 \text{ Kcal/h.m}^2$ atteint en septembre à 12h.

1°) Terrasse

$$\alpha = 0,7 \text{ (couleur sombre)}. \quad \Delta \theta_{ev,25} = 1,1^\circ \text{c}$$

$$\Delta \theta_{ev,23} = 1,1 + 0,44 (25-23) = 1,98^\circ \text{c}$$

$$\dot{Q}'_o = 0,44 \times 1,98 \times 1,04 \times 1,19 = \underline{1,08 \text{ Kcal/h.m}^2}$$

2°) Vitrage (transmission)

$$\Delta \theta_{ev,25} = 0,8^\circ \text{c}$$

$$\Delta \theta_{ev,23} = 0,8 + 3,4 \times (25-23) = 7,6^\circ \text{c}$$

$$\dot{Q}'_o = 7,6 \times 3,4 \times 1,04 \times 1,19 = \underline{31,98 \text{ Kcal/h.m}^2}$$

3°) Vitrage (ensoleillement)

$$\text{coefficient d'amortissement} = 0,75$$

$$\dot{Q}'_s = 379 \times 0,2 \times 1,17 \times 1,04 \times 1,13 \times 0,75 = \underline{78,17 \text{ Kcal/h.m}^2}$$

4°) Paroi: coupe 2 (orientation sud)

$$\alpha = 0,5 \text{ (couleur claire)} \quad \Delta \theta_{ev,25} = 20,2^\circ \text{c}$$

$$\Delta \theta_{ev,23} = 20,2 + 0,5 (25 - 23) = 21,2^\circ \text{c}$$

$$\dot{Q}'_o = 21,2 \times 0,5 \times 1,19 \times 1,04 = \underline{13,12 \text{ Kcal/h.m}^2}$$

5 paroi : coupe 6. (orientation ouest).

$$\alpha = 0,5 \quad \Delta\theta_{ev,25} = 3,3 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

$$\Delta\theta_{ev,23} = 3,3 + 1,65 (25 - 23) = 6,6 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

$$\dot{Q}'_0 = 6,6 \times 1,65 \times 1,04 \times 1,19 = \underline{14 \text{ Kcal/h. m}^2}.$$

6.) paroi coupe 1. (orientation est).

$$\alpha = 0,5 \quad \Delta\theta_{ev,25} = 7,2 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

$$\Delta\theta_{ev,23} = 7,2 + 0,48 \times (25 - 23) = 8,16 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

$$\dot{Q}'_0 = 8,16 \times 0,48 \times 1,19 \times 1,04 = \underline{4,85 \text{ Kcal/h.m}^2}.$$

7) paroi : coupe 1. (orientation ouest).

$$\alpha = 0,5 \quad \Delta\theta_{ev,25} = 3,3 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

$$\Delta\theta_{ev,23} = 3,3 + 0,48 (25 - 23) = 4,26 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

$$\dot{Q}'_0 = 4,26 \times 0,48 \times 1,04 \times 1,19 = \underline{2,53 \text{ Kcal/h.m}^2}.$$

8) paroi coupe 1. (orientation sud)

$$\alpha = 0,5 \quad \Delta\theta_{ev,25} = 20,2 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

$$\Delta\theta_{ev,23} = 20,2 + 0,48 (25 - 23) = 21,16 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

$$\dot{Q}'_0 = 21,16 \times 0,48 \times 1,19 \times 1,04 = \underline{12,57 \text{ Kcal/h. m}^2}.$$

C) Orientation Nord.

$I_{\text{max}} = 86 \text{ Kcal/h. m}^2$. atteint en juin à 8h.

1) Terrasse :

$$0,7 \text{ (couleur sombre)} \quad \Delta\theta_{ev,25} = 7,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta\theta_{ev,23} = 7,4 + 0,44 \times (25 - 23) = 8,28 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\dot{Q}'_0 = 0,44 \times 8,28 \times 1,08 \times 1,19 = \underline{4,69 \text{ Kcal/h.m}^2}.$$

2.) vitrage (transmission).

$$\Delta\theta_{ev,25} = 3,1.$$

$$\Delta\theta_{ev,23} = 3,1 + 3,4 (25 - 23) = 9,9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\dot{Q}'_0 = 9,9 \times 3,4 \times 1,19 = \underline{43,26 \text{ Kcal/h. m}^2}$$

3.) vitrage (ensoleillement)

$$\dot{Q}'_s = 86 \times 0,2 \times 1,17 \times 1,08 \times 1,13 \times 0,99 = \underline{24,32 \text{ Kcal/h. m}^2}.$$

4.) paroi coupe 2. (orientation Nord).

$$\alpha = 0,5 \quad \Delta\theta_{ev,25} = 7,5 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

$$\Delta t_{ev,23} = 7,5 + 0,5 (25 - 23) = 8,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q_0 = 8,5 \times 0,5 \times 1,08 \times 1,19 = \underline{5,47 \text{ Kcal/h. m}^2}$$

5.) paroi : coupe 6. (orientation ouest).

$$\alpha = 0,5 \quad \Delta t_{ev,25} = 21,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{ev,23} = 21,3 + 1,65 \times (25 - 23) = 24,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q_0 = 24,6 \times 1,65 \times 1,08 \times 1,19 = \underline{52,17 \text{ Kcal/h. m}^2}$$

e) cas particulier du local N° 26.

ce local présente un vitrage sur la face Nord et un autre sur la face ouest . Le problème est de calculer les gains simultanés maxima pour ces deux vitrages orientés différemment.

L'heure à laquelle les gains par ensoleillement seront maxima, n'est pas toujours apparente, ainsi on est souvent obligé de faire le calcul pour des mois et des heures différents.

8

MOIS		HEURES.				
		14	15	16	17	18
JUN	t_{max} - Nord	38	35	32	54	86
	i_{max} - Nord	2 57	385	439	436	341
	i_{max} - Ouest	2 95	471	471	490	427
JUILLET	i_{max} - Nord	38	35	32	38	65
	i_{max} - Nord	265	390	444	436	328
	i_{max} - Ouest	303	425	476	474	385
AOÛT	i_{max} - Nord	38	35	29	21	19
	i_{max} - Nord	273	393	439	398	227
	i_{max} - Ouest	311	428	468	419	246

donc le gain instanné par ensoleillement est atteint en JUN à 17h. $i_{max} = 490 \text{ Kcal/h. m}^2$ atteint en JUN à 17h.

1) Vitrage double (Transmission). (Orientation Nord).

$$\Delta\theta_{ev,25} = 3,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta\theta_{ev,23} = 3,6 + 3,4 \times (25 - 23) = 10,4 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

$$\dot{Q}'_0 = 10,4 \times 3,4 \times 1,08 \times 1,19 = \underline{45,44 \text{ Kcal/h.m}^2}.$$

2) Vitrage simple (Transmission) (Orientation Ouest).

$$\Delta\theta_{ev,23} = 3,6 + 5(25 - 23) = 13,6 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

$$\dot{Q}'_0 = 13,6 \times 5 \times 1,08 \times 1,19 = \underline{87,4 \text{ Kcal/h.m}^2}.$$

3) Vitrage simple (ensoleillement) (Orientation Ouest).

Coef d'amortissement = 0,76.

$$\dot{Q}'_s = 436 \times 0,2 \times 1,17 \times 1,08 \times 1,13 \times 0,76 = \underline{94,63 \text{ Kcal/h.m}^2}.$$

4) Vitrage double (ensoleillement). (Orientation Nord)

Coef d'amortissement = 0,98

$$\dot{Q}'_s = 54 \times 0,2 \times 1,17 \times 1,08 \times 1,13 \times 0,98 = \underline{15,12 \text{ Kcal/h.m}^2}.$$

5) Terrasse :

$$\alpha = 0,7 \text{ (couleur sombre)} \quad \Delta\theta_{ev,25} = 6,9 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

$$\Delta\theta_{ev,23} = 6,9 + 0,44 \times (25 - 23) = 7,78 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

$$\dot{Q}'_0 = 7,78 \times 0,44 \times 1,08 \times 1,19 = \underline{4,4 \text{ Kcal/h.m}^2}.$$

6) Paroi : coupe 6 (Orientation Ouest).

$$\alpha = 0,5 \quad \Delta\theta_{ev,25} = 24,1 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

$$\Delta\theta_{ev,23} = 24,1 + 1,65 (25 - 23) = 27,4 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

$$\dot{Q}'_0 = 27,4 \times 1,65 \times 1,08 \times 1,19 = \underline{58,1 \text{ Kcal/h.m}^2}.$$

7.) Paroi : coupe 2 (Orientation Nord).

$$\alpha = 0,5 \quad \Delta\theta_{ev,25} = 6,9 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

$$\Delta\theta_{ev,23} = 6,9 + 0,5 (25 - 23) = 7,9 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

$$\dot{Q}'_0 = 7,9 \times 0,5 \times 1,08 \times 1,19 = \underline{5,1 \text{ Kcal/h.m}^2}.$$

E) TABLEAUX RÉCAPITULATIFS :

Les calculs définitifs des charges frigorifiques sont résumés dans les tableaux ci-après :

1.) Abréviations utilisées :

ABV : Abréviations des éléments de Construction.

OrT : Orientation

L ou l : Longueur ou largeur (m)

Ht : hauteur. (m).

Dhd : deduction de surface (m²).

Ch.ret : Chiffre retenu (m²).

K : Coefficient de transmission (Kcal/h m² °c).

DTeq : écart virtuel de température (°c).

Q_o = gains par transmission (Kcal/h).

Q_s = gains par ensoleillement (Kcal/h).

Q_{lat} : chaleur Latente (Kcal/h).

Nb oc : Nombre d'occupants.

Q_{sb} = chaleur sensible (Kcal/h).

Q_m = gain dû aux machines (")

Q_e = gain dû à l'éclairage (")

Q_f = charge Frigorifique totale (Kcal/h).

Charge externe $Q_{ext} = 1118 \text{ Kcal/h}$

Charge interne $Q_{int} = 804$

Calcul des Surfaces

Calcul de la charge

Abv	Ort	Loul	HE	Nbre	Ded.	ch ret	K	Δdeg°	Q_0	Q_s	Nb.oc	Q_{lat}	Q_{sb}	Q_m	Q_E
Local: Bureau:01.															
MEI	O	4,13	2,80	1	-	11,56	1,65	6,60	161,84						
MES	O	4,13	0,83	1	-	3,43	1,79	6,60	48,02						
MEI	S	1,50	2,80	1	-	4,20	0,48	21,16	52,80						
MES	S	1,50	0,83	1	-	1,24	1,82	21,16	15,58						
VED	S	2,90	1,90	1	-	5,51	3,40	7,60	176,21						
MEI	S	3,00	2,80	1	5,51	2,89	0,50	21,20	37,92	4,31	2	104	122	86	558,57
MES	S	3,00	0,83	1	-	2,90	2,90	21,20	38,05						
H	-	4,43 3,91	-	1	-	17,32	0,44	1,98	18,71						
VIS	N	1,95	0,87	1	-	1,69	3,00	4	20,28						
PI	N	0,80	2,02	1	-	1,62	2,00	4	12,96						
MI	N	4,50	3,63	1	3,31	13,02	2,00	4	104,16						
										<u>686,53</u>					
$\dot{Q}_F = 2110 \text{ Kcal/h.}$															

Local: Bureau:03

VED	S	2,9	1,9	1	-	5,51	3,4	7,6	176,21						
MEI	S	3	2,8	1	5,51	2,89	0,5	21,2	37,92						
MES	S	3	0,83	1	-	2,49	2,9	21,2	32,67						
H	-	3,91 $\times \frac{3}{3}$	-	1	-	11,73	0,44	1,98	12,67	4,31	2	104	122	86	378,29
VIS	N	1,95	0,87	1	-	1,69	3	4	20,28						
PI	N	0,8	2,025	1	-	1,62	2	4	12,96						
MI	N	3	3,63	1	3,31	7,58	2	4	60,64						
										<u>353,37</u>					
$\dot{Q}_F = 1560 \text{ Kcal/h.}$															

Charge externe $Q_{Ext} = 1572$

Charge interne $Q_{int} = 862$

Calcul des Surfaces

Calcul de la charge

Aby	ort	LowL	Ht	Nbre	Ded	Ch.ret	K	$\Delta T_{eq}^{\circ}C$	Q_0	Q_s	Nb.oc	Q_{lat}	Q_{sb}	Q_m	Q_E
-----	-----	------	----	------	-----	--------	---	--------------------------	-------	-------	-------	-----------	----------	-------	-------

Local: Bureau: 02

MEi	O	3,85	2,8	1	-	10,78	1,65	24,6	562,4						
MEs	O	3,85	0,83	1	-	3,19	1,79	24,6	166,42						
VED	N	4,5	1,9	1	-	8,55	3,4	9,9	369,87						
MEi	N	4,5	2,8	1	8,55	4,05	0,5	8,5	22,15						
MEs	N	3	0,83	1	-	3,73	2,9	8,5	20,41						
H	-	3,85	4,5	1	-	17,32	0,44	8,28	81,23						
VIS	S	3	0,87	1	-	2,61	3	4	31,32	207,94	2	104	122	86	558,57
PI	S	0,80	2,025	1	-	1,62	2	4	12,96						
MI	S	4,5	3,63	1	4,23	12,1	2	4	96,80						
									1363,56						

$Q_F = 2680 \text{ Kcal/h}$

Local: Bureau: 04

VED	N	2,9	1,9	1	-	5,51	3,4	9,9	238,36						
MEi	N	3	2,80	1	5,51	2,89	0,5	8,5	15,81						
MEs	N	3	0,83	1	-	2,49	2,9	8,5	13,62						
H	-	6x3,85	-	1	-	23,1	0,44	8,28	108,34						
VIS	S	2,5	0,87	1	-	2,17	3	4	26,04	134	4	208	244	172	744,98
PI	S	0,8	2,025	1	-	1,62	2	4	12,96						
MI	S	6	3,63	1	3,79	17,99	2	4	143,92						
									559,05						

$Q_F = 2250 \text{ Kcal/h}$

Charge externe $Q_{Ext} = 807$

Charge interne $Q_{Int} = 715$

Calcul des surfaces

Calcul de la charge

Abv	ort	Loul	HE	Nbre	Ded	ch ret	K	Δt_{eq}	Q_0	Q_s	Nb.oc	Q_{lat}	Q_{sb}	Q_m	Q_E
-----	-----	------	----	------	-----	--------	---	-----------------	-------	-------	-------	-----------	----------	-------	-------

Local: Bureau: 06

VED	S	2,9	1,9	1	-	5,51	3,4	7,6	176,21						
MEi	S	3	2,8	1	5,51	2,89	0,5	21,2	37,92						
MEs	S	3	0,83	1	-	2,49	2,9	21,2	32,67						
MEi	E	1,35	2,80	1	-	3,78	0,48	8,6	18,33						
MEs	E	1,35	0,83	1	-	1,12	1,82	8,6	5,43						
H	-	3x3,91	-	1	-	11,73	0,44	1,98	12,67						
VIS	N	1,4	0,87	1	-	1,22	3	4	14,64	431	2	104	122	172	378,29
PI	N	0,80	2,025	1	-	1,62	2	4	12,96						
MI	N	3	3,63	1	2,84	8,05	2	4	64,40						
									375,23						

$Q_F = 1670 \text{ Kcal/h.}$

Local: Hall d'entrée (visiteurs): 08

PI	O	1,4	2,025	1	-	2,84	2	4	22,72						
MI	O	1,55	3,63	1	2,84	2,79	2	4	22,32						
PE	S	1,60	2,60	1	-	4,16	3	8	99,84						
VED	S	3,20	2,6	1	4,16	4,16	3,4	8	113,15						
ME	S	3,20	2,60	1	8,32	3,3	2	8	52,8						
PI	N	1,4	2,025	1	-	2,84	2	4	22,72	-	5	260	305	-	724,6
MI	N	1,55	3,63	1	2,84	2,79	2	4	22,32						
H	-	-	-	1	-	26,96	0,44	1,98	29,12						
									385						

$Q_F = 1730 \text{ Kcal/h.}$

Charge externe $\dot{Q}_{ext} = 1732$

Charge interne $\dot{Q}_{int} = 1113$
Kcal/h

Calcul des Surfaces

Calcul de la charge

Abv	ort	Local	HE	Nbre	Ded.	ch. rel	K	ΔT_{eq}	\dot{Q}_0	\dot{Q}_5	Nb. oc	\dot{Q}_{lat}	\dot{Q}_{sb}	\dot{Q}_m	\dot{Q}_E
-----	-----	-------	----	------	------	---------	---	-----------------	-------------	-------------	--------	-----------------	----------------	-------------	-------------

Local: Salle d'attente : 09

ME _i	O	1,35	2,8	1	-	3,78	0,48	4,26	9,56						
ME _s	O	1,35	0,83	1	-	1,12	1,82	4,26	2,83						
VED	S	5,08	2,80	1	-	14,22	3,4	7,6	454,75						
MES	S	5,15	0,83	1	-	4,27	2,9	21,2	57,34						
ME _i	E	4,18	2,8	1	-	11,7	0,48	8,16	56,75	1111,58	5	255	305	-	648,87
ME _s	E	4,18	0,83	1	-	3,47	1,82	8,16	16,83						
H		5,08 3,36	-	1	-	20,12	0,44	1,98	21,73						
									619,79						
											$\dot{Q}_F = 3130 \text{ Kcal/h.}$				

Local: Bureau: 10

VED	E	5,87	1,9	1	-	11,15	3,4	4	194,9						
ME _i	E	6	2,8	1	-	11,15	5,65	0,5	17,4	63,23					
ME _s	E	6	0,83	1	-	4,98	2,9	17,4	55,73						
H		5,87 4,9	-	1	-	28,76	0,44	10,18	165,66	961,47	3	156	183	258	927,51
PI	O	0,8	2,025	1	-	1,62	2	4	12,96						
MI	O	0,8	3,63	1	-	1,62	1,28	2	10,24						
									502,72						
											$\dot{Q}_F = 2100 \text{ Kcal/h.}$				

Charge externe $\dot{Q}_{ExE} = 801$

Charge interne $\dot{Q}_{int} = 190$

Calcul des Surfaces

Calcul de la charge

Aby	ort	L _{ouv}	H _e	Nbre	Ded	ch ret	K	$\Delta t_{eq}^{\circ}C$	\dot{Q}_0	\dot{Q}_s	Nb.oc	\dot{Q}_{lat}	\dot{Q}_{sb}	\dot{Q}_m	\dot{Q}_E
Local: Bureau: 11															
VED	E	2,87	1,9	1	-	5,45	3,4	4	95,27						
MEi	E	3	2,8	1	5,45	2,95	0,5	17,4	33,01						
MES	E	3	0,83	1	-	2,49	2,9	17,4	27,87						
H	-	2,87 4,9	-	1	-	14,06	0,44	10,18	80,99						
VIS	O	1,95	0,87	1	-	1,69	3	4	20,28	469,96	1	52	61	86	452,79
PI	O	0,8	2,025	1	-	1,62	2	4	12,96						
MI	O	3	3,63	1	3,31	7,58	2	4	60,64						
									331,02						
												$\dot{Q}_F = 1090 \text{ Kcal/h}$			

Local: Bureau: 12

VED	O	2,87	1,9	1	-	5,45	3,4	12,8	304,88	463,28	1	52	61	86	442,47
MEi	O	3	2,8	1	5,45	2,95	0,5	26,5	50,24						
MES	O	3	0,83	1	-	2,49	2,9	26,5	42,41						
H	-	2,92 4,7	-	1	-	13,72	0,44	8,78	68,19						
PI	E	0,8	2,025	1	-	1,62	2	4	12,96						
MI	E	3	3,63	1	1,62	9,27	2	4	74,16						
									552,84						
												$\dot{Q}_F = 1810 \text{ Kcal/h}$			

Charge externe $Q_{ext} = 1820$

Charge interne $Q_{int} = 952$

Calcul des Surfaces

Calcul de la charge

Abv	ort	Loul.	HL	Nbre	Ded.	ch.ret	K	$\Delta t_{eq}^{\circ}C$	Q_0	Q_s	Nb.oc	Q_{lat}	Q_{sb}	Q_m	Q_E
Local: Bureau: 13															
PVD	0	2,87	2,80	1	-	8,03	3,4	12,8	449,2	682,55					
VED	0	1,45	1,9	1	-	2,75	3,4	12,8	153,84	233,75					
MEi	0	1,45	2,80	1	2,75	1,31	0,5	26,5	22,31	916,30	3	156	183	-	632,1
MEs	0	4,17	0,83	1	-	3,46	2,9	26,5	58,93						
H	-	4,17 4,70	-	1	-	19,6	0,44	8,78	97,41						
PI	E	0,8	2,025	1	-	1,62	2	4	12,96						
MI	E	4,17	3,63	1	1,62	13,52	2	4	108,81						
										902,81					
												$\dot{Q}_F = 3050 \text{ Kcal/h.}$			

Local: Bureau: 15

VED	E	2,87	1,9	1	-	5,45	3,4	4	95,27						
MEi	E	3	2,8	1	5,45	2,95	0,5	17,4	33,01						
MEs	E	3	0,83	1	-	2,49	2,9	17,4	27,87						
H	-	2,87 4,9	-	1	-	14,06	0,44	10,18	80,99	469,96	1	52	61	-	453,44
VIS	0	1,95	0,87	1	-	1,69	3	4	20,28						
PI	0	0,8	2,025	1	-	1,62	2	4	12,96						
MI	0	3	3,63	1	3,31	7,58	2	4	60,64						
										331,02					
												$\dot{Q}_F = 1060 \text{ Kcal/h.}$			

Charge externe $\dot{Q}_{Ext} = 1629$

Charge interne $\dot{Q}_{int} = 443$

Calcul des Surfaces

Calcul de la charge

Abv	ort	Loul	HE	Nbre	Ded.	ch.ret	K	$\Delta T_{eq}^{\circ}C$	\dot{Q}_0	\dot{Q}_5	Nb.oc	\dot{Q}_{lat}	\dot{Q}_{sb}	\dot{Q}_m	\dot{Q}_E
-----	-----	------	----	------	------	--------	---	--------------------------	-------------	-------------	-------	-----------------	----------------	-------------	-------------

Local: Bureau: 16.

VED	E	5,87	1,9	1	-	11,15	3,4	4	194,90						
MEI	E	6	2,8	1	11,15	5,65	0,5	17,4	63,23						
MEs	E	6	0,83	1	-	4,98	2,9	17,4	55,73						
H	-	5,87 \times 4,9	-	1	-	28,76	0,44	10,18	165,66	961,47	3	156	183	258	927,51
VIS	O	3,7	0,87	1	-	3,22	3	4	38,64						
PI	O	0,80	2,025	1	-	1,62	2	4	12,96						
MI	O	6	3,63	1	4,84	16,94	2	4	135,52						
									666,64						
											$\dot{Q}_F = 2280 \text{ Kcal/h.}$				

Local: Bureau: 17.

PVD	O	2,87	2,80	1	-	8,03	3,4	12,8	449,2	682,55					
VED	O	1,45	1,9	1	-	2,75	3,4	12,8	153,84	233,75					
MEI	O	1,45	2,8	1	2,75	1,31	0,5	26,5	22,31	916,30	3	156	183	-	632,1
MEs	O	4,17	0,83	1	-	3,46	2,9	26,5	58,93						
H	-	4,17 \times 4,70	-	1	-	19,6	0,44	8,78	93,41						
PI	E	0,8	2,025	1	-	1,62	2	4	12,96						
MI	E	4,17	3,63	1	1,62	13,52	2	4	108,16						
									902,81						
											$\dot{Q}_F = 3050 \text{ Kcal/h.}$				

Charge externe $Q_{ext} = 2074$

Charge interne $Q_{int} = 1003$

Calcul des Surfaces

Calcul de la charge

Abv.	Ort	LouL	HE	Nbre	Ded.	ch.ret	K	$\Delta T_{eq}^{\circ}C$	\dot{Q}_0	\dot{Q}_s	Nb.oc	\dot{Q}_{lat}	\dot{Q}_{sb}	\dot{Q}_m	\dot{Q}_E
Local: Bureau: 18															
VED	E	7,57	1,9	1	-	14,38	3,4	4	251,36						
MEi	E	7,6	2,8	1	14,38	6,90	0,5	17,4	77,21						
MEs	E	7,6	0,83	1	-	6,31	2,9	17,4	70,61						
H	-	$\begin{matrix} 7,57 \\ \times \\ 4,9 \end{matrix}$	-	1	-	37,1	0,44	10,18	213,70						
PI	O	0,8	2,028	1	-	1,62	2	4	12,96	1239,99	20	1040	1220	-	1196,48
PI	O	1,4	2,028	1	-	2,83	2	4	22,64						
MI	O	7,6	3,63	1	4,45	23,13	2	4	185,04						
									<u>833,52</u>						
												$\dot{Q}_F = 3380 \text{ Kcal/h.}$			

Local: Bureau: 19.

VED	O	2,89	1,9	1	-	5,49	3,4	12,8	307,11						
MEi	O	3	2,8	1	5,49	2,91	0,5	26,5	49,56						
MEs	O	3	0,83	1	-	2,49	2,9	26,5	42,41						
H	-	$\begin{matrix} 2,89 \\ \times \\ 4,7 \end{matrix}$	-	1	-	13,58	0,44	8,78	67,49						
PI	E	0,8	2,028	1	-	1,62	2	4	12,96	466,65	1	52	61	86	437,96
MI	E	3	3,63	1	1,62	9,27	2	4	74,16						
MI	N	4,7	3,63	1	-	17,06	0,85	4	58,00						
									<u>611,69</u>						
												$\dot{Q}_F = 1870 \text{ Kcal/h.}$			

Charge externe $\dot{Q}_{ext} = 1564$ Charge interne $\dot{Q}_{int} = 1416$

Calcul des surfaces

Calcul de la charge

Abv	ort	Loul	HE	Nbre	Ded	ch.ret	K	$\Delta t_{eq}^{\circ}C$	\dot{Q}_0	\dot{Q}_s	Nb.oc	\dot{Q}_{lat}	\dot{Q}_{sb}	\dot{Q}_m	\dot{Q}_E
-----	-----	------	----	------	-----	--------	---	--------------------------	-------------	-------------	-------	-----------------	----------------	-------------	-------------

Local: Bureau: 24

PVD	O	1,45	2,8	1	-	4,06	3,4	12,8	227,12	345,10					
VED	O	1,45	1,9	1	-	2,75	3,4	12,8	153,84	233,75					
MEi	O	1,45	2,8	1	2,75	1,31	0,5	26,5	22,31	578,85	2	104	122	86	1131,98
MES	O	3	0,83	1	-	2,49	2,9	26,5	42,41						
H	-	4,93 x 7,12	-	1	-	35,10	0,44	8,78	174,45						
MI	S	4,93	3,63	1	-	17,9	2	4	143,20						
VIS	E	1,45	0,87	1	-	3,78	3	4	45,36						
PI	E	0,80	2,025	1	-	1,62	2	4	12,96						
MI	E	7,12	3,63	1	5,4	20,44	2	4	163,52						
										985,19					
												$\dot{Q}_F = 3280 \text{ Kcal/h.}$			

Local: Infirmierie: 25

VED	N	2,87	1,9	1	-	5,45	3,4	9,9	235,77						
MEi	N	2,97	2,8	1	5,45	2,86	0,5	8,5	15,64						
MES	N	2,97	0,83	1	-	2,46	2,9	8,5	13,46						
H	-	3,86 2,97	-	1	-	11,46	0,44	8,28	53,75	132,55	2	70	118	-	369,59
										318,62					
												$\dot{Q}_F = 1100 \text{ Kcal/h.}$			

Charge externe $Q_{ext} = 1807$

Charge interne $Q_{int} = 288$

Calcul des Surfaces

Calcul de la charge

Aby	ort	L ou l	H E	Nbre	Ded.	ch. ret	K	ΔT_{eq}	\dot{Q}_0	\dot{Q}_5	Nb. oc.	\dot{Q}_{lat}	\dot{Q}_{sb}	\dot{Q}_m	\dot{Q}_E
Local: COLLOIR : 21															
VED	S	1,45	1,9	5	-	13,77	3,4	7,6	440,37						
MEi	S	7,5	2,8	1	13,77	7,23	0,5	21,2	94,86						
MEs	S	7,5	0,83	1	-	6,22	2,9	21,2	81,61						
PE	O	1,2	2,025	1	-	2,43	2	7,3	43,74	1076,4	-	-	-	-	312,56
ME	O	1,55	3,63	1	2,43	3,19	2	7,3	57,42						
H	-	7,5 x 1,55	-	1	-	11,63	0,44	1,98	12,56						
									730,56						
												$\dot{Q}_F = 2300 \text{ Kcal/h.}$			

Local: Bureau : 22

VED	E	4,37	1,9	1	-	8,3	3,4	4	145,10						
MEi	E	4,5	2,8	1	8,3	4,3	0,5	17,4	48,12						
MEs	E	4,5	0,83	1	-	3,73	2,9	17,4	41,74						
H	-	4,37 x 4,9	-	1	-	21,41	0,44	10,18	123,32						
PI	O	0,8	2,025	1	-	1,62	2	4	12,96	715,71	2	104	122	-	690,48
VIS	O	3,3	0,87	1	-	2,87	3	4	34,44						
MI	O	4,5	3,63	1	4,49	11,84	2	4	94,72						
									500,4						
												$\dot{Q}_F = 1630 \text{ Kcal/h.}$			

Charge externe $Q_{ext} = 1770$

Charge interne $Q_{int} = 1350$

Calcul des Surfaces

Calcul de la charge

Abv	ort	Loul	HE	Nbre	Ded	ch.ret	K	$\Delta T_{eq}^{\circ}C$	\dot{Q}_0	\dot{Q}_5	Nb.oc	\dot{Q}_{lat}	\dot{Q}_{sb}	\dot{Q}_m	\dot{Q}_E
Local: Laboratoire: 26															
VES	O	3,22	0,9	1	-	2,9	5	13,6	253,46	274,43					
MEi	O	3,86	2,80	1	2,9	7,91	1,65	27,4	459,57	125,04					
MES	O	3,86	0,83	1	-	3,20	1,79	27,4	185,92	399,47	3	222	345	258	552,77
VED	N	1,45	1,9	3	-	8,27	3,4	10,4	375,79						
MEi	N	4,44	2,8	1	8,27	4,16	0,5	7,9	21,22						
MES	N	4,44	0,83	1	-	3,67	2,9	7,9	18,72						
H	-	4,44 \times 3,86	-	1	-	17,14	0,44	7,78	75,42						
									1390,1						
												$\dot{Q}_F = 3430 \text{ Kcal/h.}$			

Local: Bureau: 27

VED	E	5,87	1,9	1	-	11,15	3,4	4	194,90						
MEi	E	6	2,8	1	11,15	5,65	0,5	17,4	63,23						
MES	E	6	0,83	1	-	4,98	2,9	17,4	55,73						
H	-	4,9 \times 5,87	-	1	-	28,76	0,44	10,18	165,66						
PI	O	0,8	2,025	1	-	1,62	2	4	12,96	961,47	3	156	183	258	927,57
VIS	O	4,65	0,87	1	-	4,05	3	4	48,60						
MI	O	6	3,63	1	5,67	16,11	2	4	128,88						
MI	N	4,9	3,63	1	-	17,79	2	4	142,28						
									812,28						
												$\dot{Q}_F = 2440 \text{ Kcal/h.}$			

Charge externe $\dot{Q}_{ExE} = 1020$

Charge interne $\dot{Q}_{int} = 622$

Calcul des surfaces

Calcul de la charge

Abv	ort	Loul.	He	Nbre	Ded.	ch ret	K	Δdeg°	\dot{Q}_0	\dot{Q}_s	Nb. oc	\dot{Q}_{lat}	\dot{Q}_{sb}	\dot{Q}_m	\dot{Q}_E
Local: Bureau: 28															
VED	O	2,87	1,9	1	-	5,45	3,4	12,8	304,25						
MEi	O	3	2,8	1	5,45	2,95	0,5	26,5	50,24						
MEs	O	3	0,83	1	-	2,49	2,9	26,5	42,41						
H	-	$\frac{2,87}{4,70}$	-	1	-	13,49	0,44	8,78	67,05						
PI	E	0,8	2,025	1	-	1,62	2	4	12,96	463,25	1	52	61	86	435,05
VIS	E	1,45	0,87	1	-	1,26	3	4	15,12						
MI	E	3	3,63	1	2,88	8,01	2	4	64,08						
<u>556,74</u>															
												$\dot{Q}_F = 1810 \text{ Kcal/h.}$			

Local: Bureau: 33.

VED	O	2,87	1,9	1	-	5,45	3,4	12,8	304,88						
MEi	O	3	2,8	1	5,45	2,95	0,5	26,5	50,24						
MEs	O	3	0,83	1	-	2,49	2,9	26,5	42,41						
H	-	$\frac{2,87}{4,70}$	-	1	-	13,49	0,44	8,78	67,05						
PI	E	0,8	2,025	1	-	1,62	2	4	12,96	463,25	1	52	61	86	435,05
VIS	E	1,45	0,87	1	-	1,26	3	4	15,12						
MI	E	3	3,63	1	2,88	8,01	2	4	64,08						
<u>556,74</u>															
												$\dot{Q}_F = 1810 \text{ Kcal/h.}$			

Charge externe $Q_{Ext} = 2312 \text{ Kcal/h}$

Charge interne $Q_{int} = 1224$

Calcul des Surfaces

Calcul de la charge

Abv	ort	Loul	HE	Nbre	Ded	chret	K	Δdeg°	\dot{Q}_0	\dot{Q}_5	Nb.oc	\dot{Q}_{lat}	\dot{Q}_{sb}	\dot{Q}_m	\dot{Q}_E
Local: Bureau: 34															
PVD	O	2,87	2,8	1	-	8,03	3,4	12,8	449,2	682,55					
VED	O	2,87	1,9	1	-	5,45	3,4	12,8	304,87	463,25					
MEI	O	3	2,8	1	5,45	2,95	0,5	26,5	50,24	1145,80	2	104	122	86	936,54
MES	O	6	0,83	1	-	4,98	2,9	26,5	84,81						
H	-	5,89 4,93	-	1	-	29,04	0,44	8,78	144,33						
MI	N	3,3	3,63	1	-	11,98	0,84	4	40,25						
PI	E	0,8	2,025	1	-	1,62	2	4	12,96						
VIS	E	1,45	0,87	1	-	1,26	3	4	15,12						
MI	E	3	3,63	1	2,88	8,01	2	4	64,08						
										1165,86					
												$\dot{Q}_F = 3890 \text{ Kcal/h}$			

Local: Hall d'entrée (Personnel): 36.

PE	E	1,4	2,6	2	-	7,28	3	22,4	628,74						
VED	E	4,2	2,6	1	7,28	3,64	3,4	4	63,63						
ME	E	4,2	1,03	1	-	4,33	2	20,4	227,05						
PI	N	1,45	2,025	1	-	2,94	2	4	23,52						
MI	N	7,27	3,63	1	2,94	23,45	2	4	187,60						
MI	O	2,57	3,63	1	-	9,33	2	4	74,64	313,87	10	620	640	-	1062,4
PI+MI	S	1,55	3,63	1	-	5,62	2	4	44,96						
PI+MI	S	1,55	3,63	1	-	5,62	2	4	44,96						
PI+MI	E	1,8	3,63	1	-	6,53	2	4	52,24						
MI	S	2,8	3,63	1	-	8,35	0,84	4	20,06						
H	-	-	-	1	-	39,53	0,44	10,18	227,69						
										1595,09					
												$\dot{Q}_F = 2840 \text{ Kcal/h}$			

* Chap. V VENTILATION *

A) Généralités

B) Ventilation

L'air, se viciant dans les locaux fermés, par la présence de nombreux occupants humains ou dans des locaux industriels par certaines opérations doit y être renouvelé de façon permanente ou temporaire.

En général, quatre propriétés de l'atmosphère d'un local conditionnent le bien être physique de ses occupants:

- son degré de pureté
- son degré d'humidité
- sa température
- la vitesse de son mouvement.

a) Le degré de pureté.

Le taux d'anhydride carbonique augmente au dépend de l'oxygène du fait de la respiration des occupants et affecte ainsi la pureté de l'air. Il existe d'autres éléments qui polluent l'atmosphère du local et parmi eux on peut citer les impuretés organiques dégagées par le corps humain, la fumée de tabac, les poussières dues aux infiltrations etc...

b) Le degré d'humidité

L'air doit contenir un certain pourcentage de vapeur d'eau afin que les muqueuses buccales et nasales ne soient pas desséchées. La sensation de confort n'a lieu que pour une zone déterminée du degré hygrométrique par conséquent il faut éviter les excès aussi bien que les défauts d'humidité.

c) La température:

La température de confort s'abaisse proportionnellement à l'effort physique déployé; la seule présence humaine par son métabolisme dégage une certaine quantité de chaleur (cédée à l'ambiance par rayonnement convection et évaporation cutanée) qu'il faut évacuer du local.

d) Mouvement de l'air:

Les courants d'air favorisent les échanges de chaleur entre le corps et l'air; ils augmentent la convection; mais il faut éviter que ces courants d'air ne soient gênants en raison de l'effet combiné de la vitesse de l'air et de la différence de températures de l'air ambiant et de l'air entrant. Pour éviter les vitesses trop fortes, il faut assurer un balayage uniforme du local, donc "diffuser" au maximum l'air entrant dans le local.

B. VENTILATION

a) Principe et but de la ventilation

Un échange d'air entre le local à ventiler et l'atmosphère extérieure n'est possible que s'il existe une "différence de pression" entre eux. Celle-ci peut être due à une différence de température (effet de cheminée), à la force vive du vent ou à l'action d'un ventilateur. Au moins l'une de ces causes doit intervenir pour qu'il y ait un échange d'air.

- but: Le but recherché par la ventilation n'est évidemment pas le contrôle absolu de l'air; mais simplement le remplacement de l'air contaminé par de l'air frais de l'extérieur. Toutefois elle peut assurer:

- La limitation de la pollution de l'air
- l'évacuation de la vapeur d'eau et mauvaises odeurs
- l'évacuation de la chaleur.

b) Procédés de ventilation utilisés.

On distingue deux types de ventilation:

- la ventilation libre
- la ventilation forcée.

Pour la ventilation libre, le renouvellement d'air est obtenu par la différence de densité entre l'air extérieur et intérieur et par l'action du vent.

En ventilation forcée (mécanique); le mouvement de l'air est dû à un ventilateur ce dernier procédé est employé souvent en ventilation car il offre le plus d'avantages que le premier (autorise des grands débits, élimine avec certitude les vapeurs d'eau et les mauvaises odeurs etc...)

Dans le cadre de notre étude nous avons opté pour ce dernier procédé qui nous permettra un contrôle précis du débit d'air que nous nous sommes fixés.

c) Modes de ventilation

On distingue deux modes de ventilations:

- 1) Ventilation en tout air neuf: la totalité de l'air d'apport est prélevée à l'extérieur; elle est assurée par des installations fonctionnant en circuit ouvert.
- 2) Ventilation avec recyclage.

Une partie de l'air du local est recyclée par l'appareil de ventilation. Après être mélangée avec de l'air extérieur, puis traitée dans cet appareil, elle est reconduite dans le local.

Ce type de ventilation est assurée par des installations fonctionnant en circuit fermé.

Pour des raisons d'économie notre choix s'est porté sur la ventilation en circuit fermé qui nous permet de réduire l'énergie nécessaire au traitement de l'air extérieur.

d) Choix du système de ventilation.

Notre installation utilise le procédé de la ventilation pulsée. Dans notre étude, nous avons opté pour deux types d'appareils très adoptés pour ce genre de ventilation.

- ventilation par ventilo-convecteur
- ventilation par aérothermes.

Ce deuxième type est utilisé pour la ventilation des vestiaires et des douches. L'air à ventiler se réchauffe en passant à travers la batterie de chauffe et est ensuite acheminé vers les locaux par des conduites d'air, appelées gaines de soufflage. En été cet appareil nous permet une ventilation simple (l'air est seulement filtré).

D'autre part, nous aurons recours au système d'extraction seul dans le cas des W.C. et couloirs et nous prévoyons une combinaison d'extraction et de soufflage pour les vestiaires et douches. Le débit soufflé sera supérieur au débit évacué pour laisser ces locaux en surpression.

Pour les autres locaux, on utilise le premier type de ventilation. Les ventilo-convecteurs sont équipés d'un ventilateur qui nous permet de ventiler en permanence et en toute saison. La ventilation se fera en circuit fermé, le registre de réglage permet d'ajuster le débit d'air neuf à introduire dans le local, l'air d'apport traversera un filtre avant d'être introduit dans le local.

e) Taux et débits de renouvellement d'air

Pour définir le taux de renouvellement d'air dans un local donné, il faut tenir compte de certains facteurs entre autres:

- Dimensions du local
- nombre et genre des occupants et leur activité
- apport de chaleur et d'humidité.

L'estimation de ces taux peut donc être faite en partant de ces facteurs. Dans de nombreux cas il suffit d'observer les valeurs recommandées pour le renouvellement d'air des locaux de divers types.

Une autre méthode consiste à assurer une alimentation minimum en air frais, de 20 à 30 m³ par heure et par personne.

Nous utilisons donc cette méthode en particulier pour les locaux où la pollution de l'air n'est due qu'à la seule présence de personnes et que l'on désigne par locaux de séjour.

Données des taux.

Locaux	Taux et débits à renouveler	
	Hiver	Eté
Bureaux	25 m ³ /h.personne	30 m ³ /h.personne
Infirmierie	25 m ³ /h.personne	"
Salle d'attente	25 m ³ /h.personne	"
Salle de réunion	10 m ³ /h.personne	15 m ³ /h.personne
Laboratoire	30 m ³ /h.personne	40 m ³ /h.personne
Vestiaires et douches	5 volumes/h	

* CHAP VI . INSTALLATION *

- A). Détermination des équipements.
- B). Calcul des reseaux de tuyauteries .
- C). Calcul des reseaux de gaines .
- D). Problèmes physiques de l'installation.
- E). Local technique .

A. DETERMINATION DES EQUIPEMENTS

a) Bilan thermique

Le calcul de la quantité de calories ou frigories nécessaire aux installations mettant en oeuvre les techniques de ventilation, que ce soit pour fournir de la chaleur (chauffage) ou pour en éliminer (réfrigération et déshumidification) exige la connaissance de tous les éléments qui auront une influence sur le bilan et c'est seulement si ces éléments sont connus et si le bilan a été étudié avec soin, que l'on pourra déterminer l'installation la plus économique et la plus sûre.

Ce bilan est défini comme étant l'ensemble des calculs permettant de déterminer :

- la puissance calorifique ou frigorifique à installer dans un local pour y maintenir des conditions de température désirées.
- le débit d'air et de vapeur à y introduire pour maintenir un état hygrométrique déterminé.

1. Calcul des puissances

En technique de chauffage et de climatisation, la dénomination des différentes puissances n'est pas encore unifiée. Ici nous désignerons par :

- charge frigorifique ou calorifique : la quantité horaire de chaleur à éliminer ou à fournir au local, dans les conditions les plus défavorables.
(c'est une donnée se rapportant au local)
- puissance frigorifique ou calorifique : c'est une donnée se rapportant aux équipements tout comme elle désigne la puissance totale à mettre en oeuvre dans l'appareil.

1.1. Puissance calorifique. (Pc)

Elle est la somme des besoins calorifiques du local et de la quote-part de chauffage de l'air extérieur introduit pour la ventilation.

$$\boxed{Pc = Qt + Qv} \quad (\text{Kcal/h})$$

1.1.1. Chaleur de ventilation (Qv)

Si La est la quantité horaire d'air extérieur (Kg/h) introduit dans le local, la chaleur de ventilation nécessaire (Qv) pour une température (ti) de l'air du local est :

$$\boxed{Qv = Lacp (ti - te) = La (hi - he)} \quad (\text{Kcal/h})$$

- La = débit d'air neuf introduit (kg/h)
- cp = chaleur spécifique de l'air à P = constante = 0,24 (kcal/kg °c)
- ti-te = température intérieure moins température extérieure. (°c)
- hi-he = différence d'enthalpie entre l'intérieur et l'extérieur du local (Kcal/kg)

1.2. Puissance frigorifique (Pf)

Elle est la somme de la charge frigorifique (Qf) et de la quote-part de la réfrigération et déshumidification de l'air extérieur introduit par la ventilation.

$$\boxed{Pf = Qf + Qv} \quad (\text{fg/h})$$

1.2.1. Réfrigération et deshumidification de l'air (Qv)

Si l'air est simultanément refroidi et desséché ; il faut évacuer la chaleur de vaporisation de la quantité d'eau éliminée. La puissance (Qv) nécessaire pour refroidir l'air extérieur apporté et éliminer la quantité d'eau (Ge) est donnée par :

$$Qv = \dot{L}a (h_e - h_i) + G_e A_h \quad (\text{kcal/h})$$

$\dot{L}a$ = débit d'air neuf introduit (kg/h)
 $h_e - h_i$ = différence d'enthalpie entre l'extérieur et l'intérieur du local. (Kcal/kg)
 G_e = quantité d'eau à éliminer (Kg/h)
 A_h = quantité de chaleur à éliminer pour condenser 1 kg de vapeur d'eau dans le réfrigérant. (≈ 592 kcal/kg).

Remarque :

Dans les locaux de séjour (bureaux, salle d'attente, salle de réunion etc..) la quantité d'eau à éliminer est celle due aux occupants. Elle est d'environ 50 grammes par heure et par personne normale (inactive physiquement).

2. Etat et débit d'air

Le débit et l'état de l'air humide sont étroitement liés l'un à l'autre et doivent souvent satisfaire à la fois à un bilan matière et à un bilan thermique, comme par exemple dans notre cas l'état et le débit de l'air soufflé dans le local doivent être tels qu'ils compensent simultanément les sources de chaleur et d'humidité.

2.1. Evolution de l'air sur le diagramme (h,x)

Le diagramme (h,x) de l'air humide ou diagramme psychrométrique permet de représenter les caractéristiques de l'air et l'évolution de ces caractéristiques en fonction des traitements qu'on lui fait subir. Il rend un grand service pour la résolution des problèmes de conditionnement d'air.

2.1.2. Exemple : Exploitation été

On examine de plus près un exemple sur l'évolution de l'air en période estivale pour le local : bureau 03.

* Notations

s, S	=	Etat de l'air soufflé
i, I	=	" " intérieur
e, E	=	" " extérieur
m, M	=	" " mélangé.

* Données

- nombre d'occupants = 2
- charge frigorifique totale $\dot{Q}_F = 1\ 560$ kcal/h
- taux de ventilation = 30 m³/heure et personne
- quantité d'eau à éliminer $m = 50$ g/heure et personne
- air extérieur $t_e = 31^\circ\text{C}$ $\phi_e = 36\%$
- air intérieur $t_i = 23^\circ\text{C}$ $\phi_i = 50\%$

du diagramme (h,x) on tire :

$x_e = 10,1$ g/kg	$h_e = 13,7$ kcal/kg
$x_i = 8,8$ g/kg	$h_i = 10,9$ kcal/kg

* Etat et débit de l'air soufflé (Ls)

S'il faut éliminer du local la charge frigorifique Qf et la quantité d'eau m alors les bilans seront les suivants :

$$\begin{aligned} \dot{Q}_f &= \dot{L}_s (h_i - h_s) \\ m &= \dot{L}_s (x_i - x_s) \end{aligned}$$

La pente $\frac{\dot{Q}_f}{m} = \frac{h_i - h_s}{x_i - x_s} = \frac{\Delta h}{\Delta x}$ représente le changement d'état de l'air dans le local.

La quantité d'eau à éliminer est celle produite par les occupants soit :

$$m = 50 \times 2 = 100 \text{ g/h} = 0,1 \text{ kg/h.}$$

sur le diagramme la pente de la droite (IS) sera : $\frac{\Delta H}{\Delta x} = \frac{1560}{0,1} = 15600 \text{ Kcal/Kg}$ dont le point (s) sera sur la droite de pente 15 600 menée par le point (I) ; d'autre part, pour que l'air soufflé ne produise pas de vents coulis désagréables, la température de soufflage (ts) est définie pour des mesures hygiéniques par l'impératif que la différence de température entre air du local et air soufflé est comprise entre (6 et 8°C) on prendra alors ts = 15°C.

Le point (s) est ainsi parfaitement déterminé sur le diagramme et on lit :

$$x_s = 8,4 \text{ g/kg} \quad h_s = 8,8 \text{ kcal/kg}$$

le débit d'air soufflé est donc :

$$\dot{L}_s = \frac{\dot{Q}_f}{(h_i - h_s)} = \frac{1560}{10,9 - 8,8} \approx 743 \text{ kg/h (air sec)}$$

* état et débit de l'air mélangé (Im)

le débit d'air neuf à introduire dans le local est :

$$\dot{L}_a = \frac{30 \times 2}{0,874} \approx 69 \text{ Kg/h (air sec)} \quad (0,874 = \text{Vol specif: m}^3/\text{Kgas})$$

le débit d'air repris du local est

$$\dot{L}_r = \dot{L}_s - \dot{L}_a = 743 - 69 = 674 \text{ Kg/h (air sec)}$$

(Lr a les mêmes caractéristiques que l'air du local).

- taux de recyclage : $\tau = \frac{\dot{L}_r}{\dot{L}_a} = \frac{\dot{L}_s - \dot{L}_a}{\dot{L}_a} = 9,8$

le débit du mélange Im = $\dot{L}_r + \dot{L}_a = \dot{L}_s = 743 \text{ Kg/h}$

* bilan thermique du mélange :

dans la chambre de mélange on a l'égalité suivante :

$$(\dot{L}_r + \dot{L}_a) h_m = \dot{L}_r h_i + \dot{L}_a h_e \quad \text{d'où: } h_m = \frac{h_e + \tau h_i}{1 + \tau}$$

$$\Rightarrow h_m = 11,15 \text{ Kcal/Kg airsec}$$

de la même manière on fait le bilan d'humidité et on obtient : $x_m = \frac{x_e + \tau x_i}{1 + \tau}$

$$x_m = 8,9 \text{ g/Kg airsec}$$

la température du mélange s'obtient par la relation approximative :

$$t_{ms} = \frac{t_e + \tau t_i}{1 + \tau} \approx 24^\circ \text{C.}$$

tms = température sèche du mélange .

la température et la bulbe humide (th) est lue directement sur le diagramme.

b) Choix des équipements

Nous avons opté comme il est dit précédemment (chapitre III) pour les appareils suivants :

- ventilo-convecteur (bureaux, salle de réunion, laboratoire, etc....)
- aérotherme (vestiaire et douches)
- radiateur (W.C.)

Ces appareils sont des unités terminales de conditionnement d'air (ou de chauffage pour le radiateur) non autonomes qui tout en alliant les avantages économiques d'installation et d'exploitation d'une production centralisée permettant une autonomie de réglage individuel de la température dans chaque local.

1. Ventilo - Convecteur (V.C.)

Cet appareil peut nous assurer :

- en hiver : le chauffage
- en été : le rafraîchissement et la déshumidification
- en toutes saisons : la ventilation et la filtration de l'air.

1.1. Caractéristiques descriptives

Il est constitué essentiellement de deux parties de base ci-après :

* Un système d'échange thermique comportant :

- soit une seule batterie susceptible d'être alimentée en eau chaude ou glacée suivant les saisons.
- soit deux batteries distinctes, dont une à eau glacée et l'autre pour l'eau chaude (rappelons la possibilité d'avoir recours à une batterie électrique).
- soit enfin une batterie à détente directe (alimentée directement par un fluide frigorigène à travers un détendeur thermostatique).

* Un système de pulsion d'air, constitué d'un ensemble moteur-ventilateur. (le ou les ventilateurs étant presque toujours du type centrifuge à cage double ouïes).

1.2. Système de distribution.

La distribution de l'eau aux ventilo-convecteurs peut se faire de trois manières :

1.2.1. Distribution par deux tuyaux

Dans ce type d'installation, tous les ventilo-convecteurs sont alimentés en même temps, par un seul fluide : de l'eau chaude ou froide suivant les saisons.

Cette conception peut entraîner, en demi-saison des graves anomalies lorsque certains locaux d'une même zone auront besoin de froid alors que les autres demandent de la chaleur.

1.2.2. Distribution par trois tuyaux

Les ventilo-convecteurs sont alimentés en toutes saisons par un ensemble de trois tuyauteries :

- une distribution d'eau chaude
- une distribution d'eau glacée
- un retour commun de l'eau chaude et glacée vers la centrale.

Ce type d'installation a un inconvénient majeur qui résulte du mélange de l'eau chaude et froide sortant de l'appareil dans la tuyauterie de retour commun. Ce mélange entraîne des dépenses d'exploitation importantes ; c'est la raison pour laquelle ce système tend à être pratiquement moins utilisé que le système à quatre tuyaux.

1.2.3. Distribution par quatre tuyaux

Les Ventilo-convecteurs sont alimentés en toutes saisons par un réseau de quatre tuyauteries :

- une tuyauterie de distribution d'eau chaude
- une tuyauterie de retour d'eau chaude
- une tuyauterie de distribution d'eau glacée
- une tuyauterie de retour d'eau glacée

Ce système que nous adoptons présente de nouveaux avantages comparativement au système à trois tuyaux ; il évite le mélange de l'eau chaude et de l'eau glacée au niveau des retours qui sont entièrement indépendants. Les frais d'exploitation sont réduits du fait que :

- les retours sont séparés
- la régularisation et la maintenance du matériel sont simplifiées.

1.3. Avantages et Inconvénients

1.3.1. Avantages :

- très compact et peu encombrant, cet appareil bénéficie d'une part d'une grande simplicité de construction et d'autre part d'une grande facilité d'implantation du fait de sa géométrie moins encombrante et son poids relativement réduit.
- fonctionnement extrêmement silencieux (un petit moteur électrique d'entraînement du système de ventilation constitue l'unique organe en mouvement).
- grande autonomie de fonctionnement (possibilité d'un contrôle individuel par local).
- grande souplesse d'utilisation et mise en régime rapide grâce à ces trois vitesses.
- dans le cas d'appareils munis d'une prise d'air extérieur, il y a possibilité de faire fonctionner seulement la ventilation ce qui peut assurer un renouvellement constant de l'air du local.

1.3.2. Inconvénients

- encombrement dû à la tuyauterie et nécessité d'une alimentation électrique.
- dans le cas d'une seule batterie, le passage du chaud au froid (ou vice versa) nécessite un temps nécessaire pour inverser le régime.
- l'humidification en hiver n'est pas assurée.
- étant donné qu'il n'est guère pensable de prévoir un générateur d'eau glacée (ou chaude) pour n'alimenter qu'un seul ventilo-convecteur (et même 2 ou 3) alors l'utilisation de ces appareils n'est valable que dans le cas d'installation comportant au moins une bonne dizaine d'unités. (Lorsqu'il s'agit de traiter plus d'une dizaine de locaux par ventilo-convecteur la solution devient très compétitive).

1.4. Choix des ventilo-convecteurs

Nous avons opté pour des ventilo-convecteurs de Marque C.I.A.T. (modèle C.F. MAJOR) à position verticale comportant chacun deux batteries indépendantes (batterie chaude et froide) alimentées par quatre tuyauteries. Ces ventilo-convecteurs sont de deux sortes :

- V.C. avec prise d'air extérieure et reprise intérieure (A.P.E.)
- V.C. sans prise extérieure et reprise intérieure (S.P.E.)

Remarques :

- pour certains locaux nous avons disposé deux ventilo-convecteurs par local pour avoir une répartition uniforme du Flux de chaleur (ou de froid).
- la détermination de ces appareils se fera par la sélection du n° de l'appareil à partir d'abaques fournies par le constructeur.
- pour sélectionner le N° ; on commencera par déterminer la batterie froide à partir de l'abaque des "émissions frigorifiques horaires" ; afin d'éviter le surdimensionnement de celle-ci.

1.4.1. Exemple de choix pour le local 0.3.

1.4.1.1. Sélection de la batterie froide

* Caractéristiques :

- température de l'eau à l'entrée de la batterie = 7°C
- température de l'eau à la sortie " " " = 12°C
- " " de l'air à la reprise :
bulbe sec = 24 °C
bulbe humide = 17 °C
- puissance frigorifique = 1 710 fg/h

Sur l'abaque des émissions frigorifiques horaires on détermine le point d'intersection de la température d'entrée d'eau glacée avec la différence de température entre l'entrée et la sortie de cette eau ($\Delta t = 5$ °C).

A partir de ce point, on trace une verticale vers le bas jusqu'au point d'intersection avec la courbe de température bulbe humide = 17 °C; de ce point on trace une horizontale jusqu'à l'échelle des puissances frigorifiques du C.F. MAJOR N° 15 ; et on lit sur cette échelle la puissance frigorifique de l'appareil = 1 910 (fg/h) (débit max).

Pour obtenir des puissances frigorifiques en moyenne et petite vitesse ; on applique des coefficients correcteurs.

1.4.1.2. Sélection de la batterie chaude

* Caractéristiques

- température de l'eau à l'entrée de la batterie = 90°C
- " " " à la sortie de la batterie = 70°C
- " " " à la reprise = 19°C
- puissance calorifique = 1 830 kcal/h.

On doit s'assurer que C.F. MAJOR N° 16 doit satisfaire les besoins en puissance calorifique du local en hiver.

Sur l'abaque des émissions calorifiques ; on procède comme précédemment et on lit sur l'échelle du CF MAJOR 16 la puissance calorifique = 6 150 kcal/h.
(c'est le débit max d'une batterie standard).

Pour avoir 1 830 kcal/h ; on peut faire tourner cet appareil en petite moyenne vitesse, pour cela on applique à la puissance max des coefficients correcteurs.

1.4.1.3. Détermination des pertes de charge des batteries

La résistance qu'oppose une batterie au passage de l'eau est donnée directement sur abaque en fonction du débit d'eau et du N° de la batterie .

Batterie: eau chaude

- N° 16 (batterie additionnelle)
- débit d'eau chaude = $\frac{1\ 830}{20} = 91,5 \text{ Kg/h} \rightarrow 94 \text{ l/h}$
- on déduit r = 30 mm C.E.

Batterie: eau froide

- N° 16 (batterie standard)
- débit d'eau glacée = $\frac{1\ 710}{5} = 342 \text{ kg/h} \rightarrow 342 \text{ l/h}$
- on déduit r = 240 mm CE

2. Aérotherme

Le chauffage à air chaud par aérotherme trouve son domaine d'utilisation très répandu et très compétitif dans les usines et dans les grands locaux non occupés en permanence tels que : vestiaires, douches, restaurants etc..... Comme de tels locaux n'exigent pas le confort nécessaire en occupation continue alors les différences de température et les mouvements d'air qui peuvent se produire localement sont acceptables.

Cet appareil peut nous assurer :

- en hiver : le chauffage des vestiaires et douches
- en toutes saisons : la ventilation et la filtration de l'air.

2.1. Caractéristiques descriptives

Il est constitué essentiellement de deux parties de base ci-après :

- une batterie d'eau chaude (comme système d'échange thermique).
- un ensemble moteur ventilateur (comme système de pulsion d'air).
 - (ventilateur centrifuge à double ouïes).

2.2. Choix des aérothermes

Nous avons opté pour des aérothermes de Marque C.I.A.T. (appelés commercialement SILENTHERME) à position horizontale ; la batterie d'échange est alimentée par deux tuyauteries d'eau chaude (aller et retour). Leur principale caractéristique est leur fonctionnement silencieux.

Remarque :

Les aérothermes des vestiaires sont raccordés à des réseaux de gaine qui permettent d'acheminer et de distribuer l'air aux locaux ; tandis que ceux des douches pulsent directement l'air traité dans les locaux.

La détermination de ces appareils se fera par la sélection sur abaques CIAT :
(voir catalogue SILENTHERME)

- de la série
- du numéro de la batterie (ou de l'appareil)
- du ventilateur (caractéristiques et performances)
- du niveau sonore:

2.2.1. Exemple de choix pour aérotherme du vestiaire 40

* Données :

- * débit d'air à traiter la = 2 210 m³/h
- * puissance calorifique Pc = 32 776 kcal/h
- * débit d'eau chaude Q = 1 639 kg/h \rightarrow Q = 1 685 l/h

2.2.1.1. Selection de la série

Elle se fait sur une abaque donnant le numéro de série en fonction du débit d'air à traiter.

Pour un débit d'air = 2 210 m³/h, on obtient un numéro de série = 120.

2.2.1.2. Selection du numéro de l'appareil

Le numéro de l'appareil (ou de la batterie) est obtenu par abaque en fonction de la puissance calorifique, du numéro de la série et du débit d'air à traiter. Cette abaque nous donne pour une Pc = 32 776 kcal/h :

- Un numéro de l'appareil = 123
- Une puissance max de la batterie = 33 900 kcal/h

2.2.1.3. Selection du ventilateur

Les caractéristiques du ventilateur sont obtenues à partir d'une abaque en fonction du débit d'air à traiter, du n° de l'appareil et de la pression statique totale nécessaire au réseau.

α) Calcul de la résistance totale

* pression statique pour réseau de distribution (gaine)
(on pourra tenir compte du fait qu'une partie de la perte de charge est compensée par un gain de pression statique, du fait de la diminution de la vitesse le long du tronçon).

$$\Delta p = 6,11 - 0,102 \left(\frac{7,5^2 - 4^2}{2} \right) \times 1,2 = 5,36 \text{ mm CE}$$

* résistance pour grille d'admission d'air (donnée par abaque)

$$\Delta p = 4 \text{ mm CE}$$

* résistance du passage du filtre (donnée par abaque)

$$\Delta p = 1,3 \text{ mm CE}$$

* résistance interne (batterie + carrosserie) (Lûe sur abaque)

$$\Delta p = 2,4 \text{ mm CE}$$

La résistance totale est donc égale à : $\Delta p_s = 5,36 + 1,3 + 4 + 2,4 = 13,06 \text{ mm CE}$

B) Caractéristiques du ventilateur retenu :

- vitesse de rotation = 510 tr/mn
- pression statique disponible = 14,10 mm CE pour 13,06 mm demandées
- puissance du moteur = 0,25 ch
- niveau sonore : 42 dba pour 50 dba admissibles.

2.2.1.4. Batterie

- résistance au passage de l'eau = 180 mm CE
- contenance en eau = 4,9 litres

3. Radiateur

Ce corps de chauffe peut nous assurer uniquement le chauffage (hiver) des W.C. ; l'un de ses avantages est son faible encombrement et son prix de revient très modéré.

3.1. Caractéristiques descriptives

L'idée principale a été d'assembler les unes aux autres des parties identiques (éléments) et de constituer ainsi des radiateurs pour obtenir la puissance désirée.

3.2. Choix des radiateurs

Nous choisissons des radiateurs en acier de marque "LAMELLA" à l'aide du catalogue du constructeur nous avons fait les déterminations suivantes :

3.2.1. Radiateur pour W.C. 20

Hauteur = 600 mm nombre d'éléments = 6
Largeur = 65 mm d'où Modèle 656
Longueur = 174 mm

3.2.1. Radiateur pour W.C. 20 bis

Hauteur = 500 mm nombre d'éléments = 8
Largeur = 65 mm d'où :
longueur = 234 mm Modèle 655

3.2.3. Radiateur pour W.C. 32

Hauteur = 300 mm nombre d'éléments = 5
Largeur = 65 mm d'où :
longueur = 144 mm Modèle 653

3.3. Calcul des pertes de charge

La résistance (P) en mm de C.E. qu'un radiateur oppose au passage de l'eau chaude peut être déterminée à l'aide de la formule empirique suivante :

$$P = 10^5 R Q^2 \quad (\text{mm CE})$$

Q = débit d'eau chaude (l/h) traversant le radiateur

R = coefficient empirique de résistance établi par le constructeur, et tient compte de la position et diamètres des raccords ainsi que de la longueur du radiateur.

3.3.1. Exemple de calcul pour radiateur : W.C. 20

- raccords opposés
- diamètres des raccords = 15/21 mm
- longueur : 174 mm

} $\Rightarrow R = 19$ (valeur lue sur catalogue)

$P = 10^5 \times 19 \left(\frac{320}{20} \right)^2 = 0,05 \text{ mm CE}$

de la même manière on obtient pour :

- radiateur 20 bis : P = 0,06 mm CE
- radiateur 32 : P = 0,007 mm CE

Remarque :

La principale caractéristique de ces radiateurs Lamella est leurs faibles pertes de charges.

4. Emplacement des Equipements

L'emplacement de ces appareils ne doit pas être quelconque ; il doit être choisi de telle sorte qu'il puisse créer un état favorable d'équilibre physiologique et thermique du corps humain, et la préservation des espaces libres du local.

L'emplacement le plus favorable est celui qui est le plus près des entrées d'air, telles que fenêtres et portes.

4.1. Emplacement des V.C. et Aérothermes

Le plus souvent, on place des appareils en allège des fenêtres, ce qui est une disposition favorable du point de vue de l'utilisation des espaces libres que celui de l'efficacité du chauffage ou du rafraîchissement des locaux.

4.2. Emplacement des radiateurs

L'emplacement dans les embrasures des fenêtres est le plus favorable car il permet le chauffage de l'air froid rentrant à travers les joints, le chauffage sera ainsi très efficace.

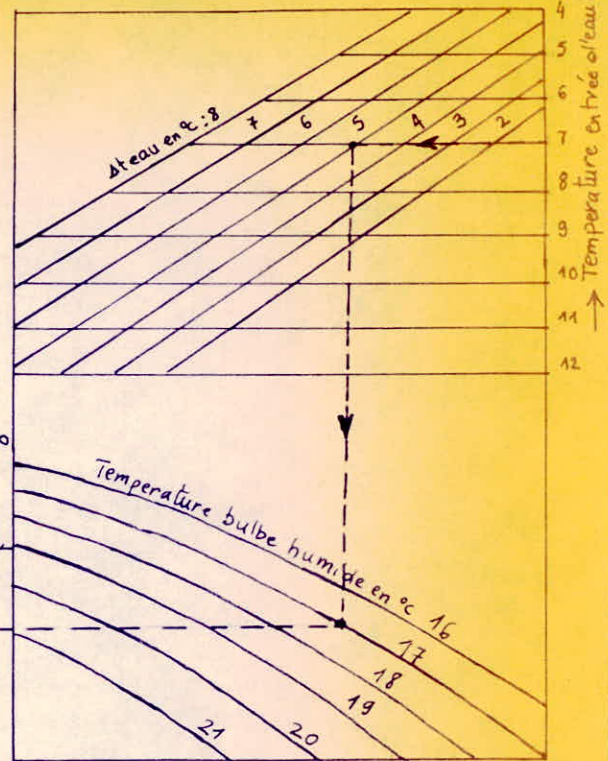
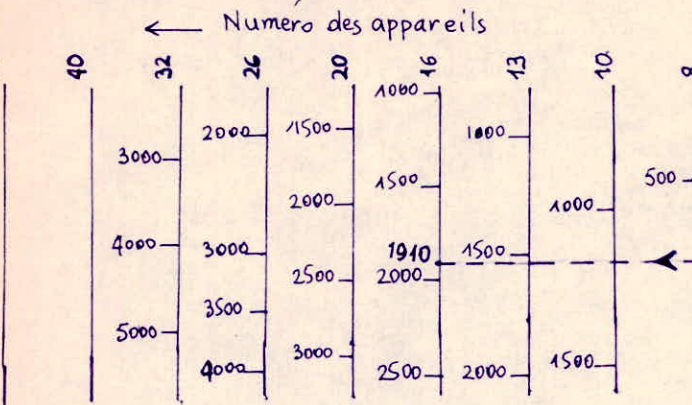
La partie inférieure du radiateur doit être à 14 cm au dessus du sol et légèrement enfoncée dans le mur et radiateur doit être de 5cm minimum. Le meilleur dispositif consiste à poser les radiateurs sur des consoles au moyen de colliers ; l'emploi des radiateurs avec pieds n'est pas recommandé.

Choix des Ventilateurs-convecteurs

1. EMISSIONS FRIGORIFIQUES HORAIRES DEBIT D'AIR MAXI

Emission frigorifique en:	Coefficients multiplicateurs	
	chaleur totale	chaleur sensible
Debit maximum	1,00	1,00
Debit moyen	0,93	0,92
Debit minimum	0,82	0,78

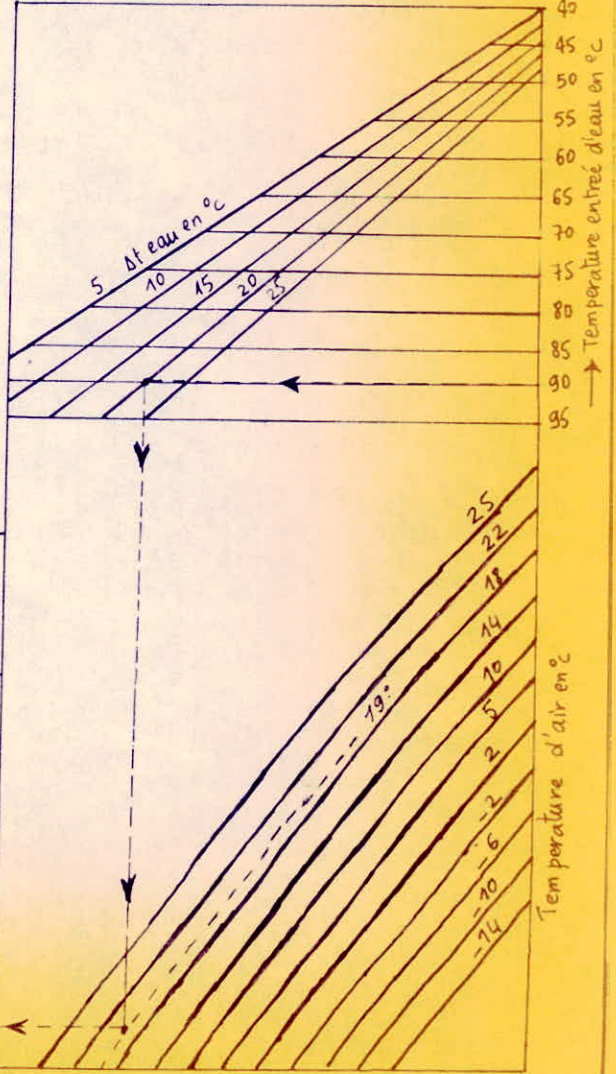
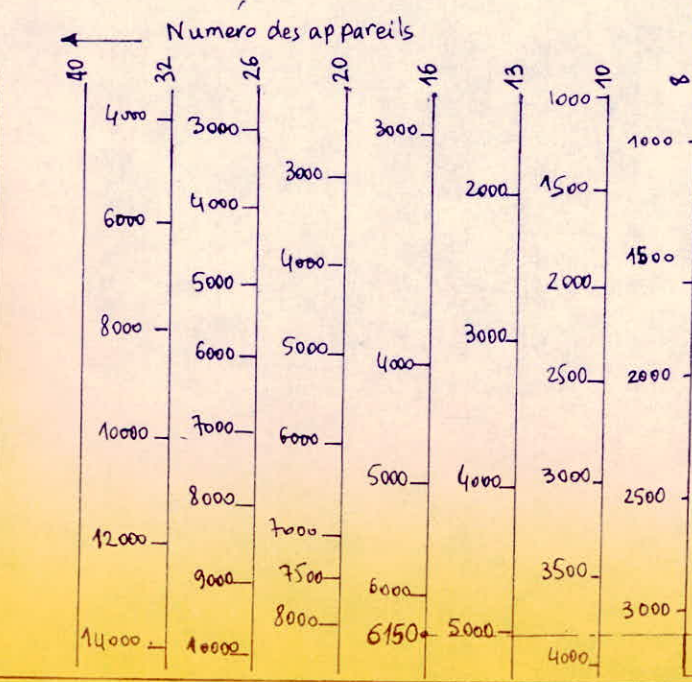
Emission chaleur totale en Kj/h



2. EMISSIONS CALORIFIQUES HORAIRES DEBIT D'AIR MAXI

Emission calorifique en:	Coefficients multiplicateurs	
	Batterie standard	Batterie additionnelle
Debit maximum	1,00	0,62
Debit moyen	0,90	0,56
Debit minimum	0,80	0,50

Emission calorifique en Kcal/h

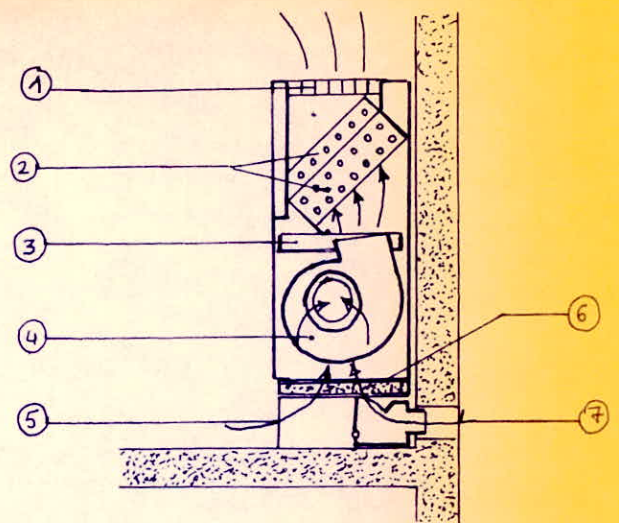


N° du Local	HIVER		ÉTÉ		VENTILO - CONVECTEUR		
	\dot{Q}_v Kcal/h	Pc Kcal/h	\dot{Q}_v Fq/h	PF Fq/h	Nbre	TYPE	Numéro :
1	567	2810	252	2260	1	A.P.E.	CF: 20
2	567	3370	252	2820	1	A.P.E.	CF: 26
3	567	1830	252	1710	1	A.P.E.	CF: 16
4	1133	2870	504	2530	1	A.P.E.	CF: 20
6	567	1910	252	1820	1	A.P.E.	CF: 16
8	/	1660	/	1470	1	S.P.E.	CF: 13
9	1416	3270	630	3500	1	A.P.E.	CF: 26
10	850	3270	378	2430	2	A.P.E.	CF: 10
11	284	1630	126	1200	1	A.P.E.	CF: 10
12	284	1650	126	1890	1	A.P.E.	CF: 16
13	850	3020	378	3260	1	A.P.E.	CF: 26
15	284	1630	126	1180	1	"	CF: 10
16	850	3580	378	2610	2	"	CF: 10
17	850	3020	378	3260	1	"	CF: 26
18	2274	5640	1553	4600	2	"	CF: 20
19	284	1700	126	1950	1	"	CF: 16
21	/	2250	/	2300	1	SPE	CF: 20
22	567	2610	252	1850	1	A.P.E.	CF: 16
24	567	2800	252	3420	2	A.P.E. S.P.E.	CF: 16 13
25	567	2220	252	1280	1	A.P.E.	CF: 10
26	1020	4090	473	3670	1	"	CF: 32
27	850	3420	378	2770	2	"	CF: 13
28	284	1620	126	1880	1	"	CF: 16
33	284	1620	126	1880	1	"	CF: 16
34	567	3450	252	4030	2	"	CF: 20
36	/	2020	/	2640	2	S.P.E.	CF: 13

Schémas - de principe

1. Ventilo - convecteurs CF MAJOR (CIAT)

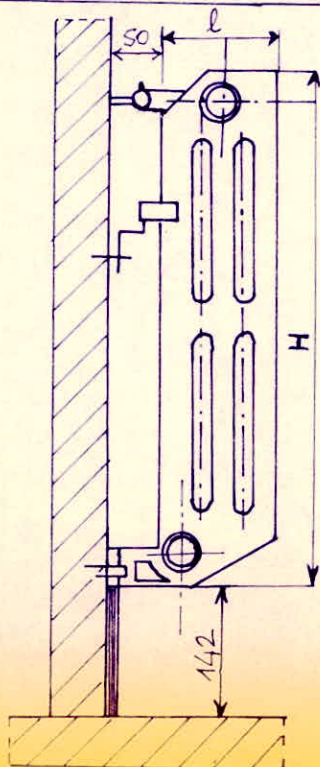
- ① Grille de soufflage
- ② Batteries d'échanges
- ③ Bac de récupération des condensats
- ④ Groupe moto-ventilateur
- ⑤ Reprise d'air intérieur
- ⑥ Filtre d'air
- ⑦ Air extérieur (Facultatif).



- contenance des batteries en litres.

numéro des appareils	8	10	13	16	20	26	32
Batterie standard	0,55	0,80	0,95	1,28	1,28	1,61	2,13
Batterie additionnelle	0,33	0,33	0,39	0,53	0,53	0,65	0,89

2. Radiateurs Lamella : (en acier)



N° du local (Wc)	Modèle	hauteur H (mm)	Largeur l (mm)	nbre d'éléments	contenance en eau (l)
20	656	600	65	6	1,56
20 bis	655	500	65	8	1,76
32	653	300	65	5	0,7

AEROTHERMES (CIAT)

1. Choix de l'appareil :

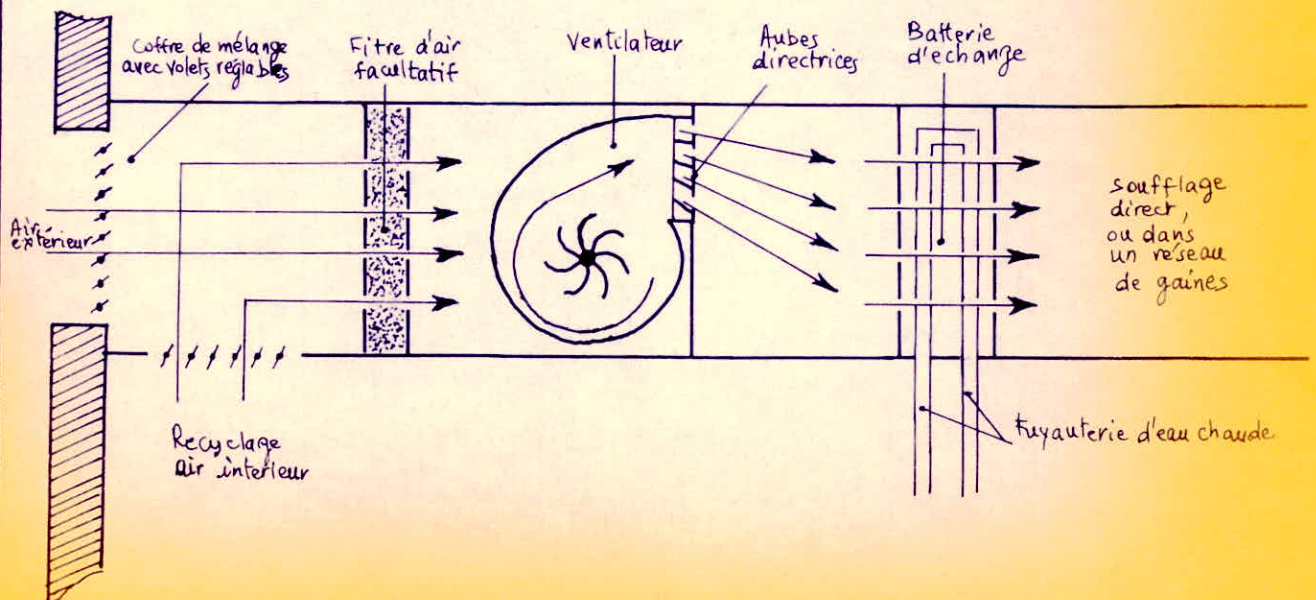
N° du Local	L _a (kg/h)	L _a (m ³ /h)	Q _L (kcal/h)	P _c (kcal/h)	N° de la Serie	N° de l'appareil	débit d'eau l/h	contenance en eau (l)
29	765	585	6631	10041	60	64	516	2,8
39	1094	835	9459	12200	60	63	627	2,1
40	2895	2209	24986	32776	120	123	1685	4,9
41	1717	1311	14845	18985	90	94	976	3,4

2. Choix du ventilateur :

N° de Serie	N° de l'appareil	Pression statique (mm H ₂ O)	Vitesse de rotation t/min	Puissance du moteur (ch)	Niveau Sonore (d.B.A)
60	64	8,4	635	1/12	34
60	63	9	635	1/12	38
120	123	14,05	510	1/4	42
90	94	12,3	635	1/10	44

le niveau sonore admissible est de 50 d.B.A.

3. Schéma de Principe :



/ B/ CALCUL DES RESEAUX DE TUYAUTERIES /

a) Rappel théorique:

Il est très utile dans le calcul des pertes de charge de tuyauteries, lors de l'écoulement d'un fluide réel (avec frottement interne), de distinguer les pertes de charge dans les tronçons rectilignes des tubes, des pertes de charge dues aux résistances particulières.

1- Pertes de charge dans les conduites rectilignes:

Lorsqu'un fluide réel s'écoule dans un tube rectiligne de section constante, sa pression diminue uniformément le long de la conduite à cause du frottement. Cette chute de pression est proportionnelle à la pression dynamique. (Valable aussi pour les pertes de charges singulières), et elle est régie par l'équation suivante:

$$\boxed{P_1 - P_2 = Rl = \lambda \frac{l}{d} \frac{W^2}{2} \rho}$$

$P_1 - P_2$: perte de charge totale entre la section 1 et 2

R : perte de charge au mètre courant

l : longueur du tube

W : vitesse moyenne de l'écoulement

d : diamètre du tube

ρ : densité du fluide

λ : coefficient de frottement du tube.

2- Pertes de charge dues aux résistances particulières:

La perte de charge dues aux résistances particulières est également proportionnelle à la pression dynamique. Elle est désignée par la lettre Z et a pour expression:

$$\boxed{Z = \zeta \frac{W^2}{2} \rho = P_1 - P_2}$$

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

ζ : coefficient de résistance, il représente un pur coefficient de forme de la résistance particulière.

3- Pertes de charge totales:

Les vitesses de circulation n'étant pas uniformes dans un réseau de tuyauteries, il est nécessaire de le diviser en tronçons partiels. Pour le calcul de la chute de pression totale. Sa valeur est donnée par l'équation.

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

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

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

$$\dot{M} = W \cdot S \cdot \varrho$$

$$\dot{Q} = \dot{M} c_p \Delta T = W S \varrho c_p \Delta T$$

$$W = \frac{\dot{Q}}{S \varrho c_p \Delta T} = \frac{\dot{M}}{S \varrho}$$

$$\text{d'où } Rl = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{\varrho}{2} \frac{\dot{Q}^2}{(S \varrho c_p \Delta T)^2} \implies R = \lambda \frac{1}{d^5} \cdot \frac{\dot{Q}^2}{\varrho c_p^2 \Delta T^2} \frac{8}{\pi^2}$$

$$\text{d'où } R = \lambda \frac{1}{d^5} \frac{\dot{M}^2}{\varrho} \frac{8}{\pi^2} \quad (2)$$

Les équations (1) et (2) sont très importantes pour la compréhension de tous les phénomènes de circulation dans la tuyauterie, puisqu'elles clarifient les rapports existants entre la perte de charge et de débit, et la perte de charge et le diamètre.

De cette équation, on peut remarquer que l'influence du diamètre est très importante, la perte de pression varie avec la quatrième et cinquième puissance de sa valeur.

Dans le cas général du chauffage à eau chaude 90°C/70°C l'équation donnant R devient:

$$R = 16,4 \frac{\dot{Q}^2}{d^5} \left(\frac{\text{kgP}}{\text{m}^2} \cdot \frac{1}{\text{m}} \right)$$

$$c_p = 1 \text{ Kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

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

$$\lambda = \frac{64}{232^\circ\text{C}}$$

$$\varrho = 972 \text{ kg/m}^3$$

Les relations entre \dot{Q} , R , d , figurent sous forme de tableaux dans les planches "RIETCHEL" N°3 et 4.

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

$$H = \sum Z + \sum (Rl)$$

b). Méthode de calcul de la tuyauterie pour le chauffage pulsé:

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

$$H = H_p + H_s$$

H: 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 que, en particulier l'équation énoncée précédemment reste valable pour ces cas.

$$H = \sum Z + \sum (R_1)$$

Pour le calcul des installations de tuyauterie, on admet qu'il est possible d'évaluer par l'expérience les parts approximatives des résistances de frottement et des résistances particulières par rapport à la pression disponible.

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

$$H - \sum Z = \sum (R_1)$$

$$H - aH = (1-a) H = \sum (R_1)$$

d'où $R = (1-a) \frac{H}{\sum 1}$ $a=0,33$ pour les réseaux dans les bâtiments

R est donc facilement calculable à l'aide du tracé de la tuyauterie et la pression disponible.

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 $R \approx 10$ mm.CE/m. Cette valeur est recommandable et donne des réseaux à diamètre économique.

1. Planches pour la simplification des calculs.

Le calcul des réseaux de tuyauterie se trouve simplifié lorsque ces différents termes introduits par la théorie sont groupés sous forme de tableaux ou d'abaques.

Planche N°4 :

Cette planche nous donne pour une quantité de chaleur donnée à véhiculer et une différence de température pour l'eau chaude de 20°C. La résistance R, le diamètre et la vitesse pour le tronçon considéré (on s'efforce toujours d'avoir R voisin de 10 mm.CE/m pour le réseau principal.).

Planche N°5:

Connaissant la vitesse et les coefficient de résistance τ , cette planche nous permet de déterminer la perte de charge singulière dans le tronçon considéré.

Remarque:

Il convient de rappeler quelques définitions.

- un tronçon est une partie de tuyauterie à vitesse de circulation et diamètre constants.
- un réseau est un ensemble de tronçons.

2- Conduite des calculs:

Le calcul de la tuyauterie ne sera pas divisé en calcul provisoire et en calcul définitif, mais lors de l'équilibrage du réseau, on modifiera les diamètres de certains tronçons pour augmenter ou diminuer la pression.

Le calcul du réseau s'effectue de la manière suivante:

- 1°) Recherche du réseau le plus long (appelé: circuit principal)
- 2°) Localiser le corps de chauffe le plus défavorisé
- 3°) Diviser le réseau en plusieurs tronçons
- 4°) Numérotter les tronçons en partant du tronçon lié au corps de chauffe le plus défavorisé jusqu'à la chaudière.
- 5°) on inscrit sur chaque tronçon la quantité ou le débit de chaleur à véhiculer.
- 6°) à l'aide des tables 4 et 5 de Rietschel, on détermine les paramètres: ϕ , R, $\sum \xi$, L, $\sum Rl$, Z.
- 7°) On fait la somme de toutes les pertes de charge
- 8°) On refait les mêmes calculs pour les dérivations qui se greffent sur le circuit principal.
- 9°) on équilibre les pressions des dérivations avec le réseau principal en modifiant les diamètres.

l'excès de pression qui résulterait sera réduit par un robinet se trouvant au niveau de chaque corps de chauffe.

Il est à remarquer que ce robinet peut compenser une différence de pression allant jusqu'à 3.000 mm CE.

c) Méthode de calcul du réseau pour eau glacée:

Les planches "RIETSCHER" 2,4 et 5 établies pour le calcul du réseau de tuyauterie pour l'eau chaude 90°C/70°C peuvent également être utilisées dans la pratique avec une précision suffisante pour le calcul de la tuyauterie d'eau glacée 7°C/12°C, tout en corrigeant les pertes de charge R et Z par des facteurs de correction donnés par des abaques.

Ces corrections sont nécessaires et très importantes, car les valeurs de R et par suite les pertes de charge peuvent avec une eau à 10°C être plus élevées de 20% que celles données par les planches déjà citées. Ces facteurs de corrections sont:

F: facteur de correction pour les pertes de charge linéaires

β : facteur de correction pour les pertes de charge singulières

D'après ce qui a été dit l'équation fondamentale de la circulation d'eau glacée 7°C/12°C devient:

$$H = \beta (\sum Z) + F \sum (Rl)$$








1- Conduite des calculs:

La conduite des calculs du réseau d'eau glacée s'effectue de la même manière que celle de la tuyauterie d'eau chaude.

d) tableaux récapitulatifs

Les calculs déterminés des réseaux de tuyauteries sont résumés dans les tableaux ci-après :

Symboles et abréviations utilisés :

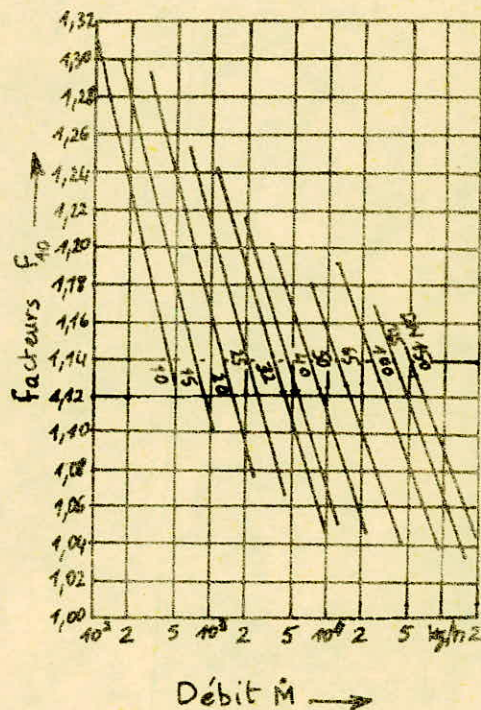
-  : coude arrondi
 -  : tête de passage à contre-courant
 -  : coude droit
 -  : robinet à balle
 -  : vanne sans restriction
 -  : tête de passage en dérivation
 -  : tête de passage direct
 - Q : débit (Mcal, h)
 - Σ : somme des coefficients de résistance
- Resist. équipement: résistance de l'appareil au passage de l'eau
(résistance de la batterie+résistance de l'électrovanne)

FACTEURS DE CORRECTION

1. Facteur de correction β pour les résistances particulières, pour une température d'eau de 10°C

$$t = 10^\circ\text{C} \quad \beta = 0,97$$

2. Facteurs de correction des pertes de charge R des planches 1, 2 et 7 pour une température d'eau 10°C



N° du Tronçon	débit : \dot{Q} (Kca/h)	Long L (m)	Résistances locales . (EAU CHAUDE)								diamt	Vitesse	R	R.L	Z	ZΣξ	Resistance équipmt.	Total.
										$\Sigma \xi$	ϕ (mm)	V (m/s)	(mmCE/m)	(mmCE)	(mmCE)	(mmCE)	(mmCE)	(mmCE)
1-21	2810	9,5	-	-	16	1,85	0,15	0,4	-	18,40	15	0,22	5,0	47,5	2,4	44,16	220	311,66
2-22	4640	6,3	-	-	4	0,90	-	-	-	4,90	15	0,34	12,0	75,6	5,7	27,93	-	103,53
3-23	8210	13,5	-	-	-	0,90	-	-	-	0,90	20	0,33	7,7	104,0	5,4	4,86	-	108,86
4-24	14450	4,5	-	-	-	0,50	-	-	-	0,50	25	0,40	8,0	102,4	7,9	5,53	-	107,93
5-25	16100	12,8	-	-	-	0,70	-	-	-	0,70	25	0,36	6,7	30,38	6,4	3,20	-	33,58
6-26	19120	0,8	-	-	-	0,50	-	-	-	0,50	25	0,49	11,2	9,00	11,9	5,95	-	14,95
7-27	22140	10,5	-	-	-	0,25	-	-	-	0,25	25	0,55	15	157,5	15	3,75	-	161,25
8-28	23840	5,0	-	-	-	0	-	-	-	0	25	0,60	17	85,0	17,8	0	-	85
9-29	24160	4,0	-	-	-	0	-	-	-	0	25	0,60	17,6	70,6	17,8	0	-	70,60
10-30	24510	4,5	-	-	-	0,50	-	-	-	0,50	25	0,60	18	81	17,8	8,90	-	89,90
11-31	26760	1,5	-	-	-	0,20	-	-	-	0,20	32	0,39	5,2	7,8	7,5	1,50	-	9,30
12-32	27880	5,6	-	-	-	0,70	-	-	-	0,70	32	0,40	5,5	30,8	7,9	5,53	-	36,33
13-33	34190	5,6	-	-	-	0,12	-	-	-	0,12	32	0,49	8,2	45,9	11,9	1,43	-	47,35
14-34	35870	4,8	-	-	-	0,22	-	-	-	0,22	32	0,50	9,0	43,2	12,4	2,73	-	45,93
15-35	37490	3,6	-	4,55	-	-	-	-	-	4,55	32	0,54	9,8	35,3	15,0	68,25	-	103,53
16-36	42560	6,0	-	4,50	-	-	-	-	-	4,50	32	0,60	12,4	74,4	17,8	80,10	-	154,50

17-37	77651	6,0	-	-	-	-	-	-	3,8	3,80	40	0,83	18,67	112,02	33,0	125,40	-	237,42
18-38	98776	5,0	-	-	-	0,35	-	-	-	0,35	50	0,68	9,60	48,00	22,0	7,70	-	55,70
19-39	110976	39,0	2	-	-	0,48	-	-	-	2,48	50	0,75	12,00	468,00	27,90	69,19	-	537,19
20-40	143752	58,0	5	-	-	1,00	-	-	-	6,00	60	0,65	6,80	394,40	20,90	125,40	-	519,80
20-40'	193752	22,4	3	-	-	-	-	0,8	-	3,80	60	0,85	11,36	254,50	35,80	136,04	-	265,86
41-42	1830	3,5	-	-	12	-	0,15	0,4	2,5	21,05	15	0,13	2,20	7,70	0,80	16,84	350	374,54
43-46	3570	4,0	-	-	4	-	-	-	3,8	7,80	15	0,26	7,50	30,00	3,40	26,52	-	56,52
44-45	1910	5,4	-	-	16	2	0,15	0,4	-	18,55	15	0,14	2,40	13,00	1,00	18,55	130	161,55
47-48	1660	2,9	-	-	12	-	0,15	0,4	7	19,55	15	0,13	2,20	6,38	0,80	15,64	310	332,02
49-52	6240	7,0	-	-	-	-	-	-	4,8	4,8	20	0,24	4,60	32,20	2,90	13,92	-	46,12
50-51	3370	9,5	-	-	16	0,9	0,15	0,4	-	17,45	15	0,24	6,50	61,75	2,90	50,61	320	432,36
53-54	2870	3,5	-	-	12	-	0,15	0,4	3,65	16,20	15	0,22	5,00	17,50	2,40	38,88	250	306,38
55-56	1650	3,2	-	-	12	-	0,15	0,4	7,50	20,05	15	0,13	2,20	7,00	0,80	16,04	310	333,04
57-58	3020	3,2	-	-	12	-	0,15	0,4	6,45	19,00	15	0,22	5,50	17,60	2,40	45,60	262	325,20
59-60	3020	3,2	-	-	12	-	0,15	0,4	2,5	15,05	15	0,22	5,50	17,60	2,40	36,12	262	315,72
61-62	1700	3,2	-	-	12	-	0,15	0,4	7,5	20,05	15	0,13	2,20	7,00	0,80	16,04	330	353,04
63-64	320	2,65	-	-	8	-	2	-	12	22,00	10	0,11	2,20	5,83	0,60	13,20	0,05	19,08
65-66	350	2,55	-	-	8	-	2	-	12	22,00	10	0,11	2,20	5,61	0,60	13,20	0,06	18,87

67-68	2250	14,5	-	-	16	-	0,15	0,4	4,5	21,05	15	0,17	3,3	47,85	1,40	29,47	170	247,32
69-70	1120	1,5	-	-	12	-	0,15	0,4	10	22,55	15	0,13	2,2	3,30	0,80	18,04	160	181,34
71-74	6310	7,2	-	-	-	1,45	-	-	-	1,45	20	0,25	4,8	34,60	3,15	4,56	-	39,16
72-73	4090	9,5	-	-	16	1,50	0,15	0,4	-	18,05	15	0,31	2,5	90,25	4,80	86,64	525	701,39
75-76	2220	3,5	-	-	12	-	0,15	0,4	4,15	16,70	15	0,17	3,1	11,00	1,40	23,38	170	204,38
77-78	1680	3,4	-	-	12	-	0,15	0,4	10	22,55	15	0,13	2,2	7,50	0,80	18,04	330	355,54
79-80	1620	3,4	-	-	12	-	0,15	0,4	10	22,55	15	0,13	2,2	7,50	0,80	18,04	290	315,54
81-86	5070	2,3	-	8	-	-	-	-	-	8,00	15	0,38	14,0	32,2	7,20	57,60	-	89,80
82-85	3450	4,8	-	-	-	1,30	-	-	-	1,30	15	0,26	7,0	33,6	3,40	4,42	-	38,02
83-84	1725	6,4	-	-	16	2,00	0,15	0,4	-	18,55	15	0,13	2,2	14,0	0,80	14,84	310	338,84
87-88	1725	3,4	-	-	12	-	0,15	0,4	6,5	19,05	15	0,13	2,2	7,5	0,80	15,24	310	332,74
89-90	1620	3,4	-	-	12	-	0,15	0,4	7,5	20,05	15	0,13	2,2	7,5	0,80	16,04	290	313,54
91-92	12200	29,2	-	-	16	-	0,15	0,4	3,1	19,65	20	0,50	16,0	467,2	12,40	243,66	915	1625,86
93-94	32776	7,2	-	-	12	-	0,15	0,4	3,5	16,05	32	0,46	7,5	54,0	10,5	168,53	1380	1434
95-120	35091	13,5	-	7,5	-	-	-	-	-	7,50	32	0,49	8,6	116,51	11,9	89,25	-	205,76
96-119	25050	1,3	-	4,8	-	-	-	-	-	4,80	32	0,37	4,7	6,20	6,8	32,64	-	38,84
97-118	23340	6,0	-	-	-	0,50	-	-	-	0,50	25	0,60	16,5	99,00	17,8	8,90	-	107,90
98-117	21630	6,0	-	-	-	0,35	-	-	-	0,35	25	0,55	14,2	85,2	15,0	5,25	-	90,45

99-116	19020	10,8	-	-	-	0,35	-	-	-	0,35	25	0,48	11,2	121	11,4	3,99	-	124,99
100-115	16200	8,0	-	-	-	0,50	-	-	-	0,50	25	0,40	8,2	65,6	7,9	3,95	-	69,55
101-114	13380	6,0	-	-	-	0,70	-	-	-	0,70	25	0,33	5,8	34,8	5,4	3,78	-	38,58
102-113	11590	6,0	-	-	-	0,50	-	-	-	0,50	20	0,47	14,5	87,0	10,9	5,47	-	92,47
103-112	9800	6,0	-	-	-	0,70	-	-	-	0,70	20	0,39	10,6	63,6	7,5	5,25	-	68,85
104-111	8170	6,0	-	-	-	0,70	-	-	-	0,70	20	0,32	7,6	45,6	5,1	3,57	-	49,17
105-110	6540	6,0	-	-	-	0,70	-	-	-	0,70	20	0,26	5,0	30,0	3,4	2,38	-	32,38
106-109	4905	6,0	-	-	-	0,65	-	-	-	0,65	15	0,37	13,3	79,8	6,8	4,42	-	84,22
107-108	3270	13,5	-	-	16	1,85	0,15	0,4	-	18,40	15	0,24	6,3	85,0	2,9	53,36	318	456,36
121-122	1635	3,4	-	-	12	-	0,15	0,4	8,50	21,05	15	0,13	2,2	7,5	0,8	16,84	310	334,34
123-124	1635	3,4	-	-	12	-	0,15	0,4	5,75	18,30	15	0,13	2,2	7,5	0,8	14,64	310	332,14
125-126	1630	3,4	-	-	12	-	0,15	0,4	7,00	19,55	15	0,13	2,2	7,5	0,8	19,60	310	337,10
127-128	1630	3,4	-	-	12	-	0,15	0,4	12,00	24,55	15	0,13	2,2	7,5	0,8	23,60	310	341,10
129-130	1790	3,4	-	-	12	-	0,15	0,4	8,50	21,05	15	0,13	2,2	7,5	0,8	20,80	340	368,30
131-132	1790	3,4	-	-	12	-	0,15	0,4	5,50	18,05	15	0,13	2,2	7,5	0,8	18,40	340	365,90
133-134	2820	3,4	-	-	12	-	0,15	0,4	5,50	18,05	15	0,21	4,8	16,3	2,2	50,60	250	316,92
135-136	2820	3,4	-	-	12	-	0,15	0,4	7,25	19,80	15	0,21	4,8	16,3	2,2	54,45	250	320,77
137-138	2610	3,4	-	-	12	-	0,15	0,4	5,00	17,55	15	0,19	4,2	14,3	1,8	40,50	190	244,78

COEFFICIENTS DE RÉSISTANCE (TUYAUTERIE EAU-CHAUDE)

Tronçon	Nbre	Désignations	r/d	$\frac{W_a(d)}{W}$	$\frac{\dot{V}_a(d)}{\dot{V}}$	$\frac{da^*}{d}$	ξ	$\sum \xi$	
1-21	8	Cou des droits	<0,5	$\frac{0,22}{0,34} = 0,65$	-	-	2	16	
	1	Té de passage direct sép de courant					1	0,35	0,35
	1	Té de passage direct jonct de courant					1	1,5	1,5
	1	Robinet à boisseau						0,15	0,15
	2	Vannes sans restriction						0,20	0,20
								18,4	
2-22	2	Coudes droits	<0,5	$\frac{0,34}{0,33} \approx 1$	-	-	2	4	
	1	Té de passage direct sép de C.					0,1	0,1	
	1	Té de pas direct jonct de courant			$\frac{4640}{8210} = 0,6$	$\frac{15}{20} = 0,75$	0,8	0,8	
								4,9	
3-23	1	Té de pas direct sép de courant		$\frac{0,33}{0,36} = 0,9$		$\frac{20}{25} = 0,8$	0,1	0,1	
	1	Té de pas direct jonct de courant			$\frac{8210}{14450} = 0,6$	$\frac{20}{25} < 1$	0,8	0,8	
								0,9	
4-24	1	Té de pas direct sép de courant		$\frac{0,36}{0,40} = 0,9$		1	0	0	
	1	Té de pas direct jonct de courant			$\frac{14450}{16100} = 0,9$	1	0,5	0,5	
								0,5	
5-25	1	Té de pas direct sép de courant		$\frac{0,4}{0,49} = 0,8$		1	0,2	0,2	
	1	Té de pas direct jonct de courant			$\frac{16100}{19120} = 0,8$	1	0,5	0,5	
								0,7	
6-26	1	Té de pas direct sép de courant		$\frac{0,49}{0,55} = 0,9$		1	0	0	
	1	Té de pas direct jonct de C			$\frac{19120}{22140} = 0,86$	1	0,5	0,5	
								0,5	
7-27	1	Té de pas direct sép de C		$\frac{0,55}{0,6} = 0,9$		1	0	0	
	1	Té de pas direct jonct de C			$\frac{22140}{23840} = 0,9$	1	0,25	0,25	
								0,25	
8-28	1	Té de pas direct sép de C		$\frac{0,6}{0,6} = 1$		1	0	0	
	1	Té de pas direct jonct de C			$\frac{23840}{24160} = 0,98$	1	0	0	
								0	

9-29	1	Té de pas direct sép de Courant	-	1	$\frac{24160}{24510} = 0,99$	1	0	0
	1	Té de pas direct jonct de C				1	0	$\frac{0}{0}$
10-30	1	Té de pas direct sép de C		$\frac{0,6}{0,39} = 1,54$		$\frac{25}{32} = 0,8$	0,35	0,35
	1	Té de pas direct jonct de C			$\frac{24510}{26760} = 0,91$	< 1	0,15	$\frac{0,15}{0,50}$
11-31	1	Té de pas direct sép de C		$\frac{0,39}{0,4} \approx 1$		1	0	0
	1	Té de pas direct jonct de C			$\frac{26760}{27880} = 0,96$	1	0,2	$\frac{0,2}{0,2}$
12-32	1	Té de pas direct sép de C		$\frac{0,4}{0,49} = 0,8$		1	0,2	0,2
	1	Té de pas direct jonct de C			$\frac{27880}{34190} = 0,8$	1	0,5	$\frac{0,5}{0,7}$
13-33	1	Té de pas direct sép de C		$\frac{0,49}{0,5} \approx 1$		1	0	0
	1	Té de pas direct jonct de C			$\frac{34190}{35870} = 0,95$	1	0,12	$\frac{0,12}{0,12}$
14-34	1	Té de pas direct sép de C		$\frac{0,5}{0,54} = 0,92$		1	0,1	0,1
	1	Té de pas direct jonct de C			$\frac{35870}{37490} = 0,96$	1	0,12	$\frac{0,12}{0,22}$
15-35	1	Té avec Contre Courant sép de Courant		$\frac{0,54}{0,6} = 0,9$	-	-	1,55	1,55
	1	Té avec Contre Courant jonct de C			$\frac{37490}{42560} = 0,8$	1	3,0	$\frac{3,0}{4,55}$
16-36	1	Té avec Contre Courant sép de C		$\frac{0,6}{0,8} = 0,75$	-	-	2,1	2,1
	1	Té avec Contre Courant jonct de C			$\frac{42560}{76320} = 0,6$	$\frac{32}{40} = 0,8$	2,4	$\frac{2,4}{4,5}$
17-37	1	Té de dérivation sép de C		$\frac{0,83}{0,68} = 1,22$			1,8	1,8
	1	Té de dérivation jonct de C			$\frac{77651}{98776} = 0,79$	$\frac{40}{50} = 0,8$	2	$\frac{2}{3,8}$
18-38	1	Té de pas direct sép de C		$\frac{0,68}{0,75} = 0,91$		1	0,1	0,1
	1	Té de pas direct jonct de C			$\frac{98776}{110976} = 0,89$	1	0,25	$\frac{0,25}{0,35}$
19-39	4	Coudes droits	< 0,5	-	-	-	2	8
	1	Té de pas direct sép de C		$\frac{0,75}{0,65} = 1,15$		$\frac{50}{60} = 0,83$	0,18	0,18
	1	Té de pas direct jonct de C			$\frac{110976}{143752} = 0,77$	$\frac{50}{60} = 0,83$	0,3	$\frac{0,3}{8,48}$

53-54	6 1 1	Coudes droits Té de dérivation sép de c Té de dérivation jonct de c	<0,5	- $\frac{0,22}{0,24} = 0,9$	- - $\frac{2870}{6240} = 0,46$	- - $\frac{15}{20} = 0,75$	2 2,25 1,4	12 2,25 1,4 <u>15,65</u>
55-56	6 1 1	Coudes droits Té de dérivation sép de c Té de dérivation jonct de c	<0,5	- $\frac{0,13}{0,4} = 0,32$	- - $\frac{1650}{16100} = 0,1$	- - $\frac{15}{25} = 0,6$	2 12 -4,5	12 12 -4,5 <u>19,5</u>
57-58	6 1 1	Coudes droits Té de dérivation sép de c Té de dérivation jonctim de c	<0,5	- $\frac{0,22}{0,49} = 0,45$	- - $\frac{3020}{19120} = 0,16$	- - $\frac{15}{25} = 0,6$	2 6,2 0,25	12 6,2 0,25 <u>18,45</u>
59-60	6 1 1	Coudes droits Té de dérivation sép de c Té de dérivation jonctim de c	<0,5	- $\frac{0,22}{0,55} = 0,4$	- - $\frac{3020}{22140} = 0,13$	- - $\frac{15}{25} = 0,6$	2 7 -4,5	12 7 -4,5 <u>14,5</u>
61-62	6 1 1	Coudes droits Té de deriv sép de c Té de deriv jonctim de c	<0,5	- $\frac{0,13}{0,6} = 0,3$	- - $\frac{1700}{23840} = 0,1$	- - $\frac{15}{25} = 0,6$	2 12 -4,5	12 12 -4,5 <u>19,5</u>
63-64	4 1 1	Coudes droits Té de deriv sép de c Té de deriv jonct de c	<0,5	- $\frac{0,11}{0,6} = 0,18$	- - $\frac{350}{24160} = 0,01$	- - $\frac{10}{25} = 0,4$	2 12 0	8 12 0 <u>20</u>
65-66	4 1 1	Coudes droits Té de deriv sép de c Té de deriv jonct de c	<0,5	- $\frac{0,11}{0,6} = 0,18$	- - $\frac{350}{24510} = 0,01$	- - $\frac{10}{25} = 0,4$	2 12 0	8 12 0 <u>20</u>
67-68	8 1 1	Coudes droits Té de dérivation sép de c Té de deriv jonction de c	<0,5	- $\frac{0,17}{0,39} = 0,43$	- - $\frac{2250}{26760} = 0,1$	- - $\frac{15}{32} = 0,47$	2 6,5 -2,0	16 6,5 -2,0 <u>20,5</u>
69-70	6 1 1	Coudes droits Té de deriv sép de c Té de deriv jonctim de c	<0,5	- $\frac{0,13}{0,4} = 0,32$	- - $\frac{1120}{27880} = 0,1$	- - $\frac{15}{32} = 0,47$	2 12 -2,0	12 12 -2,0 <u>22</u>

71-74	1	Té de pas direct sép de c		$\frac{0,25}{0,49} = 0,51$		$\frac{20}{32} = 0,62$	1,2	1,2
	1	Té de pas direct jonct de c			$\frac{6310}{34190} \approx 0,19$	$\frac{20}{32} = 0,62$	0,25	$\frac{0,25}{1,45}$
72-73	8	Coudes droits	<0,5	-	-	-	2	16
	1	Té de pas direct sép de c		$\frac{0,31}{0,25} = 1,24$		1	0	0
	1	Té de pas direct jonct de c			$\frac{4090}{6310} = 0,65$	1	1,5	$\frac{1,5}{17,5}$
75-76	6	Coudes droits	<0,5	-	-	-	2	12
	1	Té de deriv sép de c		$\frac{0,17}{0,25} = 0,68$			3	3
	1	Té de deriv jonct de c			$\frac{2220}{6310} = 0,35$	$\frac{15}{20} = 0,75$	1,15	$\frac{1,15}{16,15}$
77-78	6	Coudes droits	<0,5	-	-	-	2	12
	1	Té de deriv sép de c		$\frac{0,13}{0,5} = 0,26$			12	12
	1	Té de deriv jonct de c			$\frac{1680}{35870} = 0,04$	$\frac{15}{32} = 0,47$	-2	$\frac{-2,0}{22}$
79-80	6	Coudes droits	<0,5	-	-	-	2	12
	1	Té de deriv sép de c		$\frac{0,13}{0,54} = 0,24$			12	12
	1	Té de deriv jonct de c			$\frac{1620}{37490} = 0,04$	$\frac{15}{32} = 0,47$	-2,0	$\frac{-2,0}{22}$
81-86	1	Té avec Contre Courant sép de c		$\frac{0,38}{0,6} = 0,63$			3	3
	1	Té avec Contre Courant jonct de c			$\frac{5070}{42560} = 0,12$	$\frac{15}{32} = 0,47$	5,0	$\frac{5,0}{8,0}$
82-85	1	Té de pas direct sép de c		$\frac{0,26}{0,38} = 0,68$		1	0,3	0,3
	1	Té de pas direct jonct de c			$\frac{3450}{5070} = 0,68$	1	1	$\frac{1}{1,3}$
83-84	8	Coudes droits	<0,5	-	-	-	2	16
	1	Té de pas direct sép de c		$\frac{0,13}{0,26} = 0,5$		1	0,5	0,5
	1	Té de pas direct jonct de c			$\frac{1725}{3450} = 0,5$	1	1,5	$\frac{1,5}{18}$
87-88	6	Coudes droits	<0,5	-	-	-	2	12
	1	Té de deriv sép de Courant		$\frac{0,13}{0,26} = 0,5$			4,5	4,5
	1	Té de deriv jonct de c			$\frac{1725}{3450} = 0,5$	1	2,0	$\frac{2,0}{18,5}$

89-90	6	Coudes droits	<0,5	-	-	-	2	12
	1	Te' de deriv sep de c		$\frac{0,13}{0,38} = 0,34$	-	-	9,5	9,5
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{1620}{5070} = 0,32$	1	-2,0	$\frac{-2,0}{19,5}$
91-92	8	Coudes droits	<0,5	-	-	-	2	16
	1	Te' de deriv sep de c		$\frac{0,5}{0,75} = 0,67$	-	-	3,1	3,1
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{12200}{110976} = 0,11$	$\frac{20}{50} = 0,4$	0	19,1
93-94	6	Coudes droits	<0,5	-	-	-	2	12
	1	Te' de deriv sep de c		$\frac{0,46}{0,65} = 0,71$	-	-	3	3
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{32776}{143752} = 0,23$	$\frac{32}{60} = 0,53$	0,5	$\frac{0,5}{15,5}$
95-120	1	Te' avec contre courant sep de c		$\frac{0,49}{0,83} = 0,59$	-	-	3	3
	1	Te' avec contre c jonct de c			$\frac{35091}{77651} = 0,45$	$\frac{32}{40} = 0,8$	4,5	$\frac{4,5}{7,5}$
96-119	1	Te' avec contre courant sep de c		$\frac{0,37}{0,48} = 0,77$	-	-	1,8	1,8
	1	Te' avec contre courant jonct de c			$\frac{25050}{33760} = 0,74$	1	3,0	$\frac{3,0}{4,8}$
97-118	1	Te' de pas direct sep de c		$\frac{0,6}{0,37} = 1,6$	-	$\frac{25}{32} = 0,78$	0,35	0,35
	1	Te' de pas direct jonct de c			$\frac{23340}{25050} = 0,93$	$\frac{25}{32} = 0,78$	0,15	$\frac{0,15}{0,50}$
98-117	1	Te' de pas direct sep de c		$\frac{0,55}{0,6} = 0,91$	-	1	0,1	0,1
	1	Te' de pas direct jonct de c			$\frac{21630}{23340} = 0,92$	1	0,25	$\frac{0,25}{0,35}$
99-116	1	Te' de pas direct sep de c		$\frac{0,48}{0,55} = 0,87$	-	1	0,1	0,1
	1	Te' de pas direct jonct de c			$\frac{19020}{21630} = 0,88$	1	0,25	$\frac{0,25}{0,35}$
100-115	1	Te' de pas direct sep de c		$\frac{0,4}{0,48} = 0,83$	-	1	0,2	0,2
	1	Te' de pas direct jonct de c			$\frac{16200}{19020} = 0,85$	1	0,3	$\frac{0,3}{0,5}$
101-114	1	Te' de pas direct sep de c		$\frac{0,33}{0,4} = 0,82$	-	1	0,2	0,2
	1	Te' de pas direct jonct de c			$\frac{13380}{16200} = 0,82$	1	0,5	$\frac{0,5}{0,7}$

102-113	1	Te' de pas direct s \acute{e} p de c		$\frac{0,47}{0,33} = 1,48$		$\frac{20}{25} = 0,8$	0,35	0,35
	1	Te' de pas direct jonct de c			$\frac{11590}{13380} = 0,87$	$\frac{20}{25} = 0,8$	0,15	$\frac{0,15}{0,50}$
103-112	1	Te' de pas direct s \acute{e} p de c		$\frac{0,39}{0,47} = 0,83$		1	0,2	0,2
	1	Te' de pas direct jonct de c			$\frac{9800}{11590} = 0,84$	1	0,5	$\frac{0,5}{0,7}$
104-111	1	Te' de pas direct s \acute{e} p de c		$\frac{0,32}{0,39} = 0,82$		1	0,2	0,2
	1	Te' de pas direct jonct de c			$\frac{8170}{9800} = 0,83$	1	0,5	$\frac{0,5}{0,7}$
105-110	1	Te' de pas direct s \acute{e} p de c		$\frac{0,26}{0,32} = 0,81$		1	0,2	0,2
	1	Te' de pas direct jonct de c			$\frac{6540}{8170} = 0,8$	1	0,5	$\frac{0,5}{0,7}$
106-109	1	Te' de pas direct s \acute{e} p de c		$\frac{0,37}{0,26} = 1,42$		$\frac{15}{20} = 0,75$	0,35	0,35
	1	Te' de pas direct jonct de c			$\frac{4905}{6540} = 0,75$	< 1	0,3	$\frac{0,3}{0,65}$
107-108	8	Coudes droits	< 95	-	-	-	2	16
	1	Te' de pas direct s \acute{e} p de c		$\frac{0,24}{0,37} = 0,65$		1	0,35	0,35
	1	Te' de pas direct jonct de c			$\frac{3270}{4905} = 0,66$	1	1,5	$\frac{1,5}{17,85}$
121-122	6	Coudes droits	< 95	-	-	-	2	12
	1	Te' de deriv s \acute{e} p de c		$\frac{0,13}{0,37} = 0,35$		-	9,5	9,5
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{1635}{4905} = 0,33$	1	-1	$\frac{-1}{20,5}$
123-124	6	Coudes droits	< 95	-	-	-	2	12
	1	Te' de deriv s \acute{e} p de c		$\frac{0,13}{0,26} = 0,5$		-	5,25	5,25
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{1635}{6540} = 0,25$	$\frac{15}{20} = 0,75$	0,5	$\frac{0,5}{17,75}$
125-126	6	Coudes droits	< 95	-	-	-	2	12
	1	Te' de deriv s \acute{e} p de c		$\frac{0,13}{0,32} = 0,4$		-	7	7
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{1630}{8170} = 0,2$	$\frac{15}{20} = 0,75$	0	19
127-128	6	Coudes droits	< 95	-	-	-	2	12
	1	Te' de deriv s \acute{e} p de c		$\frac{0,13}{0,39} = 0,33$		-	12	12
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{1630}{9800} = 0,17$	$\frac{15}{20} = 0,75$	0	$\frac{0}{24}$

129-130	6	Coudes droits	<95	-	-	-	2	12
	1	Te' de deriv sép de c		$\frac{0,13}{0,147} = 0,28$	-	-	12	12
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{1790}{11590} = 0,15$	$\frac{15}{20} = 0,75$	-3,5	$\frac{-3,5}{20,5}$
131-132	6	Coudes droits	<95	-	-	-	2	12
	1	Te' de deriv sép de c		$\frac{0,13}{0,33} = 0,4$	-	-	7,0	7
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{1790}{13380} = 0,13$	$\frac{15}{25} = 0,6$	-1,5	$\frac{-1,5}{17,5}$
133-134	6	Coudes droits	<95	-	-	-	2	12
	1	Te' de deriv sép de c		$\frac{0,21}{0,4} = 0,52$	-	-	5,25	5,25
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{2820}{16200} = 0,18$	$\frac{15}{25} = 0,6$	0,25	$\frac{0,25}{17,5}$
135-136	6	Coudes droits	<95	-	-	-	2	12
	1	Te' de deriv sép de c		$\frac{0,21}{0,48} = 0,44$	-	-	7,0	7,0
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{2820}{19020} = 0,15$	$\frac{15}{25} = 0,6$	0,25	$\frac{0,25}{10,25}$
137-138	6	Coudes droits	<95	-	-	-	2	12
	1	Te' de deriv sép dec		$\frac{0,19}{0,55} = 0,34$	-	-	9,5	9,5
	1	Te' de deriv jonct dec			$\frac{2610}{21630} = 0,12$	$\frac{15}{25} = 0,6$	-4,5	$\frac{-4,5}{17}$
139-140	6	Coudes droits	<95	-	-	-	2	12
	1	Te' de deriv sép dec		$\frac{0,13}{0,6} = 0,22$	-	-	12	12
	1	Te' de deriv jonct dec			$\frac{1710}{23340} = 0,1$	$\frac{15}{25} = 0,6$	-4,5	$\frac{-4,5}{19,5}$
141-142	6	Coudes droits	<95	-	-	-	2	12
	1	Te' de deriv sép dec		$\frac{0,13}{0,37} = 0,35$	-	-	9,5	9,5
	1	Te' de deriv jonct dec			$\frac{1710}{25050} = 0,1$	$\frac{15}{32} = 0,47$	-2	$\frac{-2}{19,5}$
143-144	8	Coudes droits	<95	-	-	-	2	16
	1	Te' à contre courant sép dec		$\frac{0,14}{0,49} = 0,82$	-	-	1,8	1,8
	1	Te' à contre courant jonct dec			$\frac{10041}{35091} = 0,29$	$\frac{20}{32} = 0,6$	5,75	$\frac{5,75}{23,55}$
145-150	1	Te' de pas direct sép dec		$\frac{0,53}{0,68} = 0,78$		$\frac{25}{50} = 0,5$	0,7	0,7
	1	Te' de pas direct jonct dec			$\frac{21125}{98770} = 0,21$	0,5	0,5	$\frac{0,5}{1,2}$

N° du Tronçon	debit: \dot{Q} (kg/h)	Long. L (m)	Résistances Locales (EAU FROIDE)								diamt. ϕ (mm)	Vitesse V (m/s)	R.F. (mmCE)	R.L.F. (mmCE)	Z (mmCE)	ZΣεβ (mmCE)	Resistance Equipmt (mmCE)	Total: (mmCE)
1-17	452	9,0	-	-	16	1	0,15	0,4	-	17,55	20	0,36	9,2x1,25	103,5	6,4	108,95	1500	1712,45
2-18	794	7,0	-	-	4	1	-	-	-	5,00	25	0,40	8x1,23	68,88	7,9	38,31	-	107,20
3-19	1452	13,5	-	-	-	2,4	-	-	-	2,40	32	0,42	6x1,22	98,82	8,7	20,25	-	119,10
4-20	2522	5,2	-	-	-	0,4	-	-	-	0,40	32	0,70	17,1x1,18	104,92	24,3	9,42	-	114,34
5-21	2900	12,8	-	-	-	0,6	-	-	-	0,60	40	0,65	10,7x1,19	162,98	20,9	12,16	-	175,14
6-22	3552	0,8	-	-	-	0,5	-	-	-	0,50	40	0,75	$\frac{15,76}{1,17}$	14,75	27,9	13,53	-	28,28
7-23	4204	10,4	-	-	-	0,35	-	-	-	0,35	50	0,56	$\frac{7,16}{1,19}$	88,61	15,0	5,09	-	93,70
8-24	4594	12,4	-	-	-	0,35	-	-	-	0,35	50	0,62	$\frac{8,41}{1,18}$	123,05	19,3	6,55	-	129,60
9-25	5054	2,5	-	-	-	0,35	-	-	-	0,35	50	0,70	$\frac{10}{1,17}$	29,25	24,3	8,24	-	37,49
10-26	5372	4,8	-	-	-	0,65	-	-	-	0,65	50	0,75	$\frac{11,26}{1,16}$	62,69	27,9	17,59	-	80,28
11-27	6362	6,4	-	-	-	0,25	-	-	-	0,25	50	0,88	$\frac{15,6}{1,15}$	114,81	38	9,21	-	124,02
12-28	6728	4,8	-	-	-	0,4	-	-	-	0,40	50	0,92	$\frac{17,42}{1,15}$	96,16	42	16,29	-	112,45
13-29	7104	2,8	-	4,8	-	-	-	-	-	4,80	65	0,51	$\frac{4,10}{1,28}$	13,54	12,4	57,73	-	71,27
14-30	8286	4,8	-	6	-	-	-	-	-	6	65	0,60	$\frac{5,5}{1,17}$	30,88	17,8	103,59	-	134,47
15-31	12314	26,0	-	-	-	-	-	-	4,25	4,25	80	0,65	$\frac{5}{1,17}$	152,10	20,9	86,16	-	238,26
16-32	12842	115,0	9	-	-	-	-	0,8	-	9,8	80	0,70	$\frac{5,4}{1,17}$	726,57	24,3	230,99	-	957,57

33-34	342	3,0	-	-	12	-	0,15	0,4	4,3	16,85	20	0,28	$\frac{5,5}{x1,28}$	21,12	3,9	63,74	410	494,86
35-38	658	2,4	-	-	4	-	-	-	3	7,00	20	0,52	$18,5 \times 1,2$	54,16	13,7	93,02	-	147,18
36-37	364	4,8	-	-	16	2	0,15	0,4	-	18,55	20	0,30	$\frac{6,2}{x1,29}$	38,39	4,5	80,97	670	789,36
39-40	294	3,4	-	-	12	-	0,15	0,4	3,9	16,45	15	0,43	$\frac{18,25}{*1,25}$	78,62	9,1	145,20	310	533,82
41-44	1070	7,4	-	-	-	-	-	-	3,8	3,80	25	0,55	$\frac{14}{x1,21}$	125,35	15	55,29	-	180,64
42-43	564	10	-	-	16	1,1	0,15	0,4	-	17,65	20	0,46	$\frac{13,7}{x1,23}$	168,51	10,5	179,76	950	1298,27
45-46	506	4	-	-	12	-	0,15	0,4	4,5	17,05	20	0,40	$\frac{11}{x1,24}$	54,56	7,9	130,65	980	1165,21
47-48	378	3,8	-	-	12	-	0,15	0,4	4,1	16,65	20	0,30	$\frac{6,5}{x1,27}$	31,37	4,5	72,67	700	804,04
49-50	652	3,8	-	-	12	-	0,15	0,4	3,5	16,05	20	0,51	$\frac{18,2}{x1,22}$	84,37	12,9	200,83	1130	1415,20
51-52	652	3,8	-	-	12	-	0,15	0,4	2,6	15,15	20	0,51	$\frac{18,2}{x1,22}$	84,37	12,9	189,57	1130	1403,94
53-54	390	3,8	-	-	12	-	0,15	0,4	5,2	17,80	20	0,32	$\frac{7}{x1,28}$	34,05	5,1	88,05	765	887,10
55-56	460	15,0	-	-	16	-	0,15	0,4	5,0	21,55	20	0,37	$\frac{9,48}{x1,25}$	177,75	6,8	142,14	1520	1839,89
57-58	318	4,2	-	-	12	-	0,15	0,4	9,5	22,05	20	0,26	$\frac{4,8}{x1,3}$	26,21	3,4	72,72	350	448,93
59-62	990	7,6	-	-	-	-	-	-	2,35	2,35	25	0,50	$\frac{12}{x1,21}$	110,35	12,4	28,26	-	138,61
60-61	734	9,8	-	-	16	1,7	0,15	0,4	-	18,25	20	0,60	$\frac{22,3}{x1,21}$	264,35	17,8	315,10	1325	1904,53
63-64	256	3,8	-	-	12	-	0,15	0,4	3,2	15,75	15	0,38	$\frac{14,4}{x1,27}$	69,49	7,2	110,00	245	424,49
65-66	366	4	-	-	12	-	0,15	0,4	12	24,55	20	0,30	$\frac{6,2}{x1,29}$	31,99	4,5	107,16	670	809,15
67-68	376	4	-	-	12	-	0,15	0,4	4	16,55	20	0,30	$\frac{6,5}{x1,29}$	33,54	4,5	72,24	700	805,78

69-74	1182	3	-	6,3	-	-	-	-	-	6,3	25	0,60	$\frac{16,8}{x 1,2}$	60,48	17,8	108,77	-	169,25
70-73	806	4,8	-	-	-	1,35	-	-	-	1,35	25	0,40	$\frac{8,15}{x 1,23}$	48,11	7,9	10,34	-	58,45
71-72	403	7	-	-	16	1,2	0,15	0,4	-	17,75	20	0,32	$\frac{7,5}{x 1,26}$	66,15	5,1	87,81	1340	1493,96
75-76	403	4	-	-	12	-	0,15	0,4	4	16,55	20	0,32	$\frac{7,5}{x 1,26}$	37,80	5,1	81,87	1340	1459,67
77-78	376	4	-	-	12	-	0,15	0,4	6,25	18,80	20	0,30	$\frac{6,5}{x 1,27}$	33,02	4,5	82,06	700	815,02
79-102	4028	14,6	-	12	4	-	-	-	-	16	50	0,55	$\frac{6,6}{x 1,20}$	115,63	15	232,80	-	348,43
80-101	3751	6	-	-	-	0,35	-	-	-	0,35	50	0,51	$\frac{5,8}{x 1,2}$	41,76	12,9	4,38	-	46,14
81-100	3474	6	-	-	-	0,35	-	-	-	0,35	50	0,48	$\frac{5}{x 1,20}$	36	11,4	3,87	-	39,87
82-99	3104	10,8	-	-	-	0,50	-	-	-	0,50	40	0,71	$\frac{15,2}{x 1,18}$	193,70	24,3	11,78	-	205,48
83-98	2644	8	-	-	-	0,55	-	-	-	0,55	40	0,61	$\frac{11,2}{x 1,20}$	107,52	17,8	9,49	-	117,01
84-97	2184	6	-	-	-	0,40	-	-	-	0,40	32	0,60	$\frac{13}{x 1,19}$	92,82	17,8	6,90	-	99,72
85-96	1923	6	-	-	-	0,35	-	-	-	0,35	32	0,55	$\frac{10,23}{x 1,19}$	73,04	15	5,09	-	78,13
86-95	1662	6	-	-	-	0,55	-	-	-	0,55	32	0,47	$\frac{7,7}{x 1,22}$	56,36	11	5,86	-	62,22
87-94	1426	6	-	-	-	0,50	-	-	-	0,50	32	0,42	$\frac{5,8}{x 1,23}$	42,80	8,7	4,22	-	47,02
88-93	1186	6	-	-	-	0,65	-	-	-	0,65	25	0,60	$\frac{17}{x 1,20}$	122,40	17,8	11,22	-	133,62
89-92	943	6	-	-	-	0,70	-	-	-	0,70	25	0,48	$\frac{11}{x 1,22}$	80,52	11,4	7,74	-	88,26
90-91	700	14	-	-	16	0,50	0,15	0,4	-	17,05	20	0,56	$\frac{20,3}{x 1,21}$	343,88	15,5	256,34	1150	1750,22
103-104	243	4	-	-	12	/	0,15	0,4	3,25	15,80	15	0,36	$\frac{13}{x 1,27}$	66,04	6,4	98,09	232	396,13

COEFFICIENTS DE RÉSISTANCE (TUYAUTERIE D'EAU FROIDE)

Tronçons	Nbre	Désignations	r/d	$\frac{W(d)}{W}$	$\frac{V(d)}{V}$	$\frac{da^*}{d}$	ξ	$\Sigma \xi$
1-17	8	Coudes droits	<0,5	$\frac{0,36}{0,40} = 0,9$	-	$\frac{20}{25} = 0,8$	2	16
	1	Te' de pas direct sép de c					0,2	0,2
	1	Te' de pas direct jonct de c					0,8	$\frac{0,8}{17}$
2-18	2	Coudes droits	<0,5	$\frac{0,14}{0,142} = 0,95$	-	$\frac{25}{32} = 0,78$	2	4
	1	Te' de pas direct sép de c					0,2	0,2
	1	Te' de pas direct jonct de c					0,8	$\frac{0,8}{5}$
3-19	1	Te' de pas direct sép de c		$\frac{0,142}{0,17} = 0,8$	-	1	0,4	0,4
	1	Te' de pas direct jonct de c					2,0	$\frac{2,0}{2,4}$
4-20	1	Te' de pas direct sép de c		$\frac{0,17}{0,165} = 1,07$	-	$\frac{32}{40} = 0,8$	0,1	0,1
	1	Te' de pas direct jonct de c					0,3	$\frac{0,3}{0,4}$
5-21	1	Te' de pas direct sép de c		$\frac{0,165}{0,175} = 0,86$	-	1	0,1	0,1
	1	Te' de pas direct jonct de c					0,5	$\frac{0,5}{0,6}$
6-22	1	Te' de pas direct sép de c		$\frac{0,175}{0,156} = 1,34$	-	$\frac{40}{50} = 0,8$	0,2	0,2
	1	Te' de pas direct jonct de c					0,3	$\frac{0,3}{0,5}$
7-23	1	Te' de pas direct sép de c		$\frac{0,156}{0,162} = 0,9$	-	1	0,1	0,1
	1	Te' de pas direct jonct de c					0,25	$\frac{0,25}{0,35}$
8-24	1	Te' de pas direct sép		$\frac{0,162}{0,17} = 0,89$	-	1	0,1	0,1
	1	Te' de pas direct jonct de c					0,25	$\frac{0,25}{0,35}$
9-25	1	Te' de pas direct sép de c		$\frac{0,17}{0,175} = 0,93$	-	1	0,1	0,1
	1	Te' de pas direct jonct de c					0,25	$\frac{0,25}{0,35}$

10-26	1	Te' de pas direct s'p de c		$\frac{0,75}{0,88} = 0,85$		1	0,15	0,15
	1	Te' de pas direct jonct de c			$\frac{26860}{31810} = 0,84$	1	0,5	$\frac{0,5}{0,65}$
11-27	1	Te' de pas direct s'p de c		$\frac{0,88}{0,92} = 0,95$		1	0	
	1	Te' de pas direct jonct de c			$\frac{31810}{33640} = 0,94$	1	0,25	0,25
12-28	1	Te' de pas direct s'p de c		$\frac{0,92}{0,51} = 1,8$		$\frac{50}{65} = 0,77$	0,35	
	1	Te' de pas direct jonct de c			$\frac{33640}{35520} = 0,95$	< 1	0,05	0,4
13-29	1	Te' a contre courant s'p de c		$\frac{0,51}{0,60} = 0,85$			1,8	
	1	Te' a contre courant jonct de c			$\frac{35520}{41430} = 0,86$	1	3	4,8
14-30	1	Te' a contre courant s'p de c		$\frac{0,6}{0,93} = 0,64$			3	
	1	Te' a contre courant jonct de c			$\frac{41430}{61570} = 0,67$	1	3	6
15-31	1	Te' de deriv s'p de c		$\frac{0,93}{0,95} = 0,98$			2,0	
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{61570}{64210} = 0,96$	1	2,0	4
16-32	18	Coudes arrondis	-	-	-	-	0,5	9
33-34	6	Coudes droits	< 95	-	-	-	2	12
	1	Te' de deriv s'p de c		$\frac{0,28}{0,40} = 0,7$			3	3
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{1710}{3970} = 0,43$	$\frac{20}{25} = 0,8$	1,3	$\frac{1,3}{16,3}$
35-38	2	Coudes droits.	-	-	-	-	2	4
	1	Te' de deriv s'p de c		$\frac{0,52}{0,42} = 1,24$			1,8	1,8
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{3290}{7260} = 0,45$	$\frac{20}{32} = 0,6$	1,2	$\frac{1,2}{7}$
36-37	8	Coudes droits.	< 95	-	-	-	2	16
	1	Te' de pas direct s'p de c		$\frac{0,30}{0,52} = 0,58$			0,5	0,5
	1	Te' de pas direct jonct de c			$\frac{1820}{3290} = 0,55$	1	1,5	$\frac{1,5}{18}$
39-40	6	Coudes droits	< 95	-	-	-	2	12
	1	Te' de deriv s'p de c		$\frac{0,43}{0,52} = 0,82$			2,5	2,5
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{1470}{3290} = 0,45$	$\frac{15}{20} = 0,75$	1,4	$\frac{1,4}{15,9}$

41-44	1	Te' de deriv sep de c		$\frac{955}{97} = 0,78$			2,5	
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{5350}{12610} = 0,42$	$\frac{25}{32} = 0,78$	1,3	3,8
42-43	8	Coudes droits	<0,5	-	-	-	2	16
	1	Te' de pas direct sep de c		$\frac{946}{0,55} = 0,83$		$\frac{20}{25} = 0,8$	0,3	0,3
	1	Te' de pas direct jonct de c			$\frac{2820}{5350} = 0,53$	<1	0,8	$\frac{0,8}{17,1}$
45-46	6	Coudes droits	<0,5	-	-	-	2	12
	1	Te' de deriv sep de c		$\frac{94}{0,55} = 0,73$			3	3
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{2530}{5350} = 0,47$	$\frac{20}{25} = 0,8$	1,5	$\frac{1,5}{16,5}$
47-48	6	Coudes droits	<0,5	-	-	-	2	12
	1	Te' de deriv sep de c		$\frac{93}{0,65} = 0,46$			6,1	6,1
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{1890}{14500} = 0,13$	$\frac{20}{40} = 0,5$	-2,0	$\frac{-2,0}{16,1}$
49-50	6	Coudes droits	<0,5	-	-	-	2	12
	1	Te' de deriv sep de c		$\frac{951}{0,75} = 0,68$			3	3
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{3260}{17760} = 0,18$	$\frac{20}{40} = 0,5$	0,5	$\frac{0,5}{15,5}$
51-52	6	Coudes droits	<0,5	-	-	-	2	12
	1	Te' de deriv sep de c		$\frac{951}{0,56} = 0,91$			2,1	2,1
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{3260}{21020} = 0,15$	$\frac{20}{50} = 0,4$	0,5	$\frac{0,5}{14,6}$
53-54	6	Coudes droits	<0,5	-	-	-	2	12
	1	Te' de deriv sep de c		$\frac{932}{0,62} = 0,51$			5,25	5,25
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{1850}{22970} \approx 0,1$	$\frac{20}{50} = 0,4$	0	$\frac{17,25}{17,25}$
55-56	8	Coudes droits	<0,5	-	-	-	2	16
	1	Te' de deriv sep de c		$\frac{937}{0,70} = 0,53$			5,0	5,0
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{2300}{25270} = 0,1$	$\frac{20}{50} = 0,4$		21
57-58	6	Coudes droits	<0,5	-	-	-	2	12
	1	Te' de deriv sep de c		$\frac{926}{0,75} = 0,35$			9,5	9,5
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{1590}{26860} \approx 0,1$	$\frac{20}{50} = 0,4$		$\frac{21,5}{21,5}$
59-62	1	Te' de deriv sep de c		$\frac{950}{0,88} = 0,57$			3,6	
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{4950}{31810} = 0,15$	$\frac{25}{50} = 0,5$	-1,25	2,35
60-61	8	Coudes droits	<0,5	-	-	-	2	16
	1	Te' de pas direct sep de c		$\frac{960}{0,50} = 1,2$		$\frac{20}{25} = 0,8$	0,2	0,2
	1	Te' de pas direct jonct de c			$\frac{3670}{4950} = 0,74$	0,8	1,5	$\frac{1,5}{17,7}$

81-100	1	Te' de pas direct sep de c		$\frac{0,48}{0,51} = 0,94$		1	0,1	
	1	Te' de pas direct jonct de c	-		$\frac{17370}{18755} = 0,92$	1	0,25	0,35
82-99	1	Te' de pas direct sep de c		$\frac{0,71}{0,48} = 1,48$		$\frac{40}{50} = 0,8$	0,35	
	1	Te' de pas direct jonct de c	-		$\frac{15520}{17370} = 0,89$	< 1	0,15	0,5
83-98	1	Te' de pas direct sep de c		$\frac{0,61}{0,71} = 0,86$		1	0,15	
	1	Te' de pas direct jonction de c	-		$\frac{13220}{15520} = 0,85$	1	0,4	0,55
84-97	1	Te' de pas direct sep de c		$\frac{0,60}{0,61} = 0,98$		$\frac{32}{40} = 0,8$	0,1	
	1	Te' de pas direct jonct de c	-		$\frac{10920}{13220} = 0,82$	$\frac{32}{40} = 0,8$	0,3	0,4
85-96	1	Te' de pas direct sep de c		$\frac{0,55}{0,6} = 0,91$		1	0,1	
	1	Te' de pas direct jonct de c	-		$\frac{9615}{10920} = 0,88$	1	0,25	0,35
86-95	1	Te' de pas direct sep de c		$\frac{0,47}{0,55} = 0,85$		1	0,15	
	1	Te' de pas direct jonct de c	-		$\frac{8310}{9615} = 0,86$	1	0,4	0,55
87-94	1	Te' de pas direct sep de c		$\frac{0,42}{0,47} = 0,89$		1	0,1	
	1	Te' de pas direct jonct de c	-		$\frac{7130}{8310} = 0,86$	1	0,4	0,5
88-93	1	Te' de pas direct sep de c		$\frac{0,6}{0,42} = 1,43$		$\frac{25}{32} = 0,78$	0,35	
	1	Te' de pas direct jonct de c	-		$\frac{5930}{7130} = 0,83$	$\frac{25}{32} = 0,78$	0,3	0,65
89-92	1	Te' de pas direct sep de c		$\frac{0,48}{0,6} = 0,8$		1	0,2	
	1	Te' de pas direct jonct de c	-		$\frac{4715}{5930} = 0,8$	1	0,5	0,7
90-91	8	coudes droits	< 0,5	-	-	-	2	16
	1	Te' de pas direct de sep de c		$\frac{0,56}{0,48} = 1,16$		$\frac{20}{25} = 0,8$	0,1	0,1
	1	Te' de pas direct jonct de c			$\frac{3500}{4715} = 0,74$	0,8	0,4	$\frac{0,4}{16,5}$
103-104	6	Coudes droits	< 0,5	-	-	-	2	12
	1	Te' de deriv sep de c		$\frac{0,36}{0,48} = 0,75$			2,75	2,75
	1	Te' de deriv jonction de c			$\frac{1215}{4715} = 0,26$	$\frac{15}{25} = 0,6$	0,5	$\frac{0,5}{15,25}$

105-106	6	Coudes droits	<95	-	-	-	2	12
	1	Te' de deriv sep de c		$\frac{0,36}{0,6} = 0,6$	-	-	3,5	3,5
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{1215}{5930} = 0,2$	$\frac{15}{25} = 0,6$	0,25	$\frac{0,25}{15,75}$
107-108	6	Coudes droites	<95	-	-	-	2	12
	1	Te' de deriv sep de c		$\frac{0,35}{0,42} = 0,83$	-	-	2,5	2,5
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{1200}{7130} = 0,17$	$\frac{15}{32} = 0,47$	0,5	$\frac{0,5}{15}$
109-110	6	Coudes droits	<95	-	-	-	2	12
	1	Te' de deriv sep de c		$\frac{0,36}{0,47} = 0,76$	-	-	2,75	2,75
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{1180}{8310} = 0,14$	$\frac{15}{32} = 0,47$	0,5	$\frac{0,5}{15,25}$
111-112	6	Coudes droits	<95	-	-	-	2	12
	1	Te' de deriv sep de c		$\frac{0,38}{0,55} = 0,7$	-	-	3	3
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{1305}{9615} = 0,13$	$\frac{15}{32} = 0,47$	-2	$\frac{-2}{13}$
113-114	6	Coudes droits	<95	-	-	-	2	12
	1	Te' de deriv sep de c		$\frac{0,38}{0,6} = 0,63$	-	-	3,25	3,25
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{1305}{10920} = 0,12$	$\frac{15}{32} = 0,47$	-2	$\frac{-2}{13,25}$
115-116	6	Coudes droits	<95	-	-	-	2	12
	1	Te' de deriv sep de c		$\frac{0,37}{0,61} = 0,6$	-	-	3,5	3,5
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{2300}{13220} = 0,18$	$\frac{20}{40} = 0,5$	0,5	$\frac{0,5}{16}$
117-118	6	Coudes droits	<95	-	-	-	2	12
	1	Te' de deriv sep de c		$\frac{0,37}{0,71} = 0,52$	-	-	5,25	5,25
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{2300}{15520} = 0,15$	$\frac{20}{40} = 0,5$	-1,25	$\frac{-1,25}{16}$
119-120	6	Coudes droits	<95	-	-	-	2	12
	1	Te' de deriv sep de c		$\frac{0,3}{0,48} = 0,62$	-	-	3,5	3,5
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{1850}{17370} = 0,1$	$\frac{20}{40} = 0,4$	0	15,5
121-122	6	Coudes droits	<95	-	-	-	2	12
	1	Te' de deriv sep de c		$\frac{0,4}{0,51} = 0,78$	-	-	2,5	2,5
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{1385}{18755} = 0,07$	$\frac{15}{50} = 0,3$	0,5	$\frac{0,5}{15}$
123-124	6	Coudes droits	<95	-	-	-	2	12
	1	Te' de deriv sep de c		$\frac{0,4}{0,55} = 0,73$	-	-	2,75	2,75
	1	Te' de deriv jonct de c			$\frac{1385}{20140} = 0,06$	$\frac{15}{50} = 0,3$	0,5	$\frac{0,5}{15,25}$

Résistances Equipements (batterie et électro-vanne)

N° du local	N° de la batterie	débit d'eau chaude l/h	résistance batterie eau chaude mm CE	résistance AP électro-Vanne mm CE	Somme des résistances mm CE	débit d'eau froide l/h	résistance batterie eau froide mm CE	résistance AP électro-Vanne mm CE	Somme des résistances mm CE
1	20	144	30	190	220	452	650	850	1500
2	26	173	40	280	320	564	650	300	950
3	16	94	30	320	350	342	240	170	410
4	20	147	30	220	250	506	720	260	980
6	16	98	30	100	130	364	360	310	670
8	13	85	30	280	310	294	190	120	310
9	26	168	38	280	318	700	800	350	1150
10	10	84	30	280	310	243	112	120	232
11	10	84	30	280	310	240	112	120	232
12	16	85	30	280	310	378	390	310	700
13	26	155	32	230	262	652	750	380	1130
15	10	84	30	280	310	236	108	120	228
16	10	92	30	310	340	261	130	120	250
17	26	155	32	230	262	652	750	380	1130
18	20	145	30	220	250	460	660	330	990
19	16	87	30	300	330	390	405	360	765
21	20	116	30	140	170	460	660	860	1520
22	16	134	30	160	190	370	375	310	685
24	16 13	87 57	30 30	300 130	330 160	367 317	360 230	310 120	670 350
25	10	114	30	140	170	256	125	120	245
26	32	210	85	440	525	734	955	370	1325
27	13	88	30	280	310	277	170	120	290
28	16	83	30	260	290	376	390	310	700
29	64	516	22	600	622	-	-	-	-
33	16	83	30	260	290	376	390	310	700
34	20	89	30	280	310	403	580	760	1340
36	13	52	30	130	160	264	210	520	730
39	63	627	65	750	815	-	-	-	-
40	123	1685	180	1200	1380	-	-	-	-
41	94	976	135	900	1035	-	-	-	-

c - Calcul des réseaux de gaines

a - / Généralités

Les réseaux de gaines de ventilation ont pour but, comme les réseaux de tuyauterie des installations de chauffage central, d'assurer le transport du fluide et de le répartir d'une certaine manière dans les différents ramifications conduisant aux locaux.

Du point de vue écoulement, la différence principale entre les réseaux de tuyauterie et de gaine réside dans l'importance plus grande des résistances localisées pour le transport de l'air, leur valeur par rapport à la chute de pression totale est plus grande dans les réseaux de gaines.

Le schéma de la canalisation doit être judicieusement effectué car de sa conception dépend la bonne marche de l'installation. Un mauvais choix du tracé entraînerait à de fortes pertes de charge et augmenterait les frais d'exploitation.

Les gaines les plus utilisées et que nous choisissons sont des conduites rectangulaires (plus esthétiques que les conduites circulaires) en tôle agrafée de coefficient de rugosité $\xi = 0,15$ mm.

Le choix du tracé de la canalisation doit tenir compte de trois facteurs essentiels :

- 1- faible besoin de place (sections)
- 2- faibles frais d'exploitation
- 3- aucune ou faible production de bruits.

Il faut aussi prévoir une bonne disposition des sorties de canalisations de façon à assurer une répartition uniforme de l'air dans l'espace à ventiler.

Influence de la vitesse :

Le choix des vitesses dans les canalisations est important : en effet de grandes vitesses entraînent de fortes pertes de charges dans le réseau et augmentent le niveau sonore.

En général, pour les locaux, la vitesse de l'air adoptée dans la gaine principale ne doit pas dépasser une limite supérieure qui se situe entre 6 et 8 m/s. Dans le réseau les vitesses diminuent par palier, pour atteindre leur plus faible valeur 1,5 à 4 m/s aux bouches de diffusion.

b - / Calcul des canalisations :

Le calcul des dimensions des canalisations et des pertes de pression peut être traité par l'une des deux méthodes.

1- / méthode dynamique :

Dans cette méthode, on choisit la vitesse dans chaque tronçon, cette dernière doit varier du maximum dans la canalisation principale, au minimum à proximité des bouches de soufflage dans les locaux.

2- / méthode d'équifriction :---

Cette méthode consiste à dimensionner la canalisation de façon à avoir les mêmes pertes de charges linéaires. La méthode la plus utilisée et que nous choisissons est la méthode dynamique.

c- / méthode de calcul :

1- / Rappels théoriques :

1-1 / pertes de charge linéaires.

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

$$RL = \frac{\lambda l}{d} \frac{w^2}{2}$$

- λ : coefficient de frottement
- ρ : masse volumique de l'air
- w : vitesse de l'air
- l : longueur du tronçon
- d : diamètre équivalent

1-2 / pertes de charge singulières :

ces pertes sont dûes à des variations de sections, coudes, dérivations ect....

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

$\sum \zeta$: somme des coefficient de résistance (donnés par la table de RIETCHEL N° 11)

$RL + Z$: représente la perte de charge totale dans le tronçon
1-3/ section équivalente :

Pour la compréhension du calcul du réseau de gaine, il est nécessaire d'introduire la notion du diamètre équivalent dg .
- dg représente le diamètre d'un cercle qui pour la même vitesse donnerait la même perte de charge que la section rectangulaire hb

$$dg = \frac{2 hb}{(h + b)}$$

h : hauteur de la gaine rectangulaire

b : sa largeur

2-/ conduite des calculs :

On utilise habituellement pour le calcul un imprimé semblable à celui utilisé pour les installations à eau chaude. Le calcul du réseau de gaine s'effectue de la manière suivante :

- 1) recherche du réseau principal
- 2) diviser le réseau en plusieurs tronçons
- 3) numéroter les tronçons
- 4) inscrire sur chaque tronçon le débit volume
- 5) estimer les vitesses W' suivant la description déjà citée
- 6) déterminer les sections approximatives suivant la formule

$$s' = \frac{Q}{3600 W'} \quad [m^2]$$

- 7) choisir, la section définitive (S) la plus proche de celle calculée et le diamètre équivalent en se servant de la table No 12.

- 8) choisir les côtés h et b de la gaine rectangulaire (voir table N°12) en essayant d'avoir le rapport h/b voisin de 1 car la section carrée représente la section la plus économique.
- 9) calculer la vitesse effective W (ou définitive)

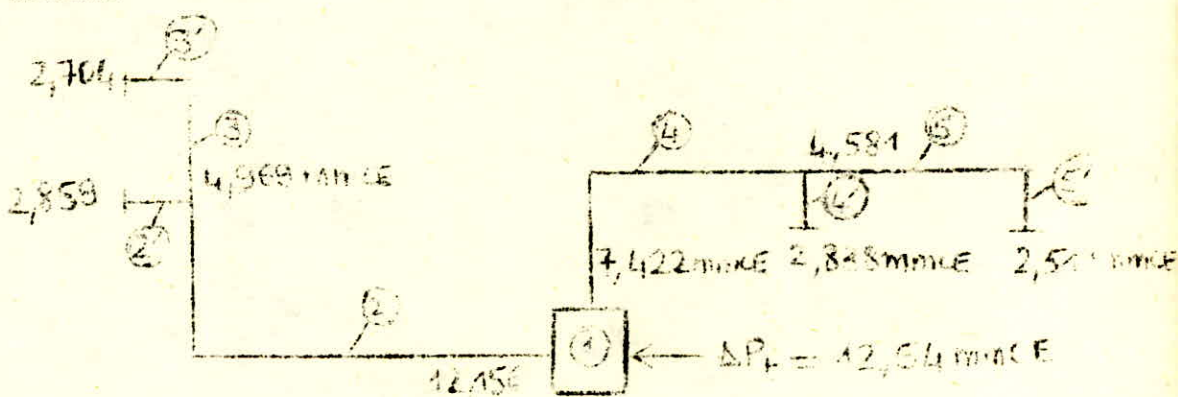
$$W = \frac{Q}{3600s} \quad (\text{m/s})$$

- 10) déterminer la perte de pression au mètre (R) ; à partir de W et de d_g en se servant de l'abaque N°10 ($\xi = 0,15\text{mm}$)
- 11) déterminer les coefficients $\sum \xi$ à l'aide de la table N°11
- 12) calculer $RL + Z$ pour chaque tronçon
- 13) calculer la perte de charge totale de la gaine (ΔP_t). Elle correspond à celle du circuit le plus défavorisé.

Le calcul n'impliquerait pas le débit préconisé dans une section considérée. On équilibre donc le réseau par des registres qui provoqueraient des pertes de charge pour assurer les débits calculés, d'autre part on s'efforce toujours de garder une dimension constante entre deux tronçons pour des considérations de fabrication.

3-/ Exemple de calcul de la perte de charge (ΔP_t)

- cas de la gaine d'extraction des couloirs 5-14
- schéma :



la perte de charge totale dans le réseau sera égale à la somme de la perte de charge dans la ramification la plus défavorisée et la perte de charge dans le tronçon 1

$$D_{Pt} = 12,156 + 0,384 = 12,54 \text{ mm CE}$$

Remarque :

La perte de charge due à la grille aux bouches de soufflage ou de reprise est de 1,5 mm CE.

Pour calculer la perte de charge totale des gaines d'extraction on ajoutera 2 mm CE qui représente la perte de charge à la sortie à l'air libre.

4-/ Récapitulatif des pertes de charges dans les différents réseaux de gaine.

- gaine d'extraction des couloirs 5-14 : $D_{Pt} = 12,54 \text{ mm CE}$
- gaine d'extraction couloir 21-23 : $D_{Pt} = 17,5 \text{ mm CE}$
- gaine d'extraction local 39 : $D_{Pt} = 13,65 \text{ mm CE}$
- gaine d'extraction locaux 30-31 : $D_{Pt} = 11,75 \text{ mm CE}$
- gaine de soufflage local 40 : $D_{Pt} = 6,11 \text{ mm CE}$
- gaine d'extraction local 29 et wc 32 : $D_{Pt} = 10,13 \text{ mm CE}$
- gaine de soufflage local 41 : $D_{Pt} = 5,11 \text{ mm CE}$
- gaine d'extraction local 40 : $D_{Pt} = 6,47 \text{ mm CE}$
- gaine d'extraction local 41 : $D_{Pt} = 11,32 \text{ mm CE}$

5/ choix des tourelles : (ou ventilateurs.)

Les tourelles sont déterminées par la pression et le débit qui doivent assurer.

$$DP = DP'_t - \frac{1}{2g} \rho W^2$$

(mm CE)

DP : pression statique fournie par la tourelle

DP'_t : pertes de charge totales de la gaine considérée

W : vitesse de sortie du ventilateur

$DP'_t = DP_t +$ perte de charge à la sortie à l'air libre

e-) Détermination des tourelles :

Pour le choix des tourelles : On retiendra la tourelle qui assurera le débit d'air et la pression statique, normalisés les plus proches de ceux donnés par le calcul.

La détermination de ces tourelles se fait à l'aide des abaques C. I. A. T. en tenant compte du débit, de la pression statique nécessaire pour vaincre les pertes de charge des gaines, et du niveau sonore

1-/Gaine d'extraction des couloirs 5 - 14 :

' PERTE de charge totale

$$DP'_t = 12,54 \text{ mm CE} + 2 \text{ mm CE} = 14,54 \text{ mm CE}$$

- pression dynamique :

$$DP_d = \frac{1}{2g} \rho w^2 = 0,102 \times \frac{(7,0)^2}{2} \times 1,2 = 3,07 \text{ mm CE}$$

- pression statique :

$$DP = 14,54 - 3,07 = 11,47 \text{ mm CE}$$

- débit total : $1090 \text{ m}^3/\text{h}$

tourelle choisie :

tourelle	modèle	TCR N° 32
vitesse de rotation	N	= 750 T /mm
puissance	P	= 0,25 ch
pression statique		13 mm CE

2 -/Gaine d'extraction des couloirs 21 - 23.

- perte de charge totale :

$$DP'_t = 17,5 + 2 = 19,5 \text{ mm CE}$$

- pression dynamique : $DP_d = 3,01 \text{ mm CE}$

- pression statique : $DP = 19,5 - 3,01 = 16,49 \text{ mm CE}$

- débit total : $710 \text{ m}^3/\text{h}$.

Tourelle retenue :

Tourelle modèle T. C. R. No 37
vitesse de rotation 1000 t/mm
puissance 0,25 ch
pression statique 18mm CE

3-/ Gaine d'extraction du local 39 :

- perte de charge totale :

$$DP'_t = 13,65 + 2 = 15,65 \text{ mm CE}$$

- pression dynamique : $DP_d = 3,07 \text{ mm CE}$

pression statique : $DP = 15,65 - 3,07 = 12,58 \text{ mm CE}$

- débit total : $780 \text{ m}^3/\text{h.}$

Tourelle retenue :

Tourelle modèle T. C. R. N°42
vitesse de rotation $N = 750 \text{ t/mm}$
puissance 0,25ch
pression statique 13mmCE

4-/ Gaine d'extraction des locaux 30 - 31 :

- perte de charge totale

$$DP'_t = 11,75 + 2 = 13,75 \text{ mm CE}$$

- pression dynamique : $DP_d = 3,23 \text{ mm CE}$

- pression statique : $DP = 13,75 - 3,23 = 10,52 \text{ mm CE}$

- débit total : $440 \text{ m}^3/\text{h.}$

Tourelle retenue :

Tourelle modèle T.C.R N° 24
vitesse de rotation 1500 t/mm
puissance 0,25ch
pression statique 12 mm CE

5-/ Gaine d'extraction du local 29 et du WC 32 :

- perte de charge totale :

$$DP'_t = 10,13 + 2 = 12,13 \text{ mm CE}$$

- pression dynamique : $DP_d = 2,95 \text{ mm CE}$

- pression statique : $DP = 12,13 - 2,95 = 9,18 \text{ mm CE}$

- débit total : $630 \text{ m}^3/\text{h}$.

Tourelle retenue :

Tourelle modèle T V H N° 400

vitesse de rotation 1000 t/ mn

puissance 0,10 ch

pression statique 10,5 mm CE

6-/ Gaine d'extraction du local 40 :

- perte de charge totale :

$$DP'_t = 6,47 + 2 = 8,47 \text{ mm CE}$$

pression dynamique : $DP_d = 2,95 \text{ mm CE}$

- pression statique : $DP = 5,52 \text{ mm CE}$

- débit total : $1300 \text{ m}^3/\text{h}$

Tourelle retenue :

Tourelle modèle T. V. H. N° 450

vitesse de rotation 750 t/mn

puissance 0,05 ch

pression statique 6,8 mm CE

7-/ Gaine d'extraction du local 41 :

- perte de charge totale

$$DP'_t = 11,32 + 2 = 13,32 \text{ mm CE}$$

- pression dynamique : $DP_d = 2,5 \text{ mm CE}$

- pression statique : $DP = 10,82 \text{ mm CE}$

- débit total : $1200 \text{ m}^3/\text{h}$.

Tourelle retenue

Tourelle modèle T. C. R. N° 42

vitesse de rotation 750 t/mm

puissance 0,25 ch

pression statique 13 mm CE

COEFFICIENTS DE RÉSISTANCE (Gaine de soufflage 40)

N° du Tronçon	Nbre	Désignations	Données géométriques et rapport des vitesses.	$\sum \zeta$
1				
2	1	Té de passage direct sép de courant	$\frac{W_d}{W} = \frac{6,25}{7,44} = 0,84$ $\frac{S_d}{S} = 1$	0,03
3	1	Té de passage direct sép de courant	$\frac{W_d}{W} = \frac{5,96}{6,25} = 0,95$ $\frac{S_d}{S} = 0,93$	0,01
4	1	Té de passage direct sép de c	$\frac{W_d}{W} = \frac{4,56}{5,96} = 0,76$ $\frac{S_d}{S} = 1$	0,075
5	2	coudes droits arrondis	$\frac{r}{h} = 1,0$ $\frac{b}{h} = \frac{280}{220} = 1,27$	0,58
	1	Té de passage direct sép de courant	$\frac{W_d}{W} = \frac{4,47}{4,56} = 0,98$ $\frac{S_d}{S} = 0,68$	0,12
				<u>0,70</u>
6	1	Coude droit arrondi	$\frac{r}{h} = 1,0$ $\frac{b}{h} = 1,02$	0,45
	1	Té de passage direct sép de c	$\frac{W_d}{W} = \frac{2,76}{4,47} = 0,62$ $\frac{S_d}{S} = 1$	0,2
				<u>0,65</u>
7	1	Té de passage direct sép de courant	$\frac{W_d}{W} = \frac{2,69}{2,76} = 0,97$ $\frac{S_d}{S} = 0,76$	0,088
8	1	Té de passage direct sép de courant	$\frac{W_d}{W} = \frac{2,37}{2,69} = 0,88$ $\frac{S_d}{S} = 0,8$	0,01
9	1	Té de passage direct sép de c	$\frac{W_d}{W} = \frac{2}{2,37} = 0,84$ $\frac{S_d}{S} = 0,72$	0,2
1'	1	Té de dérivation sép de courant	$\frac{W_a}{W} = \frac{4,08}{7,44} = 0,55$ $S_d = S$	4
	1	grille		
2'	1	Té de dérivation sép de c	$\frac{W_a}{W} = \frac{4,08}{6,25} = 0,65$ $S_d + S_a \approx S$	2,25
	1	grille		

3'	1	Té de dérivation sép de Courant	$\frac{W_a}{W} = \frac{4,08}{5,96} = 0,68$	
	1	grille	$S_d = S$	3
4'	1	Té de dérivation sép de Courant	$\frac{W_a}{W} = \frac{4,08}{4,56} = 0,89$	
	1	grille	$S_d + S_a \approx S$	1,3
5'	1	Té de dérivation sép de Courant	$\frac{W_a}{W} = \frac{4,03}{4,47} = 0,9$	
	1	grille	$S_d = S$	2,2
6'	1	Té de dérivation sép de Courant	$\frac{W_a}{W} = \frac{2,03}{2,76} = 0,73$	
	1	grille	$S_d = S$	2,8
7'	1	Té de dérivation sép de Courant	$\frac{W_a}{W} = \frac{2,03}{2,69} = 0,75$	
	1	grille	$S_d + S_a = S$	1,9
8'	1	Té de dérivation sép de Courant	$\frac{W_a}{W} = \frac{2,03}{2,37} = 0,85$	
	1	grille	$S_d + S_a \approx S$	1,15
9'	1	coude droit		
	1	grille	Sans aubes	1,0

COEFFICIENTS DE RÉSISTANCE (Gaine de Soufflage 41).

N° du Tronçon	Nbre	Désignations	données géométriques et rapport des vitesses	$\sum \zeta$
1	-	-	-	-
2	1	Té de passage direct sép de courant	$\frac{w_d}{W} = \frac{5,52}{7} = 0,78$ $\frac{s_d}{S} = 0,84$	0,05
3	1	Té de passage direct sép de c	$\frac{w_d}{W} = \frac{3,99}{5,52} = 0,72$ $\frac{s_d}{S} = 0,69$	0,35
1'	1	Té de dérivation sép de courant	$\frac{w_a}{W} = \frac{3,99}{7} = 0,57$ $s_d + s_a \approx S$	3,4
	1	grille		
2'	1	Té de dérivation sép de courant	$\frac{w_a}{W} = \frac{3,99}{5,52} = 0,72$ $s_d + s_a \approx S$	2,2
	1	grille		
3'	1	Coude droit	Sans aubes	1,0
	1	grille		

COEFFICIENTS DE RÉSISTANCE (Gaine d'extraction 39).

N° du Tronçon	Nbr	Désignations	Données géométriques et rapport des Vitesses	ΣZ
1	1			
2	1	Birfucation d'extrémité à angle arrondi jonct de courant	$r \geq 1,5 h_a$ $\frac{W_a}{W} = \frac{6,45}{7,08} = 0,91$ $\frac{b_a}{h_a} = \frac{140}{120} = 1,17$	0,3
	1	coude droit arrondi	$r/h = 1,0$ $b/h = 1,17$	$\frac{0,3}{0,6}$
3	1	Té de passage direct jonct de C	$\frac{W_d}{W} = \frac{5,86}{6,45} = 0,91$ $S \approx S_d$	0,2
4	1	Té de passage direct jonct de C	$\frac{W_d}{W} = \frac{5,47}{5,86} = 0,93$ $S \approx S_d + S_a$ $\frac{S_a}{S} = 0,29$	0,8
5	1	Té de passage direct jonct de C	$\frac{W_d}{W} = \frac{4,92}{5,47} = 0,90$ $S \approx S_d + S_a$ $\frac{S_a}{S} = 0,34$	0,9
6	1	Té de passage direct jonct de C	$\frac{W_d}{W} = \frac{4,51}{4,92} = 0,92$ $S \approx S_a + S_d$ $\frac{S_a}{S} \approx 0,41$	1,1
7	1	Té de passage direct jonct de C	$\frac{W_d}{W} = \frac{4,01}{4,51} = 0,89$ $S \approx S_a + S_d$ $\frac{S_a}{S} = 0,56$	1,3
8	1	Birfucation d'extrémité à angle arrondi jonction de courant.	$r \geq 1,5 h_a$ $\frac{W_a}{W} = \frac{6,45}{7,08} = 0,91$ $\frac{b_a}{h_a} = \frac{140}{120} = 1,17$	0,3
	1	coude arrondi	$r/h = 1,0$ $b/h = 1,17$	$\frac{0,3}{0,6}$
9	1	Té de passage direct jonct de C	$\frac{W_d}{W} = \frac{5,86}{6,45} = 0,91$ $S \approx S_d$	0,2
10	1	Té de pas direct jonct de C	$\frac{W_d}{W} = \frac{5,47}{5,86} = 0,93$ $S \approx S_a + S_d$ $\frac{S_a}{S} = 0,29$	0,8

11	1	Té de passage direct jonct de c	$\frac{Wd}{W} = \frac{4,92}{5,47} = 0,90$ $S \approx Sd + Sa \quad \frac{Sa}{S} \approx 0,34$	0,9
12	1	Té de passage direct jonct de c	$\frac{Wd}{W} = \frac{4,51}{4,92} = 0,92$ $S \approx Sa + Sd \quad \frac{Sa}{S} \approx 0,41$	1,1
13	1	Té de passage direct jonct de c	$\frac{Wd}{W} = \frac{4,01}{4,51} = 0,89$ $S \approx Sa + Sd \quad \frac{Sa}{S} \approx 0,56$	1,3
2'	1	Té de dérivation jonct de courant	$\frac{Wa}{W} = \frac{4,01}{6,45} = 0,62$ $S \approx Sd \quad \frac{Sa}{S} = 0,27$	0
3'	1	Té de dérivation jonct de c	$\frac{Wa}{W} = \frac{4,01}{5,86} = 0,68$ $S \approx Sd \quad \frac{Sa}{S} \approx 0,29$	0,35
4'	1	Té de dérivation jonct de c	$\frac{Wa}{W} = \frac{4,01}{5,47} = 0,73$ $S \approx Sa + Sd \quad \frac{Sa}{S} \approx 0,34$	0,4
5'	1	Té de dérivation jonct de c	$\frac{Wa}{W} = \frac{4,01}{4,92} = 0,81$ $S \approx Sa + Sd \quad \frac{Sa}{S} = 0,41$	0,5
6'	1	Té de dérivation jonct de c	$\frac{Wa}{W} = \frac{4,01}{4,51} = 0,89$ $S \approx Sa + Sd \quad \frac{Sa}{S} \approx 0,56$	1,1
7'	1	Coude droit	Sans aubes	1,0
	1	grille		
8'	1	Té de dérivation jonct de c	$\frac{Wa}{W} = \frac{4,01}{6,45} = 0,62$ $S \approx Sd \quad \frac{Sa}{S} \approx 0,27$	0
	1	grille		
9' idem 3'	-	-	-	0,35
10' \approx 4'	-	-	-	0,4
11' \approx 5'	-	-	-	0,5
12' \approx 6'	-	-	-	1,1
13' \approx 7'	-	-	-	1,0

COEFFICIENTS DE RESISTANCE (Gaine d'extraction 29-32).

N° du Tronçon	Nbre	Désignations	données géométriques et rapport des vitesses.	$\Sigma \zeta$
1	-	-	-	-
2	1	Bifurcation d'extrémité à angle arrondi	$r > 1,5 h_a$ $\frac{W_a}{W} = \frac{6,12}{6,94} = 0,88$ $\frac{b_a}{h_a} = \frac{140}{120} = 1,16$	0,3
3	1	Te' de passage direct jonct de Courant	$\frac{W_d}{W} = \frac{4,94}{6,72} = 0,81$ $S_d \approx S$	0,4
4	1 1	Coude droit arrondi Te' de passage direct jonct de Courant	$r/h = 1,0$ $b/h = 1,14$ $\frac{W_d}{W} = \frac{4,96}{5,44} = 0,91$ $S_d + S_a \approx S$ $\frac{S_a}{S} = 0,79$	0,3 1,3 <hr/> 1,6
5	1	Te' de passage direct jonct de C	$\frac{W_d}{W} = \frac{3,85}{4,96} = 0,78$ $S \approx S_a + S_d$ $\frac{S_a}{S} = 0,64$	1,6
6	1	Bifurcation d'extrémité à angle arrondi	$r > 1,5 h_a$ $\frac{W_a}{W} = \frac{4,1}{6,94} = 0,59$ $\frac{b_a}{h_a} = \frac{160}{110} = 1,45$	0,95
2'	1 1	Te' de dérivation jonct de Courant grille	$\frac{W_a}{W} = \frac{3,94}{6,12} = 0,64$ $S_a + S_d \approx S$ $\frac{S_a}{S} = 0,56$	0,1
3'	1 1	Te' de dérivation jonct de Courant grille	$\frac{W_a}{W} = \frac{3,94}{5,44} = 0,72$ $S_d + S_a \approx S$ $\frac{S_a}{S} = 0,79$	0,1
4'	1 1	Te' de dérivation jonction de C grille	$\frac{W_a}{W} = \frac{3,85}{4,96} = 0,78$ $S_d + S_a \approx S$ $\frac{S_a}{S} = 0,64$	0,6
5'	1 1	Coude droit grille	sans aubes	1,0
6'	1 1	Coude droit arrondi grille	$\frac{r}{h} = 1,0$ $\frac{b}{h} = 1,45$	0,27

COEFFICIENTS DE RÉSISTANCE (Gaine d'extraction 40)

N° du Tronçon	Nbre	Designations	données géométriques et rapport des vitesses	$\Sigma \zeta$
1	-	-	-	-
2	1	Bifurcation d'extrémité à angle arrondi sép de courant	$\frac{w_a}{w} = \frac{5,55}{6,94} = 0,8$ $\frac{b_a}{h_a} = \frac{250}{130} = 1,92$	0,5
3	1	Té de passage direct jonct de c	$\frac{w_d}{w} = \frac{4,18}{5,55} = 0,75$ $s = s_a + s_d \quad \frac{s_a}{s} = 0,67$	1,45
4	1	Bifurcation d'extrémité à angle arrondi jonct de courant	$\frac{w_a}{w} = \frac{5,55}{6,94} = 0,8$ $\frac{b_a}{h_a} = \frac{250}{130} = 1,92$	0,5
5	1	Té de pas direct jonct de courant	$\frac{w_d}{w} = \frac{4,18}{5,55} = 0,75$ $s \approx s_a + s_d \quad \frac{s_a}{s} \approx 0,67$	1,45
2'	1	Té de dérivation jonct de courant	$\frac{w_a}{w} = \frac{4,18}{5,55} = 0,75$ $s_d + s_a \approx s \quad \frac{s_a}{s} = 0,67$	0,35
3'	1 1	Coude droit grille	sans aubes	1,0
4'	1 1 1	Té de dérivation jonct de c grille	$\frac{w_a}{w} = \frac{4,18}{5,55} = 0,75$ $s_d + s_a \approx s \quad \frac{s_a}{s} = 0,67$	0,35
5'	1 1	Coude droit grille	Sans aubes	1,0

GAINE D'EXTRACTION N° 30-31

N° du Tronçon	débit \dot{V} (m ³ /h)	Long L (m)	Vitesse w' (m/s)	hauteur h (mm)	Largueur b (mm)	ϕ_{eq} dg (mm)	Vitesse W (m/s)	R (mmCE/m)	R.L (mmCE)	ΣZ /	Z (mmCE)	Total: RL+Z (mmCE)
1	440	3,00	7,0	120	140	130	7,27	0,58	1,74	0,35	1,13	2,87
2	390	0,50	6,4	120	140	130	6,45	0,47	0,23	0,20	0,52	0,75
3	290	0,50	4,8	120	140	130	4,79	0,27	0,13	0,63	0,87	1,00
4	240	0,50	4,0	120	140	130	3,97	0,19	0,09	0,40	0,40	0,50
5	120	6,25	3,9	85	100	90	3,92	0,29	1,81	0,80	0,77	2,58
6	80	0,75	3,5	80	80	80	3,47	0,28	0,21	1,10	0,88	1,10
7	40	1,00	3,0	60	60	60	3,08	0,22	0,22	1,30	0,78	1,00
8	120	6,00	3,9	85	100	90	3,92	0,29	1,74	0,50	0,48	2,22
9	80	0,75	3,5	80	80	80	3,47	0,28	0,21	1,10	0,88	1,09
10	40	1,00	3,0	60	60	60	3,08	0,22	0,22	1,30	0,78	1,00
1'	50	0,20	3,0	65	70	65	3,05	0,21	0,04	-0,50	-0,30	-0,26
2'	100	0,20	4,0	70	100	80	3,97	0,35	0,07	0,45	0,44	0,51
3'	50	0,20	3,0	65	70	65	3,05	0,21	0,04	0,18	0,11	0,15
4'	40	0,20	3,0	60	60	60	3,08	0,22	0,04	0,50	0,30	0,34
5'	40	0,20	3,0	60	60	60	3,08	0,22	0,04	1,10	0,66	0,70
6'	40	0,20	3,0	60	60	60	3,08	0,22	0,04	1,00	0,60	0,64
7'	40	0,20	3,0	60	60	60	3,08	0,22	0,04	0,50	0,30	0,34
8'	40	0,20	3,0	60	60	60	3,08	0,22	0,04	1,10	0,66	0,70
9'	40	0,20	3,0	60	60	60	3,08	0,22	0,04	1,00	0,60	0,64

GAINE D'EXTRACTION N° 41

1	1200	3,7	7	200	260	220	6,40	0,24	0,89	1,00	2,60	3,50
2	900	4,7	6	160	260	200	6,00	0,24	1,13	0,46	1,01	2,14
3	600	2,0	5	140	240	180	4,96	0,19	0,39	0,40	0,60	0,99
4	300	2,0	4	140	140	140	4,25	0,20	0,40	1,45	1,60	2,00
1'	300	0,5	4	140	140	140	4,25	0,20	0,10	0,82	0,90	1,00
2'	300	0,5	4	140	140	140	4,25	0,20	0,10	0,10	0,11	0,21
3'	300	0,5	4	140	140	140	4,25	0,20	0,10	0,85	0,93	1,03
4'	300	0,5	4	140	140	140	4,25	0,20	0,10	1,00	1,10	1,20

COEFFICIENTS DE RÉSISTANCE (Gaine d'extraction 30-31)

N° du Tronçon	Nbre	Désignations.	Données géométriques et rapport des vitesses	$\Sigma \tau$
1	1	Coude droit	avec aubes directionnelles en tôles	0,35
2	1	Té de passage direct jonct de C	$\frac{Wd}{W} = \frac{6,45}{7,27} = 0,89$ $S \approx Sd$	0,2
3	1	Té de passage direct jonct de C	$\frac{Wd}{W} = \frac{4,79}{6,45} = 0,74$ $S = Sd$	0,63
4	1	Té de passage direct jonct de C	$\frac{Wd}{W} = \frac{3,97}{4,79} = 0,83$ $S = Sd$	0,4
5	1	Bifurcation d'extrémité arrondie	$r \geq 1,5ha$ $\frac{Wa}{W} = \frac{3,92}{3,97} = 0,99$ $\frac{ba}{ha} = \frac{100}{85} = 1,18$	0,2
	1	Coude droit arrondi	$r/h = 1,0$ $b/h = 1,18$	0,3
	2	Coudes 30°	-	<u>0,3</u> 0,8
6	1	Té de passage direct jonct dec	$\frac{Wd}{W} = \frac{3,47}{3,92} = 0,88$ $S \approx Sa + Sd$ $\frac{Sa}{S} = 0,42$	1,1
7	1	Té de pas direct jonct de c	$\frac{Wd}{W} = \frac{3,08}{3,47} = 0,89$ $S \approx Sa + Sd$ $\frac{Sa}{S} \approx 0,56$	1,3
8	1	Bifurcation d'extrémité arrondie	$r \geq 1,5ha$ $\frac{Wa}{W} = \frac{3,92}{7,27} = 0,99$ $\frac{ba}{ha} = \frac{100}{85} = 1,18$	0,2
	1	Coude droit arrondi	$r/h = 1,0$ $b/h = 1,18$	<u>0,3</u> 0,5
9	1	Té de passage direct jonct de c	$\frac{Wd}{W} = \frac{3,47}{3,92} = 0,88$ $S \approx Sa + Sd$ $\frac{Sa}{S} = 0,42$	1,1
10	1	Té de passage direct jonct de C	$\frac{Wd}{W} = \frac{3,08}{3,47} = 0,89$ $S \approx Sa + Sd$ $\frac{Sd}{S} \approx 0,56$	1,3

1'	1	Te' de dérivation jonct de c	$\frac{W_a}{W} = \frac{3,05}{7,27} = 0,42$ $S \approx S_d \quad \frac{S_a}{S} = 0,27$	-0,5
2'	1	Te' de dérivation jonct de c	$\frac{W_a}{W} = \frac{3,97}{6,45} = 0,62$ $S \approx S_d \quad \frac{S_a}{S} = 0,42$	0,45
3'	1	Te' de dérivation jonct de c	$\frac{W_a}{W} = \frac{3,05}{4,79} = 0,64$ $S \approx S_d \quad \frac{S_a}{S} = 0,27$	0,18
5'	1	Te' de deriv jonction de c	$\frac{W_a}{W} = \frac{3,08}{3,92} = 0,78$ $S \approx S_a + S_d \quad \frac{S_a}{S} \approx 0,42$	0,5
6'	1	Te' de dérivation jonct de c	$\frac{W_a}{W} = \frac{3,08}{3,47} = 0,89$ $S \approx S_a + S_d \quad \frac{S_a}{S} \approx 0,56$	1,1
7'	1 1	Coude droit grille	Sans aubes	1,0
8' idem 5'	-	-	-	0,5
9' \approx 6'	-	-	-	1,1
10' \approx 7'	-	-	-	1,0

COEFFICIENTS DE RÉSISTANCE (Gaine d'extraction 41).

N° du Tronçon	Nbre	Désignations	données géométriques et rapport des vitesses.	$\sum \zeta$
1	1	coude droit	sans aubes	1,0
2	1	Té de passage direct jonctim de C	$\frac{Wd}{W} = \frac{6}{6,4} = 0,94$ $Sd \approx S$	0,2
	1	Coude arrondi	$\frac{r}{h} = 1,0$ $\frac{b}{h} = \frac{260}{160} = 1,63$	$\frac{0,26}{0,46}$
3	1	Té de passage direct jonct de c	$\frac{Wd}{W} = \frac{4,96}{6} = 0,83$ $Sd \approx S$	0,4
4	1	Té de passage direct jonct de courant	$\frac{Wd}{W} = \frac{4,25}{4,96} = 0,85$ $S \approx Sa + Sd$ $\frac{Sa}{S} = 0,58$	1,45
1'	1	Té de dérivation jonct de courant	$\frac{Wa}{W} = 0,66$	0,82
	1	grille	$S \approx Sd$ $\frac{Sa}{S} = 0,38$	
2'	1	Té de dérivation jonct de C	$\frac{Wa}{W} = \frac{4,25}{6} = 0,70$	0,1
	1	grille	$Sd + Sa \approx S$ $\frac{Sa}{S} = 0,47$	
3'	1	Té de dérivation jonct de courant	$\frac{Wa}{W} = \frac{4,25}{4,96} = 0,85$	0,85
	1	grille	$Sd + Sa \approx S$ $\frac{Sa}{S} = 0,58$	
4'	1	Coude droit	Sans aubes	1,0
	1	grille.		

COEFFICIENTS DE RÉSISTANCE (Gaine d'extraction 21-23).

N° du Tronçon	Nbre	Designations	Données Géométriques et rapport des vitesses	ΣC
1	-	-	-	-
2	1	Té de passage direct jonct de Courant	$\frac{W_d}{W} = \frac{6,11}{7,04} = 0,87$ $S \approx S_d + S_a \quad \frac{S_a}{S} \approx 0,96$	1,3
	2	Coudes droits arrondis	$\frac{r}{h} = 1,0 \quad \frac{b}{h} = \frac{150}{100} = 1,5$	$0,56$ <hr/> $1,86$
3	1	Té de passage direct jonction de C	$\frac{W_d}{W} = \frac{5}{6,11} = 0,82$ $S \approx S_a + S_d \quad \frac{S_a}{S} = 0,54$	1,6
4	1	Té de passage direct jonct de Courant	$\frac{W_d}{W} = \frac{4,11}{5} = 0,82$ $S \approx S_a + S_d \quad \frac{S_a}{S} = 0,42$	1,4
5	1	Té de dériv jonct de Courant	$\frac{W_a}{W} = \frac{5,14}{6,11} = 0,84$ $S \approx S_a + S_d \quad \frac{S_a}{S} \approx 0,54$	0,8
6	1	Té de passage direct jonct de Courant	$\frac{W_d}{W} = \frac{4,41}{5,14} = 0,86$ $S \approx S_a + S_d \quad \frac{S_a}{S} = 0,43$	1,2
7	1	Té de passage direct jonct de C	$\frac{W_d}{W} = \frac{3,97}{4,41} = 0,9$ $S \approx S_a + S_d \quad \frac{S_a}{S} = 0,55$	1,3
8	1	Té de dérivation jonct de Courant	$\frac{W_a}{W} = \frac{3,91}{7,04} = 0,55$ $S \approx S_d + S_a \quad \frac{S_a}{S} \approx 0,96$	-1,90
	1	Coude droit arrondi	$\frac{r}{h} = 1,0 \quad \frac{b}{h} = \frac{180}{150} = 1,2$	
3'	1	Té de dérivation jonct de Courant	$\frac{W_a}{W} = \frac{3,97}{5} = 0,8$ $S \approx S_a + S_d \quad \frac{S_a}{S} \approx 0,42$	0,5
	1	grille.		
4'	1	Coude droit	Sans aubes	1,0
	1	grille		
5'	1	Té de dérivation jonct de C	$\frac{W_a}{W} = \frac{3,97}{5,14} = 0,77$ $S \approx S_a + S_d \quad \frac{S_a}{S} \approx 0,43$	0,5
	1	grille		

6'	1	Té de dériv jonct de Courant	$\frac{W_a}{W} = \frac{3,97}{4,41} = 0,9$	
	1	grille	$S \approx S_a + S_d$ $\frac{S_a}{S} \approx 0,55$	1,1
7'	1	Coude droit	sans aubes	1,0
	1	grille		
8'	1	Coude droit	Sans aubes	1,0
	1	grille		

COEFFICIENTS DE RÉSISTANCE (Gaine d'extraction 5-14).

N° du Tronçon	Nbre	Designations	Données Géométriques et rapports des Vitesses	$\Sigma \zeta$
1	-	-	-	-
2	1	Té de passage direct jonction de Courant	$\frac{W_d}{W} = \frac{5,62}{7,08} = 0,79$ $S \approx S_d + S_a \quad \frac{S_a}{S} = 0,67$	1,6
	2	Coudes droits arrondis	$\frac{r}{h} = 1,0 \quad \frac{b}{h} = \frac{180}{140} = 1,28$	$\frac{0,56}{2,16}$
3	1	Té de passage direct jonct de Courant	$\frac{W_d}{W} = \frac{4,16}{5,62} = 0,74$ $S \approx S_d$	0,63
4	1	Té de dérivation jonction de Courant	$\frac{W_a}{W} = \frac{5,59}{7,08} = 0,79$ $S \approx S_a + S_d \quad \frac{S_a}{S} = 0,67$	0,6
	1	Coude droit arrondi	$\frac{r}{h} = 1,0 \quad \frac{b}{h} = \frac{180}{160} = 1,12$	$\frac{0,3}{0,9}$
5	1	Té de passage direct jonct de Courant	$\frac{W_d}{W} = \frac{3,84}{5,59} = 0,69$ $S \approx S_d$	0,85
2'	1	Té de dérivation jonct de Courant	$\frac{W_a}{W} = \frac{3,97}{5,62} = 0,71$ $S \approx S_d \quad \frac{S_a}{S} = 1$	1,3
3'	1 1	Coude droit grille	sans aubes directionnelles	1,0
4'	1	Té de dérivation jonct de C	$\frac{W_a}{W} = \frac{3,91}{5,59} = 0,70$ $S \approx S_d \quad \frac{S_a}{S} = 0,66$	1,3
5'	1 1	Coude droit grille	Sans aubes	1,0

D - PROBLEMES PHYSIQUES DE L'INSTALLATION

Les problemes les plus frequents dans une installation sont en general

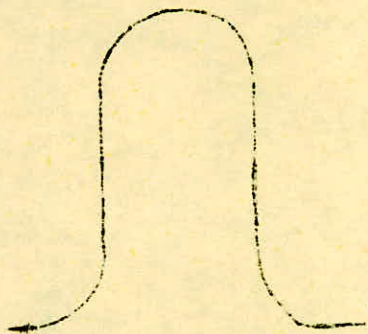
- la dilatation
- l'expansion du liquide
- les poches d'air
- l'entartage
- la condensation
- l'echange thermique

a - la dilatation

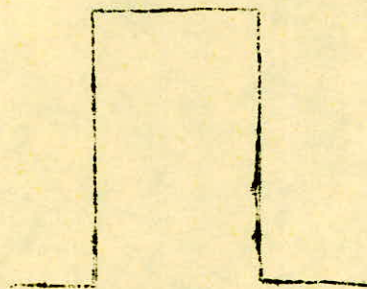
Les dilatations posent assez peu de problemes en chauffage domestique en raison de la temperature relativement faible du fluide chauffant. On peut admettre que d'une maniere approchee que l'allongement d'un tube de 1 m est de 1mm pour une elevation de temperature de 100°C et une conduite d'eau chaude. Dans beaucoup de cas il suffit simplement de placer judicieusement les points fixes de facon a permettre l'allongement des tubes au prix d'une legere deformation de l'ensemble.

Toutefois lorsque les longueurs sont importantes il faut prevoir des dispositifs speciaux pour absorber l'allongement du tube. On peut prevoir dans le local technique des lyres de dilatation a col de cygne ou rectangulaires.

Pour parer a ce phenomene on peut aussi prevoir des supports et colliers qui utilises judicieusement assurent la libre dilatation des tubes.



lyre de dilatation
à col de cygne



lyre de dilatation
à col rectangulaire

b - Expansion de l'eau

Avant la mise en marche de la centrale l'ensemble de l'installation est plein d'eau froide. Au cours de la montée en temperature de cette eau il se produit une dilatation (augmentation du volume d'eau dans l'installation) qui engendrerait

des ruptures dans le réseau si le système était fermé

Pour palier 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.

-1- Vase d'expansion ouvert à 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

-1- Vase d'expansion sous pression (ou fermé)

Les vases sous pressions sont des enceintes cylindriques étanches séparées 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 de l'enceinte, 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 au fluide de chauffage et le rendre nocif

Pour notre installation nous adoptons ce deuxième type de vase que nous plaçons dans le local technique afin d'éviter le gel

- Volume du vase d'expansion

Le volume du vase d'expansion doit assurer l'absorption complète de l'augmentation de volume, toutefois par mesure de sécurité on prendra un volume normalisé immédiatement supérieur.

c- Poches d'air

La présence de bulles d'air dans les canalisations entraîne un accroissement des pertes de charges et entrave le bon fonctionnement des appareils

Pour parer à cet inconvénient, on prévoit sur les points hauts de la tuyauterie dans le local technique des bouteilles de purge automatique, d'autre part pour mieux faciliter l'écoulement de l'air on conçoit une pente convenable des canalisations et des purgeurs au niveau de chaque ventilo-convecteur, radiateur et aérothème. Les bulles d'air se trouvant dans le réseau de tuyauterie seront canalisées vers les corps de chauffe puis purgées.

- d - Entartrage

Les eaux naturelles contiennent toujours des sels dissous, surtout des carbonates, sulfates et silicates de calcium et de magnésium qui sous l'effet du chauffage se déposent en partie sous forme soit d'incrustations dures (tartre des chaudières) soit de boues.

Le dépôt de tartre sur les surfaces d'échange (de chauffage ou de refroidissement) entrave la transmission de la chaleur, augmente les pertes de charge dans la tuyauterie et provoque dans la partie en métal ferreux sous-jacente à la couche de tartre, des tensions supplémentaires qui peuvent amener la rupture.

La présence de boue peut obstruer certaines parties de l'installation et s'opposer à la circulation des fluides. Dans certaines conditions, les boues peuvent aussi se carboniser sur les parois en métal ferreux et former du tartre dur. Si le dépôt se fait sur les parties en acier il se produit souvent à ces endroits des amorces de corrosion.

Pour éviter ce phénomène, il est nécessaire de faire subir à l'eau un traitement d'adoucissement avant son utilisation dans l'installation.

- Adoucisseur d'eau

Cet appareil est utilisé comme son nom l'indique pour adoucir l'eau afin d'éviter l'entartrage, il sera placé entre l'arrivée d'eau froide et la chaudière.

e- Condensation

La déshumidification s'accompagne d'une condensation, on prévoit une tuyauterie de diamètre = 10 mm reliant les bacs de condensation au réseau urbain d'évacuation des eaux usées.

d - Isolation de la tuyauterie

Un bon isolant thermique doit posséder les qualités suivantes :

- 1- une conductivité thermique faible (λ)
- 2- le matériau doit résister à la chaleur et autant que possible l'humidité ou être protégé efficacement contre celle-ci.
- 3- l'isolant doit posséder une certaine résistance mécanique.
- 4- la pose doit être aisée et les réparations éventuelles faciles à exécuter.

Dans la fixation de l'épaisseur de l'isolant d'une tuyauterie

interviennent aussi bien des considérations d'exploitation que d'économie. Ainsi par exemple les conditions d'exploitation peuvent nécessiter d'éviter autant que possible la surchauffe des locaux où passent les tuyaux de chauffage. Dans de tels cas, on choisit des produits calorifugés de très grande qualité ou de grosses épaisseurs d'isolant en reléguant au second plan les considérations économiques.

Il en est de même quand les températures à la surface des conduites ne doivent pas dépasser certaines limites soit vers le haut soit vers le bas (afin d'avoir une protection contre la combustion et une barrière pour éviter la condensation de l'eau dans l'isolement du froid).

Généralement les exigences économiques sont décisives pour l'épaisseur de l'isolant des tuyauteries de chauffage.

On choisit l'épaisseur d'isolant assurant le coût total le plus faible.

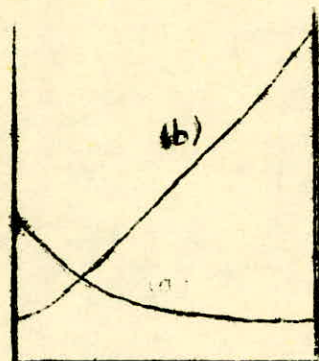
Détermination de l'épaisseur économique

Les déperditions calorifiques d'un tube isolé diminuent au fur et à mesure que l'épaisseur du calorifuge augmente.

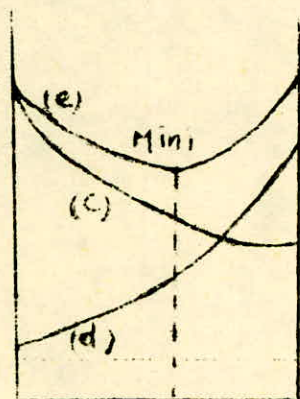
La courbe (a) montre la relation entre l'épaisseur d'isolant et les déperditions calorifiques

De très faibles couches d'isolant provoquent déjà une diminution sensible des déperditions calorifiques par rapport au tube nu, mais lorsque les épaisseurs de la couche augmentent la réduction des déperditions s'amointrit

La courbe (b) montre que les frais d'isolement augmentent avec l'épaisseur de l'isolant. Il y aura donc une valeur à partir de laquelle une nouvelle augmentation de l'épaisseur du calorifuge n'est plus utile.



Epaisseur de l'isolant



Epaisseur de l'isolant

Des déperditions calorifiques horaires de la conduite on déduit la valeur en argent des déperditions calorifiques annuelles.

la courbe (e) montre la diminution de cette valeur avec l'épaisseur de l'isolant La courbe (d) représente la charge annuelle d'isolement qui résulte du coût annuel des dépenses calorifiques son minimum caractérise l'épaisseur d'isolant la plus économique.

Dans les chauffages d'immeuble normaux, cette étude ne sera pas faite, on peut déterminer l'épaisseur du calorifuge d'après les indications suivantes (d'après rietchel)

φ intérieur des tubes (mm)	épaisseur de la calorifuge(mm)
10 à 30	20
30 à 70	30
70 à 100	40

les principaux matériaux de base sont

- le kieselgur.
- la magnesio.
- l'amiante.
- le liège
- la soie de verre la laine minérale et la laine de laitier.

- af AMENAGEMENT DE LA CHAUFFERIE : Règles générales

l'expérience montre que l'emplacement et l'organisation de la centrale de chauffage sont de la plus grande importance pour la surveillance et le service d'insallation de chauffage , aussi il est nécessaire de tenir compte de certains facteurs parmi lesquels on peut citer :

- la disposition rationnelle de la chaufferie , la voie d'accés etc...
- la simplicité de la construction de la centrale
- la facilité des accès aux parties les plus importantes de l'installation et à l'équipement de contrôle et de regulation .

-1- EMPLACEMENT :

Plus une installation est importante et plus il importe de déterminer l'emplacement de la chaufferie , de telle façon que l'amenée du combustible , son stockage et l'évacuation des cendres se trouvent facilités et simplifiés .

Pour notre cas et d'une façon générale lorsque l'installation est importante , la chaufferie est installée en dehors des batiments à chauffer .

-2- PRINCIPES DE CONSTRUCTION :

l'exécution d'un plan de chaufferie exact necessite la connaissance des besoins de chaleur nécessaires à l'alimentation des locaux .

Pour notre cas la chaufferie se situe auez de chaussée , le sol de chauffe compo comporte une fondation en béton continue capable de supporter la charge de la chaudière . D'autre part certaines condutions sont nécessaires parmi lesquelles ont peut citer :

- la distance entre la cheminée et la chaudière doit être la plus courte possible.
- la hauteur libre sous plafond doit être d'au moins 2,5 m pour les installation de puissance supérieure à 30.000 Kcal/h.
- l'ensemble de la chaufferie doit être bien éclairé par la lumière du jour et par une lumière artificielle n'éblouissant

La chaufferie comportera entre autres le vase d'expansion, l'adoucisseur, les pompes ainsi que les ballons d'eau chaude sanitaire.

Elle comportera également une partie réservée au stockage du combustible liquide, dans laquelle sera placé le réservoir de mazout, il sera isolé par mesure de sécurité du reste de la chaufferie.

- Pour la disposition des autres accessoires, voir le plan du local technique.

- b/ CHAUDIERE.

La chaleur retenue dans les combustibles solides, liquides ou gazeux est produite ou transformée dans des appareils appelés, chaudières.

Il existe plusieurs types de chaudières, pour notre installation nous avons choisi une chaudière fonctionnant au gaz naturel ou au mazout avec production d'eau chaude sanitaire incorporée.

Les avantages apportés par ce genre de combustible liquide (et même gazeux) par rapport aux combustibles solides sont entre autres :

- diminution ou suppression de la main d'oeuvre
- Simplicité de livraison
- Propreté du fonctionnement
- Facilité de mise en route et d'arrêt du chauffage.

1)- Description de ces chaudières :

Elles présentent une grande chambre de combustion qui permet l'épanouissement de la flamme du brûleur et la combustion complète du mélange sous projection d'imbrulés sur les parois.

Les parois intérieures sont revêtues d'une matière réfractaire.

2)- Puissance de la chaudière :

La puissance de la chaudière est égale à la somme majorée d'un coefficient $Z_R=10\%$ tenant compte des pertes de l'installation, de la puissance nécessaire au chauffage des locaux et de la puissance nécessaire à la production d'eau chaude sanitaire.

2-1 / Puissance nécessaire au chauffage : P_c

Cette puissance est obtenue en additionnant toutes.

les puissances des locaux à chauffer

Pour notre cas $P_c = 143.752 \text{ Kcal/h}$

2.2/ PUISSANCE D'EAU CHAUDE SANITAIRE : (P_s)

Pour tous locaux, nous avons besoins d'après le cahier des charges de deux ballons d'eau chaude de 1500 l chacun en 3 heures.

La température de l'eau à l'entrée du ballon d'eau chaude est de 10°C , à la sortie elle est de 60°C

$$P_s = m c_p \Delta T = \frac{(2 \times 1500) \times 1 \times (60 - 10)}{3} = 50.000 \text{ Kcal/h}$$

la puissance totale que doit fournir la chaudière sera alors :

$$P_T = (P_c + P_s) (1 + Z_R)$$

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

$$Z_R = 0,1 \text{ (valeur retenue pour notre installation)}$$

$$\text{d'où } \underline{P_T = 213.000 \text{ Kcal/h}}$$

3/ CHOIX DE LA CHAUDIERE :

Pour déterminer la chaudière, il suffit de connaître la puissance calorifique totale P_T , et la nature du combustible.

DESIGNATION ET CARACTERISTIQUES DE LA CHAUDIERE RETENUE :

N° de la chaudière	MG 410	Marque Chappée
Puissance	220.000 Kcal/h	(10 éléments)
Brûleur mixte	GB 270	
contenance en eau	182 l	
Poids	1245 Kg	
Rendement	$n = 0,88$	

C/ CONDUITE DE FUMEE

La section du conduit de fumée se calcule par la formule de Montgfier à savoir :

$$S = \frac{P_T}{10^6 \sqrt{h}}$$

h : hauteur de la cheminée

elle doit dépasser d'au moins 1 m la hauteur de la construction qui est pour notre cas voisine de 6 m

$$\text{d'où : } S = \frac{220.000}{10^6 \sqrt{8}} = 0,078 \text{ m}^2$$

d/ POMPES DE CIRCULATION POUR EAU CHAUDE :

1/ - Emplacement

Par mesure de sécurité , on placera toujours le vase d'expansion entre la chaudière et la pompe de circulation , afin que le vase absorbe sans résistance la dilatation de l'eau (voir le plan du local technique)

2/- CHOIX DE LA POMPE :

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

2-1/ DEBIT DE LA POMPE :

Il est déterminé par le rapport entre la puissance calorifique maximale du réseau et la chute de température dans les corps de chauffe (20°C)

$$V = \frac{P_T}{\rho C_p \Delta T} = \frac{213.000}{10^3 \cdot 1.20} = 10,65 \text{ m}^3/\text{h}$$

2-2/ HAUTEUR MANOMETRIQUE :

Elle est égale au moins à la somme des pertes de charges dans l'installation (circuit fermée)

$$H_m = H_1 + H_2$$

H₁ : perte de charge totale dans le réseau de tuyauterie

H₂ : perte de charge dans la chaudière

Pour notre cas: $H_1 = 3225$ mmCE
 $H_2 = 250$ mmCE
d'ou $H_m = 3475$ mmCE

2-3 / Caracteristiques de la pompe retenue :

Pour parer à une éventuelle panne , nous choisissons deux pompes jumelées à circulation double :

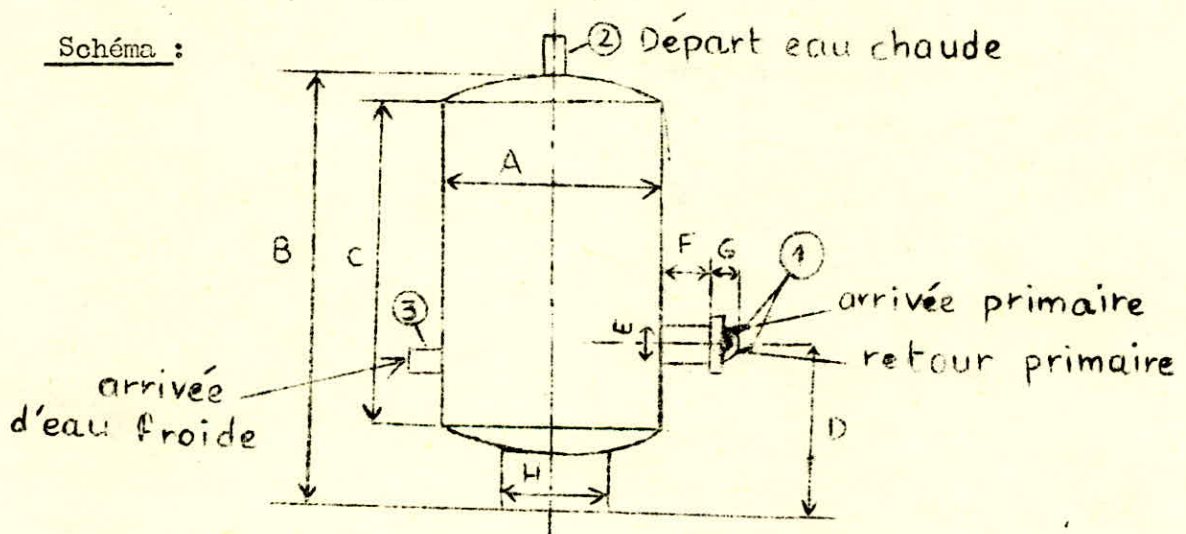
Type Euramo C2000 N° 2650
Vitesse $N = 1450$ t/mn
Puissance du moteur 180 W
Masse 47 Kg

e/ Ballons d'eau chaude :

Ils sont utilisés pour le stockage de l'eau chaude sanitaire la capacité de chaque ballon est de 1500 l en 3 heures .

D'après les exigences de notre installation on prendra deux ballons de 1500 l chacun , de type vertical , ayant un faisceau acier .

Schéma :



Les caracteristiques d'après le catalogue du constructeur sont :

A	B	C	D	E	F	G	H	$\phi 0$	$\phi 1$	$\phi 2$	③
1950	2380	1820	1505	250	120	75	800	50/60	50/60	50/60	

f/ CUVE A MAZOUTE :

Il est nécessaire par mesure de sécurité de prévoir une cuve pour emmagasiner la quantité de mazout nécessaire à la marche des chaudières en cas de coupure de gaz naturel .

Cette cuve sera placée , dans la chaufferie en cave .

1/ CALCULE DE LA CAPACITE DE LA CUVE :

- Fuel léger.

$$P_{ci} = 9950 \text{ Kcal/Kg}$$

$$\text{densité} = 920 \text{ Kg/m}^3$$

$$\eta = 0,88$$

- Consommation horaire C_I :

$$C_I = \frac{P_M}{\eta P_{ci}} = \frac{220.000}{0,88 \times 9950} = 25,15 \text{ Kg/h}$$

Pour le dimensionnement de cette cuve , on suppose que la coupure de gaz durera 3 Jours c'est à dire 72 heures .

- La consommation pendant ces 3 jours sera :

$$C_{II} = C_I \times 72 = 1809 \text{ Kg}$$

Capacité de la cuve :

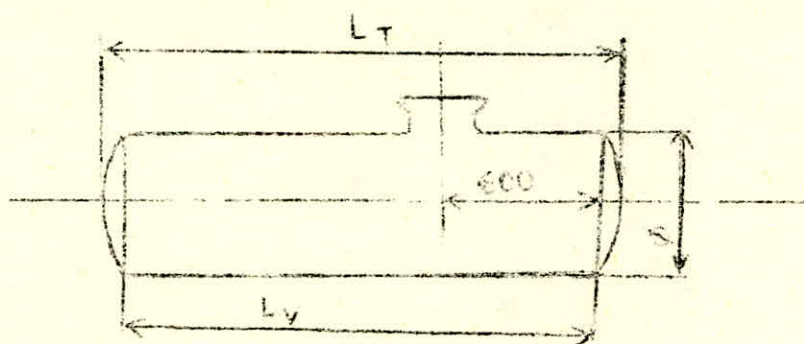
$$C_{III} = \frac{C_{II}}{920} = 1,966 \text{ m}^3$$

$$\underline{C_{III}} = 1966 \text{ l}$$

2/ CHOIX DE LA CUVE A MAZOUT :

Pour déterminer la cuve, il suffit de connaître sa capacité qui est pour notre cas de 1966 l . Pour notre choix on prendra la cuve de capacité normalisée immédiatement supérieure .

Caracteristiques de la cuve à mazout :



- Capacité nominale (1) 2000 l
- ϕ extérieur 1250 mm
- Longueur de la virole $L_V = 1410$ mm
- Longueur totale hors tout $L_T = 1850$ mm
- Capacité réelle 2020 l
- Epaisseurs nominales (viroles et fonds) 5 mm
- Matière Acier E 24⁻¹ de la norme NF A35-501
- Epreuve hydro^{li}que 3 bars .

g -/ Adoucisseur :

L'eau avant d'entrer dans la chaudière doit subir un traitement chimique a fin d'éviter l'entartrage .

Pour parer à cet inconvénient on choisira un adoucisseur de type sola , qui sera placé entre l'arrivée d'eau froide et la chaudière

h / Vase d'expansion :

Le vase d'expansion sera placé à l'aval de la chaudière , et doit assurer complètement l'augmentation du volume d'eau .

1-/ Contenance en eau de l'installation (V_1)

La contenance en eau de l'installation sera obtenue en ajoutant l'ensemble des contenances en eau différents éléments constituant l'installation c'est à dire : la tuyauterie d'eau chaude , la chaudière , les corps de chauffe .

- Pour plus de précision voir tableaux récapitulatifs des calculs

Pour notre installation ? nous trouvons une contenance en eau de 760 l.
 Cette valeur sera majorée en pratique de 20 % par mesure de sécurité .

$$V_1 = 760 \times 1,2 = 912 \text{ l}$$

2/ Volume du vase d'expansion :

3

Le volume du vase peut être déterminé de deux manières :

- Soit par calcul
- Soit par abaque

2-1/ Calcul du volume du vase (V)

D'après le constructeur, le volume du vase d'expansion est donné par la formule :

$$V = \frac{V_1 \times C}{K}$$

C = Coefficient de dilatation de l'eau à la température considérée.

$$K = 1 - \frac{P_1}{P_2}$$

P_1 : pression absolue de gonflage correspondant à la hauteur statique de l'installation.

P_2 : Pression absolue d'ouverture de la soupape de sûreté donnée en fonction de la hauteur statique
la hauteur statique de notre installation est environ de 5 m, ce qui nous fixe.

$$P_1 = 0,5 \text{ bars relatif ou } P_1 = 1,5 \text{ bars absolue.}$$

$$P_2 = 4 \text{ bars absolue}$$

$$\text{d'où } K = 1 - \frac{1,5}{4} = \frac{5}{8}$$

$$C \simeq 3 \cdot 10^{-2} \quad (\text{Temp de l'eau} = 80^\circ\text{C})$$

alors le volume du vase sera alors :

$$V = \frac{912 \times 0,03 \times 8}{5} = 44 \text{ l}$$

le vase d'expansion retenu aura le volume normalisé immédiatement supérieur c'est à dire pour notre cas V = 53 l

2-2/ Détermination du volume par abaque :

Le volume du vase d'expansion peut également être

déterminé par le catalogue EURALC, en fonction de la contenance en eau de toute l'installation c'est à dire $V_1 = 912 \text{ l}$

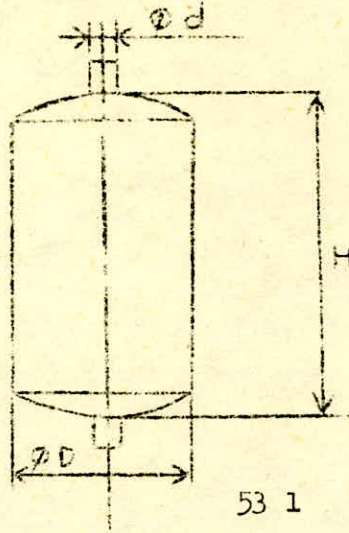
En utilisant cette deuxième méthode, on arrive au même résultat c'est à dire à un volume normalisé du vase.

$$v = 53 \text{ l}$$

3-/ CHOIX ET CARACTERISTIQUE DU VASE :

Pour notre installation, on choisit un vase d'expansion fermé à membrane sous pression d'azote, posé au sol.

Caracteristiques :



- Capacité du vase	53 l
- Volume d'eau admissible	50 l
- Diamètre D	388 mm
- H	550 mm
Masse	16,2 Kg
- Epaisseur 1,2 mm	Tôle acier St-37-2
- Membrane en butyl épaisseur	3 mm
- Pression de gonflage	0,5 bars
- Orifice de raccordement fileté	d = 20 - 27

i-/ GROUPE FRIGORIFIQUE :

1-/ Description :

Le groupe frigorifique nous fourni, le débit et la quantité

de frigorifère nécessaire à chaque ventilo - convecteur , il est constitué
Principalement :

- d'un condenseur
- d'un compresseur
- d'un évaporateur

la température de l'eau à la sortie et au retour sont respectivement :
7°C et 12°C

2-/ Emplacement du groupe :

Ce groupe sera placé à l'air libre en terrasse , ce qui diminuerait le bruit dû à son fonctionnement .

3-/ Puissance du groupe :

De la même manière que pour la chaudière , la puissance totale que doit fournir le groupe frigorifique P_F sera égale à la puissance frigorifique nécessaire à la climatisation (notée : P_f) , majorée d'un coefficient $Zd = 10\%$ qui tient compte des gains de l'installation

$$P_F = P_f (1 + Zd)$$

Pour notre installation : $P_f = 64210 \text{ Fg/h}$

$$Zd = 0,1$$

d'où $P_F = 70650 \text{ Fg/h}$

4/ Fluide de refroidissement :

Le refroidissement du condenseur peut être à eau ou à air dans notre étude on a préféré utiliser un refroidissement à air pour éviter les problèmes d'eau qui se posent à la ville de Sétif en été .

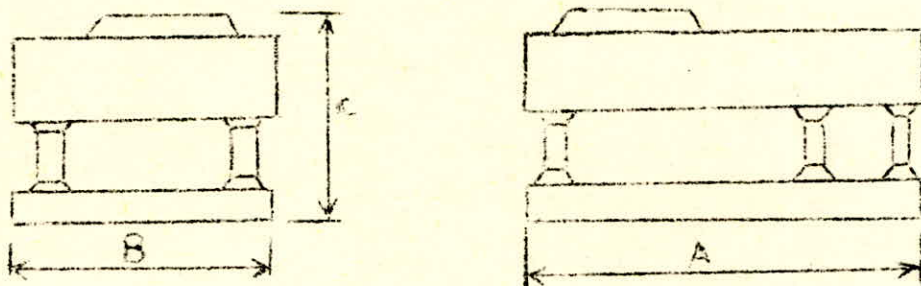
5/ Choix et caractéristiques du groupe :

Pour choisir le groupe frigorifique , il faut connaître :

- La puissance frigorifique P_F
- La nature du Fluide de refroidissement
- La température de sortie de l'eau réfrigérée (7°C pour notre cas)
- La température de l'air extérieure (environ 32°C)

Pour déterminer notre groupe, nous utiliserons le catalogue TRANE SERIE LACG.

Caracteristiques :



Puissance (normalisé) $P_F = 71000 \text{ Fg/h}$

Modèle	A	B	C	Raccordements ϕ interieur eau
LACG C4	3530	1730	1710	30

- Modele du groupe L A C G C4
- Modele du compresseur L 2 F -6
- Modele du condenseur L C A - C4

- * Vitesse du ventilateur du condenseur 960 t/mm
- * débit d'air 34.000 m³/h

- Modele de l'evaporateur E V P 101

- * Capacité d'emmagasinage d'eau 62 (l)

REMARQUE : La perte de charge dans l'evaporateur est donnée par le catalogue TRANE en fonction du débit d'eau traversant l'evaporateur (environ 13 m³/h pour notre cas) elle est égale à 3 m CE .

j- / POMPE DE CIRCULATION POUR EAU FROIDE :

Elle est déterminée de la même manière que pour l'eau chaude .

1- / Debit de la pompe :

$$V = \frac{P_F}{\rho \cdot DT} = \frac{64250}{10^3 \cdot 1.5} = 12,85 \text{ m}^3/\text{h}$$

2-/Hauteur manométrique :

$$H_m = H_1 + H_2$$

H_1 : perte de charge totale dans le réseau .

H_2 : perte de charge dans le groupe

Pour notre installation $H_1 = 4235,62$ mm CE

$$H_2 = 3 \text{ m CE}$$

$$\text{d'où } H_m = \underline{7,3 \text{ m CE}}$$

3-/Caractéristique de la pompe retenue :

De la même manière que pour l'eau chaude , nous choisissons deux pompes jumelées à circulation double .

Type Euramo C 2000 N° 2805

Vitesse $N = 1450$ t/min

Puissance du moteur 1,1 Kw

Masse 90 Kg

h/Vase d'expansion pour eau froide :

1-/Contenance en eau de l'installation :

De la même manière que pour l'eau chaude , nous trouvons une contenance en eau de notre installation égale à 1144 l par mesure de sécurité cette valeur sera majorée de 20%

$$V_1 = 1144 \times 1,2 = 1380 \text{ l}$$

2-/Volume du vase d'expansion :

$$V = \frac{V_1 \times C}{K}$$

$$K = 1 - \frac{P_1}{P_2} = \frac{5}{8}$$

$C = 410^{-4}$ pour une T moyenne de l'eau = 10°C

$$\text{d'où } V = \frac{1380 \times 410^{-4} \times 8}{5} = 0,88 \text{ l.}$$

5

3-/Choix et caractéristiques :

Le vase d'expansion retenu aura le volume normalisé

immédiatement supérieur .

On choisira un vase d'expansion fermé à membrane sous pression d'azote .

Caracteristiques :

- Capacité du vase	8 l
- Volume d'eau admissible	3,5 l
- Orifice de raccordement	d 20/27
- ϕ D	206 mm
- H	305 mm
- Masse	2,1 Kg

Contenance en eau de l'installation (eau chaude).

Numero du Tronçon	Longueur (m)	φ nom. (m)	Contenanc. - ce en l/m	Contenanc. - ce en Litre	Contenanc. - ce de la Batterie	Total	Numero du Tronçon	Long (m)	φ nom. (m)	Cont. en l/m	Cont. en Litre	Cont. Batterie	Total
1-21	9,5	15	0,21	1,995	0,53	2,525	44-45	5,4	15	0,21	1,134	0,53	1,664
2-22	6,3	15	0,21	1,323	-	1,323	47-48	2,9	15	0,21	0,609	0,39	0,999
3-23	13,5	20	0,38	5,13	-	5,13	49-52	7	20	0,38	2,66	-	2,66
4-24	4,5	25	0,6	2,7	-	2,7	50,51	9,5	15	0,21	1,995	0,65	2,645
5-25	12,8	25	0,6	7,68	-	7,68	53-54	3,5	15	0,21	0,735	0,53	1,265
6-26	0,8	25	0,6	0,48	-	0,48	55-56	3,2	15	0,21	0,672	0,53	1,202
7-27	10,5	25	0,6	6,3	-	6,3	57-58	3,2	15	0,21	0,672	0,65	1,322
8-28	5	25	0,6	3	-	3	59-60	3,2	15	0,21	0,672	0,65	1,322
9-29	4	25	0,6	2,4	-	2,4	61-62	3,2	15	0,21	0,672	0,53	1,202
10,30	4,5	25	0,6	2,7	-	2,7	63-64	2,65	10	0,13	0,3445	1,56	1,9045
11,31	1,5	32	1,02	1,53	-	1,53	65-66	2,55	10	0,13	0,3315	1,76	2,0915
12-32	5,6	32	1,02	5,712	-	5,712	67,68	14,5	15	0,21	3,045	0,53	3,575
13-33	5,6	32	1,02	5,712	-	5,712	69-70	1,5	15	0,21	0,315	0,39	0,705
14-34	4,8	32	1,02	4,896	-	4,896	71-74	7,2	20	0,38	2,736	-	2,736
15-35	3,6	32	1,02	3,672	-	3,672	72-73	9,5	15	0,21	1,995	0,89	2,885
16-36	6	32	1,02	6,12	-	6,12	75-76	3,5	15	0,21	0,735	0,33	1,065
17-37	6	40	1,2	7,2	-	7,2	77-78	3,4	15	0,21	0,714	0,53	1,244
18-38	5	50	2,1	10,5	-	10,5	79-80	3,4	15	0,21	0,714	0,53	1,244
19-39	39	50	2,1	81,9	-	81,9	81-86	2,3	15	0,21	0,483	-	0,483
20-40	58	60	2,8	162,4	-	162,4	82-85	4,8	15	0,21	1,008	-	1,008
20'-40'	22,4	60	2,8	62,72	182	244,72	83-84	6,4	15	0,21	1,344	0,53	1,874
20''-40''	15,75	40	1,2	18,9	12	30,9	87-88	3,4	15	0,21	0,714	0,53	1,244
41,42	3,5	15	0,21	0,735	0,39	1,125	89-90	3,4	15	0,21	0,714	0,53	1,244
43-46	4	15	0,21	0,84	-	0,84	91-92	29,2	20	0,38	11,096	2,1	13,196

93-94	7,2	32	1,02	7,344	4,9	12,244	146-149	6,4	15	0,21	1,344	-	1,344
95-120	13,5	32	1,02	13,77	-	13,77	147-148	5,2	10	0,13	0,676	0,7	1,376
96-119	1,3	32	1,02	1,326	-	1,326	151-152	2,5	15	0,21	0,525	0,39	0,915
97-118	6	25	0,6	3,6	-	3,6	153-156	1,3	25	0,6	0,78	-	0,78
98-117	6	25	0,6	3,6	-	3,6	154-155	11,2	25	0,6	6,72	3,4	10,12
99-116	10,8	25	0,6	6,48	-	6,48	157-158	2,6	15	0,21	0,546	0,39	0,936
100-115	8	25	0,6	4,8	-	4,8							
101-114	6	25	0,6	3,6	-	3,6				TOTAL = 760 l			
102-113	6	20	0,38	2,28	-	2,28							
103-112	6	20	0,38	2,28	-	2,28							
104-111	6	20	0,38	2,28	-	2,28							
105-110	6	20	0,38	2,28	-	2,28							
106-109	6	15	0,21	1,26	-	1,26							
107-108	13,5	15	0,21	2,835	0,65	3,485							
121-122	3,4	15	0,21	0,714	0,33	1,044							
123-124	3,4	15	0,21	0,714	0,33	1,044							
125-126	3,4	15	0,21	0,714	0,33	1,044							
127-128	3,4	15	0,21	0,714	0,33	1,044							
129-130	3,4	15	0,21	0,714	0,33	1,044							
131-132	3,4	15	0,21	0,714	0,33	1,044							
133-134	3,4	15	0,21	0,714	0,53	1,244							
135-136	3,4	15	0,21	0,714	0,53	1,244							
137-138	3,4	15	0,21	0,714	0,53	1,244							
139-140	3,4	15	0,21	0,714	0,39	1,104							
141-142	3,4	15	0,21	0,714	0,39	1,104							
143-144	14,2	20	0,38	5,396	2,8	8,196							
145-150	12,5	25	0,6	7,5	-	7,5							

*
* VII REGULATION *
*

A/ But de la régulation

B/ Régulation centralisée

C/ Régulation individuelle.

A - BUT DE LA REGULATION

La régulation a pour but d'asservir les caractéristiques de l'air intérieur au local, en les maintenant constantes indépendamment des conditions extérieures.

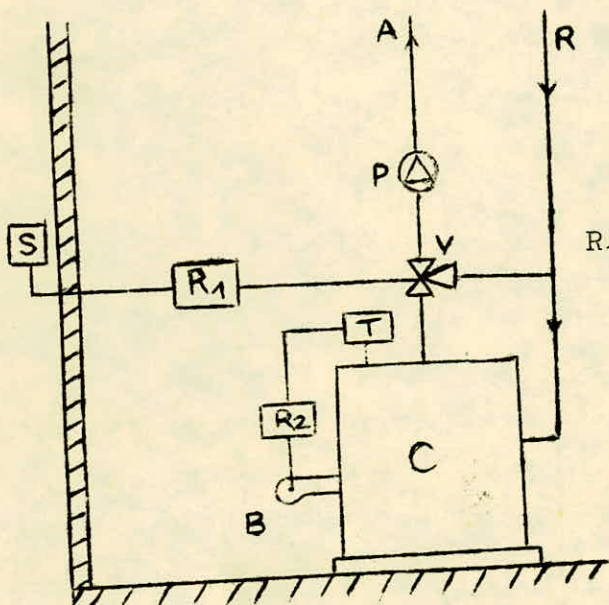
- Il existe deux types de régulations
- la régulation centralisée.
 - la régulation individuelle.

B - REGULATION CENTRALISEE

Le procédé consiste à agir sur la température de départ de l'eau au niveau de la chaudière ou du groupe frigorifique, par l'intermédiaire d'une vanne mélangeuse ou trois voies : les besoins calorifiques ou frigorifiques de l'édifice sont proportionnels à la différence de température extérieure et intérieure.

A chaque valeur de la température extérieure correspond, lorsque la température intérieure reste constante, une valeur déterminée de la température moyenne de l'eau.

schéma de la régulation centralisée :



- A : aller eau chaude vers les corps de chauffe
- R : retour eau chaude
- P : pompe de circulation
- C : chaudière
- R₁, R₂ : régulateurs électriques
- S : sonde thermostatique
- T : thermostat sur la chaudière
- V : vanne 3 voies (ou mélangeuse)
- B : brûleur

le principe de régulation du groupe frigorifique sera similaire à celui dessiné.

C - REGULATION INDIVIDUELLE :

Chaque local est équipé de sa propre régulation. Cette régulation permet de rendre les locaux indépendants. L'occupant

à la possibilité d'ajuster la température désirée comprise dans la plage de températures permises.

Pour notre cas nous adoptons ce mode de régulation qui est plus cher mais qui présente une grande liberté de choix pour les occupants.

a/ Description :

Les ventilo-convecteurs soufflent à l'intérieure des locaux à conditionner de l'air traité à des caractéristiques de température, d'humidité et de débit qui sont fonction des indications d'un thermostat d'ambiance.

Le thermostat d'ambiance est généralement incorporé dans l'appareil et placé dans le circuit d'air recyclé près de la bouche de reprise du ventilo-convecteur. Il est donc à tout instant soumis aux conditions intérieures du local.

Toutefois, cette disposition n'est pas la meilleure car, pendant les périodes d'arrêt du ventilateur, il peut être influencé :

- soit par la température de l'air neuf extérieur admis dans l'appareil
- soit par le rayonnement de la batterie de réchauffage ou de refroidissement.

Il est donc préférable, chaque fois que cela est possible, d'installer le thermostat d'ambiance dans le local à l'extérieur de l'appareil.

Pour asservir les caractéristiques de l'air soufflé aux conditions du local à conditionner, le thermostat d'ambiance peut agir sur les quatre paramètres suivants :

- le débit d'eau chaude ou glacée alimentant les batteries
- la vitesse de rotation du ventilateur de soufflage
- le débit d'air mélangé traversant les batteries de réchauffage ou de refroidissement.
- le débit d'air neuf.

1/ Réglage du débit d'eau chaude ou glacée :

Pour notre cas, le réglage du débit d'eau chaude ou glacée à l'entrée des batteries est automatique grâce à des vannes de réglage à trois voies à commande thermostatique (elle peut être électronique ou pneumatique). Elles permettent un réglage précis de la température des locaux.

2/ Réglage de la vitesse de rotation du ventilateur :

Le réglage de la vitesse de rotation du ventilateur de soufflage peut être manuel ou automatique.

En réglage manuel, l'appareil comporte sur le tableau de commande un commutateur permettant le choix entre deux ou trois vitesses du ventilateur.

Le réglage automatique est obtenu par action du thermostat d'ambiance sur la vitesse du ventilateur. Cette action peut être

- en tout ou rien (marche ou arrêt)
- en cascade (3 vitesses possibles)
- progressive (procédé cher et peu utilisé)

le deuxième cas est adopté pour notre cas.

3/ Réglage du débit d'air traversant la batterie :

Il existe deux systèmes de réglage du débit d'air traversant les batteries.

- un système de réglage par volets orientables (celui adopté par notre étude)
- un système de réglage par rotation d'ensemble du ventilateur la commande des volets est automatique.

4/ Réglage du débit d'air neuf :

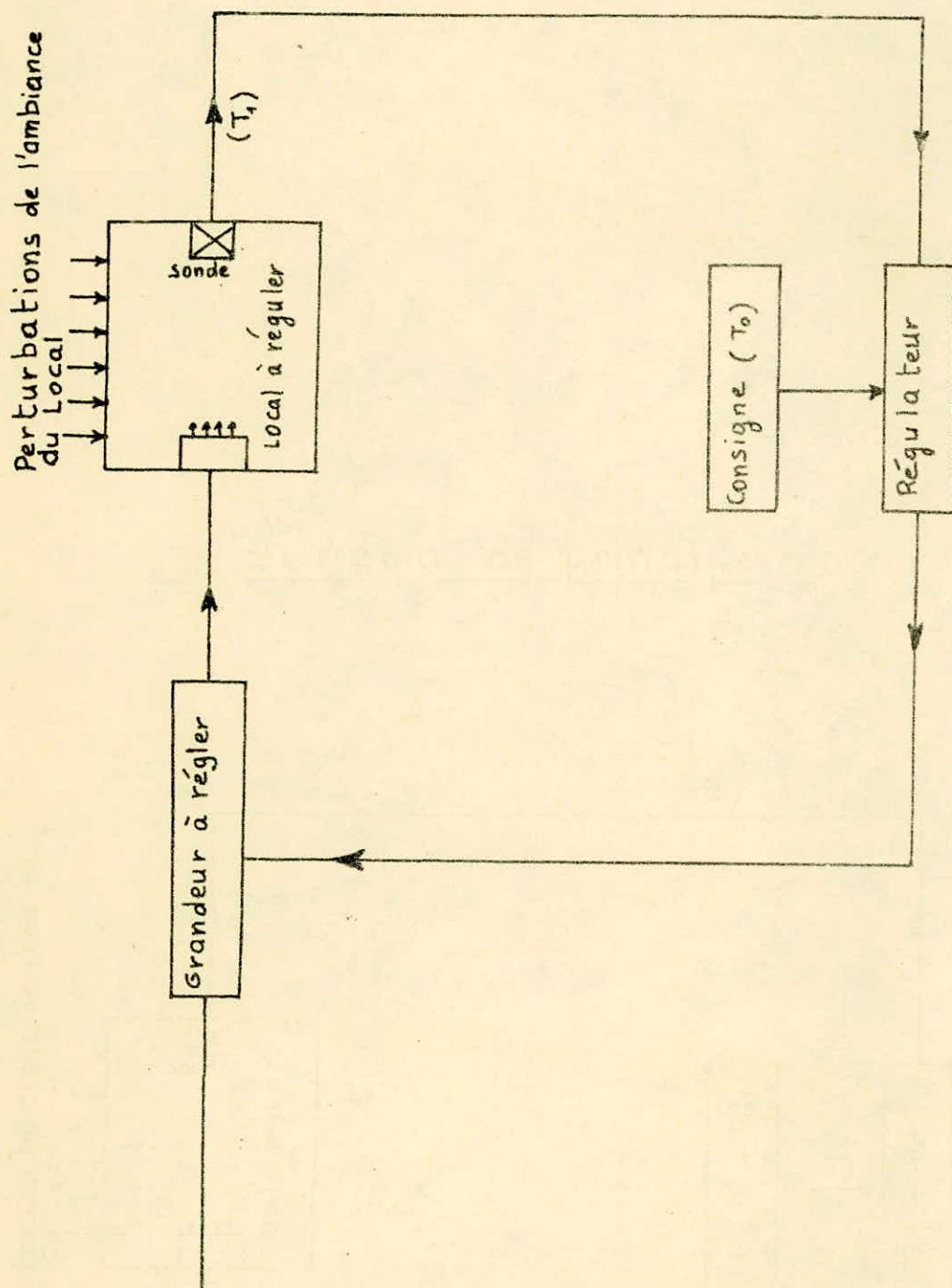
La ventilation des locaux est prévue par une admission d'air neuf au moyen d'orifices prévues en façade du bâtiment.

Le réglage du débit d'air neuf peut se faire soit manuellement soit automatiquement.

Le réglage manuel du débit d'air neuf laissé à l'initiative de l'utilisateur comporte un gros risque en cas de gel.

Pour parer à cet inconvénient nous adoptons une régulation automatique par clapet qui se ferme impérativement en cas de coupure de courant ou d'arrêt du ventilateur.

Schéma de principe



-o- CONCLUSION -o-

La notion de confort occupe une place si importante dans la vie moderne qu'il est essentiel de l'étudier avec soin , en tenant compte de tous les facteurs qui sont susceptibles de l'influencer notre présente étude a été menée de la même manière que ce qui se fait actuellement dans un bureau d'étude et nous pensons l'avoir bien traitée .

Une étude technico - économique aurait été souhaitable pour estimer le prix de revient des équipements utilisés , mais cela nécessiterait un durée d'étude plus longue .

BIBLIOGRAPHIE

H. RIETSCHÉ et W. RAÏSS

Traité de chauffage et de climatisation
tomes 1 et 2 . (Edition DUNOD).

F. KREITH

Transmission de la chaleur
(Edition MASSON et C^{ie})

A. MISSENARD.

chauffage - ventilation - conditionnement d'air.
Tomes 1 et 2. (Edition EYROLLES).

G. PORCHER.

Climatisation et ventilation
tomes 1 et 2

Manuel. C.O.S.T.I.C :

manuel des industries thermiques.
tomes 1 et 2

Manuel CARRIER :

1^{ere} Partie : bilan thermique.

2^{eme} Partie : conduites d'air.

CATALOGUES :

- C.I.A.T (CF. MAJOR) : (ventilo-convecteur).
- C.I.A.T (SILENTHERME) : (Aérotherme)
- C.I.A.T (TOURELLES) : (Tourelles déxtraction).
- CHAPPEE : (chaudière ; ballon eau chaude, cuve).
- TRANE : (Groupe Frigorifique).
- LAMELLA (RADIATEURS) : (radiateurs).
- EURAMO : (Pompes, vases déxansion).

