

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET  
POPULAIRE**

*Ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche  
scientifique*

*Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou*

*FACULTE DE GENIE DE LA CONSTRUCTION*

*DEPARTEMENT DE GENIE-MECANIQUE*



# Mémoire de fin d'études

*En vue de l'obtention du diplôme de Master Professionnel*

*En Génie Mécanique*

*Spécialité : Energétique*

*Option : Froid, Chauffage et Climatisation*

## Thème

*Etude et dimensionnement d'une  
installation  
de chauffage et de climatisation d'une crèche  
située à Tizi-Ouzou.*

*Présenté devant :*

- *M<sup>r</sup> MAKHLOUF.S (président)*
- *M<sup>r</sup> HADIOUCHE (examinateur)*
- *M<sup>me</sup> TALAMALI (examinatrice)*
- *M<sup>r</sup> ZOUAOUI. S (Promoteur)*
- *M<sup>r</sup> REKKAL. M (Co-promoteur)*

*Réalisé par :*

*M<sup>r</sup> CHIOUKH Menouar*

*M<sup>r</sup> AMRANI Kamel*

*Promotion :  
2015 / 2016*

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer ici notre grande reconnaissance à notre promoteur Mr S.ZOUAOUI, pour son orientation dans toutes démarches concernant ce projet. Ainsi que notre co-promoteur Mr M. REKKAL le responsable de l'entreprise ENERGYPLUS qui nous a appris beaucoup de choses sur le terrain, et sa disponibilité et ses conseils.

Je remercie aussi l'ensemble des enseignants du département Génie Mécanique. En particulier Mr S. MAKHLOUF et Mr A.HAMDAD pour leurs orientations et aides.

Je remercie, Mr HELLI, Chef du service de la station météorologie de BOUKHALFA (TIZI OUZOU), qui nous a donné les informations météorologiques sur le site du projet.

Je remercie, Mr R. CHIOUKH, ingénieur en génie civil pour son aide sur les plans d'architecture de ce projet.

Enfin, nos remerciements vont à messieurs les membres du jury d'avoir accepté d'examiner et de juger notre travail.

## DEDICACES

*Je dédie ce mémoire*

*A mes très chers parents qui m'ont soutenus dans le long de mon cursus de formation*

*A mes frères nacerddine, sofiane.*

*A toute ma famille pour leur soutien moral et leurs encouragements.*

*A mes très cher adorables amis.*

*A l'ensemble de mes professeurs*

*Qui m'ont enrichi de leurs savoirs et de leurs expériences.*

*Amrani Kamel*

# SOMMAIRE

**Introduction générale..... 3**

## **Chapitre I : Aspects généraux de conditionnement d'air.**

**I.1) Buts de conditionnement d'air..... 4**

**I.2) zone de confort thermique..... 5**

**I.3) les caractéristiques de l'air humide..... 7**

**I.4) modes de conditionnement d'air..... 8**

**I.5) type d'installation de conditionnements d'air des locaux..... 9**

**I.6) principe d'installation de chauffage.....**

**I.6.1) classification des installations de chauffage. ....**

**I.6.2) classification des installations de climatisation..... 10**

**I.7) chauffage et climatisation par ventilo convecteur.....11**

**I.7.1) types des ventilo-convecteurs.....**

**I.7.2) Description.....**

**I.7.3) Avantages et les inconvénients des ventilo-convecteurs.....**

**I.7.4) fonctionnement d'un ventilo-convecteur.....12**

## **Chapitre II : Données de base et calculs préliminaires.**

**II.1 Données relatives au site.....13**

**II.1.1 Architecture du local.....**

II.1.2 Implantation géographique.....	
<b>II.2 Données de base thermodynamiques.....</b>	<b>14</b>
II.2.1 Conditions intérieures.....	
II.2.2 Conditions extérieures.....	
<b>II.3 Démarches préliminaires.....</b>	<b>15</b>
II.3.1 Caractérisation des différentes pièces.....	

### **Chapitre III : Déperditions thermiques.**

<b>III.1 Formule générale.....</b>	<b>25</b>
<b>III.2 Evaluation des déperditions de bases.....</b>	
III.2.1 Pertes par transmission.....	
III.2.2 Perte par renouvellement d'air (ventilation).....	26
<b>III.3 Tableau de déperdition thermique.....</b>	<b>29</b>

### **Chapitre IV : Apports calorifiques.**

<b>IV.1 Gains calorifiques dus au milieu externe.....</b>	<b>69</b>
IV.1.1 Gains calorifiques par les parois internes.....	
IV.1.2 Gains par les parois externes.....	70
IV.1.3 Apports par ventilation.....	72
<b>IV.2 Apports calorifiques induits par le milieu interne.....</b>	<b>72</b>
IV.2.1 Apports dus aux occupants.....	72
IV.2.2 Apports dus aux machines.....	73
IV.2.3 Gains dus à l'éclairage.....	74
<b>IV.3 Tableau des apports calorifiques.....</b>	<b>75</b>

## **Chapitre V : Calculs et choix des éléments de l'installation de conditionnement d'air.**

<b>V.1 Calcul des puissances calorifique et frigorifique.....</b>	<b>116</b>
V.1.1 Puissance calorifique.....	
V.1.2 la puissance frigorifique.....	
<b>V.2 Choix des équipements de l'installation.....</b>	
V.2.1 Choix des ventilo – convecteurs.....	
V.2.2 choix des radiateurs pour les locaux moins utilisés.....	117
<b>V.3 Choix du système d'échange thermique.....</b>	<b>118</b>
<b>V.4 Choix du système de distribution.....</b>	<b>119</b>
<b>V.5 Choix des canalisations.....</b>	<b>119</b>
<b>V.6 Exemple pour le choix de type de ventilo-convecteur.....</b>	<b>122</b>
V.6.1 Sélection de la batterie froide.....	122
V.6.2 Sélection de la batterie chaude.....	122
<b>V.7 Choix du type de radiateur.....</b>	<b>123</b>

## **Chapitre VI. Calcul des réseaux de la tuyauterie**

<b>VI. 1 Mode de distribution de l'eau.....</b>	<b>124</b>
<b>VI .2 Type de réseau de distribution.....</b>	<b>124</b>
<b>VI.3 Calcul des réseaux de la tuyauterie.....</b>	<b>125</b>
VI.3.1 pertes de charge par frottements (linéaires).....	125
VI .3.2 Pertes de charge accidentelles (singulières).....	125
VI.3.3 Pertes de charge totales.....	125
VI.3.4 Calcul des débits.....	126
<b>VI.4 calcul des pertes de charge.....</b>	<b>127</b>

VI.4.1	Tableau des pertes de charge pour l'eau chaude (RDC).....	127
VI.4.2	Tableau des pertes de charge pour le chaud (1 <sup>er</sup> étage).....	129
VI.4.3	Tableau des pertes de charge pour l'eau glacée (RDC).....	131
VI.4.4	Tableau de perte de charge pour l'eau glacée (1 <sup>er</sup> étage).....	133
<b>VI.5</b>	<b>Equilibrage des ventilo-convecteurs.....</b>	<b>135</b>
VI.5.1	Tableau d'équilibrage des conduites d'eau chaude.....	135
VI.5.1	Tableau d'équilibrage des conduites d'eau glacée.....	136

## **VII. Ventilation mécanique contrôlée**

<b>VII.1</b>	<b>Ventilation mécanique contrôlée.....</b>	<b>139</b>
<b>VII.2</b>	<b>Principe de la ventilation mécanique.....</b>	<b>139</b>
<b>VII.3</b>	<b>VMC simple flux.....</b>	<b>140</b>
VII.3.1	VMC simple flux auto-réglable.....	141
VII.3.2	VMC simple flux hygro-réglable.....	141
<b>VII.4</b>	<b>VMC double flux.....</b>	<b>142</b>
VII.4.1	VMC double flux hygro-réglable.....	142
VII.4.2	VMC double flux thermodynamique.....	143
<b>VII.5</b>	<b>Avantages et inconvénients.....</b>	<b>143</b>
<b>VII.6</b>	<b>Débit d'air renouvelé par la VMC dans les locaux.....</b>	<b>145</b>

## **VIII. Problèmes physiques de l'installation**

<b>VIII.1</b>	<b>La dilatation du réseau.....</b>	<b>147</b>
<b>VIII.2</b>	<b>La condensation.....</b>	<b>147</b>
<b>VIII.3</b>	<b>Expansion de l'eau.....</b>	<b>147</b>

VIII.3.1 Vase d'expansion à l'air libre.....	148
VIII.3.2 Vase d'expansion sous pression.....	148
VIII.4 Poches d'air.....	148
VIII.5 Entartrage.....	148
VIII.6 Adoucisseur d'eau.....	149
VIII.7 Isolation des tuyauteries.....	149
VIII.7.1 Détermination de l'épaisseur de l'isolant .....	149

## **IX. Choix des équipements**

IX.1 Robinets d'isolement manuels.....	150
IX.2 Les vannes à trois voies.....	150
IX.3 Choix des pompes.....	152
IX.3.1 Choix de la pompe de circulation pour le réseau d'eau chaude.....	153
IX.3.2 Choix de la pompe pour le réseau d'eau glacée.....	153
IX.4 Vase d'expansion.....	153
IX.4.1 Calcul du vase d'expansion.....	154
IX.4.1.1 Choix du vase d'expansion pour l'eau chaude.....	155
IX.4.1.2 Choix du vase d'expansion pour l'eau glacée.....	155
IX.5 Choix de l'adoucisseur.....	156
IX.6 Choix de la chaudière.....	157
IX.7 Choix de groupe frigorifique (groupe à eau glacée).....	158
IX. 8 Purgeurs automatiques.....	159
IX.9 Choix des unités de traitement d'air pour la VMC (UTA).....	159

## **X. Régulation de l'installation**

<b>X.1 But de la régulation.....</b>	<b>161</b>
<b>X.2 Régulation centralisée.....</b>	<b>161</b>
<b>X.3 Régulation individuelle.....</b>	<b>161</b>
<b>X.3.1 Réglage du débit d'eau chaude ou glacée.....</b>	<b>161</b>
<b>X.3.1.1 Réglage du débit d'eau chaude ou glacée.....</b>	<b>162</b>
<b>X.3.1.2 Réglage de la vitesse de rotation du ventilateur.....</b>	<b>162</b>
<b>X.3.1.3 Réglage du débit d'air traversant la batterie.....</b>	<b>163</b>
<b>X.3.1.4 Réglage du débit d'air neuf.....</b>	<b>163</b>
<b>X.3.2 Réglage au niveau de la chaudière .....</b>	<b>165</b>
<b>X.3.2.1 Régulation par aquastat.....</b>	<b>166</b>
<b>X.3.2.2 Régulation par thermostat d'ambiance.....</b>	<b>166</b>
<b>X.3.2.3 Régulation en fonction de la température extérieure.....</b>	<b>166</b>
 <b>Conclusion générale.....</b>	 <b>168</b>

## Introduction générale

Le conditionnement d'air consiste à préparer et à contrôler de façon continue une certaine quantité d'air dans un local dont les caractéristiques sont la température de l'air, son humidité, son renouvellement et sa pureté.

Le maintien en toutes saisons d'un tel confort est assuré par la combinaison de deux modes de conditionnement d'air. Le premier mode, dit d'hiver comporte le chauffage et le contrôle de degré d'hygrométrie et le second porte sur le rafraîchissement et la déshumidification selon les normes, et cela pendant l'été.

L'objectif est de réaliser un climat intérieur confortable d'une crèche pour enfants, située à la nouvelle ville de Tizi-Ouzou, quelle que soit les conditions météorologiques extérieures et les apports de chaleurs internes au local et de dimensionner le système de traitement d'air.

Dans ce projet on a reparti le travail comme suit :

- Le chapitre 1 comporte des généralités sur le conditionnement d'air.
- Le chapitre 2 englobe les données et les caractéristiques de base sur le site d'implantation.
- Le chapitre 3 concerne les bilans thermiques hivernaux (BTH).
- Le chapitre 4 concerne les bilans thermiques estivaux (BTE).
- Le chapitre 5 comporte le choix des différents équipements (VC et les radiateurs...).
- Le chapitre 6 consiste a calculer les pertes de charge dans le réseau de tuyauterie.
- Le chapitre 7 porte sur le calcul du taux de renouvellement d'air nécessaire.
- Le chapitre 8 montres les différents problèmes physiques qu'on peut avoir dans l'installation.
- Le Chapitre 9 : a pour but de fixer le choix des différents équipements de notre installation.
- Le Chapitre 10 : comprend la partie régulation de toute l'installation.

# Chapitre I

## Aspects généraux de conditionnements d'air

## Introduction :

L'air ambiant d'un local quel qu'il soit contient une certaine quantité d'eau, présenter sous forme de vapeur d'eau on a par conséquent affaire à un mélange binaire d'air sec et de vapeur d'eau.

$$\text{Air humide} = \text{Air sec} + \text{Vapeur d'eau}$$

Dans un appartement, cette quantité de vapeur est variable suivant les pièces et leurs occupations on peut d'ailleurs la caractériser de diverses manières :

- Soit par la teneur en eau dans l'air (humidité absolue).
- Soit par le degré hygrométrique de l'air (humidité relative).
- Soit par la pression partielle de la vapeur contenue dans l'air. [1]

### I.1) Buts de conditionnement d'air : [2]

La nature de l'être humain lui permet de réagir avec l'air d'ambiance qui occupe en fonction des changements climatiques, ce qui provoque des échanges thermiques sous différentes formes, principalement on peut citer :

-la convection qui représente 35% des déperditions en plus des 35% causées par le rayonnement.

-la sudation (l'évaporation) avec 29% des échanges totaux, sans négliger la présence de la conduction avec 1% due au contact avec le sol.

L'état de satisfaction d'un individu vis-à-vis de l'environnement thermique est porté par plusieurs paramètres :

- la température des parois.
- la température de l'air qui doit être prise entre 19 °C et 25°C.
- l'humidité relative de l'air qui doit être supérieure à 40% et inférieure à 60%.
- la vitesse de l'air :  $V_{m \text{ air}} < 0.15 \text{ m/s}$  en hiver.

$V_{m \text{ air}} < 0.25 \text{ m/s}$  en été.

- Le métabolisme, définit l'activité de l'être humain :
  - Couchés :  $46 \text{ W/m}^2$ .
  - Assis :  $58 \text{ W/m}^2$ .
  - Debout :  $70 \text{ W/m}^2$ .
  - Activité légère :  $170 \text{ W/m}^2$ .

Avec 1 métabolisme représente  $58.15 \text{ W/m}^2$ .

-le vêtu (vêtements) : le mode d'habillement se diffère selon la saison.

## **I.2) Zone de confort thermique : [2]**

La sensation de bien-être de l'individu est reliée directement à la température et au degré hygrométrique ainsi que d'autres facteurs propre à l'individu lui-même (sa santé, son âge, le mode de vêtement ...etc.).

D'après les tests portés sur plusieurs individus dans une même enceinte climatisée, les spécialistes dans le domaine sont arrivés à moyenner les paramètres qui définissent la zone de confort thermique pour l'été et hiver dans un diagramme de l'air humide comme la figure ci-après le montre.

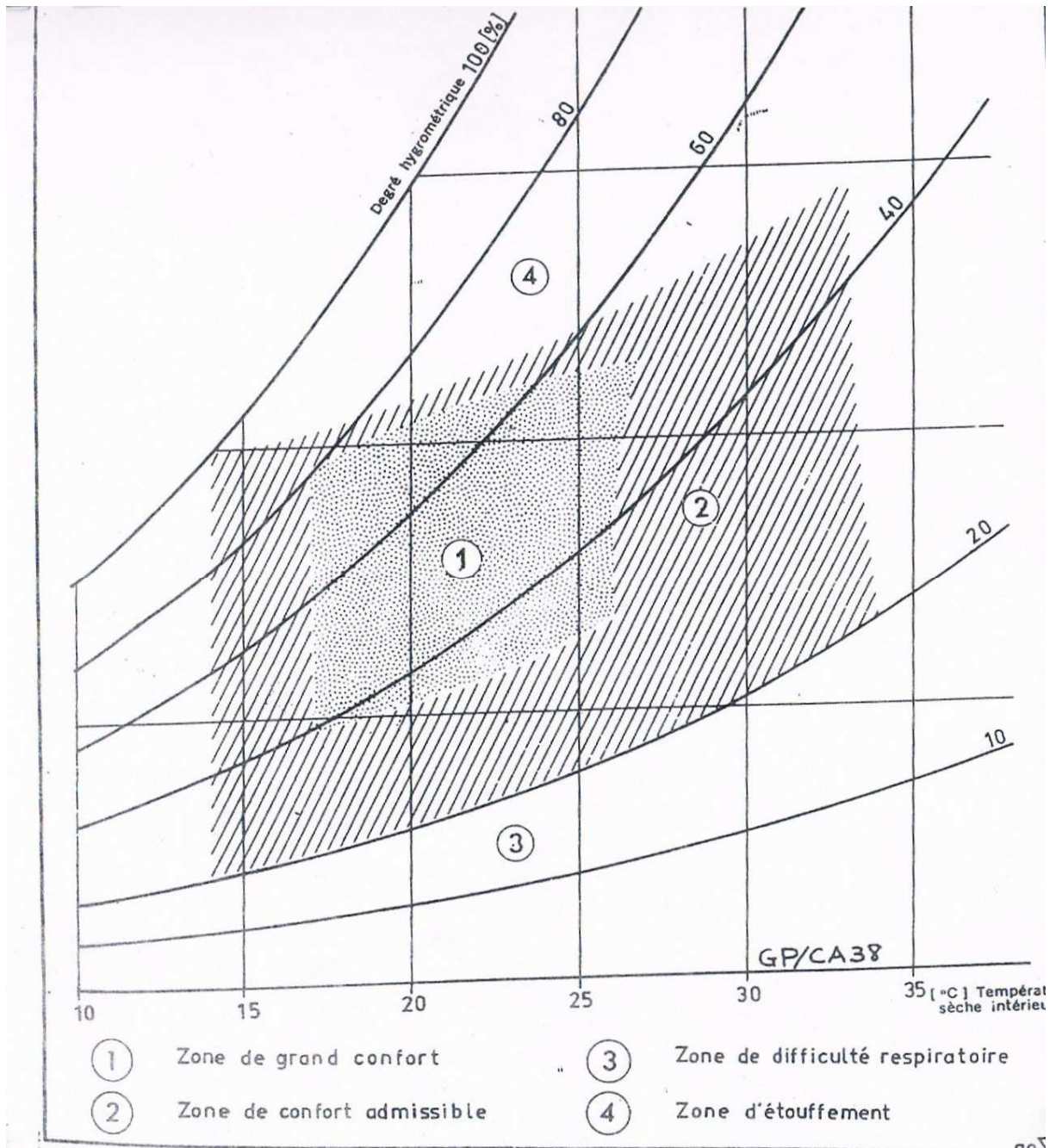


Figure : I.1 : diagramme représente la zone de confort

### I.3) Les caractéristiques de l'air humide : [1]

L'air de l'environnement est considéré comme un mélange de gaz parfait, et nous utiliserons donc la loi de Dalton qui nous dit que : « la pression, l'énergie interne, l'enthalpie et l'entropie d'un mélange de gaz parfaits sont respectivement égales à la somme des pressions partielles, des énergies internes partielles, des enthalpies partielles et des entropies partielles qu'auraient les gaz constituants s'ils occupaient seuls le volume total à la température du mélange ».

Soit :

- Pression :  $P_{ah} = P_{as} + P_v$  I.2

- Enthalpie :  $H_{ah} = H_{as} + H_v$  I.3

- Volume :  $V_{ah} = V_{as} = V_v$  I.4

- Température :  $T_{ah} = T_{as} = T_v$  I.5

L'air sec est essentiellement composé de 78% d'azote, et de 21% d'oxygène, ainsi que d'autre gaz à des proportions faibles tels que l'argon, le CO<sub>2</sub>, le CO, ...

#### ➤ Température :

- Température sèche (Ts)

C'est la température de l'air indiquée par simple lecture sur un thermomètre ordinaire dans la bulle est parfaitement sèche.

- Température de rosée (Tr)

Il s'agit de la température pour laquelle l'air devient saturé pour la pression de vapeur d'eau  $P_v$  considérée. La température de rosée représente encore la température de saturation à humidité spécifique constante.

- Température humide (Th)

C'est la température mesurée à l'aide d'un thermomètre légèrement ventilé et entouré d'un chiffon imbibé d'eau (mouillé).

➤ **Humidité relative :**

Il s'agit du rapport entre la pression partielle de la vapeur d'eau contenue dans l'air et la pression de saturation de cette vapeur d'eau à la température T.

$$\varphi = \frac{P_v}{P_{sat}(T)} \quad \text{I.6}$$

Elle est généralement exprimée en pourcentage. Une hygrométrie de 100% correspond à la saturation, par contre, une hygrométrie de 0% correspond à un air totalement sec.

➤ **Teneur en eau :**

Teneur en eau ou bien humidité absolue spécifique. On définit la teneur en eau comme le rapport de la masse de vapeur d'eau contenue dans l'air humide sur la masse d'air sec.

$$\omega = \frac{M_v}{M_{as}} \quad \text{I.7}$$

➤ **Volume spécifique :**

Il représente le volume occupé par un kilogramme d'air. Il est noté (Vs) et s'exprime en m<sup>3</sup>/kg d'air.

➤ **Enthalpie spécifique :**

L'enthalpie caractérise l'énergie thermique par kilogramme d'air. Par convention, l'enthalpie de l'air totalement sec à 0°C est nulle. Elle est notée h et s'exprime en kilojoules par kilogramme d'air sec (kJ/ kg).

#### **I.4) Modes de conditionnement d'air :**

➤ **Conditionnement dit d'hiver :**

Quand les températures extérieures sont plus basses que les températures intérieures prévues ou désirées il comporte : le chauffage, le réglage du degré d'humidité, Le conditionnement d'un local peut être total ou partiel ; il peut être envisagé dans un but de raffinement pour le seul confort des individus ; ou résulter d'une nécessité industrielle ou autre.

On distingue souvent deux modes dans le conditionnement des locaux d'habitations :

La ventilation et la purification de l'air. Dans ce cas le bilan thermique consiste à évaluer les déperditions en vue de calcul des besoins calorifiques nécessaire.

➤ **Conditionnement dit d'été :**

Comporte la réfrigération, la déshumidification ainsi que la ventilation et la purification de l'air. Il implique, par analogie avec le précédent, le calcul des apports calorifiques par conduction, par rayonnement solaire, ainsi que les diverses sources de chaleurs internes telle que la présence d'individus eux-mêmes, l'éclairage artificiel, les appareils électriques de toutes nature,...etc.

### **I.5) Type d'installation de conditionnement de l'air des locaux.**

On distingue deux types d'installations, les installations décentralisée et les installations centralisée.

➤ **Installation décentralisée :**

Réaliser généralement dans les locaux individuels là où on n'aura pas besoin d'un réseau pour traiter l'air mais on fait appeler à des appareils générateurs pour le chauffage en hiver et le rafraîchissement en été, par exemple la cheminée, les poêles à combustible solide ou gaz...etc.

➤ **Installation centralisée :**

Ce mode d'installation est la solution idéale pour climatiser plusieurs pièces, qui comportent un réseau de distribution qui permet de transporter la chaleur ou le froid par un fluide caloporteur vers les diverses pièces de local à étudier.

### **I.6) Principe d'installation de chauffage. [2]**

L'installation de chauffage se classe selon : l'énergie utilisée, la disposition des éléments constitutifs (radiateur...etc.), le fluide caloporteur utilisé (eau, air, huile, ... etc.)

#### **I.6.1) Classification des installations de chauffage.**

On distingue 03 catégories principales de mode de chauffage représenté comme suite :

✓ **Direct**

- Electrique
- Combustible, fioul, gaz

✓ **Indirect**

- Chaudière

- Pompe à chaleur
- ✓ **Energie renouvelable**
  - Solaire
  - Géothermie

### **I.6.2) Classification des installations de climatisation.**

La notion de climatisation signifie le rafraîchissement pendant les périodes chaudes, et on distingue deux types d'installation :

- Installation de climatisation à air : Les installations de climatisation à air se divisent en deux catégories :
  - Les installations individuelles : sont des climatiseurs individuels installés dans le local considéré, et ils sont généralement de faible dimension.
  - Les installations de climatisation centrale : sont des climatiseurs destinés pour la climatisation de plusieurs locaux permettant ainsi une économie d'énergie, la centrale est placée à l'extérieur des locaux et envoi l'air préparé à travers des gaines dans l'ambiance à climatiser, ce types d'installation utilisé pour climatiser des grands espaces (immeubles, des hôpitaux salles de lecture...etc.)
- Installation de climatisation mixte (air - eau) : les centrales de climatisations, ce types d'installations sont généralement des groupes frigorifiques, l'énergie frigorifique produit dans ces centrales est véhiculé à l'aide d'un fluide caloporteur qui est de l'eau dans ce cas, arrive au niveau des appareils terminaux, l'eau glacée en contact avec l'air neuf introduit par ces derniers aux niveaux des batteries de refroidissements permet le rafraîchissement de celui-ci.

Les installations de climatisation utilisant les ventilo-convecteurs comme appareils terminaux forment un bon exemple d'installation, on remarque seulement que ces installations peuvent assurer le chauffage en hiver, toute installation reste inchangée mis à part la centrale de production d'énergie frigorifique qui sera remplacer par une chaudière ou une pompe à chaleur selon le besoin en énergie calorifique.

## **I.7) Chauffage et climatisation par ventilo convecteur :**

Un ventilo-convecteur est une unité terminale au niveau de laquelle s'effectue un changement de chaleur ou du froid avec l'ambiance intérieure par convection pure.

### **I.7.1) Types des ventilo-convecteurs**

Les ventilo-convecteurs présents sur le marché sont :

- Les ventilo-convecteurs en allégé qui sont installés, contre une paroi extérieure de façon à admettre dans le caisson de mélange une certaine quantité d'air neuf extérieur.
- Les ventilo-convecteurs plafonniers qui sont dissimulés dans les faux plafonds (comme dans notre cas).
- Les ventilo-convecteurs verticaux qui sont incorporés dans un habillage dans le local à climatiser.

### **I.7.2) Description**

Tous les types de ventilo-convecteurs comprennent :

- Un orifice de soufflage qui assure la diffusion de l'air.
- Un orifice de reprise de l'air.
- Une trappe permettant l'accès au tableau de commande de l'appareil ;  
(Commutateur de vitesses des ventilateurs, thermostat, etc...).
- Les orifices de raccordement au réseau hydraulique.
- Des fils de branchement électrique.
- Des filtres à air pour éviter l'entrée de la poussière dans les locaux.
- Une conduite d'amenée d'air extérieur.
- Un ou plusieurs ventilateurs entraînés par un seul moteur électrique.
- Une ou deux batteries pour le réchauffage ou le refroidissement de l'air neuf ou mélangé.
- Un bac de récupération du condensat.

### **I.7.3) Avantages et les inconvénients des ventilo-convecteurs**

Les avantages des ventilo-convecteurs sont :

- Simplicité de pose et des raccordements.
- Fonctionnement silencieux.
- Grande autonomie de fonctionnement.
- Entretien simple et peu coûteux.

- Ventilation assurée en toute saison.
- Un ventilo-convecteur peut assurer :
  - Filtration de l'air neuf admis dans le local.
  - Chauffage ou rafraîchissement de l'air neuf ou mélange.
  - Soufflage dans le local de l'air neuf ou mélangé.

Le seul inconvénient est l'impossibilité de contrôler efficacement de l'humidité ambiante surtout pour le modèle à une seule batterie assurant le chauffage et le refroidissement.

#### **I.7.4) fonctionnement d'un ventilo-convecteur**

Dans notre cas, le model des ventilo-convecteurs présents sont équipés d'une seule batterie pour le chauffage ou le refroidissement de l'air, alimenter par un système de conduire à deux tuyaux :

- L'un pour l'amener de l'eau.
- L'autre pour le retour de l'eau chaude ou froide selon le fonctionnement.

De l'air neuf est acheminé à l'aide des conduites placées dans les couloirs puis distribuer pour alimenter les unités terminales.

De l'air vicié ou une partie est évacué vers l'extérieur à travers les grilles d'extraction.

Le terme de confort occupe une place très importante dans la vie moderne qu'il est essentiel de l'étudier avec soin, en tenant compte de tous les facteurs qui sont susceptible de l'influencer.

#### **Conclusion :**

Le conditionnement de l'air se fait dans le but de réaliser un bon confort thermique, et pour cela on doit faire un bon choix de système à utiliser pour le chauffage et le rafraîchissement.

## Chapitre II

Données de base et calculs  
préliminaires

## Introduction :

Le présent chapitre a pour objet de déterminer les différents paramètres, dit de bases, intervenant dans les divers bilans ainsi que le dimensionnement des installations de traitement d'air ou de chauffage, climatisation et ventilation.

Ces paramètres de bases sont de deux types :

- Paramètres concernant le site.
- Paramètres de bases intérieurs et extérieurs.

## II.1 Données relatives au site

Afin de pouvoir dimensionner une installation de traitement d'air, il est nécessaire de connaître certains paramètres se rapportant au local à étudier tels que :

- L'architecture du bâtiment.
- Son implantation géographique.

### II.1.1 Architecture du local

Le local est une crèche à nouvelle ville de Tizi-Ouzou. Il est conçu en deux niveaux : un rez-de-chaussée et un étage.

### II.1.2 Implantation géographique

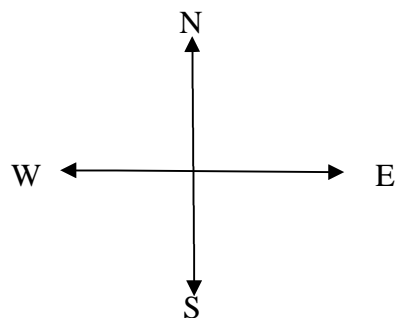
D'après l'office national météorologique de Tizi-Ouzou, la crèche, nouvelle ville de Tizi-Ouzou, est implantée dans une région appartenant à la zone climatique B.

Lieu : nouvelle ville, wilaya de Tizi-Ouzou

Latitude :  $36^{\circ}42'$  Nord

Longitude :  $0.4^{\circ}$   $0.8^{\circ}$  Est

Zone urbaine.



Orientation : Entrée principale orientée vers l'est.

## **II.2 Données de bases thermodynamiques**

### **II.2.1 Conditions intérieures**

Les paramètres agissant sur le confort thermique et sur l'activité à l'intérieur du local étudié sont :

- La pureté de l'air.
- La température de l'air.
- Le degré hygrométrique.
- Le mouvement de l'air.

### **II.2.2 Conditions extérieures**

L'établissement des bilans thermiques estival ou hivernal et le dimensionnement des équipements adéquats nécessitent la connaissance des effets des évolutions climatiques extérieures (température, humidité, vent, rayonnement,...).

On désigne par le climat, le comportement moyen du temps en un lieu ou en un territoire pour une certaine période de l'année tel qu'il résulte d'observation étalées sur plusieurs dizaines d'années. Par exemple, en Algérie le mois de Janvier est le mois le plus froid, alors que mois d'aout est le mois le plus chaud.

#### **➤ Période hivernale**

La température extérieure qui intervient dans le calcul du bilan calorifique est la température moyenne enregistrée sur un certain nombre d'années.

Si on considère la plus basse température, cela conduira à un surdimensionnement inutile de l'installation, vu qu'elle est rarement atteinte.

D'après l'office national de la météorologie de Tizi-Ouzou, les valeurs moyennes de la température, du degré hygrométrique et de la vitesse du vent de mois de janvier de ces dix (10) dernières années.

Sont :

- Température moyenne sèche :  $T_s = 7^\circ\text{C}$ .
- Température moyenne humide :  $T_h = 5.9^\circ\text{C}$ .
- Humidité relative moyenne :  $\text{HR} = 82\%$ .
- Vitesse moyenne du vent :  $V_m = 0.93 \text{ m/s}$ .
- Température moyenne du sol est :  $T_{\text{sol}} = 5^\circ\text{C}$ .

➤ **Période estivale**

D'après l'office national de la météorologie de Tizi-Ouzou, les valeurs moyennes de la température, du degré hygrométrique et de la vitesse du vent de mois d'aout de ces dix (10) dernières années.

Sont :

- Température sèche :  $T_s = 36^\circ\text{C}$ .
- Température humide :  $T_h = 28.5^\circ\text{C}$ .
- Humidité relative moyenne :  $\text{HR} = 58\%$ .
- Vitesse moyenne du vent :  $V_m = 2.23 \text{ m/s}$ .
- Température moyenne du sol est :  $T_{\text{sol}} = 44^\circ\text{C}$ .

## **II.3 Démarches préliminaires**

### **II.3.1 Caractérisation des différentes pièces**

#### **a) Plans des locaux**

Dans le présent travail, nous étudierons les locaux du rez - de chaussé ou se trouve plusieurs pièces, et un dégagement avec un hall de réception en plus d'un étage composé aussi de plusieurs pièces qui sont représentés sur le plans si après (fin du chapitre).

**b) Composition des distincts murs et parois**

La conception du local fait appel à une gamme de matériaux parmi les produits disponibles sur le marché national.

- Les murs extérieurs qui représentent les façades principales du local sont de deux

Type :

- Des murs en double cloison d'épaisseur de 34 cm. Ils sont constitués de briques creuses de 15 cm de l'extérieur et celles de 10 cm de l'intérieur, ces deux cloisons sont séparées par une lame d'air de 5 cm d'épaisseur, de l'extérieur, les murs sont couverts d'une couche de mortier de ciment de 1 cm d'épaisseur et d'une couche de crépis de 1 cm d'épaisseur. Et l'intérieur d'une couche de plâtre (enduit) de 2 cm d'épaisseur.
- Des murs en béton d'épaisseur de 23 cm. Ils sont constitués de béton plein de 20 cm d'épaisseur. De l'extérieur d'une couche de crépis de 1 cm. De l'intérieur d'une couche de Plâtre de 2 cm.
- Les murs intérieurs sont :
  - Des murs en simple cloison d'épaisseur de 19 cm. Composés de briques creuses de 15 cm d'épaisseur couverte de part et d'autre d'une couche de plâtre de 2 cm d'épaisseur.
  - Des murs en simple cloison de 14 cm d'épaisseur, ils sont constitués de briques creuses de 10 cm d'épaisseur, couvert par une couche de plâtre des deux côtés.

Dans le tableau qui suit, nous mentionnerons les différents composants de chaque paroi, leurs épaisseurs, la valeur de leurs conductivités thermiques, leurs masses volumiques ainsi que leurs masses surfaciques et les résistances thermiques correspondantes. [3]

Désignation	Composition	épaisseur e (m)	Conductivité thermique $\lambda$ (W/m C°)	Résistance thermique R (m <sup>2</sup> C/W)	Masse volumique $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Masse surfaccique $m_s$ (kg/m <sup>2</sup> )
Mur à double cloison (Ext)	Crépis	0.01	0.84	0.012	3800	38
	Mortier de ciment	0.01	1.4	0.007	2200	22
	Briques creuses	0.15	0.48	0.313	900	135
	Lame d'air	0.05	/	0.11	1	0.05
	Briques creuses	0.1	0.48	0.208	900	90
	Enduit plâtre	0.02	0.35	0.057	875	17.5
Mur en béton (Ext)	Crépis	0.01	0.84	0.012	3800	38
	Béton lourd	0.2	1.75	0.143	2350	470
	Enduit plâtre	0.02	0.35	0.057	875	17.5
Mur à simple cloison (Int)	Enduit plâtre	0.02	0.35	0.057	875	17.5
	Brique	0.15	0.48	0.313	900	90
Plancher bas	Carrelage	0.02	0.89	0.022	1900	
	Mortier ciment	0.04	0.73	0.055	2200	22
	Béton lourd	0.12	1.29	0.093	2350	470
Plafond	Enduit plâtre	0.02	0.35	0.057	875	17.5
	Hourdis	0.16	0.14	1.143	/	/
	Béton lourd (chape)	0.06	1.75	0.034	2350	470

**Tableau II-1 : Caractéristiques des différents matériaux de construction utilisés.**

### c) Evaluation des coefficients de transmissions globaux [1]

Le coefficient de transfert thermique, est un flux thermique au travers d'une surface d'échange. Il permet de calculer l'intensité de l'énergie échangée par unité de surface et unité

de temps en fonction de la différence de température de part et d'autre de la surface d'échange.

➤ **Coefficient de transmission surfacique**

Soit une paroi (un mur par exemple) homogène et isotrope, de surface (S), d'épaisseur (e) et de conductivité thermique ( $\lambda$ ) constante.

La chaleur est transférée entre le milieu intérieur de température ( $T_i$ ) et d'un coefficient d'échange superficiels ( $h_i$ ), et le milieu extérieur de température ( $T_e$ ) et d'un coefficient d'échange superficiel ( $h_e$ ), à travers la paroi.

L'expression du flux de chaleur qui passe à travers cette paroi, en régime permanent,

Ou  $T_e \neq T_i$ , s'écrit comme suit [4] :

Le transfert se fait par rayonnement et par convection du milieu intérieur à la surface de la paroi, exprimé par :  $\emptyset = h_i S (T_i - T_{pi})$  II-1

Ce même transfert se produit par conduction à travers la paroi. Il est donné par la relation suivante :

$$\emptyset = \lambda \frac{S}{e} (T_{pi} - T_{pe}) \quad \text{II-2}$$

Ce flux sera transmis ensuite au milieu extérieur par rayonnement et convection :

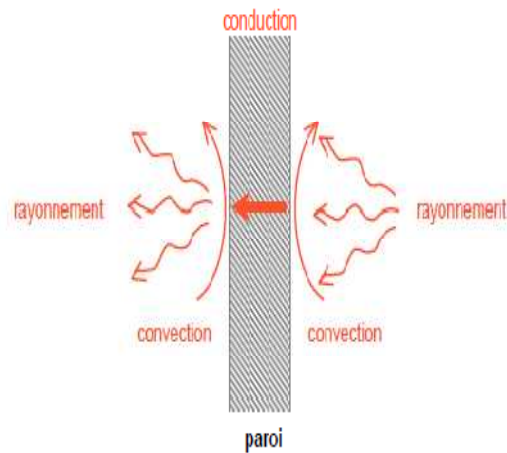
$$\emptyset = h_e S (T_{pe} - T_e) \quad \text{II-3}$$

Ce qui conduit à :

$$\frac{\emptyset}{S} = \frac{T_i - T_{pi}}{\frac{1}{h_i}} = \frac{T_{pi} - T_{pe}}{\frac{e}{\lambda}} = \frac{T_{pe} - T_e}{\frac{1}{h_e}} \quad \text{II-4}$$

D où:

$$\emptyset = S \frac{T_i - T_e}{\frac{1}{h_i} + \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{h_e}} \quad \text{II-5}$$



**Figure II.1 Mode de transfert de chaleur**

Le flux thermique  $\Phi$  à travers la surface d'échange s'exprime par la relation suivante :

$$\Phi = K S (T_i - T_e) \quad \text{II-6}$$

Avec :

$$K = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} + \frac{e}{\lambda}} \quad \text{II-7}$$

$K$  : coefficient de transmission thermique surfacique total, exprimé en watts par mètre carré degré Celsius.

C'est aussi l'inverse de  $R$  :

$$R = \frac{1}{K} = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} + \frac{e}{\lambda} \quad \text{II-8}$$

$R$  : résistance thermique surfacique totale.

Le mur est constitué généralement de plusieurs couches de matériaux d'épaisseurs et de conductivités thermiques différentes, l'équation de calcul devient :

$$K = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} + \sum_{i=1}^{i=n} \frac{e}{\lambda_i}} \quad \text{II-9}$$

Où :

$n$  : nombre de couche.

$e$  : épaisseur de paroi.

$\tilde{e}_i$  : Conductivité thermique de matériau constitutif.

$\frac{1}{h_i}$  : Résistance thermique superficielle de milieu intérieur.

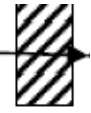
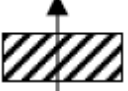
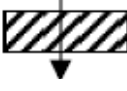
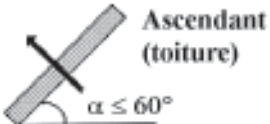
$\frac{1}{h_e}$  : Résistance thermique superficielle du milieu extérieur.

$\sum_{i=1}^{i=n} \frac{e_i}{\tilde{e}_i}$  : Résistance à la transmission de la chaleur par conduction surfacique des parois planes.

### **Echanges superficiels :**

Les résistances thermiques d'échanges superficiels intérieur ( $1/h_i$ ) et extérieur ( $1/h_e$ )

Sont données dans le tableau qui suit [3] :

Disposition de la paroi et sens du flux	Paroi en contact avec : - l'extérieur, - un passage ouvert, - un local ouvert			Paroi en contact avec : - un autre local chauffé ou non, - un comble, - un vide sanitaire.		
	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_e + 1/h_i$	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_e + 1/h_i$
Paroi verticale  Flux horizontal	0.11	0.6	0.17	0.11	0.11	0.22
Paroi horizontale  Flux ascendant	0.09	0.05	0.14	0.09	0.09	0.18
Paroi horizontale  Flux descendant	0.17	0.05	0.22	0.17	0.17	0.34
 Ascendant (toiture) $\alpha \leq 60^\circ$	0.09	0.05	0.14	0.09	0.09	0.18

**Tableau II- 2 : Résistance thermique d'échanges superficiels intérieurs et extérieurs.**

Après calculs, les valeurs des coefficients de transmission K, sont donnés dans le tableau suivant :

➤ Valeurs des coefficients de transmission surfacique  $K_S$  :

Désignation	Epaisseur total (m)	En contact avec	$R = \sum \frac{e}{\lambda}$	$R_i + R_e$ ( $m^2 \cdot C/W$ )	$K$ ( $W/m^2 \cdot C$ )
Mur double cloison (ext)	34	L'extérieur	0.707	0.17	1.14
Mur simple cloison (int)	19	L'intérieur	0.322	0.22	1.84
Mur en béton (ext)	23	L'extérieur	0.212	0.17	2.61
Plancher bas	0.18	le sol	0.17	0.22	2.56
Plafond	24	l'extérieur	1.085	0.14	0.73

**Tableau II-3 : Coefficient de transmission surfacique « K ».**

➤ Coefficients de transmission surfacique «  $K_S$  » des portes

Type de portes	Portes donnant sur l'extérieur	Portes donnant sur local Non chauffé
-Portes opaques	3.5	2
-portes avec proportion de vitrage de 30%	4.0	2.4
-Portes avec une proportion de vitrage compris entre 30% et 60%	4.5	2.7

**Tableau II-4 : Coefficient de transmission surfacique «  $K_S$  » des portes.**

## ➤ Coefficient de transmission des vitrages [1]

Type de vitrage	Epaisseur de la lame d'air (mm)	Nature de la menuiserie	Paroi verticale	Paroi horizontale
Vitrage simple	/	Bois	5	5.5
		Métal	5.8	6.5
Vitrage double	5 à 7	Bois	3.3	3.5
		Métal	4.0	4.3
	8 à 9	Bois	3.1	3.3
		Métal	3.9	4.2
10 à 11	Bois	3.0	3.2	
	métal	3.8	4.1	
12 à 13		Bois	2.9	3.1
		métal	3.7	4.0

Tableau II-5 : Coefficients de transmissions des vitrages.

Coefficient de transmission linéique  $K_l$  :

$$K_l = \frac{K_1 + K_2}{2} * 0.2 * \frac{e_1 + e_2}{2}$$

II-10

DESIGNATION DE LIAISON	$K_L$ (W/ m°C)
Mur ext et mur ext	0.08
Mur ext et béton lourd	0.13
Mur ext et mur int	0.08
Mur ext et plancher bas	0.1
Mur ext et plafond	0.09
Mur int et mur int	0.07
Mur int et plancher bas	0.08
Mur int et plafond	0.05
Mur int et béton lourd	0.09

Tableau II-6: Coefficients de transmissions linéiques.

**Conclusion :**

Une étude précise des bilans thermiques est liée directement aux paramètres intérieurs et extérieurs de l'habitation, ces derniers sont aussi la base d'un bon dimensionnement de système de climatisation (Chaud, froid).



## Chapitre III

# Déperditions thermiques

## Introduction :

Dans ce chapitre on va exploiter toutes les données de bases nécessaires qu'on a évoquées dans le chapitre précédent pour effectuer l'étude des déperditions thermiques, donc ce chapitre est consacré au bilan thermique hivernal dans le but de trouver la puissance calorifique nécessaire afin de déterminer la centrale de chauffage ainsi que le choix des unités terminales.

### III.1 Formule générale :

Les besoins calorifiques des différentes salles, sont égaux à la somme de toutes les déperditions de chaleur à travers l'enveloppe extérieure des salles, diminuant la somme des apports internes, c.à.d :

$$Q = \sum D_t - \sum A_i \quad \text{III.1}$$

Où :

$Q$ : Charge calorifique d'un local en Watts.

$D_t$ : Déperdition calorifique unitaire.

$A_i$ : Apport calorifique interne unitaire.

### III.2 Evaluation des déperditions de base

Les déperditions calorifiques d'un local ne sont autres que l'énergie thermique cédée par celui-ci au milieu extérieur. Ces pertes sont dues à la transmission à travers les parois d'une part et d'autre à la pénétration de l'air extérieur froid dans le local par les diverses ouvertures et défauts d'étanchéité.

Le calcul des déperditions s'avère très complexe, on a recours alors à des méthodes de calculs codifiées et normalisées. Dans lesquelles les déperditions sont calculées en deux catégories :

- Les déperditions par transmission (surfaiques et linéiques).
- Les déperditions par infiltration et renouvellement d'air.

#### III.2.1 Pertes par transmission [2]

Les déperditions par transmission, sont les déperditions par conduction et par convection sans tenir compte du rayonnement, celui-ci est introduit sous forme de majoration

selon l'orientation.

Un local est construit de plusieurs parois différentes (murs, portes, fenêtres). Le flux total qui quitte la salle par transmission à travers l'ensemble des parois, est la somme algébrique des flux qui traversent ces parois

### a. Surfaiques

Considérons une paroi de surface  $S$ , séparant le local du milieu extérieur. Les températures intérieure et extérieure du local sont respectivement  $t_i$  et  $t_e$  :

$$D_{TS} = K S \Delta T \quad \text{III.2}$$

Avec :

$D_{TS}$ : Le flux de chaleur franchissant la paroi (w)

$K$  : coefficient de transmission surfaique ( $W/.m^2°C$ )

$S$  : Surface d'échange ( $m^2$ ).

$\Delta T$  : différence de température entre l'intérieur et l'extérieur ( $\Delta T= T_i - T_e$ ) en °C.

### b. Linéiques

On rencontre ce cas de déperdition tout le long d'une liaison de parois adjacentes. Les différents cas de figures qui peuvent se présenter sont :

- Liaison de deux parois extérieures.
- Liaison entre un mur extérieur et béton lourd.
- Liaison entre une paroi extérieure et une paroi intérieure.
- liaison de deux parois intérieures.

La valeur brute de ces déperditions le long d'une liaison est donnée par la formule suivante :

$$D_l = K_l L \Delta T \quad \text{III.3}$$

## III.2.2 perte par renouvellement d'air (ventilation) [4]

Les déperditions par renouvellement d'air doivent être prises en compte, elles sont dues aux ouvertures ou gaines de ventilation.

Elles se présentent sous la formule suivante :

$$D_r = 0.34 (Q_v + Q_s) \quad \text{III.4}$$

ou :

- 0,34 (en Wh/m<sup>3</sup>°C) est la chaleur volumique de l'air.
- $Q_v$  (en m<sup>3</sup>/h) est le débit spécifique de ventilation.
- $Q_s$  (en m<sup>3</sup>/h) est le débit supplémentaire par infiltrations dues au vent.

Le débit spécifique de ventilation  $Q_v$  pour un logement est donné par la formule suivante :

$$q_v = \text{Max} [0.6 \times V_h ; q_{vréf}] \quad \text{III.5}$$

- $V_h$  (en m<sup>3</sup>) désigne le volume habitable ;
- $Q_{vréf}$  (en m<sup>3</sup>/h) désigne le débit extrait de référence.

Le débit supplémentaire  $Q_s$  dû à l'effet du vent pour un logement est donné par la formule suivante :

$$q_s = \sum(P_{pi} \times e_{vi}) \quad \text{III.6}$$

$P_{pi}$  (En m<sup>3</sup>/h. sous une différence de pression  $\Delta P = 1$  Pa) est la perméabilité à l'air de la paroi  $i$

$$P_{pi} = \sum(P_{oj} \times A_j) \quad \text{III.7}$$

Où :

- $P_{oj}$  (en m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup> sous  $\Delta P = 1$  Pa) est la perméabilité surfacique à l'air de l'ouvrant c'est à dire le débit d'air traversant 1 m<sup>2</sup> de paroi sous une différence de pression  $\Delta P$  de 1 Pa
- $A_j$  (en m<sup>2</sup>) est la surface de l'ouvrant  $j$ .

Les valeurs de  $P_{oj}$

Type de parois	Valeurs de $P_{oj}$ (m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup> sous $\Delta P = 1$ Pa)
Fenêtre ou porte fenêtre	4.0
Porte avec seuil et joint d'étanchéité	1.2
Porte	6.0
Double fenêtre	2.4

**Tableau III.1 : Les valeurs de  $P_{oj}$**

Le coefficient d'exposition au vent  $e_v$  est tiré du tableau suivant.

Hauteur H (m)	Classes de rugosité				
	V	IV	III	II	I
$H \leq 4$	0.4	1.47	2.71	4.06	6.36
$4 < H \leq 7$	1.10	2.30	3.51	4.82	7.08
$7 < H \leq 11$	1.76	3.00	4.19	5.46	7.67
$11 < H \leq 18$	2.57	3.87	4.97	6.17	8.32
$18 < H \leq 30$	3.5	4.80	5.80	6.93	9.02
$30 < H \leq 50$	4.47	5.78	6.66	7.71	9.72

**Tableau III.2**

Dans notre cas on s'intéresse à la zone IV (zone urbaine).

➤ **Données :**

La température extérieure est de  $7\text{ C}^\circ$

La température de sol est de  $5\text{ C}^\circ$

✓ Pour les locaux non chauffés on a :

- La température intérieure est de  $20\text{ C}^\circ$

Alors  $\Delta T = 20 - 7 = 13\text{ C}^\circ$

Et à travers le sol on a  $\Delta T = 20 - 5 = 15\text{ C}^\circ$

✓ Pour les locaux chauffés on a :

- La température intérieure est de  $22\text{ C}^\circ$

Alors  $\Delta T = 22 - 7 = 15\text{ C}^\circ$

Et à l'intérieur on a  $\Delta T = 22 - 20 = 2\text{ C}^\circ$

Et à travers le sol on a  $\Delta T = 22 - 5 = 17\text{ C}^\circ$

Premiere etage:

Bureau directeur et salle de reunion:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	SE	1,00	7,74	3,50	27,09	5,46	21,63	1,14	15,00	369,87
f ext	SE	3,00	1,30	1,40	5,46		5,46	3,30	15,00	270,27
m ext	NE	1,00	8,33	3,50	29,16	9,10	20,06	1,14	15,00	342,94
f ext	NE	5,00	1,30	1,40	9,10		9,10	3,30	15,00	450,45
m ext	NO	1,00	2,85	3,50	9,98	3,64	6,34	1,14	15,00	108,33
f ext	NO	2,00	1,30	1,40	3,64		3,64	3,30	15,00	180,18
m int	SO	1,00	5,40	3,50	18,90	1,89	17,01	1,84	2,00	62,60
p int	SO	1,00	0,86	2,20	1,89		1,89	2,00	2,00	7,57
plaf		1,00			50,15		50,15	0,73	15,00	549,14

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	1651,37	1915,58
D p,th t	330,27	383,12

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	DI
1,00	7,74	0,09	15,00	10,45
10,00	3,50	0,13	15,00	68,25
3,00	3,50	0,09	2,00	1,89
1,00	8,33	0,09	15,00	11,25
1,00	2,85	0,09	15,00	3,85

Puiss	Watt	k cal/h
DI tot	95,68	110,99

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	$Q_v(m^3/h)$	Nbre	$P_0(m^3/h.m^2)$	$A(m^2)$	$e_{vi}$	$Q_s(m^3/h)$	$Q_v+Q_s$	$D_R$
f ext	50,15	3,50	175,53	105,32	10,00	4,00	1,82	1,47	107,02	212,33	72,19
P int	50,15	3,50	175,53	105,32	1,00	6,00	1,89	1,47	16,69	122,00	41,48

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	113,67	131,86

	watt	k cal/h
Q tot	2190,99	2541,55
P tot	2848,29	3304,02

Bureau secretaire :

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	N	1,00	2,63	3,50	9,21	1,82	7,39	1,14	15,00	126,28
f ext	N	1,00	1,30	1,40	1,82		1,82	3,30	15,00	90,09
m int	O	1,00	2,63	3,50	9,21	1,89	7,32	1,84	2,00	26,92
p int	O	1,00	0,86	2,20	1,89		1,89	2,00	2,00	7,57
m int	SO	1,00	3,00	3,50	10,50		10,50	1,84	2,00	38,64
plaf		1,00			17,97		17,97	0,73	15,00	196,77

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	486,27	564,08
D p,th t	97,25	112,82

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	Dl
2,00	3,50	0,13	15,00	13,65
3,00	3,50	0,09	2,00	1,89
1,00	2,85	0,09	15,00	3,85
1,00	2,63	0,05	2,00	0,26
1,00	3,00	0,05	2,00	0,30

Puiss	Watt	k cal/h
Dl tot	19,95	23,14

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	$e_{vi}$	$Q_s (m^3/h)$	Qv+Qs	$D_R$
f ext	17,97	3,50	62,90	37,74	1,00	4,00	1,82	1,47	10,70	48,44	16,47
p int	17,97	3,50	62,90	37,74	1,00	6,00	1,89	1,47	16,69	54,42	18,50

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	34,97	40,57

	watt	k cal/h
Q tot	638,45	740,60
P tot	829,99	962,79

Cage d'escalier:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	N	1,00	2,90	3,50	10,15	2,52	7,63	1,14	13,00	113,08
f ext	N	3,00	0,60	1,40	2,52		2,52	3,30	13,00	108,11
m ext	E	1,00	3,73	3,50	13,06		13,06	1,14	13,00	193,48
m int	O	1,00	3,73	3,50	13,06		13,06	1,84	2,00	48,04
plaf		1,00			10,82		10,82	0,73	13,00	102,65

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	565,36	655,81
D p,th t	113,07	131,16

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	Dl
4,00	3,50	0,13	13,00	23,66
1,00	3,73	0,09	13,00	4,36
1,00	2,90	0,09	13,00	3,39
1,00	3,73	0,05	2,00	0,37
2,00	3,50	0,09	2,00	1,26

Puiss	Watt	k cal/h
Dl tot	33,05	38,34

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	$e_{vi}$	$Q_s (m^3/h)$	Qv+Qs	D <sub>R</sub>
f ext	10,82	3,50	37,86	22,72	3,00	4,00	0,84	1,47	14,82	37,53	12,76
p int	10,82	3,50	37,86	22,72	1,00	6,00	1,89	1,47	16,69	39,40	13,40

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	26,16	30,34

	watt	k cal/h
Q tot	737,64	855,66
P tot	958,93	1112,36

Bureau chef personnel:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	N	1,00	4,50	3,50	15,75	5,46	10,29	1,14	15,00	175,96
f ext	N	3,00	1,30	1,40	5,46		5,46	3,30	15,00	270,27
m ext	O	1,00	3,60	3,50	12,60	3,64	8,96	1,14	15,00	153,22
f ext	O	2,00	1,30	1,40	3,64		3,64	3,30	15,00	180,18
m int	SO	1,00	4,95	3,50	17,33		17,33	1,84	2,00	63,76
m int	E	1,00	6,62	3,50	23,17	1,89	21,28	1,84	2,00	78,30
p int	E	1,00	0,86	2,20	1,89		1,89	2,00	2,00	7,57
plaf		1,00			29,41		29,41	0,73	15,00	322,04

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	1251,29	1451,50
D p,th t	250,26	290,30

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	Dl
8,00	3,50	0,09	2,00	5,04
4,00	3,50	0,13	15,00	27,30
1,00	6,62	0,05	2,00	0,66
1,00	8,10	0,09	15,00	10,94

Puiss	Watt	k cal/h
Dl tot	43,94	50,97

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	$e_{vi}$	Qs (m <sup>3</sup> /h)	Qv+QS	D <sub>R</sub>
f ext	29,41	3,50	102,94	61,76	5,00	4,00	1,82	1,47	53,51	115,27	39,19
p int	29,41	3,50	102,94	61,76	1,00	6,00	1,89	1,47	16,69	78,45	26,67

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	65,86	76,40

	watt	k cal/h
Q tot	1611,35	1869,17
P tot	2094,75	2429,91

Sanitaire :

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	NO	1,00	2,59	3,50	9,07	0,78	8,28	1,14	13,00	122,78
f ext	NO	3,00	0,51	0,51	0,78		0,78	3,30	13,00	33,47
m int	NE	1,00	4,95	3,50	17,33		17,33	1,84	2,00	63,76
m int	SO	1,00	4,95	3,50	17,33		17,33	1,84	2,00	63,76
plaf		1,00			13,79		13,79	0,73	13,00	130,87

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	414,63	480,97
D p,th t	82,93	96,19

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	Dl
2,00	3,50	0,13	13,00	11,83
2,00	3,50	0,09	2,00	1,26
1,00	2,59	9,00	13,00	303,03
1,00	4,95	0,05	2,00	0,50

Puiss	Watt	k cal/h
Dl tot	316,62	367,27

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	$e_{vi}$	$Q_s(m^3/h)$	Qv+Qs	D <sub>R</sub>
f ext	13,79	3,50	48,27	28,96	3,00	4,00	0,26	1,47	4,59	33,55	11,41

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	11,41	13,23

	watt	k cal/h
Q tot	825,58	957,67
P tot	1073,25	1244,97

Bureau psychologue :

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	NO	1,00	3,48	3,50	12,18	3,64	8,54	1,14	15,00	146,03
f ext	NO	2,00	1,30	1,40	3,64		3,64	3,30	15,00	180,18
m ext	SO	1,00	2,20	3,50	7,70		7,70	1,14	15,00	131,67
m int	SE	1,00	3,48	3,50	12,18	1,89	10,29	1,84	2,00	37,87
p int	SE	1,00	0,86	2,20	1,89		1,89	2,00	2,00	7,57
plaf		1,00			17,18		17,18	0,73	15,00	188,12

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	691,44	802,07
D p,th t	138,29	160,41

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	Dl
4,00	3,50	0,13	15,00	27,30
2,00	3,50	0,09	2,00	1,26
1,00	3,48	0,09	15,00	4,70
1,00	2,20	0,09	15,00	2,97

Puiss	Watt	k cal/h
Dl tot	36,23	42,02

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	$e_{vi}$	$Q_s (m^3/h)$	Qv+Qs	D <sub>R</sub>
f ext	17,18	3,50	60,13	36,08	2,00	4,00	1,82	1,47	21,40	57,48	19,54
p int	17,18	3,50	60,13	36,08	1,00	6,00	1,89	1,47	16,69	52,77	17,94

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	37,48	43,48

	watt	k cal/h
Q tot	903,44	1047,99
P tot	1174,47	1362,39

La caisse:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	NO	1,00	2,14	3,50	7,49	1,82	5,67	1,14	15,00	96,96
f ext	NO	1,00	1,30	1,40	1,82		1,82	3,30	15,00	90,09
m ext	SO	1,00	3,80	3,50	13,30		13,30	1,14	15,00	227,43
m int	SE	1,00	2,14	3,50	7,49	1,89	5,60	1,84	2,00	20,60
p int	SE	1,00	0,86	2,20	1,89		1,89	2,00	2,00	7,57
plaf		1,00			5,75		5,75	0,73	15,00	62,96

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	505,61	586,51
D p,th t	101,12	117,30

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	Dl
1,00	2,14	0,09	15,00	2,89
1,00	3,80	0,09	15,00	5,13
1,00	2,14	0,05	2,00	0,21
4,00	3,50	0,13	15,00	27,30
2,00	3,50	0,09	2,00	1,26

Puiss	Watt	k cal/h
Dl tot	36,79	42,68

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	$e_{vi}$	$Q_s(m^3/h)$	Qv+Qs	$D_R$
f ext	5,75	3,50	20,13	12,08	1,00	4,00	1,82	1,47	10,70	22,78	7,74
p int	5,75	3,50	20,13	12,08	1,00	6,00	1,89	1,47	16,69	28,76	9,78

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	17,52	20,33

	watt	k cal/h
Q tot	661,05	766,81
P tot	859,36	996,86

Bibronnerie:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	SO	1,00	2,02	3,50	7,07	1,82	5,25	1,14	15,00	89,78
f ext	SO	1,00	1,30	1,40	1,82		1,82	3,30	15,00	90,09
m ext	NO	1,00	2,44	3,50	8,54		8,54	1,14	15,00	146,03
m int	NE	1,00	2,02	3,50	7,07	1,89	5,18	1,84	2,00	19,06
p int	NE	1,00	0,86	2,20	1,89		1,89	2,00	2,00	7,57
plaf		1,00			5,61		5,61	0,73	15,00	61,43

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	413,96	480,19
D p,th t	82,79	96,04

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	Dl
4,00	3,50	0,13	15,00	27,30
2,00	3,50	0,09	2,00	1,26
1,00	2,02	0,09	15,00	2,73
1,00	2,44	0,09	15,00	3,29
1,00	2,02	0,05	2,00	0,20

Puiss	Watt	k cal/h
Dl tot	34,78	40,35

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	$e_{vi}$	$Q_s (m^3/h)$	Qv+Qs	D <sub>R</sub>
f ext	5,61	3,50	19,64	11,78	1,00	4,00	1,82	1,47	10,70	22,48	7,64
p int	5,61	3,50	19,64	11,78	1,00	6,00	1,89	1,47	16,69	28,47	9,68

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	17,32	20,10

	watt	k cal/h
Q tot	548,86	636,67
P tot	713,51	827,68

Dortoir:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	SO	1,00	3,43	3,50	12,01	3,64	8,37	1,14	15,00	143,04
f ext	SO	2,00	1,30	1,40	3,64		3,64	3,30	15,00	180,18
m ext	NE	1,00	1,92	3,50	6,72		6,72	1,14	15,00	114,91
m int	NE	1,00	3,43	3,50	12,01		12,01	1,84	2,00	44,18
m int	SE	1,00	5,00	3,50	17,50	2,86	14,64	1,84	2,00	53,88
p int	SE	1,00	1,30	2,20	2,86		2,86	2,00	2,00	11,44
plaf		1,00			17,18		17,18	0,73	15,00	188,12

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	735,75	853,47
D p,th t	147,15	170,69

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	Dl
4,00	3,50	0,13	15,00	27,30
4,00	3,50	0,09	2,00	2,52
1,00	3,43	0,09	15,00	4,63
1,00	1,92	0,09	15,00	2,59
1,00	3,43	0,05	2,00	0,34
1,00	5,00	0,05	2,00	0,50

Puiss	Watt	k cal/h
Dl tot	37,89	43,95

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	$e_{vi}$	$Q_s(m^3/h)$	Qv+QS	D <sub>R</sub>
f ext	17,18	3,50	60,13	36,08	2,00	4,00	1,82	1,47	21,40	57,48	19,54
p int	17,18	3,50	60,13	36,08	1,00	6,00	2,86	1,47	25,23	61,30	20,84

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	40,39	46,85

	watt	k cal/h
Q tot	961,17	1114,96
P tot	1249,52	1449,44

Sanitaire et Hall:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	SO	1,00	2,53	3,50	8,86	0,78	8,07	1,14	13,00	119,67
f ext	SO	3,00	0,51	0,51	0,78		0,78	3,30	13,00	33,47
m ext	SE	1,00	5,00	3,50	17,50	1,89	15,61	1,14	13,00	231,31
p ext	SE	1,00	0,86	2,20	1,89		1,89	3,50	13,00	86,09
plaf		1,00			13,35		13,35	0,73	13,00	126,69

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	597,23	692,79
D p,th t	119,45	138,56

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	Dl
4,00	3,50	0,13	13,00	23,66
1,00	2,53	0,09	13,00	2,96
1,00	5,00	0,09	13,00	5,85

Puiss	Watt	k cal/h
Dl tot	32,47	37,67

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	$e_{vi}$	Qs (m <sup>3</sup> /h)	Qv+Qs	D <sub>R</sub>
f ext	13,35	3,50	46,73	28,04	3,00	4,00	0,26	1,47	4,59	32,62	11,09
p int	13,35	3,50	46,73	28,04	1,00	6,00	2,86	1,47	25,23	53,26	18,11
p ext	13,35	3,50	46,73	28,04	1,00	6,00	1,89	1,47	16,69	44,72	15,21

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	44,41	51,51

	watt	k cal/h
Q tot	793,55	920,52
P tot	1031,62	1196,68

Depot:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	S	1,00	2,52	3,50	8,82	1,82	7,00	1,14	13,00	103,74
f ext	S	1,00	1,30	1,40	1,82		1,82	3,30	13,00	78,08
m ext	O	1,00	3,50	3,50	12,25		12,25	1,14	13,00	181,55
plaf		1,00			10,88		10,88	0,73	13,00	103,25

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	466,61	541,27
D p,th t	93,32	108,25

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	Dl
4,00	3,50	0,13	15,00	6,83
1,00	3,50	0,09	2,00	0,63
1,00	2,52	0,09	15,00	3,40
1,00	3,50	0,13	15,00	6,83
1,00	1,24	0,05	2,00	0,12

Puiss	Watt	k cal/h
Dl tot	17,81	20,65

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	$e_{vi}$	$Q_s (m^3/h)$	Qv+Qs	D <sub>R</sub>
f ext	10,88	3,50	38,08	22,85	1,00	4,00	1,82	1,47	10,70	33,55	11,41

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	11,41	13,23

	watt	k cal/h
Q tot	589,15	683,41
P tot	765,89	888,44

Salle de jeux:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	SE	1,00	8,52	3,50	29,82	9,10	20,72	1,14	15,00	354,31
f ext	SE	5,00	1,30	1,40	9,10		9,10	3,30	15,00	450,45
m ext	NE	1,00	3,24	3,50	11,34		11,34	1,14	15,00	193,91
m ext	SO	1,00	3,24	3,50	11,34	3,64	7,70	1,14	15,00	131,67
f ext	SO	2,00	1,30	1,40	3,64		3,64	3,30	15,00	180,18
m int	NO	1,00	3,36	3,50	11,76	2,86	8,90	1,84	2,00	32,75
p int	NO	1,00	1,30	2,20	2,86		2,86	2,00	2,00	11,44
plaf		1,00			42,22		42,22	0,73	15,00	462,36

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	1817,08	2107,81
D p,th t	363,42	421,56

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	Dl
8,00	3,50	0,13	15,00	54,60
1,00	3,50	0,09	2,00	0,63
2,00	3,24	0,09	15,00	8,75
1,00	8,52	0,09	15,00	11,50
1,00	3,36	0,05	2,00	0,34

Puiss	Watt	k cal/h
Dl tot	75,82	87,95

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	$\epsilon_{vi}$	$Q_s(m^3/h)$	Qv+QS	D <sub>R</sub>
f ext	42,22	3,50	147,79	88,67	9,00	4,00	1,82	1,47	96,31	184,99	62,90
p int	42,22	3,50	147,79	88,67	1,00	6,00	2,86	1,47	25,23	113,90	38,73

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	101,62	117,88

	watt	k cal/h
Q tot	2357,93	2735,20
P tot	3065,31	3555,76

Bureau

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	NE	1,00	4,35	3,50	15,23	1,82	13,41	1,14	15,00	229,23
f ext	NE	1,00	1,30	1,40	1,82		1,82	3,30	15,00	90,09
m int	NO	1,00	3,56	3,50	12,46	1,89	10,57	1,84	2,00	38,89
p int	NO	1,00	0,86	2,20	1,89		1,89	2,00	2,00	7,57
plaf		1,00			15,41		15,41	0,73	15,00	168,74

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	534,51	620,04
D p,th t	106,90	124,01

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	DI
2,00	3,50	0,13	15,00	13,65
2,00	3,50	0,09	2,00	1,26
1,00	4,35	0,09	15,00	5,87
1,00	3,56	0,05	2,00	0,36

Puiss	Watt	k cal/h
DI tot	21,14	24,52

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	$e_{vi}$	$Q_s (m^3/h)$	Qv+Qs	D <sub>R</sub>
f ext	15,41	3,50	53,94	32,36	1,00	4,00	1,82	1,47	10,70	43,06	14,64
p int	15,41	3,50	53,94	32,36	1,00	6,00	1,89	1,47	16,69	49,05	16,68

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	31,32	36,33

	watt	k cal/h
Q tot	693,87	804,89
P tot	902,03	1046,36

Circulation :

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	E	1,00	2,85	3,50	9,98	3,74	6,24	1,14	13,00	92,40
p ext	E	1,00	1,70	2,20	3,74		3,74	3,50	13,00	170,17
m ext	O	1,00	2,85	3,50	9,98		9,98	1,14	13,00	147,83
m ext	S	1,00	4,50	3,50	15,75	3,64	12,11	1,14	13,00	179,47
f ext	S	1,00	2,60	1,40	3,64		3,64	3,30	13,00	156,16
plaf		1,00			125,62		125,62	0,73	13,00	1192,13
toie en vitre		1,00			147,20		147,20	4,30	13,00	8228,48

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	10166,64	11793,30
D p,th t	2033,33	2358,66

Transmission lineique:

Nbre	L(m)	K lin	$\Delta T$	Dl
8,00	3,50	0,13	13,00	47,32
1,00	10,20	0,09	13,00	11,93

Puiss	Watt	k cal/h
Dl tot	59,25	68,73

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	$e_{vi}$	$Q_s(m^3/h)$	Qv+QS	D <sub>R</sub>
f ext	125,62	3,50	439,67	263,80	1,00	4,00	3,64	1,47	21,40	285,21	96,97
p ext	125,62	3,50	439,67	263,80	1,00	6,00	3,74	1,47	32,99	296,79	100,91
p int	125,62	3,50	439,67	263,80	7,00	6,00	1,89	1,47	116,81	380,61	129,41
p int	125,62	3,50	439,67	263,80	1,00	6,00	2,86	1,47	25,23	289,03	98,27

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	425,56	493,64

	watt	k cal/h
Q tot	12684,78	14714,35
P tot	16490,21	19128,65

IV.3 tableau de déperdition thermique :

Rez de chaussé:

Salle de jeux

Transmissions surfaciques et ponts thermiques:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m <sup>2</sup> )	deduction	S retenue	k surf	ΔT	Ds (W)
m ext	NE	1,00	3,36	3,50	11,76	3,64	8,12	1,14	15,00	138,85
f ext	NE	2,00	1,30	1,40	3,64		3,64	3,50	15,00	191,10
m int	NO	1,00	2,54	3,50	8,89	2,86	6,03	1,84	2,00	22,19
p int	NO	1,00	1,30	2,20	2,86		2,86	2,00	2,00	11,44
m int	SO	1,00	3,32	3,50	11,62		11,62	1,84	2,00	42,76
m ext	SE	1,00	3,29	3,50	11,52	3,64	7,88	1,14	15,00	134,66
f ext	SE	2,00	1,30	1,40	3,64		3,64	3,30	15,00	180,18
planch		1,00			28,03		28,03	2,56	17,00	1219,87

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	1941,05	2251,62
D p,th t	388,21	450,32

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	ΔT	Dl
4,00	3,50	0,13	15,00	27,30
3,00	3,50	0,09	2,00	1,89
1,00	5,86	0,05	2,00	0,59
1,00	5,86	0,08	2,00	0,94
1,00	6,50	0,10	2,00	1,30
1,00	6,65	0,09	15,00	8,98

Puiss	Watt	k cal/h
Dl tot	40,99	47,55

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m <sup>2</sup> )	H(m)	V <sub>h</sub> (m <sup>3</sup> )	Qv (m <sup>3</sup> /h)	Nombre	P0(m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup> )	A(m <sup>2</sup> )	ε <sub>vi</sub>	Q <sub>S</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Qv+QS	D <sub>R</sub>
f ext	28,03	3,50	98,11	58,86	4,00	4,00	1,82	1,47	42,81	101,67	34,57
p int	28,03	3,50	98,11	58,86	1,00	6,00	2,86	1,47	25,23	84,09	28,59

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	63,16	73,26

	watt	k cal/h
Q tot	2433,41	2822,76
P tot	3163,43	3669,58

Dortoir:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	NE	1,00	4,95	3,50	17,33	5,46	11,87	1,14	15,00	202,89
f ext	NE	3,00	1,30	1,40	5,46		5,46	3,30	15,00	270,27
m ext	NO	1,00	3,25	3,50	11,38	3,64	7,74	1,14	15,00	132,27
f ext	NO	2,00	1,30	1,40	3,64		3,64	3,30	15,00	180,18
m int	SO	1,00	5,00	3,50	17,50	2,86	14,64	3,30	2,00	96,62
p int	SO	1,00	1,30	2,20	2,86		2,86	2,00	2,00	11,44
m int	S	1,00	1,43	3,50	5,01		5,01	1,84	2,00	18,42
planch		1,00			19,92		19,92	2,56	17,00	866,92

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	1779,01	2063,65
D p,th t	355,80	412,73

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	DI
4,00	3,50	0,13	15,00	27,30
1,00	3,50	0,09	2,00	0,63
1,00	8,20	0,13	15,00	15,99
1,00	6,43	0,09	2,00	1,16

Puiss	Watt	k cal/h
DI tot	45,08	52,29

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_R(m^3)$	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	$e_{vi}$	$Q_S(m^3/h)$	Qv+QS	D <sub>R</sub>
f ext	19,92	3,50	69,72	41,83	5,00	4,00	1,82	1,47	53,51	95,34	32,42
p int	19,92	3,50	69,72	41,83	1,00	6,00	2,86	1,47	25,23	67,06	22,80

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	55,22	64,05

	watt	k cal/h
Q tot	2235,11	2592,72
P tot	2905,64	3370,54

Sanitaire et depot:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	N	1,00	2,55	3,50	8,93	0,78	8,15	1,14	13,00	120,71
f ext	N	3,00	0,51	0,51	0,78		0,78	3,30	13,00	33,47
planch		1,00			17,64		17,64	2,56	15,00	677,38

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	831,56	964,61
D p,th t	166,31	192,92

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	DI
2,00	3,50	0,13	13,00	11,83
1,00	2,55	0,10	13,00	3,32
1,00	2,55	0,09	13,00	2,98

Puiss	Watt	k cal/h
DI tot	18,13	21,03

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	$e_{vi}$	$Q_s(m^3/h)$	Qv+QS	D <sub>R</sub>
f ext	17,64	3,50	61,74	37,04	3,00	4,00	0,26	1,47	4,59	41,63	14,15

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	14,15	16,42

	watt	k cal/h
Q tot	1030,15	1194,98
P tot	1339,20	1553,47

Cage d'escalier:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	N	1,00	2,89	3,50	10,12	4,79	5,32	1,14	13,00	78,89
p ext	N	1,00	1,30	2,20	2,86		2,86	3,50	13,00	130,13
f ext	N	2,00	0,69	1,40	1,93		1,93	3,30	13,00	82,88
m ext	E	1,00	3,37	3,50	11,80		11,80	1,14	13,00	174,80
m int	O	1,00	3,37	3,50	11,80		11,80	1,84	2,00	43,41
planch		1,00			10,78		10,78	2,56	15,00	413,94

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	924,05	1071,90
D p,th t	184,81	214,38

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	Dl
4,00	3,50	0,13	13,00	16,38
2,00	3,50	0,09	2,00	0,36
1,00	3,37	0,08	2,00	0,16
1,00	6,26	0,10	13,00	1,30

Puiss	Watt	k cal/h
Dl tot	18,20	21,11

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	$\epsilon_{vi}$	Qs (m <sup>3</sup> /h)	Qv+Qs	D <sub>R</sub>
f ext	10,78	3,50	37,73	22,64	2,00	4,00	0,97	1,47	11,41	34,05	11,58
p ext	10,78	3,50	37,73	22,64	1,00	6,00	2,86	1,47	25,23	47,86	16,27

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	27,85	32,30

	watt	k cal/h
Q tot	1154,91	1339,69
P tot	1501,38	1741,60

Salle de jeux:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	N	1,00	4,90	3,50	17,15	5,46	11,69	1,14	15,00	199,90
f ext	N	3,00	1,30	1,40	5,46		5,46	3,30	15,00	270,27
m ext	O	1,00	3,69	3,50	12,92	3,64	9,28	1,14	15,00	158,60
f ext	O	2,00	1,30	1,40	3,64		3,64	3,30	15,00	180,18
m int	SO	1,00	4,78	3,50	16,73	2,86	13,87	1,84	2,00	51,04
p int	SO	1,00	1,30	2,20	2,86		2,86	2,00	2,00	11,44
m int	E	1,00	3,40	3,50	11,90		11,90	1,84	2,00	43,79
planch		1,00			29,38		29,38	2,56	17,00	1278,62

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	2193,84	2544,86
D p,th t	438,77	508,97

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	Dl
4,00	3,50	0,13	15,00	27,30
2,00	3,50	0,09	2,00	1,26
1,00	8,59	0,09	15,00	11,60
1,00	8,59	0,10	15,00	12,89

Puiss	Watt	k cal/h
Dl tot	53,04	61,53

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	$\epsilon_{vi}$	$Q_s(m^3/h)$	Qv+QS	D <sub>R</sub>
f ext	29,38	3,50	102,83	61,70	5,00	4,00	1,82	1,47	53,51	115,21	39,17
p int	29,38	3,50	102,83	61,70	1,00	6,00	2,86	1,47	25,23	86,92	29,55

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	68,72	1099,58

	watt	k cal/h
Q tot	2754,38	3195,08
P tot	3580,69	4153,60

Hall et sanitaire:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	NO	1,00	2,53	3,50	8,86	0,78	8,08	1,14	13,00	119,67
f ext	NO	3,00	0,51	0,51	0,78		0,78	3,30	2,00	5,15
m int	SO	1,00	4,68	3,50	16,38	2,86	13,52	1,84	2,00	49,75
p int	SO	1,00	1,30	2,20	2,86		2,86	2,00	2,00	11,44
planch		1,00			13,45		13,45	2,56	13,00	447,62

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	633,63	735,01
D p,th t	126,73	147,00

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	Dl
2,00	3,50	0,13	13,00	11,83
4,00	3,50	0,09	2,00	2,52
1,00	2,53	0,09	13,00	2,96
1,00	4,68	0,05	2,00	0,47
1,00	4,68	0,08	2,00	0,75
1,00	2,53	0,10	13,00	3,29

Puiss	Watt	k cal/h
Dl tot	21,82	25,31

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	$Q_v(m^3/h)$	Nombre	$P_0(m^3/h.m^2)$	$A(m^2)$	$\epsilon_{vi}$	$Q_s(m^3/h)$	$Q_v+Q_s$	$D_R$
f ext	13,45	3,50	47,08	28,25	3,00	4,00	0,26	1,47	4,59	32,83	11,16
p int	13,45	3,50	47,08	28,25	2,00	6,00	2,86	1,47	50,45	78,70	26,76

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	37,92	43,99

	watt	k cal/h
Q tot	820,09	951,31
P tot	1066,12	1236,70

Dortoir:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	NO	1,00	3,43	3,50	12,01	3,64	8,37	1,14	15,00	143,04
f ext	NO	2,00	1,30	1,40	3,64		3,64	3,30	15,00	180,18
m ext	SO	1,00	2,12	3,50	7,42	1,82	5,60	1,14	15,00	95,76
f ext	SO	1,00	1,30	1,40	1,82		1,82	3,30	15,00	90,09
m int	SE	1,00	3,43	3,50	12,01		12,01	1,84	2,00	44,18
planch		1,00			17,18		17,18	2,56	17,00	747,67

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	1300,92	1509,07
D p,th t	260,18	301,81

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	DI
4,00	3,50	0,13	15,00	27,30
2,00	3,50	0,09	2,00	1,26
1,00	5,55	0,09	15,00	7,49
1,00	3,43	0,05	2,00	0,34
1,00	3,43	0,08	2,00	0,55
1,00	5,55	0,10	15,00	8,33

Puiss	Watt	k cal/h
DI tot	45,27	52,51

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	$e_{vi}$	$Q_s(m^3/h)$	Qv+QS	D <sub>R</sub>
f ext	17,18	3,50	60,13	36,08	3,00	4,00	1,82	1,47	32,10	68,18	23,18
p int	17,18	3,50	60,13	36,08	1,00	6,00	2,86	1,47	25,23	61,30	20,84

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	44,03	51,07

	watt	k cal/h
Q tot	1650,40	1914,47
P tot	2145,52	2488,81

Salle de soin:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	NO	1,00	2,02	3,50	7,07	1,82	5,25	1,14	15,00	89,78
f ext	NO	1,00	1,30	1,40	1,82		1,82	3,30	15,00	90,09
m int	SO	1,00	2,53	3,50	8,86		8,86	1,84	2,00	32,59
m int	SE	1,00	2,02	3,50	7,07	1,89	5,18	1,84	2,00	19,06
p int	SE	1,00	0,86	2,20	1,89		1,89	2,00	2,00	7,57
planch		1,00			6,76		6,76	2,56	17,00	294,20

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	533,28	618,60
D p,th t	106,66	123,72

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	Dl
3,00	3,50	0,13	15,00	20,48
5,00	3,50	0,09	2,00	3,15
1,00	2,02	0,09	15,00	2,73
1,00	4,55	0,05	2,00	0,46
1,00	2,02	0,10	15,00	3,03
1,00	4,55	0,08	2,00	0,73

Puiss	Watt	k cal/h
Dl tot	30,57	35,46

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	$\epsilon_{vi}$	$Q_s(m^3/h)$	Qv+QS	D <sub>R</sub>
f ext	6,76	3,50	23,66	14,20	1,00	4,00	1,82	1,47	10,70	24,90	8,47
p int	6,76	3,50	23,66	14,20	1,00	6,00	1,89	1,47	16,67	30,87	10,49

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	18,96	21,99

	watt	k cal/h
Q tot	689,46	799,77
P tot	896,29	1039,70

Refectoire:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	N	1,00	4,44	3,50	15,54	3,64	11,90	1,14	13,00	176,36
f ext	N	2,00	1,30	1,40	3,64		3,64	3,30	13,00	156,16
m ext	O	1,00	4,11	3,50	14,39	3,64	10,75	1,14	13,00	159,24
f ext	O	2,00	1,30	1,40	3,64		3,64	3,30	13,00	156,16
m int	S	1,00	4,66	3,50	16,31		16,31	1,84	2,00	60,02
m int	E	1,00	4,11	3,50	14,39	2,86	11,53	1,84	2,00	42,41
p int	E	1,00	1,30	2,20	2,86		2,86	2,00	2,00	11,44
plaf		1,00			30,07		30,07	0,73	13,00	285,36
planch		1,00			30,07		30,07	2,56	15,00	1154,69

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	2201,84	2554,13
D p,th t	440,37	510,83

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	DI
4,00	3,50	0,13	13,00	23,66
2,00	3,50	0,09	2,00	1,26
1,00	8,55	0,09	13,00	10,00
1,00	8,55	0,10	13,00	11,12
1,00	4,66	0,05	13,00	3,03
1,00	4,11	0,05	2,00	0,41

Puiss	Watt	k cal/h
DI tot	49,48	57,40

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	$Q_v(m^3/h)$	Nombre	$P_0(m^3/h.m^2)$	$A(m^2)$	$e_{vi}$	$Q_s(m^3/h)$	$Q_v+Q_s$	$D_R$
f ext	30,07	3,50	105,25	63,15	4,00	4,00	1,82	1,47	42,81	105,95	36,02

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	36,02	41,79

	watt	k cal/h
Q tot	2727,71	3164,14
P tot	3546,02	4113,38

Factotum:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	NO	1,00	3,43	3,50	12,01	2,86	9,15	1,14	15,00	156,38
p ext	NO	1,00	1,30	2,20	2,86		2,86	3,50	15,00	150,15
m int	SO	1,00	4,66	3,50	16,31		16,31	2,61	2,00	85,14
m int	SE	1,00	3,64	3,50	12,74		12,74	1,84	2,00	46,88
plaf		1,00			16,89		16,89	0,73	15,00	184,95
planch		1,00			16,89		16,89	2,56	17,00	735,05

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	1358,55	1575,92
D p,th t	271,71	315,18

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	DI
2,00	3,50	0,13	15,00	13,65
4,00	3,50	0,09	2,00	2,52
1,00	3,43	0,09	15,00	4,63
1,00	3,43	0,10	15,00	5,15
1,00	8,30	0,09	15,00	11,21
1,00	8,30	0,10	15,00	12,45

Puiss	Watt	k cal/h
DI tot	49,60	57,54

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	$\epsilon_{vi}$	$Q_s(m^3/h)$	Qv+QS	D <sub>R</sub>
p ext	16,89	3,50	59,12	35,47	1,00	6,00	2,86	1,47	25,23	60,69	20,64

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	20,64	23,94

	watt	k cal/h
Q tot	1700,50	1972,57
P tot	2210,64	2564,35

Chaufferie:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	O	1,00	3,43	3,50	12,01	2,86	9,15	2,61	13,00	310,29
p ext	O	1,00	1,30	2,20	2,86		2,86	3,50	13,00	130,13
m ext	S	1,00	4,36	3,50	15,26		15,26	2,61	13,00	517,77
plaf		1,00			15,52		15,52	0,73	13,00	147,28
planch		1,00			15,52		15,52	2,56	13,00	516,51

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	1621,98	1881,50
D p,th t	324,40	376,30

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	Dl
4,00	3,50	0,09	13,00	16,38
1,00	7,79	0,05	13,00	5,06
1,00	6,49	0,08	13,00	6,75

Puiss	Watt	k cal/h
Dl tot	28,19	32,70

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	$e_{vi}$	$Q_s(m^3/h)$	Qv+QS	D <sub>R</sub>
p ext	15,52	3,50	54,32	32,59	1,00	6,00	2,86	1,47	25,23	57,82	19,66

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	19,66	22,80

	watt	k cal/h
Q tot	1994,23	2313,31
P tot	2592,50	3007,30

Depot:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	S	1,00	2,59	3,50	9,07	1,82	7,25	1,14	13,00	107,37
f ext	S	1,00	1,30	1,40	1,82		1,82	3,30	13,00	78,08
plaf		1,00			8,74		8,74	0,73	13,00	82,94
planch		1,00			8,74		8,74	2,56	15,00	335,62

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	604,01	700,65
D p,th t	120,80	140,13

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	Dl
1,00	3,50	0,13	13,00	5,92
1,00	2,59	0,09	13,00	3,03
1,00	2,59	0,10	13,00	3,37

Puiss	Watt	k cal/h
Dl tot	12,31	14,28

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	$e_{vi}$	$Q_s(m^3/h)$	Qv+QS	D <sub>R</sub>
f ext	8,74	3,50	30,59	18,35	1,00	4,00	1,82	1,47	10,70	29,06	9,88
p int	8,74	3,50	30,59	18,35	1,00	6,00	1,89	1,47	16,67	35,02	11,91

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	21,79	25,27

	watt	k cal/h
Q tot	758,91	880,33
P tot	986,58	1144,43

Sanitaire:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	S	1,00	1,47	3,50	5,15	0,26	4,89	1,14	13,00	72,40
f ext	S	1,00	0,51	0,51	0,26		0,26	3,30	13,00	11,16
m ext	E	1,00	3,43	3,50	12,01	1,89	10,12	1,14	13,00	149,90
p ext	E	1,00	0,86	2,20	1,89		1,89	3,50	13,00	86,09
plaf		1,00			3,30		3,30	0,73	13,00	31,32
planch		1,00			3,30		3,30	2,56	15,00	126,72

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	477,58	553,99
D p,th t	95,52	110,80

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	Dl
2,00	3,50	0,13	13,00	11,83
1,00	4,90	0,09	13,00	5,73
1,00	4,04	0,10	13,00	5,25

Puiss	Watt	k cal/h
Dl tot	22,82	26,47

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	$e_{vi}$	$Q_s (m^3/h)$	Qv+Qs	D <sub>R</sub>
f ext	3,30	3,50	11,55	6,93	2,00	4,00	0,26	1,47	3,06	9,99	3,40
p int	3,30	3,50	11,55	6,93	1,00	6,00	1,89	1,47	16,67	23,60	8,02

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	11,42	13,25

	watt	k cal/h
Q tot	607,33	704,51
P tot	789,53	915,86

Cuisine:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	E	1,00	3,45	3,50	12,08	1,82	10,26	1,14	13,00	151,98
f ext	E	1,00	1,30	1,40	1,82		1,82	3,30	13,00	78,08
m int	N	1,00	1,31	3,50	4,59		4,59	1,84	2,00	16,87
plaf		1,00			14,44		14,44	0,73	13,00	137,04
planch		1,00			14,44		14,44	2,56	15,00	554,50

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	938,46	1088,62
D p,th t	187,69	217,72

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	Dl
2,00	3,50	0,13	2,00	1,82
1,00	3,50	0,09	2,00	0,63
1,00	3,45	0,09	13,00	4,04
1,00	3,45	0,10	13,00	4,49
1,00	1,31	0,05	2,00	0,13
1,00	1,31	0,08	2,00	0,21

Puiss	Watt	k cal/h
Dl tot	11,31	13,12

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	$e_{vi}$	$Q_s(m^3/h)$	Qv+QS	D <sub>R</sub>
f ext	14,44	3,50	50,54	30,32	1,00	4,00	1,82	1,47	10,70	41,03	13,95
p int	14,44	3,50	50,54	30,32	1,00	6,00	1,89	1,47	16,67	46,99	15,98

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	29,93	34,71

	watt	k cal/h
Q tot	1167,39	1354,18
P tot	1517,61	1760,43

Buanderie:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	S	1,00	2,14	3,50	7,49	1,82	5,67	1,14	15,00	96,96
f ext	S	1,00	1,30	1,40	1,82		1,82	3,30	15,00	90,09
m int	N	1,00	3,79	3,50	13,27	2,86	10,41	1,84	2,00	38,29
p int	N	1,00	1,30	2,20	2,86		2,86	2,00	2,00	11,44
plaf		1,00			5,13		5,13	0,73	15,00	56,17
planch		1,00			10,91		10,91	2,56	17,00	474,80

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	767,75	890,59
D p,th t	153,55	178,12

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	Dl
3,00	3,50	0,13	15,00	20,48
3,00	3,50	0,09	2,00	1,89
1,00	2,14	0,09	15,00	2,89
1,00	3,79	0,05	2,00	0,38
1,00	2,49	0,08	2,00	0,40

Puiss	Watt	k cal/h
Dl tot	26,03	30,20

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	$e_{vi}$	$Q_s(m^3/h)$	Qv+QS	D <sub>R</sub>
f ext	10,91	3,50	38,19	22,91	1,00	4,00	1,82	1,47	10,70	33,61	11,43
p int	10,91	3,50	38,19	22,91	1,00	6,00	2,86	1,47	25,23	48,14	16,37

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	27,79	32,24

	watt	k cal/h
Q tot	975,13	1131,15
P tot	1267,67	1470,50

Dortoir:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	S	1,00	3,45	3,50	12,08	3,64	8,44	1,14	15,00	144,24
f ext	S	2,00	1,30	1,40	3,64		3,64	3,30	15,00	180,18
m ext	O	1,00	2,00	3,50	7,00	1,82	5,18	1,14	15,00	88,58
f ext	O	1,00	1,30	1,40	1,82		1,82	3,30	15,00	90,09
m int	N	1,00	3,42	3,50	11,97		11,97	1,84	2,00	44,05
m int	E	1,00	5,00	3,50	17,50	2,86	14,64	1,84	2,00	53,88
p int	E	1,00	1,30	2,20	2,86		2,86	2,00	2,00	11,44
planch		1,00			17,18		17,18	2,56	17,00	747,67

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	1360,12	1577,74
D p,th t	272,02	315,55

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	Dl
4,00	3,50	0,13	15,00	27,30
4,00	3,50	0,09	2,00	2,52
1,00	5,45	0,09	15,00	7,36
1,00	5,45	0,10	15,00	8,18
1,00	8,42	0,09	2,00	1,52
1,00	7,12	0,10	2,00	1,42

Puiss	Watt	k cal/h
Dl tot	48,29	56,02

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	$e_{vi}$	$Q_s (m^3/h)$	Qv+QS	D <sub>R</sub>
f ext	17,18	3,50	60,13	36,08	3,00	4,00	1,82	1,47	32,10	68,18	23,18
p int	17,18	3,50	60,13	36,08	1,00	6,00	2,86	1,47	25,23	61,30	20,84

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	44,03	51,07

	watt	k cal/h
Q tot	1724,47	2000,38
P tot	2241,81	2600,50

Sanitaire:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	S	1,00	2,53	3,50	8,86	0,78	8,08	1,14	13,00	119,67
f ext	S	3,00	0,51	0,51	0,78		0,78	3,30	13,00	33,47
m int	E	1,00	2,85	3,50	9,98		9,98	1,84	2,00	36,71
planch		1,00			7,20		7,20	2,56	15,00	276,48

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	466,33	540,95
D p,th t	93,27	108,19

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	Dl
2,00	3,50	0,13	13,00	11,83
1,00	2,53	0,09	13,00	2,96
1,00	2,53	0,10	13,00	3,29
1,00	2,85	0,05	2,00	0,29
1,00	2,85	0,08	2,00	0,46

Puiss	Watt	k cal/h
Dl tot	18,82	21,83

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	$Q_v(m^3/h)$	Nombre	$P_0(m^3/h.m^2)$	$A(m^2)$	$e_{vi}$	$Q_s(m^3/h)$	$Q_v+Q_s$	$D_R$
f ext	7,20	3,50	25,20	15,12	3,00	4,00	0,26	1,47	4,59	19,71	6,70

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	6,70	7,77

	watt	k cal/h
Q tot	585,12	678,74
P tot	760,66	882,36

Hall:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m int	S	1,00	3,00	3,50	10,50	2,86	7,64	1,84	2,00	28,12
p int	S	1,00	1,30	2,20	2,86		2,86	2,00	2,00	11,44
m int	E	1,00	1,17	3,50	4,10	1,89	2,21	1,84	2,00	8,11
p int	E	1,00	0,86	2,20	1,89		1,89	2,00	2,00	7,57
planch		1,00			7,99		7,99	2,56	15,00	306,82

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	362,05	419,98
D p,th t	72,41	84,00

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	Dl
1,00	4,17	0,05	2,00	0,42
1,00	2,01	0,08	2,00	0,32

Puiss	Watt	k cal/h
Dl tot	0,74	0,86

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	$Q_v(m^3/h)$	Nombre	$P_0(m^3/h.m^2)$	$A(m^2)$	$e_{vi}$	$Q_s(m^3/h)$	$Q_v+Q_s$	$D_R$
p int	7,99	3,50	27,97	16,78	2,00	6,00	2,86	1,47	50,45	67,23	22,86
p int	7,99	3,50	27,97	16,78	1,00	6,00	1,89	1,47	16,67	33,45	11,37

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	34,23	39,71

	watt	k cal/h
Q tot	469,43	544,54
P tot	610,26	707,91

Salle de jeux:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	S	1,00	4,51	3,50	15,79	5,46	10,33	1,14	15,00	176,56
f ext	S	3,00	1,30	1,40	5,46		5,46	3,30	15,00	270,27
m ext	O	1,00	3,69	3,50	12,92	3,64	9,28	1,14	15,00	158,60
f ext	O	2,00	1,30	1,40	3,64		3,64	3,30	15,00	180,18
plaf		1,00			24,88		24,88	0,73	15,00	272,44
planch		1,00			24,88		24,88	2,56	17,00	1082,78

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	2140,82	2483,36
D p,th t	428,16	496,67

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	Dl
4,00	3,50	0,13	15,00	27,30
1,00	8,20	0,09	15,00	11,07
1,00	8,20	0,10	15,00	12,30

Puiss	Watt	k cal/h
Dl tot	50,67	58,78

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	$e_{vi}$	$Q_s(m^3/h)$	Qv+Qs	$D_R$
f ext	24,88	3,50	87,08	52,25	5,00	4,00	1,82	1,47	53,51	105,76	35,96
p int	24,88	3,50	87,08	52,25	1,00	6,00	2,86	1,47	25,23	77,47	26,34

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	62,30	72,27

	watt	k cal/h
Q tot	2681,96	3111,07
P tot	3486,54	4044,39

Solarium commun:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	S	1,00	2,76	3,50	9,66	1,82	7,84	1,14	15,00	134,06
f ext	S	1,00	1,30	1,40	1,82		1,82	3,30	15,00	90,09
m ext	SE	1,00	3,73	3,50	13,06	3,64	9,42	1,14	15,00	161,00
f ext	E	2,00	1,30	1,40	3,64		3,64	3,30	15,00	180,18
m int	N	1,00	3,94	3,50	13,79	3,91	9,88	1,84	2,00	36,36
f int	N	1,00	2,79	1,40	3,91		3,91	3,30	2,00	25,78
m int	NE	1,00	3,40	3,50	11,90	3,01	8,89	1,84	2,00	32,72
p int	NE	1,00	0,86	3,50	3,01		3,01	2,00	2,00	12,04
plaf		1,00			23,23		23,23	0,73	15,00	254,37
planch		1,00			23,23		23,23	2,56	17,00	1010,97

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	1937,56	2247,57
D p,th t	387,51	449,51

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	DI
4,00	3,50	0,13	15,00	27,30
5,00	3,50	0,09	2,00	3,15
1,00	6,49	0,10	15,00	9,74
1,00	6,76	0,09	15,00	9,13
1,00	7,34	0,05	2,00	0,73
1,00	6,48	0,08	2,00	1,04

Puiss	Watt	k cal/h
DI tot	51,08	59,25

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	$Q_v(m^3/h)$	Nombre	$P_0(m^3/h.m^2)$	$A(m^2)$	$\epsilon_{vi}$	$Q_s(m^3/h)$	$Q_v+Q_s$	$D_R$
f ext	23,23	3,50	81,31	48,78	3,00	4,00	1,82	1,47	32,10	80,89	27,50
p int	23,23	3,50	81,31	48,78	2,00	6,00	1,89	1,47	33,37	82,16	27,93

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	55,44	64,31

	watt	k cal/h
Q tot	2431,59	2820,65
P tot	3161,07	3666,84

Depot et sanitaire:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	S	1,00	2,54	3,50	8,89	0,78	8,11	1,14	13,00	120,19
f ext	S	3,00	0,51	0,51	0,78		0,78	3,30	13,00	33,47
m int	SE	1,00	3,34	3,50	11,69		11,69	1,84	2,00	43,02
m int	NE	1,00	2,38	3,50	8,33		8,33	1,84	2,00	30,65
planch		1,00			11,11		11,11	2,56	15,00	426,62

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	653,96	758,60
D p,th t	130,79	151,72

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	DI
2,00	3,50	0,13	13,00	11,83
3,00	3,50	0,09	2,00	1,89
1,00	2,54	0,10	13,00	3,30
1,00	2,54	0,09	13,00	2,97
1,00	5,72	0,08	2,00	0,92
1,00	5,72	0,05	2,00	0,57

Puiss	Watt	k cal/h
DI tot	21,48	24,92

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	$e_{vi}$	$Q_s(m^3/h)$	Qv+Qs	D <sub>R</sub>
f ext	11,11	3,50	38,89	23,33	3,00	4,00	0,26	1,47	4,59	27,92	9,49

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	9,49	11,01

	watt	k cal/h
Q tot	815,73	946,24
P tot	1060,45	1230,12

Dortoir:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m <sup>2</sup> )	deduction	S retenue	k surf	ΔT	Ds (W)
m ext	SO	1,00	3,24	3,50	11,34	3,64	7,70	1,14	15,00	131,67
f ext	SO	2,00	1,30	1,40	3,64		3,64	3,30	15,00	180,18
m ext	SE	1,00	4,95	3,50	17,33	5,46	11,87	1,14	15,00	202,89
f ext	SE	3,00	1,30	1,40	5,46		5,46	3,30	15,00	270,27
m int	NO	1,00	1,65	3,50	5,78	2,86	2,92	1,84	2,00	10,73
p int	NO	1,00	1,30	2,20	2,86		2,86	2,00	2,00	11,44
planch		1,00			21,27		21,27	2,56	17,00	925,67

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	1732,85	2010,10
D p,th t	346,57	402,02

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	ΔT	Dl
4,00	3,50	0,13	15,00	27,30
1,00	8,19	0,10	15,00	12,29
1,00	8,19	0,09	15,00	11,06
1,00	1,65	0,05	2,00	0,17
1,00	0,35	0,08	2,00	0,06

Puiss	Watt	k cal/h
Dl tot	50,86	59,00

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m <sup>2</sup> )	H(m)	V <sub>h</sub> (m <sup>3</sup> )	Qv (m <sup>3</sup> /h)	Nombre	P0(m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup> )	A(m <sup>2</sup> )	ε <sub>vi</sub>	Q <sub>S</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Qv+QS	D <sub>R</sub>
f ext	21,27	3,50	74,45	44,67	5,00	4,00	1,82	1,47	53,51	98,18	33,38
p int	21,27	3,50	74,45	44,67	1,00	6,00	2,86	1,47	25,23	69,89	23,76

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	57,14	66,29

	watt	k cal/h
Q tot	2187,42	2537,41
P tot	2843,65	3298,64

Salle de jeux:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	SE	1,00	3,36	3,50	11,76	3,64	8,12	1,14	15,00	138,85
f ext	SE	2,00	1,30	1,40	3,64		3,64	3,30	15,00	180,18
m ext	NE	1,00	4,73	3,50	16,56	3,64	12,92	1,14	15,00	220,85
f ext	NE	2,00	1,30	1,40	3,64		3,64	3,30	15,00	180,18
m int	NO	1,00	3,32	3,50	11,62		11,62	1,84	2,00	42,76
m int	SO	1,00	1,84	3,50	6,44	2,86	3,58	1,84	2,00	13,17
p int	SO	1,00	1,30	2,20	2,86		2,86	2,00	2,00	11,44
planch		1,00			28,02		28,02	2,56	17,00	1219,43

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	2006,86	2327,96
D p,th t	401,37	465,59

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	Dl
5,00	3,50	0,13	15,00	34,13
3,00	3,50	0,09	2,00	1,89
1,00	8,09	0,10	15,00	12,14
1,00	8,09	0,09	15,00	10,92
1,00	5,16	0,05	2,00	0,52
1,00	3,86	0,08	2,00	0,62

Puiss	Watt	k cal/h
Dl tot	60,21	69,84

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	$e_{vi}$	$Q_S (m^3/h)$	Qv+QS	$D_R$
f ext	28,02	3,50	98,07	58,84	4,00	4,00	1,82	1,47	42,81	101,65	34,56
p int	28,02	3,50	98,07	58,84	1,00	6,00	2,86	1,47	25,23	84,07	28,58

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	63,14	73,25

	watt	k cal/h
Q tot	2531,59	2936,64
P tot	3291,06	3817,63

Hall de reception et d'attente:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
m ext	E	1,00	2,23	3,50	7,81	3,74	4,07	1,14	15,00	69,51
p ext	E	1,00	1,70	2,20	3,74		3,74	3,50	15,00	196,35
m ext	NE	1,00	3,82	3,50	13,37	3,64	9,73	1,14	15,00	166,38
f ext	NE	1,00	2,60	1,40	3,64		3,64	3,30	15,00	180,18
m ext	SE	1,00	3,85	3,50	13,48	3,64	9,84	1,14	15,00	168,18
f ext	SE	1,00	2,60	1,40	3,64		3,64	3,30	15,00	180,18
m int	O	1,00	2,85	3,50	9,98	3,74	6,24	1,84	2,00	22,94
p int	O	1,00	1,70	2,20	3,74		3,74	2,00	2,00	14,96
plaf		1,00			24,49		24,49	0,73	15,00	268,17
planch		1,00			24,49		24,49	2,56	17,00	1065,80

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	2332,66	2705,88
D p,th t	466,53	541,18

Transmission lineique:

Nbre	L (m)	K lin	$\Delta T$	DI
2,00	3,50	0,09	2,00	1,26
1,00	9,90	0,09	15,00	13,37
1,00	8,20	0,10	15,00	12,30
1,00	2,85	0,08	2,00	0,46
1,00	1,15	0,05	2,00	0,12

Puiss	Watt	k cal/h
DI tot	27,50	31,90

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	$e_{vi}$	$Q_s (m^3/h)$	Qv+Qs	D <sub>R</sub>
f ext	24,49	3,50	85,72	51,43	2,00	4,00	3,64	1,47	42,81	94,24	32,04
p ext	24,49	3,50	85,72	51,43	1,00	6,00	3,74	1,47	32,99	84,42	28,70
p int	24,49	3,50	85,72	51,43	1,00	6,00	3,74	1,47	32,99	84,42	28,70

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	89,44	103,75

	watt	k cal/h
Q tot	2916,13	3382,71
P tot	3790,97	4397,52

Circulation:

Transmission surfacique et pont thermique:

parois	orient	nbre	L (m)	H(m)	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	Ds (W)
planch		1,00			110,11		110,11	2,56	17,00	4791,99

Puiss	Watt	k cal/h
Ds tot	4791,99	5558,71
D p,th t	958,40	1111,74

Transmission par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	V <sub>h</sub> (m <sup>3</sup> )	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Qv+QS	D <sub>R</sub>
p int	110,11	3,50	385,39	231,23	1,00	6,00	3,74	1,47	32,99	264,22	89,83
p int	110,11	3,50	385,39	231,23	9,00	6,00	2,86	1,47	227,03	458,26	155,81
p int	110,11	3,50	385,39	231,23	4,00	6,00	1,89	1,47	66,68	297,91	101,29

Puiss	Watt	k cal/h
DR tot	346,93	402,44

	watt	k cal/h
Q tot	6097,32	7072,89
P tot	7926,51	9194,75

**Conclusion**

Dans ce chapitre on est arrivé à définir la charge calorifique totale qui nous conduit à la détermination de la puissance de la chaudière correspondante à notre installation.

## Chapitre IV

# Apports calorifiques

## Introduction :

En été lorsque les températures extérieures et intérieures sont élevées, la fraîcheur constitue aussi un facteur de confort thermique de l'être humain à l'intérieur d'un locale.

La réalisation d'une climatisation doit être étudiée à fin qu'elle nous assure le rafraîchissement, la filtration de l'air, son renouvellement, sa distribution, ainsi que sa circulation dans les salles à occuper en gardant l'humidité dans la valeur donnée.

Ce chapitre consiste à introduire le bilan thermique estival qui se présente par l'égalité de tous les apports de chaleur intérieur et extérieur qui correspond à la quantité de chaleur à soustraire dans les locaux pour maintenir la température constante. (Charge frigorifique).

Le bilan est exprimé par la relation suivante :

$$\Sigma \text{ Apports extérieurs} + \Sigma \text{ Apport intérieurs} = \text{charge frigorifique} \quad \text{IV.1}$$

### IV.1 Gains calorifiques dus au milieu externe

Le gain calorifique représente les apports de chaleurs par les parois, le plafond et les vitres, ils sont dus aux influences de plusieurs facteurs climatiques sur l'environnement des salles à climatiser. Ces facteurs sont :

- La température sèche de l'air extérieur.
- L'humidité relative.
- L'intensité du rayonnement solaire.

Les apports externes sont partagés sous formes suivantes

- Apports dus aux échanges thermiques à travers les différentes parois.
- Apports dus à l'ensoleillement.
- Apports dus aux infiltrations et au renouvellement d'air (ventilation).

#### IV.1.1 Gains calorifiques par les parois internes [2]

Les apports à travers les parois internes sont en fonction de la différence de température entre les salles, la surface des murs ainsi que leurs compositions.

Le flux échangé est donné par la relation suivante :

$$Q_{mi} = K S \Delta T \quad \text{IV.2}$$

Ou

$Q_{mi}$  : le flux de chaleur traversant la paroi interne considérée.

$K$  : coefficient de transmission de la paroi considérée.

$\Delta T$  : représente l'écart de température entre l'espace non conditionné et la salle considérée.

### IV.1.2 Gains par les parois externes [2]

#### a) A travers les parois opaques

Les transferts thermiques se divisent en trois types :

- le transfert thermique par conduction et convection.
- le transfert par rayonnement.
- et le transfert thermique par transfert de masse.

Les apports par transmission à travers les parois extérieures sont fonction de plusieurs paramètres. Principalement la construction de la paroi puis son orientation, Le moment considéré.

#### b) A travers le vitrage [2]

Les apports à travers la vitre sont classés comme suit :

- Apport par transmission.
- Apport par ensoleillement (rayonnement).

#### b-1) Apports par transmission

Ils sont dus à la simple différence de température entre le milieu extérieur et le milieu intérieur, de la conductivité de vitrage et de la surface totale, cela s'exprime par la formule suivante :

$$Q_v = K_v S_v (T_e - T_i) \quad \text{IV.3}$$

$K_v$ : Coefficient de transmission global du vitrage

**b-2) Apports par ensoleillement ( Annexe 1 )**

Sont considérés les plus importants vus qu'ils représentent 50 à 80% des charges totales des locaux climatisés. Le phénomène de base qui intervient dans ces calculs est le rayonnement solaire global.

La chaleur transmise par l'ensoleillement tient compte de quelques facteurs tels que :

- La situation géographique du bâtiment.
- Le mois et l'heure considérée.
- L'orientation des parois extérieures de local.

Les apports par ensoleillement sont exprimés par la relation suivante

$$Q_e = K_1 K_2 N F_v \varphi S \quad \text{IV.4}$$

Avec :

$K_1$  : Si l'encadrement est métallique on applique le coefficient correcteur  $k_1 = 1,17$ .

$K_2$  : Pour tenir compte d'une altitude différente et du trouble de l'atmosphère on applique un coefficient  $k_2$ .

$N$ : Coefficient de correction affectant les apports effectifs maximaux pour un simple vitrage.

$F_v$  : Facteur solaire du vitrage.

$\varphi$  : Flux solaire surfacique maximal [W/m<sup>2</sup>].

$S$  : Surface réelle d'ensoleillement.

Dans notre cas on a :(d'après les annexes de carrier)

$K_1 = 1$  (l'encadrement des vitres est en bois) ;  $K_2 = 1.4$  ;  $N = 0.34$  à 14h  
;  $F_v = 0.65$  (double vitrage non protégé).

Les valeurs du flux solaire maximal sont données par la table suivante :

**c) A travers les portes**

Les apports par transmission à travers les portes s'expriment par la relation suivante

$$Q_p = K_p S_p (T_e - T_i) \quad \text{IV.5}$$

Avec :

$Q_p$  : Gains de chaleur par les portes (W).

$K_p$ : Coefficient de transmission des portes, (W/m<sup>2</sup>°C)

$S_p$  : Surface de la porte (m<sup>2</sup>).

$(T_e - T_i)$  : L'écart de température entre l'intérieur et l'extérieure

d) A travers les ponts thermiques

Les apports à travers les ponts thermiques, sont évalués à 20% des apports surfaciques.

### IV.1.3 Apports par ventilation

L'écart de température induit une différence de pression entre le milieu extérieur et le milieu intérieur ce qui provoque les apports de chaleur par renouvellement d'air ou dite par ventilation. (Déjà cité dans le chapitre précédent).

$$A_r = 0.34 (Q_v + Q_s) \quad \text{IV.6}$$

## IV.2 Apports calorifiques induits par le milieu interne

Les apports internes se composent de la chaleur dégagée par les occupants, les différentes machines, ainsi par l'éclairage.

### IV.2.1 Apports dus aux occupants [4]

Les gains dus aux occupants considérés comme une source de chaleur sensible et latente, Le calcul doit tenir compte des personnes susceptibles de fréquenter les locaux.

Pour les locaux à usage autre que d'habitation, en l'absence d'informations, on considérera 1 occupant pour 4,5 m<sup>2</sup> de surface de plancher.

$$n = \frac{s}{4.5} \quad \text{IV.7}$$

Les gains internes pour un occupant sont donnés dans le tableau suivant :

Degré d'activité	Exemple d'application	Température sèche du local (°C)									
		28		27		26		24		21	
		Apports sensibles (Sen) et latents (Lat) en W/pers.									
		Sen	Lat	Sen	Lat	Sen	Lat	Sen	Lat	Sen	Lat
Assis, repos	Classe, salle de spectacle	51	51	57	45	62	40	67	35	76	27
Assis, travail très léger	Logement, bureau	52	79	58	73	63		71	60	83	49
	hôtel, amphithéâtre	52	94	58	88	64	83	74	72	85	62
Debout, marche	Magasin d'accueil	60	102	66	96	72		82	80	93	70
Travail léger	Atelier, usine	56	164	64	156	72		86		107	
						148		134		113	
Travail assez pénible	Atelier, usine, salle de sport	79	214	88	205	97		112		135	
						197		181		158	
Travail Pénible	Atelier, usine, salle de spectacle	131	293	136		142	283	154		177	248
				288				271			

**Tableau IV.1. : Gains dus aux occupants**

Dans notre cas on s'intéresse au deuxième exemple où les occupants sont dans la plus part du temps en repos ou dans un effort physique très léger. A la température intérieure de 24°.

#### IV.2.2 Apports dus aux machines : [4]

Lorsque les machines électriques sont en fonctionnement, une partie de l'énergie utilisée est transformée en chaleur sensible et latente, ou seulement une source de gains sensibles.

Les apports de chaleurs de la machine utilisée sont représentés dans les tableaux ci-après :

Appareils	Gains à admettre (en W)		
	Sensible	latente	Total
Micro-ordinateur (écran compris)	450	-	450
Imprimant de 300 à 600 lignes/min	376	-	376

**Tableau IV.2 : Apports calorifiques dus aux machines de bureaux**

### IV.2.3 Gains dus à l'éclairage :

Les appareils d'éclairages constituent une source de chaleur sensible donnée sous la forme suivante : [4]

$$A_e = \sum W_n \times C_{me} \times C_{cr} \quad \text{IV.8}$$

Où :

- $W_n$  : (en W) est la puissance nominale de l'ampoule ou du tube fluorescent.
- $C_{me}$  : Est un coefficient de majoration ; il est égal à :
  - 1,2 pour les lampes à incandescence.
  - 1,25 pour les tubes fluorescents.
- $C_{cr}$  : est le pourcentage de chaleur résiduelle correspondant à la part d'énergie restant dans la salle ;  
 $C_{cr}$  Est :
  - égal à 1 pour les installations dont l'éclairage n'est pas raccordé à un système d'extraction d'air.
  - est donné dans le tableau suivant quand l'éclairage est raccordé à un système d'extraction d'air.

Débit d'air pour 100 W de puissance de lampe ou de tube (m <sup>3</sup> /h)	20	30	50	100
$C_{cr}$	0,6	0,5	0,4	0,35

**Tableau IV.3 Valeurs de  $C_{cr}$**

➤ **Données :**

La température extérieure est de  $36\text{ C}^\circ$

La température de sol est de  $44\text{ C}^\circ$

✓ Pour les locaux non climatisés on a :

- La température intérieure est de  $26\text{ C}^\circ$

Alors  $\Delta T = 36 - 26 = 10\text{ C}^\circ$

Et à travers le sol on a  $\Delta T = 44 - 26 = 18\text{ C}^\circ$

✓ Pour les locaux climatisés on a :

- La température intérieure est de  $24\text{ C}^\circ$

Alors  $\Delta T = 36 - 24 = 12\text{ C}^\circ$

Et à l'intérieur on a  $\Delta T = 26 - 24 = 2\text{ C}^\circ$

Et à travers le sol on a  $\Delta T = 44 - 24 = 20\text{ C}^\circ$

Premiere étage:

Bureau de directeur et salle de reunion:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	ΔT	As (W)	A p,th
m ext	SE	27,09	5,46	21,63	1,14	12,00	295,90	59,18
f ext	SE	5,46		5,46	3,30	12,00	216,22	43,24
m ext	NE	29,16	9,10	20,06	1,14	12,00	274,42	54,88
f ext	NE	9,10		9,10	3,30	12,00	360,36	72,07
m ext	NO	9,98	3,64	6,34	1,14	12,00	86,73	17,35
f ext	NO	3,64		3,64	3,30	12,00	144,14	28,83
mint	SO	18,90	1,89	17,01	1,84	2,00	62,60	12,52
p int	SO	1,89		1,89	2,00		7,56	1,51
plaf		50,15		50,15	0,73	12,00	439,31	87,86
							1887,24	377,45

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	φ	A e(w)
1,40	0,65	0,34	44,08	13,64
1,40	0,65	0,34	44,08	13,64
1,40	0,65	0,34	49,88	15,43
				42,71

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
50,15	12,00	71,00	852,00	60,00	720,00	2 mic	450,00	900,00	4,00	100,00	1,20	0,35	168,00
			852,00		720,00	2 imp	376,00	752,00					168,00
								1652,00					

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	V <sub>R</sub> (m <sup>3</sup> )	Q <sub>v</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Nombre	P0(m <sup>3</sup> /h.m2)	A (m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>v</sub> +Q <sub>s</sub>	D <sub>R</sub>
f ext	50,15	3,50	175,53	105,32	10,00	4,00	1,82	1,47	107,02	212,33	72,19
p int	50,15	3,50	175,53	105,32	1,00	6,00	1,89	1,47	16,69	122,00	41,48
											113,67

	watt	k cal/h
Q tot	5813,07	6743,16
P tot	7556,99	8766,11

Bureau secretaire:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	ΔT	As (W)	A p,th
m ext	N	9,21	1,82	7,39	1,14	12,00	101,10	20,22
f ext	N	1,82		1,82	3,30	12,00	72,07	14,41
m int	O	9,21	1,89	7,32	1,84	2,00	26,94	5,39
p int	O	1,89		1,89	2,00	2,00	7,56	1,51
m int	SO	10,50		10,50	1,84	2,00	38,64	7,73
plaf		17,97		17,97	0,73	12,00	157,42	31,48
							403,72	80,74

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	φ	A e(w)
1,40	0,65	0,34	44,08	13,64
				13,64

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
17,97	4,00	71,00	284,00	60,00	240,00	1 mic	450,00	450,00	1,00	100,00	1,20	0,35	42,00
						1 imp	376,00	376,00					
			284,00		240,00			826,00					42,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	V <sub>r</sub> (m <sup>3</sup> )	Q <sub>v</sub> (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>v</sub> +Q <sub>s</sub>	D <sub>R</sub>
f ext	17,97	3,50	62,90	37,74	1,00	4,00	1,82	1,47	10,70	48,44	16,47
p int	17,97	3,50	62,90	37,74	1,00	6,00	1,89	1,47	16,69	122,00	41,48
											57,95

	watt	k cal/h
Q tot	1948,05	2259,74
P tot	2532,47	2937,67

Cage d'escalier:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	ΔT	As (W)	A p,th
m ext	N	10,15	2,52	7,63	1,14	10,00	86,98	17,40
f ext	N	2,52		2,52	3,30	10,00	83,16	16,63
m ext	E	13,06		13,06	1,14	10,00	148,88	29,78
m int	O	13,06		13,06	1,84	2,00	48,06	9,61
plaf		10,82		10,82	0,73	10,00	78,99	15,80
							446,07	89,21

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	φ	A e(w)
1,40	0,65	0,34	44,08	13,64
				13,64

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
10,82	3,00	71,00	213,00	60,00	180,00	/	/	/	1,00	100,00	1,20	0,35	42,00
			213,00		180,00	/	/	/					42,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	V <sub>b</sub> (m <sup>3</sup> )	Q <sub>v</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Nombre	P0(m <sup>3</sup> /h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>v</sub> +Q <sub>s</sub>	D <sub>R</sub>
f ext	10,82	3,50	37,87	22,72	3,00	4,00	0,84	1,47	14,82	37,54	12,76
p int	10,82	3,50	37,87	22,72	3,00	6,00	1,89	1,47	16,69	39,40	13,40
											26,16

	watt	k cal/h
Q tot	1010,09	1171,70
P tot	1313,11	1523,21

Burea chef personnel:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	ΔT	As (W)	A p,th
m ext	N	15,75	5,46	10,29	1,14	12,00	140,77	28,15
f ext	N	5,46		5,46	3,30	12,00	216,22	43,24
m ext	O	12,60	3,64	8,96	1,14	12,00	122,57	24,51
f ext	O	3,64		3,64	3,30	12,00	144,14	28,83
m int	SO	17,33		17,33	1,84	2,00	63,77	12,75
m int	E	23,17	1,89	21,28	1,89	2,00	80,44	16,09
p int	E	1,89		1,89	2,00	2,00	7,56	1,51
plaf		29,41		29,41	0,73	12,00	257,63	51,53
							1033,10	206,62

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	φ	A e(w)
1,40	0,65	0,34	44,08	13,64
1,40	0,65	0,34	316,68	97,98
				111,62

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
29,41	7,00	71,00	497,00	60,00	420,00	2 mic	450,00	900,00	1,00	100,00	1,20	0,35	42,00
						2 imp	376,00	752,00					
			497,00		420,00			1652,00					42,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	V <sub>n</sub> (m <sup>3</sup> )	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Qv+Qs	D <sub>R</sub>
f ext	29,41	3,50	102,94	61,76	5,00	4,00	1,82	1,47	53,51	115,27	39,19
p int	29,41	3,50	102,94	61,76	1,00	6,00	1,89	1,47	16,67	78,43	26,67
											65,86

	watt	k cal/h
Q tot	4028,20	4672,71
P tot	5236,66	6074,53

Sanitaire:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	ΔT	As (W)	A p,th
m ext	NO	9,07	0,78	8,29	1,14	10,00	94,51	18,90
f ext	NO	0,78		0,78	3,30	10,00	25,74	5,15
m int	NE	17,33		17,33	1,84	2,00	63,77	12,75
m int	SO	17,33		17,33	1,84	2,00	63,77	12,75
plaf		13,79		13,79	0,73	10,00	100,67	20,13
							348,46	69,69

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	φ	A e(w)
1,40	0,65	0,34	49,88	15,43
				15,43

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
13,79	4,00	71,00	284,00	60,00	240,00	/	/	/	4,00	100,00	1,20	0,35	168,00
			284,00		240,00	/	/	/					168,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	V <sub>R</sub> (m <sup>3</sup> )	Q <sub>v</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Nombre	P0(m <sup>3</sup> /h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Q <sub>S</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>v</sub> +Q <sub>S</sub>	D <sub>R</sub>
f ext	13,79	3,50	48,27	28,96	3,00	4,00	0,26	1,47	4,59	33,55	11,41
											11,41

	watt	k cal/h
Q tot	1136,99	1318,91
P tot	1478,09	1714,58

Bureau psychologue:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	ΔT	As (W)	A p,th
m ext	NO	12,18	3,64	8,54	1,14	12,00	116,83	23,37
f ext	NO	3,64		3,64	3,30	12,00	144,14	28,83
m ext	SO	7,70		7,70	1,14	12,00	105,34	21,07
m int	SE	12,18	1,89	10,29	1,84	2,00	37,87	7,57
p int	SE	1,89		1,89	2,00	2,00	7,56	1,51
plaf		17,18		17,18	0,73	12,00	150,50	30,10
							562,23	112,45

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	φ	A e(w)
1,40	0,65	0,34	49,88	15,43
				15,43

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
17,18	4,00	71,00	284,00	60,00	240,00	1 mic	450,00	450,00	1,00	100,00	1,20	0,35	42,00
						1 imp	376,00	376,00					
			284,00		240,00			826,00					42,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	V <sub>h</sub> (m <sup>3</sup> )	Q <sub>v</sub> (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>v</sub> +Q <sub>s</sub>	D <sub>R</sub>
f ext	17,18	3,50	60,13	36,08	2,00	4,00	1,82	1,47	21,40	57,48	19,54
p int	17,18	3,50	60,13	36,08	1,00	6,00	1,89	1,47	16,67	52,75	17,93
											37,48

	watt	k cal/h
Q tot	2119,59	2458,72
P tot	2755,46	3196,33

Caisse:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	ΔT	As (W)	A p,th
m ext	NO	7,49	1,82	5,67	1,14	12,00	77,57	15,51
f ext	NO	1,82		1,82	3,30	12,00	72,07	14,41
m ext	SO	13,30		13,30	1,14	12,00	181,94	36,39
m int	SE	7,49	1,89	5,60	1,84	2,00	20,61	4,12
p int	SE	1,89		1,89	2,00	2,00	7,56	1,51
plaf		5,75		5,75	0,73	12,00	50,37	10,07
							410,12	82,02

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	φ	A e(w)
1,40	0,65	0,34	49,88	15,43
				15,43

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
5,75	2,00	71,00	142,00	60,00	120,00	1 mic	450,00	450,00	1,00	100,00	1,20	0,35	42,00
						1 imp	376,00	376,00					
			142,00		120,00			826,00					42,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	V <sub>h</sub> (m <sup>3</sup> )	Q <sub>v</sub> (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>v</sub> +Q <sub>s</sub>	D <sub>R</sub>
f ext	5,75	3,50	20,13	12,08	1,00	4,00	1,82	1,47	10,70	22,78	7,74
p int	5,75	3,50	20,13	12,08	1,00	6,00	1,89	1,47	16,67	28,74	9,77
											17,52

	watt	k cal/h
Q tot	1655,09	1919,91
P tot	2151,62	2495,88

Bibronnerie:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	ΔT	As (W)	A p,th
m ext	SO	7,07	1,82	5,25	1,14	12,00	71,82	14,36
f ext	SO	1,82		1,82	3,30	12,00	72,07	14,41
m ext	NO	8,54		8,54	1,14	12,00	116,83	23,37
m int	NE	7,07	1,89	5,18	1,84	2,00	19,06	3,81
p int	NE	1,89		1,89	2,00	2,00	7,56	1,51
plaf		5,61		5,61	0,73	12,00	49,14	9,83
							336,49	67,30

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	φ	A e(w)
	1,40	0,65	0,34	437,32
				135,31
				135,31

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
5,61	2,00	71,00	142,00	60,00	120,00	/	/	/	1,00	100,00	1,20	0,35	42,00
			142,00		120,00	/	/	/					42,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	V <sub>R</sub> (m <sup>3</sup> )	Q <sub>v</sub> (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>v</sub> +Q <sub>s</sub>	D <sub>R</sub>
f ext	5,61	3,50	19,64	11,78	2,00	4,00	1,82	1,47	21,40	33,18	11,28
p int	5,61	3,50	19,64	11,78	1,00	6,00	1,89	1,47	16,67	28,45	9,67
											20,96

	watt	k cal/h
Q tot	864,05	1002,30
P tot	1123,26	1302,98

Dortoire:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	ΔT	As (W)	A p,th
m ext	SO	12,01	3,64	8,37	1,14	12,00	114,50	22,90
f ext	SO	3,69		3,69	3,30	12,00	146,12	29,22
m ext	NE	6,72		6,72	1,14	12,00	91,93	18,39
m int	NE	12,01		12,01	1,84	2,00	44,20	8,84
m int	SE	17,50	2,86	14,64	1,84	2,00	53,88	10,78
p int	SE	2,86		2,86	2,00	2,00	11,44	2,29
plaf		17,18		17,18	0,73	12,00	150,50	30,10
							612,56	122,51

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	φ	A e(w)
1,40	0,65	0,34	437,32	135,31
				135,31

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
17,18	4,00	71,00	284,00	60,00	240,00	/	/	/	4,00	100,00	1,20	0,35	168,00
			284,00		240,00	/	/	/					168,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	V <sub>R</sub> (m <sup>3</sup> )	Q <sub>v</sub> (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>v</sub> +Q <sub>s</sub>	D <sub>R</sub>
f ext	17,18	3,50	60,13	36,08	2,00	4,00	1,82	1,47	21,40	57,48	19,54
p int	17,18	3,50	60,13	36,08	1,00	6,00	2,86	1,47	25,23	61,30	20,84
											40,39

	watt	k cal/h
Q tot	1602,77	1859,22
P tot	2083,61	2416,98

Sanitaire et hall:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	ΔT	As (W)	A p,th
m ext	SO	8,86	0,78	8,08	1,14	10,00	92,11	18,42
f ext	SO	0,78		0,78	3,30	10,00	25,74	5,15
m ext	SE	17,50	1,89	15,61	1,14	10,00	177,95	35,59
p ext	SE	1,89		1,89	3,50	10,00	66,15	13,23
plaf		13,35		13,35	0,73	10,00	97,46	19,49
							459,41	91,88

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	φ	A e(w)
1,40	0,65	0,34	437,32	135,31
				135,31

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
13,35	3,00	71,00	213,00	60,00	180,00	/	/	/	5,00	100,00	1,20	0,35	210,00
			213,00		180,00	/	/	/					210,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	V <sub>R</sub> (m <sup>3</sup> )	Q <sub>v</sub> (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>v</sub> +Q <sub>s</sub>	D <sub>R</sub>
f ext	13,35	3,50	46,73	28,04	2,00	4,00	1,82	1,47	21,40	49,44	16,81
p ext	13,35	3,50	46,73	28,04	1,00	6,00	1,89	1,47	16,67	44,70	15,20
p int	13,35	3,50	46,73	28,04	1,00	6,00	2,86	1,47	25,23	53,26	18,11
											50,12

	watt	k cal/h
Q tot	1339,72	1554,08
P tot	1741,64	2020,30

Depot:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	ΔT	As (W)	A p,th
m ext	S	8,82	1,82	7,00	1,14	12,00	95,76	19,15
f ext	S	1,82		1,82	3,30	12,00	72,07	14,41
m ext	O	12,25		12,25	1,14	12,00	167,58	33,52
plaf		10,88		10,88	0,73	12,00	95,31	19,06
							430,72	86,14

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	φ	A e(w)
	1,40	0,65	0,34	279,56
				86,50
				86,50

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
10,88	3,00	71,00	213,00	60,00	180,00	/	/	/	2,00	100,00	1,20	0,35	84,00
			213,00			/	/	/					84,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	V <sub>R</sub> (m <sup>3</sup> )	Q <sub>v</sub> (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>v</sub> +Q <sub>s</sub>	D <sub>R</sub>
f ext	10,88	3,50	38,08	22,85	1,00	4,00	1,82	1,47	10,70	33,55	11,41
											11,41

	watt	k cal/h
Q tot	1091,77	1266,46
P tot	1419,30	1646,39

Salle des jeux:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	ΔT	As (W)	A p,th
m ext	SE	29,82	9,10	20,72	1,14	12,00	283,45	56,69
f ext	SE	9,10		9,10	3,30	12,00	360,36	72,07
m ext	NE	11,34		11,34	1,14	12,00	155,13	31,03
m ext	SO	11,34	3,64	7,70	1,14	12,00	105,34	21,07
f ext	SO	3,64		3,64	3,30	12,00	144,14	28,83
m int	NO	11,76	2,86	8,90	1,84	2,00	32,75	6,55
p int	NO	2,86		2,86	2,00	2,00	11,44	2,29
plaf		42,22		42,22	0,73	12,00	369,85	73,97
							1462,46	292,49

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	φ	A e(w)
1,40	0,65	0,34	44,08	13,64
1,40	0,65	0,34	437,32	135,31
				148,95

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
42,22	10,00	71,00	710,00	60,00	600,00	/	/	/	6,00	100,00	1,20	0,35	252,00
						/	/	/					
			710,00					/					252,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	V <sub>h</sub> (m <sup>3</sup> )	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Qv+QS	D <sub>R</sub>
p int	42,22	3,50	147,77	88,66	1,00	6,00	2,86	1,47	25,23	113,90	113,90
f ext	42,22	3,50	147,77	88,66	9,00	4,00	1,82	1,47	96,31	184,98	62,89
											176,79

	watt	k cal/h
Q tot	3642,69	4225,52
P tot	4735,50	5493,18

Bureau:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	ΔT	As (W)	A p,th
m ext	NE	15,23	1,82	13,41	1,14	12,00	183,45	36,69
f ext	NE	1,82		1,82	3,30	12,00	72,07	14,41
m int	NO	12,46	1,89	10,57	1,84	2,00	38,90	7,78
p int	NO	1,89		1,89	2,00	2,00	7,56	1,51
plaf		15,41		15,41	0,73	12,00	134,99	27,00
							436,97	87,39

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	φ	A e(w)
1,40	0,65	0,34	44,08	13,64
				13,64

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
15,41	4,00	71,00	284,00	60,00	240,00	1 MIC	450,00	450,00	1,00	100,00	1,20	0,35	42,00
						1 IMP	376,00	376,00					
			284,00		240,00			826,00					42,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	V <sub>R</sub> (m <sup>3</sup> )	Q <sub>v</sub> (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>v</sub> +Q <sub>s</sub>	D <sub>R</sub>
f ext	15,41	3,50	53,94	32,36	1,00	4,00	1,82	1,47	10,70	43,06	14,64
p int	15,41	3,50	53,94	32,36	1,00	6,00	1,89	1,47	16,67	49,03	16,67
											31,31

	watt	k cal/h
Q tot	1961,32	2275,13
P tot	2549,71	2957,66

Circulation:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	ΔT	As (W)	A p,th
m ext	E	9,98	3,74	6,24	1,14	10,00	71,14	14,23
p ext	E	3,74		3,74	3,50	10,00	130,90	26,18
m ext	O	9,98		9,98	1,14	10,00	113,77	22,75
m ext	S	15,75	3,64	12,11	1,14	10,00	138,05	27,61
f ext	S	3,64		3,64	3,30	10,00	120,12	24,02
plaf		125,62		125,62	0,73	10,00	917,03	183,41
toile en vitre		147,20		147,20	4,30	10,00	6329,60	1265,92
							7820,61	1564,12

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	φ	A e(w)
	1,40	0,65	0,34	279,56
	1,40	0,65	0,34	431,89
				220,12

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
125,62	28,00	71,00	1988,00	60,00	1680,00	/	/	/	10,00	100,00	1,20	0,35	420,00
			1988,00		1680,00	/	/	/					420,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	V <sub>h</sub> (m <sup>3</sup> )	Q <sub>v</sub> (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>v</sub> +Q <sub>s</sub>	D <sub>R</sub>
f ext	125,62	3,50	439,67	263,80	1,00	4,00	3,64	1,47	21,40	285,21	96,97
p ext	125,62	3,50	439,67	263,80	1,00	6,00	3,74	1,47	32,99	296,79	100,91
p int	125,62	3,50	439,67	263,80	7,00	6,00	1,89	1,47	116,69	380,49	129,41
p int	125,62	3,50	439,67	263,80	1,00	6,00	2,86	1,47	25,23	289,03	98,27
											425,56

	watt	k cal/h
Q tot	14118,41	16377,36
P tot	18353,93	21290,56

IV.3 tableau des apports calorifique :

Rez de chaussé:

Salle de jeux:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	ΔT	As (W)	A p,th
m ext	NE	11,76	3,64	8,12	1,14	12,00	111,08	22,22
f ext	NE	3,64		3,64	3,30	12,00	144,14	28,83
m int	NO	8,89	2,86	6,03	1,84	2,00	22,19	4,44
p int	NO	2,86		2,86	2,00	2,00	11,44	2,29
m int	SO	11,62		11,62	1,84	2,00	42,76	8,55
m ext	SE	11,52	3,64	7,88	1,14	12,00	107,80	21,56
f ext	SE	3,64		3,64	3,30	12,00	144,14	28,83
planch		28,03		28,03	0,73	20,00	409,24	81,85
							992,80	198,56

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	φ	A e(w)
1,40	0,65	0,34	44,08	13,64
1,40	0,65	0,34	44,08	13,64
				27,28

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
28,03	7,00	71,00	497,00	60,00	420,00	/	/	/	4,00	100,00	1,20	0,35	168,00
			497,00		420,00	/	/	/					168,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	V <sub>b</sub> (m <sup>3</sup> )	Q <sub>v</sub> (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>v</sub> +Q <sub>s</sub>	D <sub>R</sub>
f ext	28,03	3,50	98,11	58,86	4,00	4,00	1,82	1,47	42,81	101,67	34,57
p int	28,03	3,50	98,11	58,86	1,00	6,00	2,86	1,47	25,23	84,09	28,59
											63,16

	watt	k cal/h
Q tot	2366,79	2745,48
P tot	3076,83	3569,12

Dortoir:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	As (W)	A p,th
m ext	NE	17,33	5,46	11,87	1,14	12,00	162,38	32,48
f ext	NE	5,46		5,46	3,30	12,00	216,22	43,24
m ext	NO	11,38	3,64	7,74	1,14	12,00	105,88	21,18
f ext	NO	3,64		3,64	3,30	12,00	144,14	28,83
m int	SO	17,50	2,86	14,64	1,84	2,00	53,88	10,78
p int	SO	2,86		2,86	2,00	2,00	11,44	2,29
m int	S	5,01		5,01	1,84	2,00	18,44	3,69
planch		19,92		19,92	2,56	20,00	1019,90	203,98
							1732,28	346,46

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	$\phi$	A e(w)
1,40	0,65	0,34	44,08	13,64
1,40	0,65	0,34	49,88	15,43
				29,07

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
19,92	5,00	71,00	355,00	60,00	300,00	/	/	/	4,00	100,00	1,20	0,35	168,00
						/	/	/					
			355,00		300,00			/					168,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_b(m^3)$	$Q_v(m^3/h)$	Nombre	$P_0(m^3/h.m^2)$	$A(m^2)$	$e_{vi}$	$Q_s(m^3/h)$	$Q_v+Q_s$	$D_R$
f ext	19,92	3,50	69,72	41,83	5,00	4,00	1,82	1,47	53,51	95,34	32,42
p int	19,92	3,50	69,72	41,83	1,00	6,00	2,86	1,47	25,23	67,06	22,80
											55,22

	watt	k cal/h
Q tot	2986,02	3463,79
P tot	3881,83	4502,92

Sanitaire et depot:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	As (W)	A p,th
m ext	N	8,93	0,78	8,15	1,14	12,00	111,49	22,30
f ext	N	0,78		0,78	3,30	12,00	30,89	6,18
planch		17,64		17,64	2,56	18,00	812,85	162,57
							955,23	191,05

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	$\phi$	A e(w)
1,40	0,65	0,34	44,08	13,64
				13,64

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
17,64	4,00	71,00	284,00	60,00	240,00	/	/	/	4,00	100,00	1,20	0,35	168,00
			284,00		240,00	/	/	/					168,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	$Q_v(m^3/h)$	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	$e_{vi}$	$Q_s(m^3/h)$	$Q_v+Q_s$	$D_R$
f ext	17,64	3,50	61,74	37,04	3,00	4,00	0,26	1,47	4,59	41,63	14,15
											14,15

	watt	k cal/h
Q tot	1866,07	2164,64
P tot	2425,89	2814,04

Cage d'escalier:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	ΔT	As (W)	A p,th
m ext	N	10,12	4,79	5,33	1,14	12,00	72,91	14,58
p ext	N	2,86		2,86	3,50	12,00		
f ext	N	1,93		1,93	3,30	12,00	76,43	15,29
m ext	E	11,80		11,80	1,14	12,00	161,42	32,28
m int	O	11,80		11,80	1,84	2,00	43,42	8,68
planch		10,78		10,78	2,56	18,00	496,74	99,35
							850,93	170,19

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	φ	A e(w)
	1,40	0,65	0,34	44,08
				13,64
				13,64

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
10,78	3,00	71,00	213,00	60,00	180,00	/	/	/	1,00	100,00	1,20	0,35	42,00
						/	/	/					
			213,00		180,00			/					42,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	V <sub>n</sub> (m <sup>3</sup> )	Q <sub>v</sub> (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>v</sub> +Q <sub>s</sub>	D <sub>R</sub>
f ext	10,78	3,50	37,73	22,64	2,00	4,00	0,97	1,47	11,41	34,05	11,58
p ext	10,78	3,50	37,73	22,64	1,00	6,00	2,86	1,47	25,23	47,86	16,27
											27,85

	watt	k cal/h
Q tot	1497,61	1737,23
P tot	1946,89	2258,39

Salle de jeux:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	ΔT	As (W)	A p,th
m ext	N	17,15	5,46	11,69	1,14	12,00	159,92	31,98
f ext	N	5,46		5,46	3,30	12,00	216,22	43,24
m ext	O	12,92	3,64	9,28	1,14	12,00	126,95	25,39
f ext	O	3,64		3,64	3,30	12,00	144,14	28,83
m int	SO	16,73	2,86	13,87	1,84	2,00	51,04	10,21
p int	SO	2,86		2,86	2,00	2,00	11,44	2,29
m int	E	11,90		11,90	1,84	2,00	43,79	8,76
planch		29,38		29,38	2,56	20,00	1504,26	300,85
							2257,76	451,55

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	φ	A e(w)
1,40	0,65	0,34	44,08	13,64
1,40	0,65	0,34	316,68	97,98
				111,62

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
29,38	7,00	71,00	497,00	60,00	420,00	/	/	/	6,00	100,00	1,20	0,35	252,00
			497,00		420,00	/	/	/					252,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	Vh(m <sup>3</sup> )	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Qs (m <sup>3</sup> /h)	Qv+Qs	D <sub>R</sub>
f ext	29,38	3,50	102,83	61,70	5,00	4,00	1,82	1,47	53,51	115,21	39,17
p ext	29,38	3,50	102,83	61,70	1,00	6,00	2,86	1,47	25,23	86,92	29,55
											68,72

	watt	k cal/h
Q tot	4058,65	4708,04
P tot	5276,25	6120,45

Hall et sanitaire:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	ΔT	As (W)	A p,th
m ext	NO	8,86	0,78	8,08	1,14	10,00	92,11	18,42
f ext	NO	0,78		0,78	3,30	10,00	25,74	5,15
m int	SO	16,38	2,86	13,52	1,84	2,00	49,75	9,95
p int	SO	2,86		2,86	2,00	2,00	11,44	2,29
planch		13,45		13,45	2,56	18,00	619,78	123,96
							798,82	159,76

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	φ	A e(w)
1,40	0,65	0,34	49,88	15,43
				15,43

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
13,45	3,00	71,00	213,00	60,00	180,00	/	/	/	5,00	100,00	1,20	0,35	210,00
			213,00		180,00	/	/	/					210,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	V <sub>R</sub> (m <sup>3</sup> )	Q <sub>v</sub> (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>v</sub> +Q <sub>s</sub>	D <sub>R</sub>
f ext	13,45	3,50	47,08	28,25	3,00	4,00	0,26	1,47	4,59	32,83	11,16
p int	13,45	3,50	47,08	28,25	2,00	6,00	2,86	1,47	50,45	78,70	26,76
											37,92

	watt	k cal/h
Q tot	1614,94	1873,32
P tot	2099,42	2435,32

Dortoire:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	ΔT	As (W)	A p,th
m ext	NO	12,01	3,64	8,37	1,14	12,00	114,50	22,90
f ext	NO	3,64		3,64	3,30	12,00	144,14	28,83
m ext	SO	7,42	1,82	5,60	1,14	12,00	76,61	15,32
f ext	SO	1,82		1,82	3,30	12,00	72,07	14,41
m int	SE	12,01		12,01	1,84	2,00	44,20	8,84
planch		17,18		17,18	2,56	20,00	879,62	175,92
							1331,14	266,23

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	φ	A e(w)
1,40	0,65	0,34	49,88	15,43
1,40	0,65	0,34	437,32	135,31
				150,74

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
17,18	4,00	71,00	284,00	60,00	240,00	/	/	/	4,00	100,00	1,20	0,35	168,00
						/	/	/					
			284,00		240,00			/					168,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	V <sub>h</sub> (m <sup>3</sup> )	Q <sub>v</sub> (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>v</sub> +Q <sub>s</sub>	D <sub>R</sub>
f ext	17,18	3,50	60,13	36,08	3,00	4,00	1,82	1,47	32,10	68,18	23,18
p int	17,18	3,50	60,13	36,08	1,00	6,00	2,86	1,47	25,23	61,30	20,84
											44,03

	watt	k cal/h
Q tot	2484,13	2881,59
P tot	3229,37	3746,07

Salle de soin:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	ΔT	As (W)	A p,th
m ext	NO	7,07	1,82	5,25	1,14	12,00	71,82	14,36
f ext	NO	1,82		1,82	3,30	12,00	72,07	14,41
m int	SO	8,86		8,86	1,84	2,00	32,60	6,52
m int	SE	7,07	1,89	5,18	1,84	2,00	19,06	3,81
p int	SE	1,89		1,89	2,00	2,00	7,56	1,51
planch		6,76		6,76	2,56	20,00	346,11	69,22
							549,23	109,85

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	φ	A e(w)
1,40	0,65	0,34	49,88	15,43
				15,43

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
6,76	2,00	71,00	142,00	60,00	120,00	/	/	/	1,00	100,00	1,20	0,35	42,00
			142,00		120,00			/					42,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	V <sub>R</sub> (m <sup>3</sup> )	Q <sub>v</sub> (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>v</sub> +Q <sub>s</sub>	D <sub>R</sub>
f ext	6,76	3,50	23,66	14,20	1,00	4,00	1,82	1,47	10,70	24,90	8,47
p int	6,76	3,50	23,66	14,20	1,00	6,00	1,89	1,47	16,67	30,87	10,49
											18,96

	watt	k cal/h
Q tot	997,47	1157,06
P tot	1296,71	1504,18

Refectoire:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	ΔT	As (W)	A p,th
m ext	N	15,54	3,64	11,90	1,14	10,00	135,66	27,13
f ext	N	3,64		3,64	3,30	10,00	120,12	24,02
m ext	O	14,39	3,64	10,75	1,14	10,00	122,55	24,51
f ext	O	3,64		3,64	3,30	10,00	120,12	24,02
m int	S	16,31		16,31	1,84	2,00	60,02	12,00
m int	E	14,39	2,86	11,53	1,84	2,00	42,43	8,49
p int	E	2,86		2,86	2,00	2,00	11,44	2,29
plaf		30,07		30,07	0,73	10,00	219,51	43,90
planch		30,07		30,07	2,56	18,00	1385,63	277,13
							2217,48	443,50

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	φ	A e(w)
1,40	0,65	0,34	44,08	13,64
1,40	0,65	0,34	316,68	97,98
				111,62

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
30,07	7,00	71,00	497,00	60,00	420,00	/	/	/	6,00	100,00	1,20	0,35	252,00
			497,00		420,00	/	/	/					252,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	V <sub>R</sub> (m <sup>3</sup> )	Q <sub>v</sub> (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Q <sub>S</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>v</sub> +Q <sub>S</sub>	D <sub>R</sub>
f ext	30,07	3,50	105,25	63,15	4,00	4,00	1,82	1,47	42,81	105,95	36,02
											36,02

	watt	k cal/h
Q tot	3977,62	4614,04
P tot	5170,90	5998,25

Factotum:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	ΔT	As (W)	A p,th
m ext	NO	12,01	2,86	9,15	1,14	12,00	125,17	25,03
p ext	NO	2,86		2,86	3,50	12,00	120,12	24,02
m int	SO	16,31		16,31	2,61	2,00	85,14	17,03
m int	SE	12,74		12,74	1,84	2,00	46,88	9,38
plaf		16,89		16,89	0,73	12,00	147,96	29,59
planch		16,89		16,89	2,56	20,00	864,77	172,95
							1390,04	278,01

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
16,89	4,00	71,00	284,00	60,00	240,00	/	/	/	1,00	100,00	1,20	0,35	42,00
			284,00		240,00	/	/	/					42,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	V <sub>R</sub> (m <sup>3</sup> )	Q <sub>v</sub> (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>v</sub> +Q <sub>s</sub>	D <sub>R</sub>
P ext	16,89	3,50	59,12	35,47	1,00	6,00	2,86	1,47	25,23	60,69	20,64
											20,64

	watt	k cal/h
Q tot	2254,68	2615,43
P tot	2931,09	3400,06

Chaufferie:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	As (W)	A p,th
m ext	O	12,01	2,86	9,15	2,61	10,00	238,82	47,76
p ext	O	2,86		2,86	3,50	10,00	100,10	20,02
m ext	S	15,26		15,26	2,61	10,00	398,29	79,66
plaf		15,52		15,52	0,73	10,00	113,30	22,66
planch		15,52		15,52	2,56	18,00	715,16	143,03
							1565,66	313,13

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
15,52	4,00	71,00	284,00	60,00	240,00	/	/	/	1,00	100,00	1,20	0,35	42,00
			284,00		240,00	/	/	/					42,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_R(m^3)$	$Q_v(m^3/h)$	Nombre	$P_0(m^3/h.m^2)$	$A(m^2)$	$e_{vi}$	$Q_S(m^3/h)$	$Q_v+Q_S$	$D_R$
p ext	15,52	3,50	54,32	32,59	1,00	6,00	2,86	1,47	25,23	57,82	19,66
											19,66

	watt	k cal/h
Q tot	2464,45	2858,76
P tot	3203,78	3716,39

Depot:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	ΔT	As (W)	A p.th
m ext	S	9,07	1,82	7,25	1,14	10,00	82,65	16,53
f ext	S	1,82		1,82	3,30	10,00	60,06	12,01
plaf		8,74		8,74	0,73	10,00	63,80	12,76
planch		8,74		8,74	2,56	18,00	402,74	80,55
							609,25	121,85

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	φ	A e(w)
	1,40	0,65	0,34	279,56
				86,50
				86,50

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
8,74	2,00	71,00	142,00	60,00	120,00	/	/	/	1,00	100,00	1,20	0,35	42,00
			142,00		120,00	/	/	/					42,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	V <sub>h</sub> (m <sup>3</sup> )	Q <sub>v</sub> (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>v</sub> +Q <sub>s</sub>	D <sub>R</sub>
f ext	8,74	3,50	30,59	18,35	1,00	4,00	1,82	1,47	10,70	29,06	9,88
p int	8,74	3,50	30,59	18,35	1,00	6,00	1,89	1,47	16,67	35,02	11,91
											21,79

	watt	k cal/h
Q tot	1143,39	1326,33
P tot	1486,40	1724,23

Sanitaire:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	ΔT	As (W)	A p,th
m ext	S	5,15	0,26	4,89	1,14	10,00	55,75	11,15
f ext	S	0,26		0,26	3,30	10,00	8,58	1,72
m ext	E	12,01	1,89	10,12	1,14	10,00	115,37	23,07
p ext	E	1,89		1,89	3,50	10,00	66,15	13,23
plaf		3,30		3,30	0,73	10,00	24,09	4,82
planch		3,30		3,30	2,56	18,00	152,06	30,41
							422,00	84,40

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	φ	A e(w)
	1,40	0,65	0,34	279,56
				86,50
				86,50

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
3,30	1,00	71,00	71,00	60,00	60,00	/	/	/	3,00	100,00	1,20	0,35	126,00
						/	/	/					
			71,00		60,00			/					126,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	V <sub>h</sub> (m <sup>3</sup> )	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Qv+Qs	D <sub>R</sub>
f ext	3,30	3,50	11,55	6,93	2,00	4,00	0,26	1,47	3,06	9,99	3,40
p int	3,30	3,50	11,55	6,93	1,00	6,00	1,89	1,47	16,67	23,60	8,02
											11,42

	watt	k cal/h
Q tot	861,32	999,13
P tot	1119,71	1298,87

Cuisine:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	ΔT	As (W)	A p,th
m ext	E	12,08	1,82	10,26	1,14	10,00	116,96	23,39
f ext	E	1,82		1,82	3,30	10,00	60,06	12,01
m int	N	4,59		4,59	1,84	2,00	16,89	3,38
plaf		14,44		14,44	0,73	10,00	105,41	21,08
planch		14,44		14,44	2,56	18,00	665,40	133,08
							964,72	192,94

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	φ	A e(w)
1,40	0,65	0,34	44,08	13,64
				13,64

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
14,44	4,00	71,00	284,00	60,00	240,00	/	/	/	1,00	100,00	1,20	0,35	42,00
			284,00		240,00	/	/	/					42,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	V <sub>h</sub> (m <sup>3</sup> )	Q <sub>v</sub> (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>v</sub> +Q <sub>s</sub>	D <sub>R</sub>
f ext	14,44	3,50	50,54	30,32	1,00	4,00	1,82	1,47	10,70	41,03	13,95
p int	14,44	3,50	50,54	30,32	1,00	6,00	1,89	1,47	16,67	46,99	15,98
											29,93

	watt	k cal/h
Q tot	1767,23	2049,99
P tot	2297,40	2664,99

Buanderie:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	As (W)	A p,th
m ext	S	7,49	1,82	5,67	1,14	12,00	77,57	15,51
f ext	S	1,82		1,82	3,30	12,00	72,07	14,41
m int	N	13,26	2,86	10,40	1,84	2,00	38,27	7,65
p int	N	2,86		2,86	2,00	2,00	11,44	2,29
plaf		5,13		5,13	0,73	12,00	44,94	8,99
planch		10,91		10,91	2,56	20,00	558,59	111,72
							802,88	160,58

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	$\phi$	A e(w)
1,40	0,65	0,34	279,56	86,50
				86,50

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
10,91	3,00	71,00	213,00	60,00	180,00	/	/	/	1,00	100,00	1,20	0,35	42,00
						/	/	/					
			213,00		180,00			/					42,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_b(m^3)$	$Q_v(m^3/h)$	Nombre	$P_0(m^3/h.m^2)$	$A(m^2)$	$e_{vi}$	$Q_s(m^3/h)$	$Q_v+Q_s$	$D_R$
f ext	10,91	3,50	38,19	22,91	3,00	4,00	1,82	1,47	32,10	55,02	18,71
p int	10,91	3,50	38,19	22,91	1,00	6,00	2,86	1,47	25,23	48,14	16,37
											35,07

	watt	k cal/h
Q tot	1520,03	1763,23
P tot	1976,04	2292,20

Dortoire:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	ΔT	As (W)	A p,th
m ext	S	12,08	3,64	8,44	1,14	12,00	115,46	23,09
f ext	S	3,64		3,64	3,30	12,00	144,14	28,83
m ext	O	7,00	1,82	5,18	1,40	12,00	87,02	17,40
f ext	O	1,82		1,82	3,30	12,00	72,07	14,41
m int	N	11,97		11,97	1,84	2,00	44,05	8,81
m int	E	17,50	2,86	14,64	1,84	2,00	53,88	10,78
p int	E	2,86		2,86	2,00	2,00	11,44	2,29
planch		17,18		17,18	2,56	20,00	879,62	175,92
							1407,68	281,54

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	φ	A e(w)
1,40	0,65	0,34	279,56	86,50
1,40	0,65	0,34	316,68	97,98
				184,48

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
17,18	4,00	71,00	284,00	60,00	240,00	/	/	/	4,00	100,00	1,20	0,35	168,00
			284,00		240,00	/	/	/					168,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	V <sub>R</sub> (m <sup>3</sup> )	Q <sub>v</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Nombre	P0(m <sup>3</sup> /h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Q <sub>S</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>v</sub> +Q <sub>S</sub>	D <sub>R</sub>
f ext	17,18	3,50	60,13	36,08	3,00	4,00	1,82	1,47	32,10	68,18	23,18
p int	17,18	3,50	60,13	36,08	1,00	6,00	2,86	1,47	25,23	61,30	20,84
											44,03

	watt	k cal/h
Q tot	2609,72	3027,27
P tot	3392,63	3935,45

Sanitaire:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	As (W)	A p,th
m ext	S	8,86	0,78	8,08	1,14	10,00	92,11	18,42
f ext	S	0,78		0,78	3,30	10,00	25,74	5,15
m int	E	9,98		9,98	1,84	2,00	36,73	7,35
planch		7,20		7,20	2,56	18,00	331,78	66,36
							486,35	97,27

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	$\phi$	A e(w)
1,40	0,65	0,34	279,56	86,50
				86,50

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
7,20	2,00	71,00	142,00	60,00	120,00	/	/	/	4,00	100,00	1,20	0,35	168,00
			142,00		120,00	/	/	/					168,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_R(m^3)$	$Q_v(m^3/h)$	Nombre	$P_0(m^3/h.m^2)$	$A(m^2)$	$e_{vi}$	$Q_S(m^3/h)$	$Q_v+Q_S$	$D_R$
f ext	7,20	3,50	25,20	15,12	3,00	4,00	0,26	1,47	4,59	19,71	6,70
											6,70

	watt	k cal/h
Q tot	1106,83	1283,92
P tot	1438,87	1669,09

Hall:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	As (W)	A p,th
m int	S	10,50	2,86	7,64	1,84	2,00	28,12	5,62
p int	S	2,86		2,86	2,00	2,00	11,44	2,29
m int	E	4,10	1,89	2,21	1,84	2,00	8,13	1,63
p int	E	1,89		1,89	2,00	2,00	7,56	1,51
planch		7,99		7,99	2,56	18,00	368,18	73,64
							423,43	84,69

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
7,99	2,00	71,00	142,00	60,00	120,00	/	/	/	1,00	100,00	1,20	0,35	42,00
			142,00		120,00	/	/	/					42,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_R(m^3)$	$Q_v(m^3/h)$	Nombre	$P_0(m^3/h.m^2)$	$A(m^2)$	$e_{vi}$	$Q_s(m^3/h)$	$Q_v+Q_s$	$D_R$
p int	7,99	3,50	27,97	16,78	2,00	6,00	2,86	1,47	50,45	67,23	22,86
p int	7,99	3,50	27,97	16,78	1,00	6,00	1,89	1,47	16,67	33,45	11,37
											34,23

	watt	k cal/h
Q tot	846,34	981,76
P tot	1100,25	1276,29

Salle de jeux:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	$\Delta T$	As (W)	A p,th
m ext	S	15,79	5,46	10,33	1,14	12,00	141,31	28,26
f ext	S	5,46		5,46	3,30	12,00	216,22	43,24
m ext	O	12,92	3,64	9,28	1,14	12,00	126,95	25,39
f ext	O	3,64		3,64	3,30	12,00	144,14	28,83
plaf		24,88		24,88	0,73	12,00	217,95	43,59
planch		24,88		24,88	2,56	20,00	1273,86	254,77
							2120,43	424,09

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	$\phi$	A e(w)
1,40	0,65	0,34	279,56	86,50
1,40	0,65	0,34	316,68	97,98
				184,48

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
24,88	6,00	71,00	426,00	60,00	360,00	/	/	/	4,00	100,00	1,20	0,35	168,00
						/	/	/					
			426,00		360,00			/					168,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	$V_h(m^3)$	$Q_v(m^3/h)$	Nombre	$P_0(m^3/h.m^2)$	$A(m^2)$	$e_{vi}$	$Q_s(m^3/h)$	$Q_v+Q_s$	$D_R$
f ext	24,88	3,50	87,08	52,25	5,00	4,00	1,82	1,47	53,51	105,76	35,96
p int	24,88	3,50	87,08	52,25	1,00	6,00	2,86	1,47	25,23	77,47	26,34
											62,30

	watt	k cal/h
Q tot	3745,29	4344,54
P tot	4868,88	5647,90

Solarium commun:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	ΔT	As (W)	A p,th
m ext	S	9,66	1,82	7,84	1,14	12,00	107,25	21,45
f ext	S	1,82		1,82	3,30	12,00	72,07	14,41
m ext	SE	13,06	3,64	9,42	1,14	12,00	128,87	25,77
f ext	SE	3,64		3,64	3,30	12,00	144,14	28,83
m int	N	13,79	3,91	9,88	1,84	2,00	36,36	7,27
f int	N	3,91		3,91	3,30	2,00	25,81	5,16
m int	NE	11,90	3,01	8,89	1,84	2,00	32,72	6,54
p int	NE	3,01		3,01	2,00	2,00	12,04	2,41
plaf		23,23		23,23	0,73	12,00	203,49	40,70
planch		23,23		23,23	2,56	20,00	1189,38	237,88
							1952,12	390,42

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	φ	A e(w)
1,40	0,65	0,34	279,56	86,50
1,40	0,65	0,34	44,08	13,64
				100,13

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
23,23	6,00	71,00	426,00	60,00	360,00	/	/	/	4,00	100,00	1,20	0,35	168,00
						/	/	/					
			426,00		360,00			/					168,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	V <sub>R</sub> (m <sup>3</sup> )	Q <sub>v</sub> (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>v</sub> +Q <sub>s</sub>	D <sub>R</sub>
f ext	23,23	3,50	81,31	48,78	3,00	4,00	1,82	1,47	32,10	80,89	27,50
p int	23,23	3,50	81,31	48,78	2,00	6,00	1,89	1,47	33,34	82,12	27,92
											55,42

	watt	k cal/h
Q tot	3452,11	4004,44
P tot	4487,74	5205,78

Depot et sanitaire:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	ΔT	As (W)	A p,th
m ext	S	8,89	0,78	8,11	1,14	10,00	92,45	18,49
f ext	S	0,78		0,78	3,30	10,00	25,74	5,15
m int	SE	11,69		11,69	1,84	2,00	43,02	8,60
m int	NE	8,33		8,33	1,84	2,00	30,65	6,13
planch		11,11		11,11	2,56	18,00	511,95	102,39
							703,82	140,76

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	φ	A e(w)
1,40	0,65	0,34	279,56	86,50
				86,50

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
11,11	3,00	71,00	213,00	60,00	180,00	/	/	/	4,00	100,00	1,20	0,35	168,00
			213,00		180,00	/	/	/					168,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	V <sub>R</sub> (m <sup>3</sup> )	Q <sub>v</sub> (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>v</sub> +Q <sub>s</sub>	D <sub>R</sub>
f ext	11,11	3,50	38,89	23,33	3,00	4,00	0,26	1,47	4,59	27,92	9,49
											9,49

	watt	k cal/h
Q tot	1501,57	1741,82
P tot	1952,04	2264,37

Dortoir:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	ΔT	As (W)	A p,th
m ext	SO	11,34	3,64	7,70	1,14	12,00	105,34	21,07
f ext	SO	3,64		3,64	3,30	12,00	144,14	28,83
m ext	SE	17,33	5,46	11,87	1,14	12,00	162,38	32,48
f ext	SE	5,46		5,46	3,30	12,00	216,22	43,24
m int	NO	5,78	2,86	2,92	1,84	2,00	10,75	2,15
p int	NO	2,86		2,86	2,00	2,00	11,44	2,29
planch		21,27		21,27	2,56	20,00	1089,02	217,80
							1739,29	347,86

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	φ	A e(w)
1,40	0,65	0,34	437,32	135,31
1,40	0,65	0,34	44,08	13,64
				148,95

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
21,27	5,00	71,00	355,00	60,00	300,00	/	/	/	4,00	100,00	1,20	0,35	168,00
			355,00		300,00	/	/	/					168,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	V <sub>h</sub> (m <sup>3</sup> )	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Qv+Qs	D <sub>R</sub>
f ext	21,27	3,50	74,45	44,67	5,00	4,00	1,82	1,47	53,51	98,18	33,38
p int	21,27	3,50	74,45	44,67	1,00	6,00	2,86	1,47	25,23	69,89	23,76
											57,14

	watt	k cal/h
Q tot	3116,23	3614,83
P tot	4051,10	4699,28

Salle de jeux:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	ΔT	As (W)	A p,th
m ext	SE	11,76	3,64	8,12	1,14	12,00	111,08	22,22
f ext	SE	3,64		3,64	3,30	12,00	144,14	28,83
m ext	NE	16,56	3,64	12,92	1,14	12,00	176,75	35,35
f ext	NE	3,64		3,64	3,30	12,00	144,14	28,83
m int	NO	11,62		11,62	1,84	2,00	42,76	8,55
m int	SO	6,44	2,86	3,58	1,84	2,00	13,17	2,63
p int	SO	2,86		2,86	2,00	2,00	11,44	2,29
planch		28,02		28,02	2,56	20,00	1434,62	286,92
							2078,12	415,62

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	φ	A e(w)
1,40	0,65	0,34	44,08	13,64
1,40	0,65	0,34	44,08	13,64
				27,28

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
28,02	7,00	71,00	497,00	60,00	420,00	/	/	/	6,00	100,00	1,20	0,35	252,00
			497,00		420,00			/					252,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	V <sub>n</sub> (m <sup>3</sup> )	Qv (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Qv+Qs	D <sub>R</sub>
f ext	28,02	3,50	98,07	58,84	4,00	4,00	1,82	1,47	42,81	101,65	34,56
p int	28,02	3,50	98,07	58,84	1,00	6,00	2,86	1,47	25,23	84,07	28,58
											63,14

	watt	k cal/h
Q tot	3753,16	4353,66
P tot	4879,11	5659,76

Hall de reception et d'attente:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	ΔT	As (W)	A p,th
m ext	E	7,81	3,74	4,07	1,14	12,00	55,68	11,14
p ext	E	3,74		3,74	3,50	12,00	157,08	31,42
m ext	NE	13,37	3,64	9,73	1,14	12,00	133,11	26,62
f ext	NE	3,64		3,64	3,30	12,00	144,14	28,83
m ext	SE	13,48	3,64	9,84	1,14	12,00	134,61	26,92
f ext	SE	3,64		3,64	3,30	12,00	144,14	28,83
m int	O	9,98	3,74	6,24	1,84	2,00	22,96	4,59
p int	O	3,74		3,74	2,00	2,00	14,96	2,99
plaf		24,49		24,49	0,73	12,00	214,53	42,91
planch		24,49		24,49	2,56	20,00	1253,89	250,78
							2275,11	455,02

Apports par ensoleillement:

K1 K2	Fv	N	φ	A e(w)
1,40	0,65	0,34	44,08	13,64
1,40	0,65	0,34	44,08	13,64
				27,28

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
24,49	6,00	71,00	426,00	60,00	360,00	/	/	/	1,00	100,00	1,20	0,35	42,00
			426,00		360,00			/					42,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	V <sub>R</sub> (m <sup>3</sup> )	Q <sub>v</sub> (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>v</sub> +Q <sub>s</sub>	D <sub>R</sub>
f ext	24,49	3,50	85,72	51,43	2,00	4,00	3,64	1,47	42,81	94,24	32,04
p ext	24,49	3,50	85,72	51,43	1,00	6,00	3,74	1,47	32,99	84,42	28,70
p int	24,49	3,50	85,72	51,43	1,00	6,00	3,74	1,47	32,99	84,42	28,70
											89,44

	watt	k cal/h
Q tot	3674,85	4262,82
P tot	4777,30	5541,67

Circulation:

Apports par transmission:

paroi	orient	S (m2)	deduction	S retenue	k surf	ΔT	As (W)	A p.th
planch		110,11		110,11	2,56	18,00	5073,87	1014,77
							5073,87	1014,77

Apports internes:

surf(m2)	n pers	Gain sen/p	A sen(w)	Gain lat/p	A lat(w)	n mach	Gain /mach	A mach(w)	n eclai	W n(w)	C me	C cr	A eclai (w)
110,11	25,00	71,00	1775,00	60,00	1500,00	/	/	/	10,00	100,00	1,20	0,35	420,00
			1775,00		1500,00			/					420,00

Apports par renouvellement d'air:

Paroi	S(m2)	H(m)	V <sub>R</sub> (m <sup>3</sup> )	Q <sub>v</sub> (m3/h)	Nombre	P0(m3/h.m2)	A(m <sup>2</sup> )	e <sub>vi</sub>	Q <sub>S</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>v</sub> +Q <sub>S</sub>	D <sub>R</sub>
p int	110,11	3,50	385,39	231,23	1,00	6,00	3,74	1,47	32,99	264,22	89,83
p int	110,11	3,50	385,39	231,23	9,00	6,00	2,86	1,47	227,03	458,26	155,81
p int	110,11	3,50	385,39	231,23	4,00	6,00	1,89	1,47	66,68	297,91	101,29
											346,93

	watt	k cal/h
Q tot	10130,57	11751,47
P tot	13169,75	15276,91

**Conclusion :**

Dans ce chapitre on est arrivé à définir la charge frigorifique totale de notre système de refroidissement (groupe à eau glacée) qui nous conduit à la détermination de la puissance frigorifique de notre installation.

## Chapitre V

Calculs et choix des éléments  
de l'installation de  
conditionnement de l'air

## Introduction

La détermination des puissances frigorifique et calorifique ainsi que le type de local nous permet de choisir et de déterminer le nombre des unités terminales de climatisation pour l'été et l'hiver.

### V.1 calcul des puissances calorifique et frigorifique

En technique de chauffage et de climatisation, la dénomination des différentes puissances n'est pas encore unifiée. Donc en désignera par :

- charge frigorifique ou calorifique : c'est la quantité de chaleur à éliminer ou à fournir au local pour atteindre les conditions intérieures favorables c'est une donnée se rapportant au local.
- Puissance frigorifique ou calorifique : c'est une donnée se rapportant aux équipements comme elle désigne aussi la puissance totale à mettre en œuvre dans l'appareil.

#### V.1.1 Puissance calorifique ( $p_c$ )

La puissance calorifique est la charge calorifique majorée de 30% due aux pertes de l'installation.

$$P_c = Q_c + 0.3Q_c \quad \text{V.1}$$

#### V.1.2 la puissance frigorifique ( $p_f$ )

La puissance frigorifique est la charge frigorifique majorée de 30% due aux pertes de l'installation.

$$P_f = Q_f + 0.3Q_f \quad \text{V.2}$$

## V.2 Choix des équipements de l'installation

Le choix de notre équipement est basé sur les études faites dans le chapitre précédent (bilans thermiques hivernal et estival). En prenant en considération le cout de revient et la fiabilité de l'installation.

### V.2.1 Choix des ventilo - convecteurs

Sont des unités terminales de conditionnement d'air non autonomes, qui tout en rassemble l'avantage économique de l'installation et d'exploitation avec une production centralisée permettant une économie de réglage individuelle des paramètres dans chaque local.

Un ventilo-convecteur peut assurer :

- Le chauffage en hiver.
- Le rafraîchissement et la déshumidification en été.
- La ventilation et la filtration de l'air à l'aide de ventilateurs internes en toutes saisons.



**Figure V.1 : représente un ventilo - convecteur.**

### **V.2.2 choix des radiateurs pour les locaux moins utilisés**

Un radiateur est un dispositif qui permet l'échange de chaleur entre deux milieux. Il a pour fonction de chauffer un espace. Le radiateur opère généralement par convection mais aussi par rayonnement, c'est à ce dernier mode de transfert thermique qu'il doit son nom.

Dans notre cas on s'intéresse au radiateur à eau alimenté par une chaudière, l'eau joue le rôle d'un fluide caloporteur chauffé dans une chaudière et ensuite amené dans un élément qui va communiquer la chaleur de ce liquide à son environnement, essentiellement par transfert radiatifs et convectifs.



**Figure V.2 : représente un radiateur à eau chaude**

### V.3 Choix du système d'échange thermique

Pour les locaux climatisés (chaud, froid) dans notre cas on va choisir les ventilo-convecteurs munies de deux batteries séparées l'une à trois rangs pour le refroidissement et une autre complémentaire à deux rang pour le chauffage de l'air ce choix est lié aux types de systèmes de distribution a quatre tubes, pour des raisons d'économie d'énergie

#### Remarque :

Comme la charge frigorifique est importante par rapport à la charge calorifique. Il faut déterminer d'abord la batterie froide ensuite vérifier la batterie chaude pour éviter le surdimensionnement.

Pour certain locaux on a disposé de deux ou trois ventilo-convecteurs selon sa surface.

Dans notre installation on a opté pour les ventilo-convecteurs de marque C.I.A.T (modèle COADIS LINE 600) Position verticale.

Ces ventilo-convecteurs sont de deux modes de diffusion :

- VC soufflant sur 180°
- VC soufflant sur 360°

Pour certain locaux on a disposé de deux ou trois ventilo-convecteurs selon sa surface.

Un ventilo-convecteur est essentiellement constitué de :

- Châssis nouvelle génération alliant à forte densité intégrant les fonctionnalités thermiques et phoniques liées, et une tôle de fond nervurée en acier galvanisé rigidifiant l'ensemble.
- Châssis de dimension unique pour toutes les tailles, adapté en base aux trames de faux plafond 600 x 600 mm.

- Connexions hydrauliques, aérauliques et électriques sur la même face facilitant le montage et l'accès lors des interventions de maintenance.
- Amenée d'air neuf hygiénique avec manchette de diamètre 100 mm intégrée directement au châssis avec bouchon amovible.

#### **V.4 Choix du système de distribution**

Les ventilo-convecteurs sont alimentés en toute saison 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.

##### **Avantages de ce système :**

- Frais d'exploitation sont réduits car ce système évite le mélange d'eau chaude et de l'eau glacés au niveau de retour.
- Très compact et peu encombrant, cet appareil bénéficie d'une grande facilité d'implantation du fait de sa géométrie et de son poids relativement réduit et d'une simplicité de construction.
- Fonctionnement silencieux (un petit moteur électrique d'entraînement du système de ventilation qui constitue l'unique organe en mouvement).
- Grande autonomie de fonctionnement.
- Dans le cas d'appareil fonctionnant avec prise d'air extérieure, il y a possibilité de faire fonctionner seulement la ventilation ce qui peut assurer un renouvellement d'air constant du local.

##### **Inconvénients :**

Ce type d'installation à quatre tuyaux on peut rencontrer les inconvénients suivants :

- Encombrement dû à la tuyauterie.
- L'humidification n'est pas assurée.

#### **V.5 Choix des canalisations :[8]**

Pour notre installation on utilise la tuyauterie de type aquatherm, ces caractéristiques sont représentés comme suit :

- Domaine d'application : installation de chauffage et la circulation de l'eau sanitaire ainsi que la distribution de l'eau glacée.
- Température d'eau : jusqu'à 25°C pour l'eau froide et jusqu'à 85 °C pour l'eau chaude
- Pression de service pour l'eau chaude et froide : est de 0 à 10 bars variables.

Et parmi ses avantages on peut citer :

- Absence de corrosion.
- Résistance aux agents chimiques.
- Résistance élevée aux chocs.
- Faible pertes de charge.

Et ce type de tuyauterie est devisé en deux qualités

- Le fusiotherm pour les installations d'eau chaude.
- Le climatherm pour les installations d'eau froide

Dans le tableau suivant on donne le type de VC choisi pour chaque local. En fonction des puissances calorifiques  $P_c$  et des puissances frigorifiques  $P_f$ , dans les caractéristiques sont représentées dans (l'annexe 2)

Local		Hiver $P_c$ (tôt) (watt)	Eté $P_f$ (tôt) (Watt)	Ventilo-convecteur		
				Nombre	Types	Numéro
0.1	Halle de réception + attente	3790.97	4777.30	02	Coadis line	V1-634
0.2	Salle de jeux	3163.43	3076.83	03	Coadis line	V1-612
0.3	Dortoir	2905.64	3881.83	02	Coadis line	V2-622
0.6	Salle de jeux	3580.69	5276.25	03	Coadis line	V3-622E
0.8	Dortoir	2145.52	3229.37	02	Coadis line	V2-624
0.9	Salle de soin	896.29	1296.71	01	Coadis line	V2-612
0.10	Réfectoire	3546.02	5170.90	03	Coadis line	V3-622E
0.11	Factotum	2210.64	2931.09	01	Coadis line	V3-634
0.13	Dépôt	986.58	1486.4	01	Coadis line	V3-612

(...suite)

0.16	Buanderie	1267.67	1976.04	01	Coadis line	V4-624
0.17	Dortoir	2241.81	3392.63	02	Coadis line	V4-612
0.19	Salle de jeux	3486.54	4868.88	03	Coadis line	V2-622E
0.20	Solarium commun	3161.07	4487.74	03	Coadis line	V3-612
0.22	Dortoir	2843.65	4051.10	02	Coadis line	V4-624
0.23	Salle de jeux	3291.06	4879.11	03	Coadis line	V2-622E
0.24	Circulation	7926.71	13169.75	04	Coadis line	V5-622
1.1	Bureau directeur et salle de réunion	2848.29	6456.99	03	Coadis line	V5-612
1.2	Bureau secrétaire	829.99	2532.47	01	Coadis line	V5-622E
1.4	Bureau de chef de personnel	2094.75	5236.66	01	Coadis line	V5-632E
1.6	Bureau psychologue	1174.47	2755.46	01	Coadis line	V2-634
1.7	La caisse	859.36	2151.62	01	Coadis line	V3-622
1.8	Biberonnerie	713.51	1123.26	01	Coadis line	V1-612

1.9	Dortoir	1249.52	2083.61	01	Coadis line	V5-612
1.11	Dépôt	765.89	1419.30	01	Coadis line	V1-622E
1.12	Salle de jeux	3065.31	4735.5	03.	Coadis line	V1-622
1.13	Bureau	902.03	2549.71	01	Coadis line	V5-624
1.14	Circulation	16490.21	18353.93	04	Coadis line	V5-632

**Tableau V.2 : Types des ventilo-convecteurs d'après (C.I.A.T)**

## V.6 Exemple pour le choix de type de ventilo-convecteur pour le local 01 :

Afin de sélectionner un VC en détermine la batterie froide d'après le catalogue (C.I.A.T) pour éviter le surdimensionnement.

### V.6.1 Sélection de la batterie froide :

Le choix de la batterie froide se fait à partir des caractéristiques dont les principales sont :

- Température de l'eau à l'entrée de la batterie = 7 °C
- Température de l'eau à la sortie de la batterie = 12 °C
- Puissance frigorifique = 4777.30 W

Dans le catalogue C.I.A.T on sélectionne le VC de type V1-634 model doit satisfaire les besoins en puissance calorifique.

### V.6.2 Sélection de la batterie chaude :

Les caractéristiques de la batterie chaude sont les suivantes :

- Température de l'eau à l'entrée de la batterie = 70 °C
- Température de l'eau à la sortie de la batterie = 60 °C
- Puissance calorifique = 3790.97 W

On procède comme précédemment et on lit sur le catalogue la valeur calorifique correspondante au model V1-634 et on vérifie bien que ce choix est satisfaisant pour le local.

## V.7 Choix du type de radiateur [7]

On utilise les radiateurs en fonte de type MON 680 avec les caractéristiques suivantes par unité d'un élément

- Hauteur : 680 mm
- Largeur 94 mm
- Longueur : 60 mm
- Puissance calorifique : 136w / élément de radiateur.

Pour les locaux uniquement à chauffer, le tableau ci dessous donne le type de radiateur pour chaque local. En fonction des puissances calorifiques  $P_c$ .

Local		Puissance calorifique $P_c$ (W)	Radiateur		
			Type	Nombre de radiateurs	Nombre d'élément
0.4	Sanitaire	1339.20	MON 680	1	10
0.5	Cage d'escalier	1501.38	MON 680	1	12
0.7	Sanitaire	1066.12	MON 680	1	8
0.14	Cuisine	1517.61	MON 680	1	12
0.15	Sanitaire	789.53	MON 680	1	6
0.18	Sanitaire	760.66	MON 680	1	6
0.21	Sanitaire	1066.45	MON 680	1	8
1.3	Cage d'escalier	958.89	MON 680	1	8
1.5	sanitaire	1073.25	MON 680	1	8
1.10	sanitaire	1031.62	MON 680	1	8

**Tableau V.4 : le choix des radiateurs pour les locaux uniquement a chauffé**

### Conclusion :

Le choix des éléments de climatisation (chaud et froid) est basé sur la détermination de quelques paramètres liés directement au local tel que les puissances frigorifique et calorifique tandis que les autres, dépend de dispositif à utiliser comme les capacités des batteries froide et chaude ainsi que la température de fluide utilisée à l'entrée et à la sortie des batteries.

# Chapitre VI

## Calcul des réseaux de la tuyauterie

## **Introduction :**

En chauffage et climatisation centralisés à eau le dimensionnement du réseau de tuyauterie tient une place très importante, en effet pour réaliser une bonne distribution d'eau, il faut que les conduites aient des dimensionnement appropriées pour pouvoir circuler les débits d'eau nécessaire afin d'alimenter les unités terminales (VC) au niveau de chaque local, pour se faire, il faudrait que les conduites d'eau soit tracées d'une manière à éviter le maximum de singularités (coudes, vannes...etc.), cela réduira ainsi les chutes de pression et par conséquent une perte d'énergie tout en évitant une mauvaise circulation d'eau qui est à l'origine de problème de déséquilibre de réseau. Le calcul de réseau consiste à faire un choix précis des diamètres des conduites ainsi que la qualité de ces derniers de façon à réaliser un compromis entre le bon fonctionnement de l'installation et son cout de revient.

## **VI. 1 Mode de distribution de l'eau**

Dans les systèmes de chauffage et de climatisation centralisés le froid ou la chaleur apportée respectivement par l'eau glacée ou chaude utilise des réseaux de tuyauterie comme moyen de circulation vers les unités terminales au niveau des locaux.

On distingue deux modes de distributions de l'eau :

1. Circulation naturelle dite par gravité dont le bon fonctionnement exige une différence de niveau suffisante entre le générateur (chaudière ou groupe) et les locaux.
2. Circulation pulsée mécaniquement (à l'aide d'une pompe) utilisée pour des bâtiments comportant plusieurs locaux comme dans notre cas

## **VI .2 Type de réseau de distribution**

Le générateur de chaleur (chaudière) est posé au point le plus bas de l'installation par contre le groupe à eau glacée posé au niveau de la terrasse de premier étage. L'eau chaude ou glacée qui on provient et amenée au corps terminal (ventilo-convecteur ou radiateur) par des tubes verticaux (colonnes) et horizontaux (collecteurs) ensuite après son passage dans les unités terminales ,elle est ramenée par des colonnes descendante et un collecteur de retour jusqu'au générateur, au point le plus haut est branché un vase d'expansion, qui recueille l'excédent de volume du a la dilatation de l'eau et permet de chasser les poches d'air et de

vapeur (dans le cas d'un chauffage ) lors de la mise en régime et fait en même temps communiquer l'installation avec l'atmosphère pour éviter les suppressions.

### VI.3 Calcul des réseaux de la tuyauterie :

La chute de pression dans une section rectiligne de tuyau en fonction du diamètre  $d$  de la vitesse  $v$  ainsi que le coefficient de résistance  $\lambda$  il est nécessaire de deviser le réseau en plusieurs tronçons partiels à cause des différences de vitesses de circulation ainsi on pourra donc déterminer la chute de pression totale.

On distingue dans un tube rectiligne de section constante deux types de pertes de charges par frottement et perte de charge accidentelle.

#### VI.3.1 Pertes de charge par frottements (linéaires)

Lorsqu'un fluide s'écoule dans un tube rectiligne de section constante sa pression diminue uniformément le long de conduite ceci est dû aux frottements des particules de fluide sur les parois solides. Cette chute de pression se calcule le long d'un tronçon partiel ce dernier est une partie de réseau à vitesse de circulation et diamètre constants.

Les pertes de charge par frottements sont exprimées par l'équation suivante :

$$\Delta p_f = \lambda \rho \frac{v^2}{2} \frac{l}{d} \quad \text{VI.1}$$

#### VI.3.2 Pertes de charge accidentelles (singulières)

Les résistances accidentelles ou singulières comportent tous les changements de directions, les dérivations, les robinets, les appareils de chauffe ainsi que tous les élargissements et les rétrécissements de la conduite. Elles sont proportionnelles à la pression dynamique, et sa formule et comme suite :

$$\Delta p_s = \sum \xi \frac{v^2}{2} \rho \quad \text{VI.2}$$

#### VI.3.3 Pertes de charge totales

Les vitesses de circulation n'étant pas uniforme dans un réseau de tuyauterie, il est nécessaire de deviser en tronçons partiels. la chute de pression totale dans un tronçon est donnée par la somme des pertes linéaires et singulières données par la relation suivante :

$$\Delta p_{tot} = \lambda \rho \frac{v^2}{2} \frac{l}{d} + \sum \xi \frac{v^2}{2} \rho \quad \text{VI.3}$$

Pour plusieurs tronçons

$$\Delta p = \sum \lambda \rho \frac{v^2}{2} \frac{l}{d} + \sum \xi \frac{v^2}{2} \rho \quad \text{VI.4}$$

#### VI.3.4 Calculs des débits

Pour calculer les débits d'eau à partir de la puissance de chaque local on utilise la formule suivante :

$$p_{ui} = \dot{m} c_p \Delta t \quad \text{VI.5}$$

Tel que :

$p_{ui}$  : la puissance (W)

$\dot{m}$  : Débit massique (kg/s)

$c_p$  : Capacité calorifique de l'eau = 4180 (J/kg K)

Donc l'équation est déduite comme suite

$$\dot{m} = \frac{p_{ui}}{c_p \Delta t} \quad \text{VI.6}$$

- D'après le catalogue de la tuyauterie aquatherm on trouve la perte de charge.  
**(Annexe 3 et 4)** pour le réseau chaud  
**(Annexe 5 et 6)** pour le réseau froid

## VI.4 Calcul de perte de charge

### VI.4.1 Tableau de perte de charge pour l'eau chaude (RDC)

#### Conduite (A)

Tronçon	Qv(l/s)	V (m/s)	Diamètre (mm)	L (m)	$\lambda \rho \frac{v^2}{2d}$ (mmce/m)	$\Delta p_f$	désignation	$\sum \xi$	$\sum \xi \frac{v^2}{2} \rho$ (mmce)	Résistance d'équipement	$\Delta p$ Tot (aller+ retour)
A.1-1'	0.09	0.55	20	3	29.2	87.60	1T+1Cd+1V	2.40	37	555.2	804.40
A.2-2'	0.16	0.63	25	1.90	27.7	52.63	1T+1R+1Cd	2.80	56.64	/	218.54
A.3-3'	0.20	0.79	25	1	41.40	41.40	1T+1Cd	2.40	76.34	/	235.48
A.4-4'	0.27	0.71	32	1.55	25.10	38.91	1T+1Cd+1R	2.80	71.94	/	221.69
A.5-5'	0.33	0.61	40	2.50	14.30	35.75	2T+2Cd+1R+1C/45	5.80	110	/	291.50
A.6-6'	0.4	0.61	40	1.35	14.30	19.31	1T+1Cd	2.40	45.5	/	129.61
A.7-7'	0.5	0.58	50	3	10.20	30.60	2T+2Cd+1R+1C/45	5.80	99.5	/	260.20
A.8-8'	0.55	0.58	50	2.80	10.20	28.56	1T+1Cd	2.40	41.14	/	139.40
A.9-9'	0.57	0.58	50	1.75	10.20	17.85	1T+1Cd	2.40	41.14	/	117.98

### Conduite (B)

Tronçon	Qv(l/s)	V (m/s)	Diamètre (mm)	L (m)	$\lambda \rho \frac{v^2}{2d}$ (mmce/m)	$\Delta p_f$	désignation	$\sum \xi$	$\sum \xi \frac{v^2}{2} \rho$ (mmce)	Résistance d'équipement	$\Delta p$ tot
B.1-1'	0.08	0.5	20	5.30	23.70	124.55	2T+4Cd+1V	7.20	71.74	306	700.70
B.2-2'	0.18	0.71	25	1.10	34.30	37.73	1T+1R+1Cd	2.28	58.60	/	192.66
B.3-3'	0.22	0.71	32	1.60	25.10	40.16	1T+1Cd+1R	2.28	58.50	/	197.32
B.4-4'	0.24	0.71	32	1.90	25.10	47.69	1T+1Cd+1Cd/45	2.90	74.50	/	244.38
B.5-5'	0.30	0.71	32	2.90	14.30	41.47	1T+1Cd+1C/45	2.90	74.50	/	231.94
B.6-6'	0.38	0.61	40	1.50	14.30	21.45	1T+1Cd+1R	2.28	43	/	128.90
B.7-7'	0.39	0.61	40	1.50	14	21	1T+1Cd	2.40	45.50	/	133
B.8-8'	0.5	0.76	40	0.80	21.40	17.12	1T+1Cd	2.40	70.65	/	175.54
B.9-9'	0.55	0.58	50	2.40	10.20	24.48	1T+1Cd+1R	2.80	48	/	131.24
B.10-10'	0.58	0.58	50	1.20	10.20	12.24	1T+1Cd	2.40	41.14	/	106.76

### Conduite (C)

Tronçon	Qv(l/s)	V (m/s)	Diamètre (mm)	L (m)	$\lambda \rho \frac{v^2}{2d}$ (mmce/m)	$\Delta p_f$	désignation	$\sum \xi$	$\sum \xi \frac{v^2}{2} \rho$ (mmce)	Résistance d'équipement	$\Delta p$ tot
C.1-1'	0.04	0.38	16	1.95	19.70	38.42	1V	0.5	3	306	407.85
C.2-2'	0.09	0.55	20	2.40	29.20	70.08	1T+1R+1Cd	2.80	43.17	/	226.50
C.3-3'	0.17	0.71	25	2.20	34.30	75.46	1T+1Cd+1R	2.80	71.94	/	294.80

### VI.4.2 Tableau de perte de charge pour le chaud (1<sup>er</sup> étage)

#### Conduite (D)

Tronçon	Qv(l/s)	V (m/s)	Diamètre (mm)	L (m)	$\lambda \rho \frac{v^2}{2d}$ (mmce/m)	$\Delta p_f$	désignation	$\sum \xi$	$\sum \xi \frac{v^2}{2} \rho$ (mm ce)	Résistance d'équipement	$\Delta p$ Tot
D.1-1'	0.07	0.48	20	8.90	18.70	166.43	2T+2Cd+1V	4.80	56.36	306	751.58
D.2-2'	0.17	0.71	25	2.85	34.30	977.76	1T+1Cd+1R	2.80	71.94	/	339.39
D.3-3'	0.20	0.79	25	2.50	41.40	103.50	2T+2Cd+1Cd/45	5.30	168.6	/	544.20
D.4-4'	0.30	0.71	32	1.30	25.10	32.63	1T+1Cd+1R	2.80	71.94	/	209.14
D.5-5'	0.35	0.61	40	1	14.30	14.30	1T+1Cd+1C/45	2.90	56	/	140.60
D.6-6'	0.37	0.61	40	2.35	14.30	33.61	1T+1Cd	2.40	45.50	/	158.21
D.7-7'	0.4	0.61	40	2.90	14.30	41.47	1T+1Cd	2.40	45.50	/	173.94
D.8-8'	0.42	0.76	40	2.80	21.40	59.92	1T+1Cd+2C/45	3.40	100	/	205.64

### Conduite (E)

Tronçon	Qv(l/s)	V (m/s)	Diamètre (mm)	L (m)	$\lambda \rho \frac{v^2}{2d}$ (mmce/ m)	$\Delta p_f$	désignation	$\sum \xi$	$\sum \xi \frac{v^2}{2} \rho$ (mm ce)	Résistance d'équipeme nt	$\Delta p$ tot
E.1-1'	0.07	0.43	20	14.60	18.70	273.02	5Cd+2T+2M+1 V	8.90	83.87	306	1019.78
E.2-2'	0.09	0.55	20	1.15	29.20	33.58	1T+1Cd	2.40	37.00	/	141.16
E.3-3'	0.19	0.79	25	2.80	41.40	115.92	1T+1Cd+1R	2.80	89.06	/	409.96
E.4-4'	0.20	0.79	25	5.35	41.40	221.49	1T+1Cd+2Cd/45 +1M	3.65	116.10	/	675.18
E.5-5'	0.22	0.71	32	1.55	25.10	38.91	1T+1Cd+1R	2.80	71.94	/	221.69
E.6-6'	0.32	0.61	40	0.40	14.30	5.72	1T+1Cd+1R	2.80	53.10	/	117.64
E.7-7'	0.35	0.61	40	1.50	14.30	21.45	1T+1Cd	2.40	45.51	/	133.92
E.8-8'	0.37	0.61	40	1	14.30	14.30	1T+1Cd	2.40	45.51	/	119.62

### VI.4.3 Tableau de perte de charge pour l'eau glacée (RDC)

#### Conduite (A')

Tronçon	Qv(l/s)	V (m/s)	Diamètre (mm)	L (m)	$\lambda \rho \frac{v^2}{2d}$ (mmce/m)	$\Delta p_f$	désignation	$\sum \xi$	$\sum \xi \frac{v^2}{2} \rho$ (mmce)	Résistance d'équipemen	$\Delta p$ Tot
A'.1-1'	0.23	0.56	32	3	17.90	53.70	1T+1Cd+1V	2.40	38.36	2040	2224.12
A'.2-2'	0.37	0.74	32	1.90	29.70	56.43	1T+1Cd	2.40	67	/	246.86
A'.3-3'	0.53	0.72	40	1	21.40	21.40	1T+1Cd+1R	2.80	74	/	190.80
A'.4-4'	0.72	0.61	50	4.05	12.20	49.41	1T+1Cd+1R+1Cd/45	3.40	64.50	/	227.82
A'.5-5'	0.88	0.69	50	1.35	15	20.25	1T+1Cd	2.40	58.23	/	156.96
A'.6-6'	1.13	0.58	63	5.80	8.20	47.56	1T+1Cd+1C/45+1R	3.30	57	/	209.12
A'.7-7'	1.28	0.67	63	2.80	10.80	30.24	1T+1Cd	2.40	60	/	180.48
A'.8-8'	1.34	0.67	63	1.75	10.80	18.90	1T+1Cd	2.40	55	/	147.80

### Conduite (B')

Tronçon	Qv(l/s)	V (m/s)	Diamètre (mm)	L (m)	$\lambda \rho \frac{v^2}{2d}$ (mmce/m)	$\Delta p_f$	désignation	$\sum \xi$	$\sum \xi \frac{v^2}{2} \rho$ (mmce)	Résistance d'équipement	$\Delta p$ Tot
B'.1-1'	0.23	0.56	32	5.30	17.90	94.87	2T+4Cd+1V	7.20	115.08	2040	2459.9
B'.2-2'	0.39	0.74	32	1.10	29.70	32.67	1T+1Cd	2.40	67	/	199.34
B'.3-3'	0.58	0.72	40	3.50	21.40	74.9	1T+1Cd+1R+1Cd45	3.30	87.19	/	324.18
B'.4-4'	0.79	0.61	50	2.90	12.20	35.38	1T+1Cd+1C/45+1R	3.30	62.58	/	195.92
B'.5-5'	1.02	0.58	63	3.00	8.20	24.60	1T+1Cd+1R	2.80	48	/	145.20
B'.6-6'	1.18	0.58	63	0.80	8.20	6.56	1T+1Cd	2.40	41.14	/	95.40
B'.7-7'	1.34	0.67	63	2.40	10.80	25.92	1T+1Cd	2.40	54.90	/	80.82
B'.8-8'	1.43	0.77	63	1.20	13.70	16.44	1T+1Cd	2.40	75.52	/	183.92

### Conduite (C')

Tronçon	Qv(l/s)	V (m/s)	Diamètre e (mm)	L (m)	$\lambda \rho \frac{v^2}{2d}$ (mmce/ m)	$\Delta p_f$	désignation	$\sum \xi$	$\sum \xi \frac{v^2}{2} \rho$ (mm ce)	Résistance d'équipem ent	$\Delta p$ tot
C'.1-1'	0.07	0.34	20	1.95	14.10	27.49	1V	0.5	3	1220	1277.99
C'.2-2'	0.21	0.56	32	2.40	17.90	42.96	1T+1Cd+1R	2.90	46.35	/	178.62
C'.3-3'	0.46	0.6	40	2.20	15.50	34.10	1T+1Cd+1R	2.80	51.37	/	170.94

#### VI.4.4 Tableau de perte de charge pour l'eau glacée (1<sup>er</sup> étage)

##### Conduite (D')

Tronçon	Qv(l/s)	V (m/s)	Diamètre (mm)	L (m)	$\lambda \rho \frac{v^2}{2d}$ (mmce/m)	$\Delta p_f$	désignation	$\sum \xi$	$\sum \xi \frac{v^2}{2} \rho$ (mm ce)	Résistance d'équipemen	$\Delta p$ tot
D'.1-1'	0.31	0.74	32	8.90	29.70	264.33	2T+2Cd+1V	4.80	133.96	2240	3036.56
D'.2-2'	0.53	0.72	40	2.85	21.40	60.99	1T+1Cd+1R	2.80	74	/	269.98
D'.3-3'	0.65	0.84	40	3.80	28.10	106.78	1T+1Cd+1Cd/45	2.90	104.29	/	422.14
D'.4-4'	0.87	0.69	50	1.30	15	19.50	1T+1Cd+1R	2.80	67.94	/	310.76
D'.5-5'	1.12	0.58	63	3.35	8.20	27.47	1T+1Cd+1C/45+1R	3.30	97.55	/	250.04
D'.6-6'	1.25	0.67	63	2.35	10.80	25.38	1T+1Cd	2.40	54.91	/	321.16
D'.7-7'	1.35	0.67	63	2.90	10.80	31.32	1T+1Cd	2.40	54.91	/	172.26

### Conduite (E')

Tronçon	Qv(l/s)	V (m/s)	Diamètre (mm)	L (m)	$\lambda \rho \frac{V^2}{2d}$ (mmce/ m)	$\Delta p_f$	désignation	$\sum \xi$	$\sum \xi \frac{V^2}{2} \rho$ (mm ce)	Résistance d'équipem en	$\Delta p$ tot
E'.1-1'	0.23	0.56	32	14.6	17.90	261.34	5Cd+2T+2M+1 V	8.90	142.25	2040	2847.18
E'.2-2'	0.35	0.74	32	1.15	29.70	34.15	1T+1Cd	2.40	66.98	/	202.27
E'.3-3'	0.57	0.72	40	2.80	21.40	59.92	1T+1Cd+1R	2.80	63.41	/	246.66
E'.4-4'	0.64	0.84	40	6.90	28.10	193.89	1T+1Cd+2Cd/45 +2M	3.90	140.25	/	668.28
E'.5-5'	0.86	0.69	50	0.40	15	6	1T+1Cd+1R	2.80	67.94	/	147.88
E'.6-6'	1.07	0.58	63	1.50	8.20	12.30	1T+1Cd+1R	2.80	48	/	120.6
E'.7-7'	1.12	0.58	63	1	8.20	8.20	1T+1Cd	2.40	41.14	/	98.68



## VI.5 Equilibrage des ventilo-convecteurs

L'équilibrage des ventilo-convecteurs consiste à doser le débit d'eau dans chaque ventilo-convecteur lorsque le robinet est grand ouvert, s'il n'y avait pas la possibilité de procéder à cet équilibrage, certains ventilo-convecteurs recevrait trop d'eau et ce serait au détriment de ceux qui ne recevant pas assez, pour les premiers il y a gaspillage d'énergie et pour les autres, insuffisance de chauffage ou de refroidissement.

En général, les ventilo-convecteurs proches des pompes de circulation reçoivent trop d'eau, ce sont ceux pour lesquels il faut créer les plus fortes pertes de charge. Le mauvais équilibrage d'une certaine énergie, est l'origine de nombreux problèmes qui non seulement coutent chers à résoudre mais dont la solution n'est jamais définitive.

Pour résoudre ces divers problèmes, on place des vannes de réglages pour chaque conduite et qui permettent le réglage précis de débits.

Pour connaître la perte de charge d'un organe d'équilibrage on doit :

1. Calculer les pertes de charge totales de chaque conduite, depuis le point situé en amont de la dérivation jusqu'à la branche la plus éloignée.
2. Comparer ces pertes de charge totales.
3. Calculer pour chaque conduite, la différence de sa perte de charge avec celle de la conduite la plus défavorisée.

Cette différence représente la perte de charge de son organe d'équilibrage.

### VI.5.1 Tableau d'équilibrage des conduites d'eau chaude

Conduite	Diamètre (mm)	Perte de charge totale (mm ce)	Perte de charge a créer (mm ce)
A	50	2158.62	680.33
B	50	2222.44	616.51
C	25	929.15	1909.80
D	40	2522.70	316.25
E	40	2838.95	/

**Tableau d'équilibrage des conduites d'eau glacée**

conduite	Diamètre (mm)	Perte de charge totale (mm ce)	Perte de charge à créer (mm ce)
A'	63	4283.96	498.94
B'	63	3684.66	1098.24
C'	40	1627.55	3155.35
D'	63	4782.90	/
E'	63	4331.55	451.35

- **Equivalence des diamètres extérieurs aux diamètres nominale**

**Circuit chaud (annexe 7)**

**Circuit froid (annexe8)**

### Perte de charge dans la colonne montante pour l'eau chaude

Tronçon	Qv(l/s)	V (m/s)	Diamètre (mm)	L (m)	$\lambda \rho \frac{v^2}{2d}$ (mmce/m)	$\Delta p_f$	désignation	$\Sigma \xi$	$\sum \xi \frac{v^2}{2} \rho$ (mm ce)	$\Delta p$ De la conduite défavorisée (mm ce)	$\Delta p$ tot (mm ce)
1 <sup>er</sup> étage	0.79	1.44	40	3.5	76.60	268.1	1V+1Cd+1T	3.50	369.90	2838.95	4114.95
RDC	2.11	1.12	75	3.5	22.4	78.4	1T+1Rac+1R+1V+1Ve	5.40	345.24	2222.44	3069.72

### Perte de charge dans la colonne montante pour l'eau froide

Tronçon	Qv(l/s)	V (m/s)	Diamètre (mm)	L (m)	$\lambda \rho \frac{v^2}{2d}$ (mmce/m)	$\Delta p_f$	désignation	$\Sigma \xi$	$\sum \xi \frac{v^2}{2} \rho$ (mm ce)	$\Delta p$ De la conduite défavorisée (mm ce)	$\Delta p$ tot (mm ce)
1 <sup>er</sup> étage	2.47	1.25	63	3.5	32.70	114.45	1V+1Cd+1T	3.50	278.73	4782.90	5569.26
RDC	5.70	1.36	90	0.5	24.50	12.25	1T+1Rac+1R+1V+ 1Ve	5.40	509.06	4283.96	5326.58

**Conclusion :**

Dans ce chapitre on a pris en considération les pertes de charge singulières et linéaires ainsi que la perte de charge de certaines unités terminales, ce qui nous conduira à dimensionner les équipements nécessaires pour notre installation.

Pour assurer la bonne circulation du fluide dans l'installation entière il faut équilibrer le réseau de la tuyauterie pour avoir les mêmes pertes de charge dans toutes les conduites au moyen des vannes dites de régulations.

## Chapitre VII

# Ventilation mécanique contrôlée

## Introduction

Dans le passé, l'aération se faisait naturellement dans les logements, peu étanches, donc sujets aux courants d'air. Maintenant, l'isolation des habitations a fait beaucoup de progrès. Mais pour assurer notre sécurité, éviter le confinement, préserver la qualité de l'air et éliminer l'humidité et les polluants, nous avons besoin de systèmes de ventilation.

Ces systèmes doivent être efficaces, pour bien remplir leur rôle et nous fournir en permanence de l'air de qualité mais aussi, bien conçus, bien installés et bien entretenus pour renouveler l'air et éviter au maximum, en période hivernale, de perdre les calories de local.

### VII.1 Ventilation mécanique contrôlée

La ventilation mécanique contrôlée (en abrégé VMC) est, dans le bâtiment, un dispositif mécanique (par opposition à la ventilation naturelle, VN) destiné à assurer le renouvellement permanent de l'air à l'intérieur des pièces, notamment pour les pièces dites humides : salles de bains, toilettes, cuisines, etc.

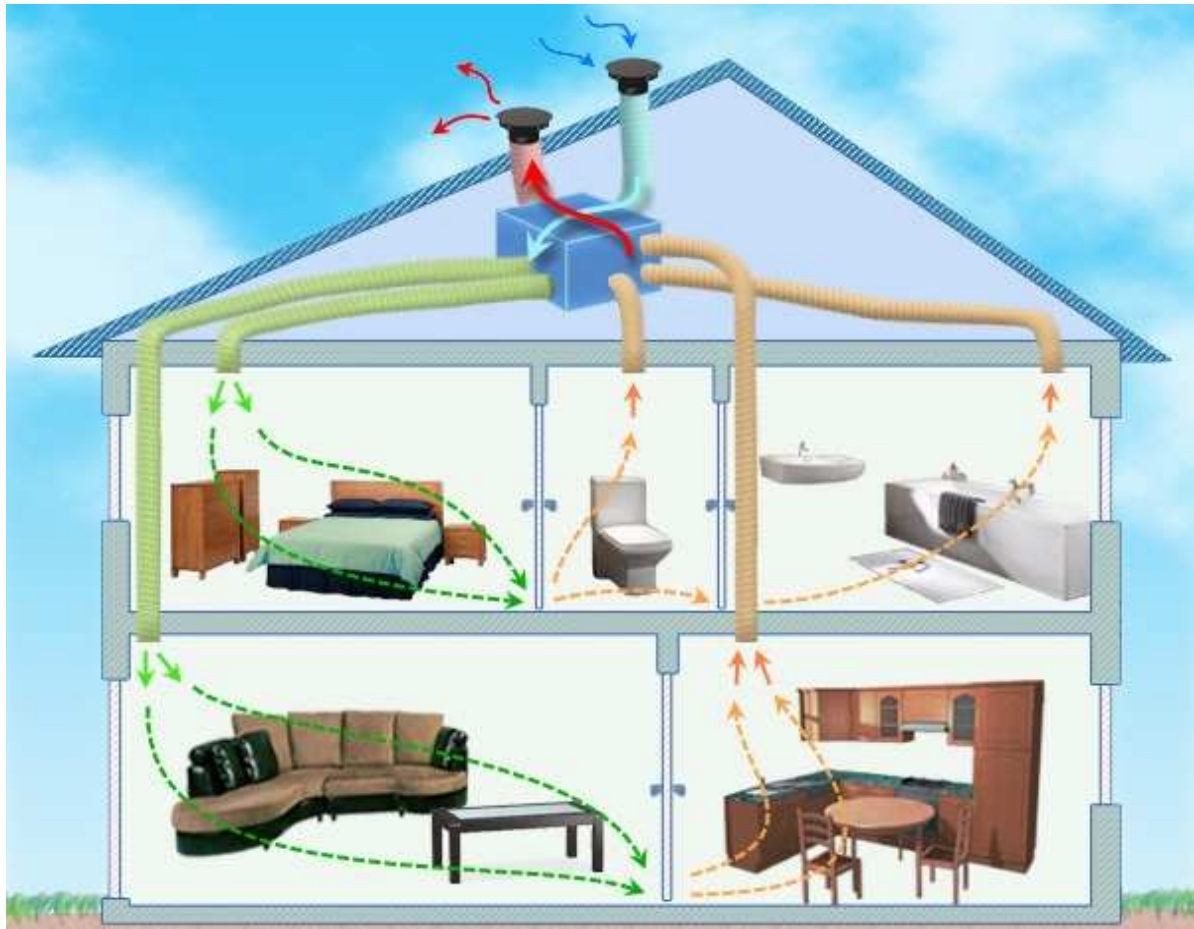
### VII.2 Principe de la ventilation mécanique

La ventilation mécanique désigne tous les dispositifs comportant au moins un équipement motorisé d'évacuation ou d'insufflation forcée d'air frais.

Le principe général de la ventilation mécanique contrôlée (VMC) consiste à prévoir des entrées d'air frais dans les pièces principales dites « sèches » (séjour, chambre, bureau...) et d'évacuer l'air vicié dans les pièces techniques dites « humides » (cuisine, salle de bains, W.C).

Une fois dans l'habitat, l'air circule des pièces principales vers les pièces techniques grâce aux passages d'air (détalonnage) des portes intérieures. Cette circulation d'air est lente et permanente.

L'extraction de l'air vicié se fait au moyen des bouches, situées sur les murs ou au plafond raccordé par des conduites souples à un groupe d'extraction motorisé souvent installé dans les combles de l'habitation. L'air vicié est rejeté à l'extérieur.



FigureVII.1

### VII.3 VMC simple flux

Le système est mis en dépression par un extracteur d'air constituant le cœur du dispositif. Il s'agit d'un ventilateur (placé généralement dans les combles) aspirant l'air par des conduites situées dans les pièces humides. La dépression ainsi créée assure que l'air humide ou chargé d'odeurs ne circule pas dans le reste de la construction. Cette mise en dépression force également l'air extérieur à entrer dans la construction par des ouïes disposées dans les pièces non humides. La circulation de l'air est ainsi à sens unique.



**Figure VII.2 : VMC simple flux**

### **VII.3.1 VMC simple flux auto-réglable**

Le contrôle du volume d'air renouvelé par heure se fait manuellement par les occupants, en général, le débit d'air sortant peut être contrôlé par le réglage du degré d'ouverture de la trappe d'aspiration d'air. Parfois, le débit d'air entrant peut également être réglé, par un volet sur les ouïes.

Dans les immeubles, on équipe généralement chaque cage d'escalier d'un circuit de VMC, avec un extracteur par circuit.

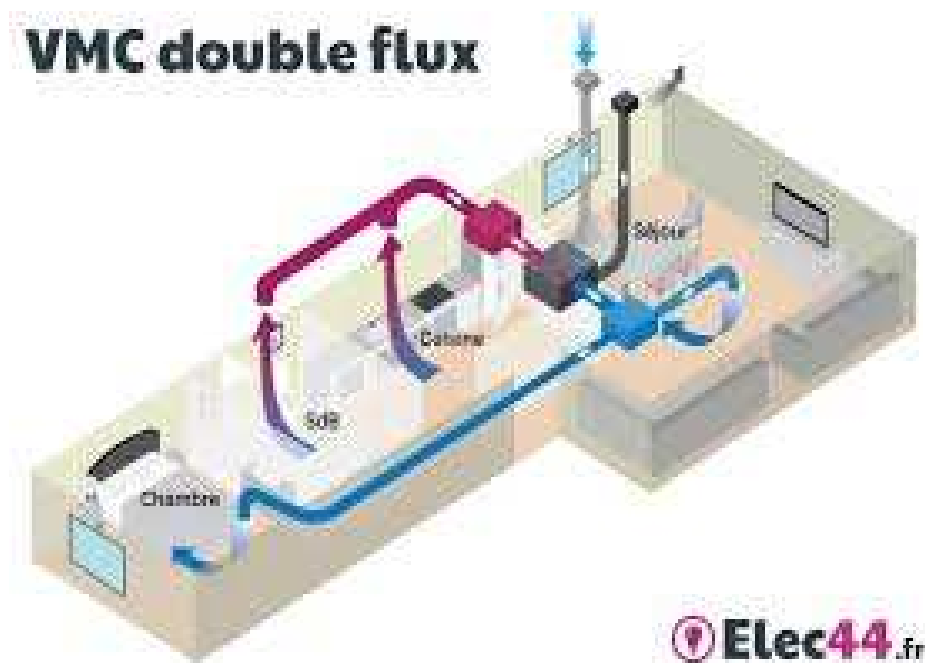
### **VII.3.2 VMC simple flux hygro-réglable**

La VMC « simple flux hygro réglable » fonctionne sur le même principe que la « VMC simple flux auto réglable », la différence se situant au niveau du contrôle de la ventilation, qui prend en compte le taux d'humidité relative. Les systèmes les plus simples disposent d'un contrôle uniquement au niveau du ventilateur, tandis que les systèmes plus élaborés proposent une modulation en fonction de l'humidité au niveau des bouches d'extraction, ainsi qu'éventuellement des entrées d'air, ce qui permet une régulation du débit d'air pièce par pièce. L'humidité relative constitue un paramètre pertinent de modulation de la ventilation dans l'habitat, dans la mesure où la plupart des activités humaines (cuisine, salle de bain, buanderie, etc.), ainsi que le métabolisme produisent de l'humidité, en quantité plus ou

moins importante. Certains modèles peuvent adopter d'autres critères, notamment de pollution (taux relatif de CO<sub>2</sub>, par exemple)

## VII.4 VMC double flux

Une VMC double flux fonctionne sur le même principe qu'une VMC simple flux (extraction forcée d'air vicié, créant une dépression dans l'habitat, aspirant de l'air neuf), mais adjoint un échangeur thermique (ou récupérateur sur air vicié). Les flux d'airs entrant et sortant échangent des calories au niveau de cet échangeur. En hiver, ce système permet de préchauffer l'air (froid) entrant à l'aide de l'air (chaud) sortant, tandis que l'été, il permet de rafraîchir l'air (chaud) entrant avec l'air (relativement plus frais) sortant.



### VII.4.1 VMC double flux hygro-réglable

La VMC double flux hygro-réglable associe le principe de fonctionnement de la VMC double flux classique à un système permettant de faire varier le débit d'air aspiré et/ou insufflé en fonction de l'hygrométrie. Aujourd'hui elle a laissé place aux VMC doubles flux thermodynamique.

## VII.4.2 VMC double flux thermodynamique

### ➤ Hiver

En hiver, la VMC double flux associée à un échangeur thermique dénommé VMC double flux thermodynamique, permet de récupérer une partie de l'énergie qui serait perdue par le renouvellement de l'air avec une VMC simple flux, cela représente pour une récupération de 60 à 90 % environ de l'énergie de l'air chaud, soit un petit convecteur de salle de bain. Par exemple pour un système à 60 % :

- S'il fait  $-7^{\circ}\text{C}$  dehors, l'air entrant est à  $12^{\circ}\text{C}$  au lieu de  $-7^{\circ}\text{C}$ ,
- S'il fait  $0^{\circ}\text{C}$  dehors, l'air entrant est à  $15^{\circ}\text{C}$ .

Ce qui rafraîchit beaucoup moins l'atmosphère des pièces.

Cependant, l'hiver, lorsque les températures sont fortement négatives, l'échangeur thermique peut alors être "pris en glace", l'air sortant chargé en humidité gèle au contact de l'air entrant, et la VMC doit être munie d'un système adapté sous peine de la rendre temporairement inutilisable.

### ➤ Été

En été, la VMC double flux thermodynamique va permettre de rafraîchir l'air entrant, si la température de la maison est plus basse que celle extérieure, et éventuellement permettre d'économiser de l'énergie sur la climatisation.

## VII.5 Avantages et inconvénients

### VMC simple flux

- La maison étant en dépression, il est dangereux d'utiliser un chauffe-eau au gaz ou un poêle qui ne soit pas raccordé à une prise d'air et un refoulement extérieur.
- L'air qui rentre dans le bâtiment est de l'air froid en hiver, non préchauffé par l'air sortant, de plus il ne peut être que peu filtré.
- La circulation d'air au sein de l'habitation se fait via des ouvertures entre les pièces où l'air entre et les pièces où il est extrait, généralement les toilettes ou la salle de bain. Or les sons passent par les mêmes ouvertures que l'air qui circule. Ceci diminue l'intimité des pièces, que ce soient les chambres à coucher ou les toilettes.

**VMC double flux**

- Solution plus chère lors de l'installation, mais qui peut s'avérer économique à long terme principalement dans les climats froids avec une longue saison très froide ;
- Moins de problème en cas d'utilisation d'un poêle ou d'un chauffe-eau au gaz car les débits sont idéalement réglés de manière à produire une légère surpression dans le bâtiment ;
- Nécessité de rendre le bâtiment étanche à l'air. On peut effectuer une mesure de l'étanchéité de la maison en la mettant sous pression. Un ordre de grandeur pour une habitation passive est de 0,6 Vol/h à 50 Pa<sup>4</sup>.
- Filtration de l'air entrant, permettant une meilleure hygiène principalement dans les zones polluées, mais nécessitant de changer les filtres tous les 3 à 6 mois.
- Ce système garantit une diffusion d'air neuf dans chaque pièce à débit contrôlé. Une VMC simple flux est basée sur un principe théorique, qui, dans la réalité est confronté à des tas d'obstacles, rendant parfois des locaux dépourvus de réelle entrée d'air neuf (détalonnage de porte, meubles, etc.).
- L'air le plus chaud de la maison est au plafond, là où personne n'évolue. Il est donc judicieux de brasser l'air intérieur afin d'utiliser cette chaleur inutile : seule la VMC double flux permet ce brassage d'air.
- La température opérative d'une pièce : le brassage effectué par la VMC double flux permet d'augmenter la température des parois et d'homogénéiser les températures de l'air intérieur. D'où un meilleur confort, un ou deux degrés de consigne en moins pour la même sensation de confort, et moins de condensation dans les murs car le point de rosée est déplacé à l'extérieur du complexe isolant.

Dans le cas de la VMC double flux, la filtration de l'air diffusé est très importante, directement pour l'air respiré, mais aussi indirectement, car lorsque l'air a une humidité spécifique inférieure à 35 %, de la poussière est alors déplacée sur les murs, et à ce niveau l'humidité se fixe lorsque cette humidité relative remonte, et ces deux éléments forment un substrat nourrissant aux champignons, pas toujours visibles

**VII.6 Débit d'air renouvelé par la VMC dans les locaux :****RDC**

Local	Surface de plancher (m <sup>2</sup> )	Nombre de personne	Débit d'air soufflé (m <sup>3</sup> /h)
0.1	24.49	7	28
0.2	28.03	21	84
0.3	19.92	15	60
0.5	10.82	8	32
0.6	29.38	21	84
0.8	17.18	13	52
0.9	6.76	5	20
0.10	30.07	22	88
0.11	16.89	13	52
0.13	8.74	7	28
0.16	10.91	8	32
0.17	17.18	13	52
0.19	24.89	18	72
0.20	23.23	17	68
0.22	21.27	16	64
0.23	28.02	21	84
0.24	147.20	106	424
<b>Le débit total soufflé en RDC</b>			<b>1324</b>

**Tableau VII.1 Taux de renouvellement d'air au RDC**

**PREMIER ETAGE**

Local	Surface de plancher (m <sup>2</sup> )	Nombre de personne	Débit d'air soufflé (m <sup>3</sup> /h)
1.1	50.15	36	144
1.2	17.97	13	52
1.3	10.82	8	32
1.4	29.41	21	84
1.6	17.18	13	52
1.7	5.75	5	20
1.8	5.61	4	16
1.9	17.18	13	52
1.11	10.88	8	32
1.12	42.22	31	124
1.13	15.41	11	44
1.14	147.2	106	424
<b>Le débit total d'air soufflé en premier étage</b>			<b>1076</b>

**Tableau VII. Taux de renouvellement d'air au premier étage**

**Le débit d'air total soufflé dans le RDC et premier étage est de : 2400 m<sup>3</sup>/h**

**Remarque :** d'après le cahier de charge (annexe 9) on a :

- ❖ **Nombre d'enfants :** 1 enfant par 1.4m<sup>2</sup>.
- ❖ **Débit d'air neuf renouveler :** 4m<sup>3</sup> par 1 enfant.

**Conclusion :**

Le renouvellement d'air dans les locaux par la VMC est indispensable pour une meilleure hygiène, ainsi que l'extraction de l'excès d'humidité et de l'air vicié pour un bon confort thermique.



## Chapitre VIII

### Problèmes physique de l'installation

## Introduction

Dans une installation centralisée on peut avoir des perturbations qui interrompent le bon fonctionnement de système. Les problèmes les plus fréquents dans une installation de chauffage et de climatisation sont en général :

- La dilatation du réseau.
- La condensation.
- L'expansion du liquide.
- Les poches d'air.
- L'entartrage.
- L'échange thermique.

### VIII.1 La dilatation du réseau

Les dilatations posent assez peu de problèmes en chauffage en raison de la température relativement faible du fluide caloporteur (eau).

Pour faire face à ce phénomène, il y a lieu de prévoir des supports et colliers qui utilisés judicieusement assurent la libre dilatation des tubes.

### VIII.2 La condensation

La déshumidification s'accompagne généralement d'une condensation d'eau.

Les ventilo-convecteurs sont dotés de bacs de récupération des condensats. On prévoit une tuyauterie d'un faible diamètre reliant les bacs de condensation au réseau urbain des eaux usées.

### VIII.3 Expansion de l'eau

Avant la mise en marche de la centrale, l'ensemble de l'installation est plein d'eau froide, sous l'effet du chauffage, la température de cette eau monte, il se produit alors une dilatation (augmentation du volume d'eau dans l'installation). Cela provoquerait des ruptures dans le réseau si le circuit était fermé. Pour contrer ce problème, il est indispensable de placer un vase d'expansion à fin d'absorber la variation de volume de l'eau. On peut distinguer deux genres de vase d'expansion :

- Vase d'expansion à l'air libre
- Vase d'expansion sous pression (ou fermé)

### **VIII.3.1 Vase d'expansion 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.

### **VIII.3.2 Vase d'expansion sous pression**

Le vase d'expansion est placé dans le local technique à fin d'éviter le gel.

Il a l'avantage d'empêcher l'air de l'atmosphère de se mélanger au fluide de chauffage et de le polluer. Pour notre installation nous optons pour ce deuxième type de vase d'expansion.

### **VIII.4 Poches d'air**

La présence des bulles d'air dans les canalisations entraîne un accroissement des pertes de charge et entrave le bon fonctionnement des appareils.

En guise de solution, on conçoit une pente convenable des canalisations (dénivellation de 2 à 3 mm/m de tuyauterie) et des purgeurs au niveau de début de chaque conduite. Les bulles d'air se trouvant dans le réseau de tuyauterie seront canalisées vers les purgeurs puis les évacuées.

### **VIII.5 Entartrage**

Les eaux naturelles contiennent des sels dissous composés de carbonates, sulfates et silicates de calcium et de magnésium. Sous l'effet du réchauffage, ces sels se déposent en partie sous forme d'incrustations dures (tartres des chaudières) ou sous forme de boues.

Le dépôt de tartre sur les surfaces d'échanges, (de réchauffage ou de refroidissement) entrave la transmission de la chaleur, augmente ainsi les pertes d'énergies. Comme il augmente aussi les pertes de charge dans la tuyauterie.

Pour éviter ce phénomène, il est nécessaire de faire subir à l'eau un traitement d'adoucissement avant son utilisation dans l'installation.

### VIII.6 Adoucisseur d'eau

Cet appareil est utilisé comme son nom l'indique pour faire subir à l'eau un traitement d'adoucissement à l'aide d'un produit spécial à fin d'éviter l'entartrage. Il sera placé entre l'arrivée de l'eau froide et la chaudière.

### VIII.7 Isolation des tuyauteries

Un bon isolant thermique doit posséder les qualités suivantes :

- Une faible conductivité thermique ( $\lambda$ ).
- Il doit posséder une bonne résistance mécanique.
- La pose doit être aisée et les réparations éventuelles faciles à exécuter.
- Le matériel doit résister autant que possible à la chaleur et à l'humidité.

Dans le choix de l'épaisseur de l'isolant thermique de la tuyauterie interviennent aussi bien des considérations d'exploitation que d'économie. En effet, il existe une épaisseur de l'isolant appelée < épaisseur critique > à partir de laquelle une nouvelle augmentation d'épaisseur du calorifuge ne fera qu'augmenter les déperditions de chaleur ou de frigories donc mauvaise exploitation de l'installation et élévation des frais.

Généralement les exigences économiques sont décisives pour le choix de l'épaisseur de l'isolant des tuyauteries. On choisit l'épaisseur d'isolant assurant le coût total le plus faible.

#### VIII.7.1 Détermination de l'épaisseur de l'isolant : [8]

On utilise l'isolant Arma Flex, et d'après le catalogue aquatherm l'épaisseur de l'isolant de la tuyauterie est maintenue entre 13mm et 19mm à l'intérieur du local et entre 19mm et 30mm à l'extérieur.

#### Conclusion :

Pour avoir un bon fonctionnement du système il est indispensable d'éviter le risque d'avoir des perturbations et pour cela on doit agir et traiter les problèmes les plus fréquents dans ce domaine.

# Chapitre IX

## Choix des équipements

## Introduction

D'après l'étude de la tuyauterie on a recensé toutes les pertes de charge de réseau de distribution d'eau chaude et froide, on pourra alors choisir les équipements pour l'installation tels que la chaudière, le groupe a eau glacée, ainsi que les équipements auxiliaires formés principalement de la vanne à trois voies et des pompes de circulation de l'eau chaude et glacée, des vannes de raccordement, vases d'expansion.

### IX.1 Robinets d'isolement manuels

Tout le circuit de l'installation est équipé de vanne d'isolement manuel, dans l'intention de changer, remplacer, purger, rénover ou d'intervenir sur un organe en cas d'anomalies. Ces robinets sont placés en amont et en aval de chaque organe (unité terminale).

### IX.2 Les vannes à trois voies [9]

Pour un fonctionnement correct de circuit de chauffage, il ne faut pas que l'écart de température de l'eau de chauffage important entre aller et le retour, sinon il y'aura une détérioration de la chaudière.

Pour éviter ce problème on installe une vanne a trois voies qui sert à mélanger de l'eau entre aller et retour à fin d'obtenir la température de retour désirée.

Il existe deux types de vannes à trois voies, à fonctionnement manuel et à fonctionnement automatique dite vannes motorisées.

#### Vanne à trois voies motorisée

Les vannes à trois voies motorisées sont choisies en fonction :

- la perte de charge  $\Delta P_v$  désignant la perte de pression en mCe qui se produit dans la vanne motorisée pour un débit maximal (ouverture totale de la vanne).
- Le débit volumique  $Q_v$  traversant la vanne(V3V) en  $m^3/h$ .
- Le coefficient de la vanne  $K_v$  qui est en fonction de débit et la perte de charge.

$$K_v = \frac{Q_v}{\sqrt{\Delta P}} \quad \text{IX.1}$$



**Figure IX.1 : Vanne à trois voies motorisée**

- **Pour le circuit d'eau chaude :**

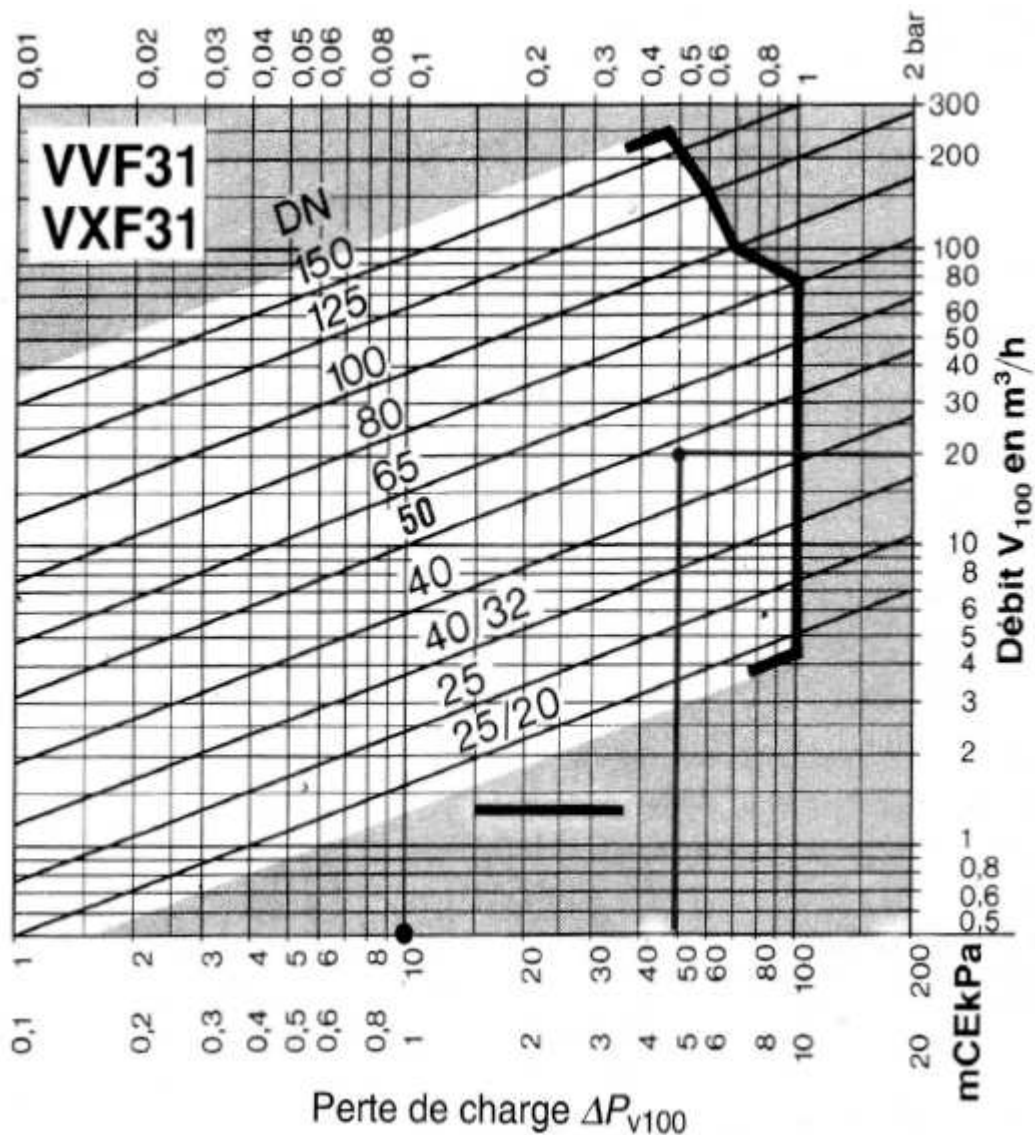
Dans notre cas on a

$\Delta P = 0.98$  mce. Tel que :  $L = 4$  m et  $V = 1.42$  m/s.

$Q_V = 7.71$  m<sup>3</sup>/h

$K_V = 24.63$

Puisque  $K_V = 24.63 < 31$  donc on choisit la vanne à trois voie de type VVF31 ou VXF 31 de model 31.50 à V3V dont le diamètre nominal est de 50 mm dans l'abaque ci-après



**Figure IX.2 : Abaque de types des V3V**

### IX.3 Choix des pompes [10]

Pour assurer une bonne circulation d'eau dans l'installation, la pression exercée sur cette eau au départ de la chaudière ou le groupe doit être suffisante pour vaincre l'ensemble des résistances opposées par la longueur de la tuyauterie, les coudes, les ventilo-convecteurs et le passage dans la chaudière ou dans le groupe.

Les pompes sont choisies en fonction des débits à faire circuler et de la hauteur manométrique.

La hauteur manométrique est égale aux pertes du réseau le plus défavorisé (pertes de charge linières + pertes de charge singulières + pertes de charge dans la colonne).

Hmt = pdc conduite défavorisée + pdc colonne.

### Figure IX.3 : Pompe en double aspiration

#### IX.3.1 Choix de la pompe de circulation pour le réseau d'eau chaude

$$\text{Hmt tot} = 4114.95 + 3069.72$$

$$= 7184.67 \text{ mm Ce} \approx 7.19 \text{ m Ce}$$

$$Q_v \text{ tot} = 2.11 \text{ l/s}$$

Alors on choisit la pompe WILO MMI50 ( $Q_{v\text{max}}=30 \text{ m}^3/\text{h}$  ;  $\text{Hmt}_{\text{max}} = 170 \text{ m Ce}$ ,  $T = -60^\circ\text{C}$  à  $200^\circ\text{C}$ )

#### IX.3.2 Choix de la pompe pour le réseau d'eau glacée

$$\text{Hmt tot} = 5569.26 + 5326.58$$

$$= 10896.84 \text{ mm Ce} \approx 11 \text{ m Ce}$$

$$Q_v \text{ tot} = 5.7 \text{ l/s}$$

Alors on choisit la pompe WILO MMI50 ( $Q_{v\text{max}}=30 \text{ m}^3/\text{h}$  ;  $\text{Hmt}_{\text{max}} = 170 \text{ m Ce}$ ,  $T = -60^\circ\text{C}$  à  $200^\circ\text{C}$ )

#### IX.4 Vase d'expansion [11]

Le vase d'expansion est un appareil de sécurité. Il intervient lorsque l'eau dans une installation de chauffage central en s'échauffant augmente de volume, la dilatation de l'eau suite à une augmentation de température va être transmise à la membrane élastique qui à son tour va déformer le gaz en le comprimant.

Si la pression de consigne est dépassée, c'est-à-dire en cas de surpression, une soupape de sécurité s'ouvre immédiatement et l'énergie superflue (gaz sous pression) est purgée sous forme d'air ou de vapeur.

Le gaz sous pression le plus utilisé est l'azote.

### Figure IX.4 : Vase d'expansion

#### IX.4.1 Calcul du vase d'expansion

La détermination du volume de vase d'expansion nécessite d'abord la connaissance du volume d'expansion donné par la relation :

$$V_{\text{exp}} = V_{\text{inst}} \cdot \beta \quad \text{IX.2}$$

Ou :

$V_{\text{exp}}$  : Volume d'expansion en litre.

$V_{\text{inst}}$  : Volume total de l'installation. (**Annexe 10**)

$\beta$  : Coefficient de dilatation de l'eau en fonction de sa température moyenne. (**Annexe 11**)

Le volume total du vase,  $V_{\text{tot}}$  sera calculé à l'aide de la formule suivante :

$$V_{\text{tot}} = \frac{\text{volume net}}{\text{effet utile}} \quad \text{IX.3}$$

Avec :

Volume net = volume d'expansion + (1% de volume de l'installation )

$$\text{effet utile} = \frac{(P_f + 1) - (P_g + 1)}{(P_f + 1)} \quad \text{IX.4}$$

$P_g$  : Pression de gonflage correspondant à la hauteur statique + 0.3 bar.

$P_s$  : pression d'ouverture de la soupape (d'après la table ci-après)

$P_f$  : pression finale.

$$P_f = P_s - 0.5 \quad \text{IX.5}$$

#### IX.4.1.1 Choix du vase d'expansion pour l'eau chaude

La température moyenne de l'eau chaude :

$$T_m = \frac{T_{\text{aller}} + T_{\text{retour}}}{2} = \frac{70 + 60}{2} = 65 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Le coefficient de dilatation :  $\beta = f(65 \text{ } ^\circ\text{C}) = 0.02$

Le volume d'installation est de :

$$V_{\text{ins}} = 101.06 \text{ litres}$$

Donc :

$$V_{\text{exp}} = 2.02 \text{ litres}$$

$$P_g = 0.72 + 0.3 = 1.02 \text{ bar.}$$

$$P_s = 3 \text{ bar.}$$

$$P_f = 2.5 \text{ bar.}$$

$$\text{Effete utile} = 0.42.$$

$$\text{Volume net} = 3.03 \text{ litres.}$$

$$\text{Donc : } V_{\text{tot}} = 7.21 \text{ litres.}$$

Le choix du vase : Flexcon 8, code 26085.

#### IX.4.1.2 Choix du vase d'expansion pour l'eau glacée

$$T_m = \frac{T_{\text{aller}} + T_{\text{retour}}}{2} = \frac{7 + 12}{2} = 9.5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Le coefficient de dilatation :  $\beta = f(9.5 \text{ } ^\circ\text{C}) = 0.002$

Le volume d'installation est de :

$$V_{\text{ins}} = 244.62 \text{ litres}$$

$$\text{Donc : } V_{\text{exp}} = 0.73 \text{ litres}$$

$$P_g = 1.1 + 0.3 = 1.4 \text{ bars.}$$

$$P_s = 3 \text{ bars.}$$

$$P_f = 2.5 \text{ bars.}$$

$$\text{Volume net} = 3.17 \text{ litres.}$$

$$\text{Effet utile} = 0.31$$

$$\text{Donc : } V_{\text{tot}} = 10.22 \text{ litres.}$$

Le choix du vase : Flexcon 12, code 16014.

### IX.5 Choix de l'adoucisseur

L'adoucisseur est un appareil qui sert à filtrer de l'eau, pour but de retenir les sels de calcium et de magnésium, c'est-à-dire éliminer la dureté de l'eau.

On le place juste avant la chaudière (dans le circuit d'alimentation de la chaudière) à fin d'éviter la formation de la couche de calcaire à l'intérieur.

**Figure IX.5 : Adoucisseurs**

## IX.6 Choix de la chaudière [12]

Il existe plusieurs types de chaudières (à gaz, à mazout, au fioul...). Notre installation est alimentée par une chaudière fonctionnant au gaz naturel. Elle est équipée d'une grande chambre de combustion permet d'avoir une importante flamme de brûleur.

### figure IX.6 : Chaudière à gaz naturel

#### Puissance de la chaudière

La puissance de la chaudière est égale à la puissance totale nécessaire pour le chauffage des locaux  $P_C$  majorée de 30 %.

La puissance calorifique est la somme de toutes les puissances des locaux à chauffer.

Pour notre cas :

$$P_{T.C} = 89542.33 \text{ watts} \approx 89.55 \text{ kW}$$

On choisit une chaudière de marque FERROLI, modèle ENERGY TOP W fonctionnant entre

70 kW et 125 kW

### IX.7 Choix de groupe frigorifique (groupe à eau glacée) [8]

Le groupe à eau glacée nous fournit le débit et la quantité de frigorie nécessaire à chaque ventilo-convecteur.

Il est composé principalement :

- Un condenseur
- Un compresseur
- Un évaporateur

La température de l'eau d'aller et de retour respectivement 7 °C et 12 °C.

#### Figure IX.7 : Groupe à eau glacée

#### Puissance de groupe

La puissance totale que doit fournir le groupe frigorifique ( $P_F$ )

Sera égale à la puissance frigorifique nécessaire pour le rafraichissement des locaux ( $P_f$ ).

Pour notre installation majorée de 30%.

$$P_{T,F} = 117350.44 \text{ Watts} \approx 117.5 \text{ kW.}$$

Donc d'après le catalogue CIAT on va choisir le groupe de type DYNACIAT LGN qui peut nous fournir une puissance frigorifique de 35 kW jusqu'à 700 kW.

### **IX. 8 purgeurs automatiques :**

Le purgeur automatique est utilisé pour purger automatiquement l'air se trouvant dans les conduites de distribution d'eau à fin d'éviter certains phénomènes de détérioration (corrosion, cavitation...), est une baisse de rendement (poches d'air dans les canalisations).

Ce dernier généralement est placé au point le plus haut de l'installation à fin d'évacuer les bulles d'air à l'extérieur.

#### **Figure IX.8 : Purgeur automatique**

Dans notre cas on utilise le purgeur MINIVENT MV-R qui est doté d'une valve automatique qui permet de démonter le purgeur sans vidanger l'installation.

### **IX.9 Choix des unités de traitement d'air pour la VMC (UTA) [6]**

Suite à l'étude qui a été faite dans le septième chapitre de débit nécessaire pour la ventilation mécanique contrôlée, on peut choisir l'unité de traitement d'air pour chaque étage.



**Figure IX.9 : Unité de traitement d'air**

### **RDC**

- Débit total nécessaire : 1324 m<sup>3</sup>/h
- Unité de traitement d'air (UTA) : FLOWAY Vertical de modèle 1500.

### **Premier étage**

- Débit total nécessaire : 1076 m<sup>3</sup>/h
- Unité de traitement d'air (UTA) : FLOWAY Vertical de modèle 1500.

### **Conclusion**

Suite à une étude précise basée sur les bilans thermiques (été et hiver) on est arrivé à déterminer les différents équipements qui constituent notre installation et assurer le bon fonctionnement.



# Chapitre X

## Régulation de l'installation

## **Introduction**

La régulation est un système automatique qui permet de maintenir les paramètres physiques régulièrement. Quelles que soient les perturbations dues au changement de température...etc.

### **X.1 But de la régulation**

La régulation a pour but de maintenir constant ou de faire varier selon une loi déterminée une grandeur physique dans une installation soumise à des perturbations.

Cette grandeur physique appelée généralement grandeur réglée, peut être une pression, une température, une puissance...etc.

La régulation peut être centralisée ou individuelle.

### **X.2 Régulation centralisée**

La régulation proportionnelle en fonction de la température extérieure permet de régler la température de départ vers le ventilo-convecteur par l'intermédiaire de l'organe de régulation. Le régulateur proportionnel compare les sondes (extérieures et de départ) et pilote la vanne mélangeuse (V3V) pour amener la température de départ à vérifier la relation de base. Ainsi pour chaque température extérieure le régulateur détermine par l'intermédiaire de l'organe de réglage une température de départ de l'eau vers les ventilo-convecteurs.

La température de départ est obtenue à l'aide de la vanne mélangeuse, c'est-à-dire plus on s'approche de la température voulue, le by passe entre le retour de la vanne mélangeuse s'ouvre.

### **X.3 Régulation individuelle**

Dans notre cas on s'intéresse à la régulation individuelle précisément au niveau des unités terminales ainsi que la chaudière.

#### **X.3.1 Au niveau des ventilo-convecteurs**

Les ventilo-convecteurs soufflent à l'intérieur des locaux à climatiser de l'air traité à des caractéristiques de température, l'humidité et de débit qui sont fonction des indications du thermostat d'ambiance selon le besoin de chaque local.

Le thermostat d'ambiance est généralement incorporé dans l'appareil, placé près de la bouche de reprise du ventilo-convecteur. Il est donc soumis aux conditions intérieures du local climatisé.

Toutefois, cette disposition n'est pas la meilleure, car pendant les périodes d'arrêt du ventilateur, il peut être influencé :

- Soit par le rayonnement de la batterie de réchauffage ou de refroidissement.
- Soit par la température de l'air neuf extérieurs admis dans l'appareil.

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 climatiser, le thermostat d'ambiance peut agir sur les paramètres suivants :

- 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.
- Le débit d'eau chaude ou glacée alimentant les batteries.

#### **X.3.1.1 Réglage du débit d'eau chaude ou glacée**

Dans 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 quatre voies à commande thermostatique. Elles permettent un réglage précis de la température du local.

#### **X.3.1.2 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 – arrêt)
- En cascade (trois (03) vitesses possible)

Le deuxième cas est adopté pour notre cas de réglage.

### **X.3.1.3 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 orientable.
- Un système de réglage de l'ensemble du ventilateur la commande des volets est automatique.

### **X.3.1.4 Réglage du débit d'air neuf**

La ventilation des locaux est prévue par une admission d'air neuf au moyen d'orifices prévus 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 faire face à cet inconvénient nous adopterons une régulation automatique par clapet qui se ferme impérativement en cas de coupure de courant ou d'arrêt au ventilateur.

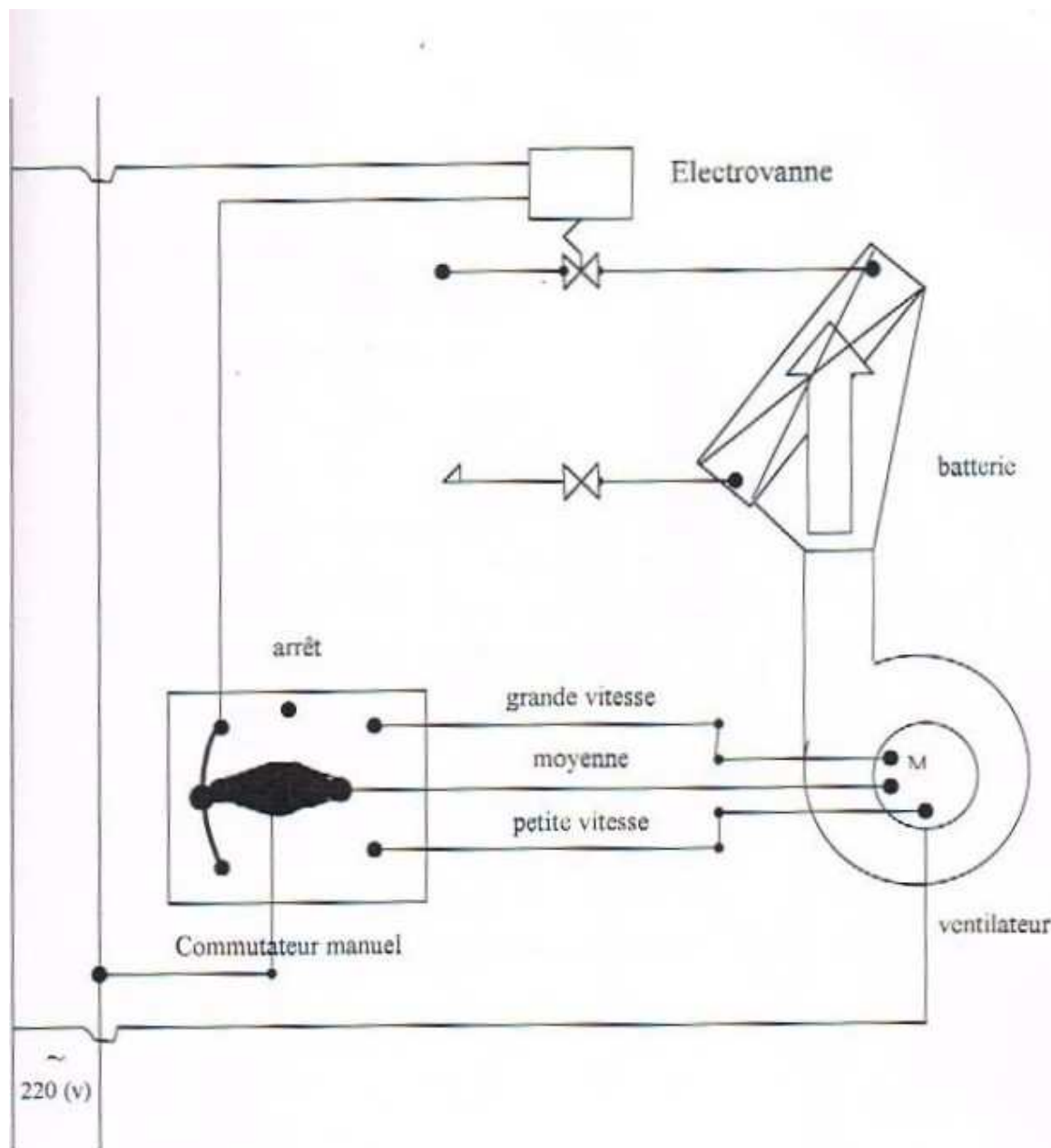
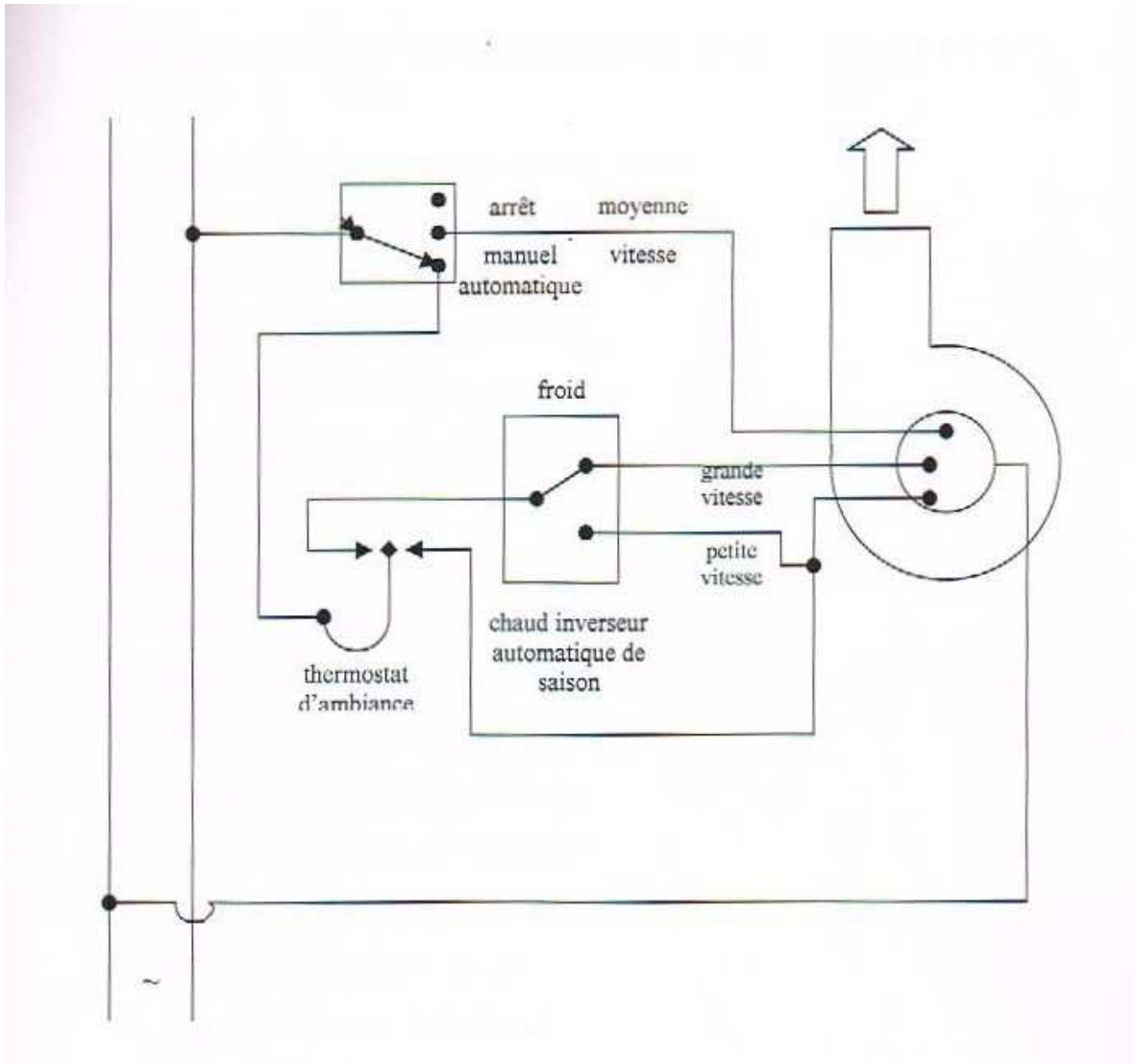


Figure X.1 : Schéma du réglage manuel de la vitesse du ventilateur et de la puissance de la batterie d'un ventilo-convecteur.



**Figure X.2 : Réglage automatique de la vitesse du ventilateur d'un ventilo-convecteur.**

### X.3.2 Au niveau de la chaudière

On général, la régulation de la chaudière se fait en trois modes.

- Régulation par aquastat
- Régulation par thermostat d'ambiance
- Régulation en fonction de la température extérieure

### **X.3.2.1 Régulation par aquastat**

Les chaudières sont systématiquement équipées d'un aquastat de sécurité. Il mesure la température de l'eau de la chaudière et se déclenche sur une élévation anormale de température de l'eau à la sortie. Cet aquastat peut être situé sur le collecteur de départ raccordé à la chaudière.

Avec ce mode de régulation, la température de l'eau dans la chaudière reste constante toute la période de chauffage. Il s'applique aux chaudières qui doivent être maintenues à haute température pour éviter les risques de condensation.

Ces chaudières ne supportent généralement pas des températures de retour inférieures à 55 - 60°C, températures qui sont possibles lorsque les circuits sont régulés en fonction de la température extérieure.

Pour éviter cela, une vanne à trois voies motorisée vient de mélanger l'eau dans le départ pour réchauffer le retour, afin d'éviter la détérioration de la chaudière.

### **X.3.2.2 Régulation par thermostat d'ambiance**

Ce mode de régulation est appliqué pour les installations de petite puissance. Son principe est de placer un thermostat d'ambiance dans un local témoin commande directement la mise en route du brûleur. Il peut aussi commander en parallèle le fonctionnement du circulateur de l'installation. Ce mode de régulation ne peut s'appliquer qu'aux chaudières pouvant fonctionner à basse température.

Lorsque la température intérieure de consigne est atteinte, le brûleur est coupé. La température dans la chaudière diminue. Cette diminution s'accompagne d'une diminution de puissance des corps de chauffe, jusqu'au moment où le thermostat d'ambiance est en demande. Le brûleur se remet en route et la température de l'eau augmente de nouveau jusqu'à ce que le thermostat soit satisfait, et ainsi de suite.

### **X.3.2.3 Régulation en fonction de la température extérieure**

Dans notre cas on a opté pour ce mode de régulation qui est basée sur la variation de la température extérieure. Une sonde mesure la température extérieure (appelée sonde extérieure). Un régulateur définit la température que doit avoir l'eau au départ de la chaudière en fonction de celle-ci. La loi qui établit la correspondance entre la température extérieure et la température de l'eau est appelée "courbe de chauffe".

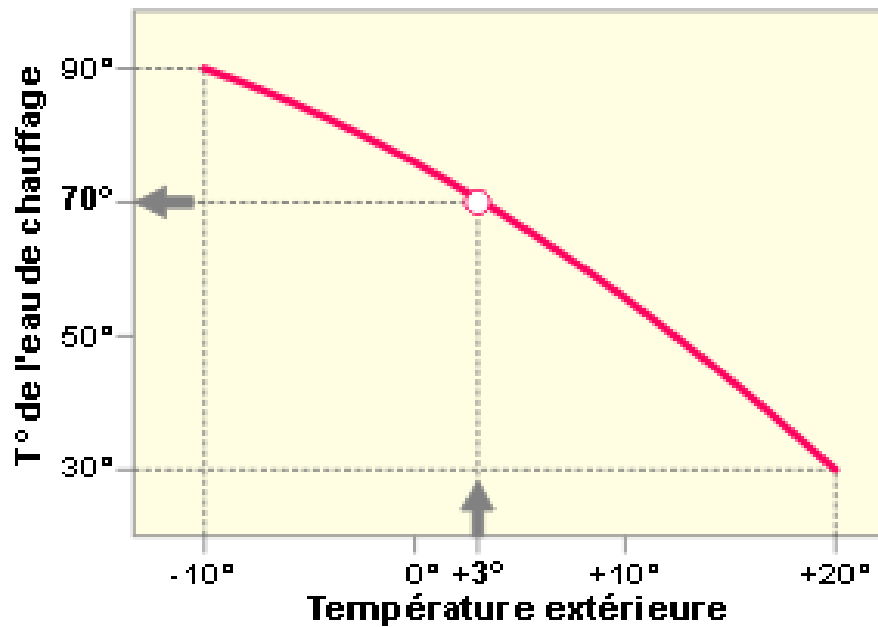


Figure X.3 : Courbe de chauffe

Par exemple : pour une température extérieure de 3°C, la température de l'eau sera de 70°C.

La courbe de chauffe est réglable sur le régulateur. Elle dépend de la température de confort souhaitée, du niveau d'isolation du bâtiment et du surdimensionnement des corps de chauffe.

### Conclusion

Pour maintenir les conditions intérieures du local (réaliser le confort thermique) il faut prendre en considération le contrôle des paramètres de base principalement la température et le degré d'hygrométrie...etc. donc on fait appel à un système de régulation.



## **Conclusion générale**

Notre projet a pour but de faire une étude de climatisation d'une crèche (R+1) située à la nouvelle ville TIZI - OUZOU afin de satisfaire les conditions intérieurs désirées en tenant compte des paramètres extérieurs du site.

L'étude de conditionnement de l'air, qui a fait l'objet de ce présent travail, a permis l'élaboration des bilans thermiques estival et hivernal. Ce qui nous a conduits au choix des différents équipements qui constituent le réseau d'installation.

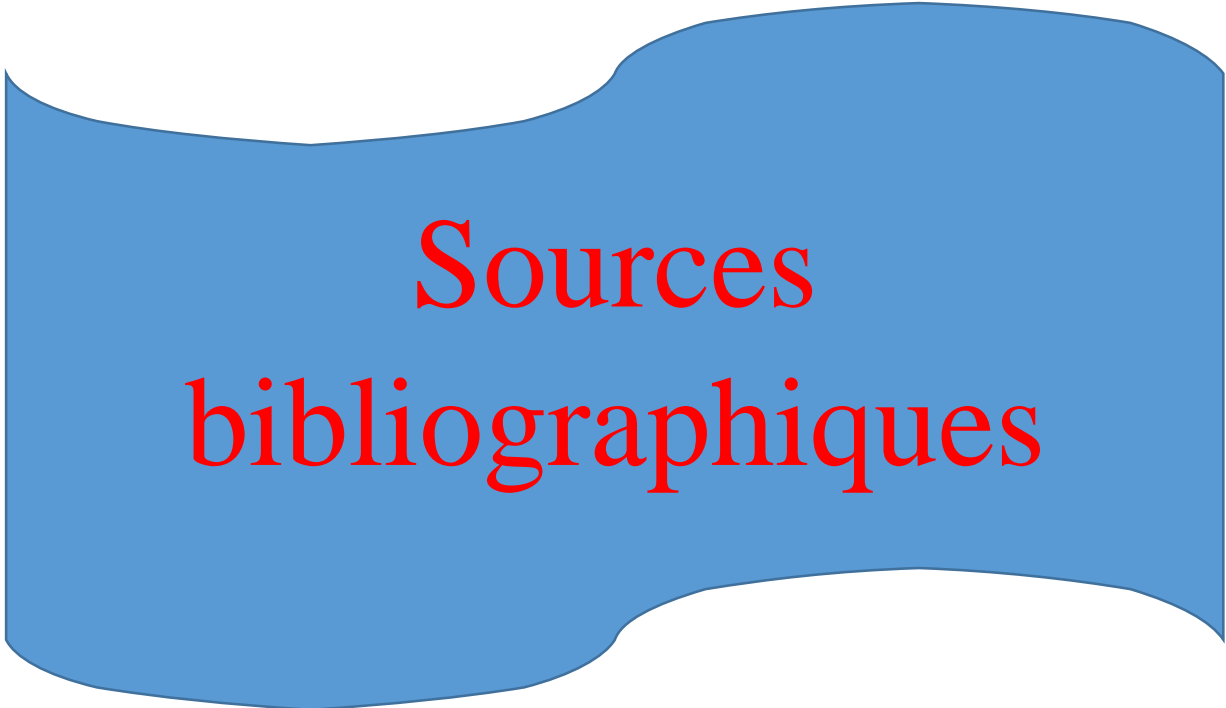
Dans cette étude on a utilisé un système de climatisation mixte (air, eau) à quatre tubes qui est constitué d'une chaudière pour l'eau chaude en hiver et un groupe à eau glacée pour l'eau froide en été, qui alimentent les unités terminales (VC) et les radiateurs dans certains locaux.

Les démarches suivies dans ce projet sont indispensables pour n'importe quelle étude de climatisation centralisée (chauffage et rafraichissement), commençant par des données climatiques jusqu'au dimensionnement et choix du matériel à utiliser.

En fin ce travail nous a permis d'acquérir une certaine expérience, qui peut être bénéfiques sur le plan pratique et surtout dans la méthodologie à suivre pour une étude correcte d'un projet.

## Source bibliographique

- [1] : Manuel de l'humidification de l'air, P.ISELT et U. ARNDT 1996, grundlagen der luftbefeuchtung.
- [2] : Traité de chauffage et de climatisation, H.RIETSCHEL et W.RAISSE, 1968, Dunod.
- [3] : Energétique du bâtiment, CLAUDE-ALAIN ROULET 1987, presses polytechniques romandes, CH.1015. Lausanne.
- [4] : document technique réglementaire (D T R). Ministère de l'habitat. 10 décembre 1997, Alger.
- [5] : manuel de carrier corporation 1960
- [6] : catalogue C.I.A.T
- [7] : catalogue Guetthermique ([www.guetthermique.com](http://www.guetthermique.com)).
- [8] : catalogue aquatherm pour la tuyauterie chaude et froide.
- [9] : catalogue V3V. VVF31
- [10] : catalogue WILO
- [11] : catalogue vase d'expansion Flexion
- [12] : catalogue de FERROLI



Sources  
bibliographiques



# Annexes

Annexes

(1-42)

1ère PARTIE - BILAN THERMIQUE

TABLE 15 - GAINS PAR ENSOLEILLEMENT DES VITRES ORDINAIRES (Suite)

40° Kcal/h. × (m2 d'ouverture) 40°

40° LATITUDE NORD		HEURE SOLAIRE														40° LATITUDE SUD	
Epoque	Orientaton	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Orientaton	Epoque	
21 Juin	N	87	54	32	35	38	38	38	38	38	35	32	54	86	22 Décembre	N	
	NE	320	360	303	198	81	38	38	38	38	35	32	27	16		SE	
	E	341	436	439	385	257	119	38	38	38	35	32	27	16		E	
	SE	138	238	295	301	268	192	92	38	38	35	32	27	16		NE	
	S	16	27	32	35	38	38	38	38	38	35	32	27	16		N	
23 Juillet et 21 Mai	SO	16	27	32	35	38	38	38	38	38	35	32	27	16	NO		
	O	16	27	32	35	38	38	38	38	38	35	32	27	16	O		
	Horizontale	84	222	363	485	569	629	642	629	569	485	363	222	84	Horizontale		
	N	65	38	32	35	38	38	38	38	38	35	32	27	16	S		
	NE	287	344	284	179	70	38	38	38	38	35	32	27	16	SE		
24 Août et 20 Avril	E	320	436	444	390	265	116	38	38	38	35	32	27	16	E		
	SE	146	260	322	379	298	222	113	40	38	35	32	27	16	NE		
	S	13	27	32	35	38	38	38	38	38	35	32	27	16	N		
	SO	13	27	32	35	38	38	38	38	38	35	32	27	16	NO		
	O	13	27	32	35	38	38	38	38	38	35	32	27	16	O		
22 Septembre et 22 Mars	NO	13	27	32	35	38	38	38	38	38	35	32	27	16	SO		
	Horizontale	65	198	341	463	550	610	631	610	550	463	341	198	65	Horizontale		
	N	19	21	29	35	38	38	38	38	38	35	32	24	13	S		
	NE	184	276	222	124	43	38	38	38	38	35	32	24	13	SE		
	E	227	398	439	393	273	122	38	38	38	35	32	24	13	E		
23 Octobre et 20 Février	SE	130	284	374	396	377	290	179	67	38	35	29	21	8	NE		
	S	8	21	29	35	38	38	38	38	38	35	32	24	13	N		
	SO	8	21	29	35	38	38	38	38	38	35	32	24	13	NO		
	O	8	21	29	35	38	38	38	38	38	35	32	24	13	O		
	NO	8	21	29	35	38	38	38	38	38	35	32	24	13	SO		
21 Novembre et 21 Janvier	Horizontale	24	127	271	406	501	556	580	556	501	406	271	127	24	Horizontale		
	N	0	13	24	32	35	35	38	35	35	32	24	13	0	S		
	NE	0	138	157	70	35	35	38	35	35	32	24	13	0	SE		
	E	0	314	404	377	268	122	38	35	35	32	24	13	0	E		
	SE	0	257	390	479	425	360	244	111	38	32	24	13	0	NE		
22 Décembre	S	0	32	119	219	298	330	379	330	298	219	119	32	0	N		
	SO	0	13	24	32	38	38	38	38	38	35	32	24	13	NO		
	O	0	13	24	32	35	35	38	35	35	32	24	13	0	O		
	NO	0	13	24	32	35	35	38	35	35	32	24	13	0	SO		
	Horizontale	0	57	181	336	414	477	496	477	414	336	181	57	0	Horizontale		



Valeurs soulignées - maxima mensuels

Valeurs encadrées - maxima annuels

Annexe 1 : Gains par ensoleillement

[Tapez ici]

[Tapez ici]

[Tapez ici]

COADIS LINE	Repère moteur	Débit d'air m <sup>3</sup> /h	Système 2 tubes et 4 tubes			LW	Niveau de confort ISO ou NR	Élévation moyenne de température sur l'air en K Batterie électrique d'appoint 230/1/50	
			Puissance frigorifique (W)		Puissance calorifique (W)			2R	
			Totale	Sensible					
612	V5	610	2 130	1 970	3 020	59	42		
	V4	440	1 720	1 570	2 420	49	32		
	V3	380	1 550	1 410	2 190	46	29		
	V2	310	1 380	1 230	1 930	42	25		
	V1	235	1 190	1 040	1 650	37	19		
622	V5	590	3 440	2 790	4 380	59	42		
	V4	420	2 610	2 040	3 290	51	34		
	V3	360	2 290	1 770	2 880	47	30		
	V2	290	1 960	1 470	2 430	42	25		
	V1	215	1 580	1 150	1 960	35	18		
622E	V5	590	2 570	2 320	3 560	59	42	900 W (2R)	4,5
	V4	420	2 060	1 810	2 840	51	34		6,4
	V3	360	1 880	1 590	2 560	47	30		7,4
	V2	290	1 640	1 340	2 250	42	25		9,2
	V1	215	1 420	1 090	1 900	35	18		12,4
624	V5	590	2 570	2 320	3 430	59	42		
	V4	420	2 060	1 810	2 830	51	34		
	V3	360	1 880	1 600	2 600	47	30		
	V2	290	1 640	1 350	2 340	42	25		
	V1	215	1 420	1 090	2 040	35	18		
632	V5	775	5 090	3 870	5 940	62	44		
	V4	660	4 390	3 310	5 100	58	40		
	V3	525	3 560	2 650	4 120	51	34		
	V2	460	3 160	2 340	3 640	48	30		
	V1	405	2 850	2 080	3 260	45	27		
632E	V5	775	4 320	3 480	5 590	62	44	1200 W (2R)	4,6
	V4	660	3 760	3 000	4 840	58	40		5,4
	V3	525	3 100	2 430	3 950	51	34		6,8
	V2	460	2 790	2 160	3 520	48	30		7,7
	V1	405	2 540	1 940	3 180	45	27		8,8
634	V5	775	4 320	3 490	3 860	62	44		
	V4	660	3 760	3 000	3 470	58	40		
	V3	525	3 100	2 440	3 010	51	34		
	V2	460	2 790	2 160	2 790	48	30		
	V1	405	2 540	1 950	2 610	45	27		

## Annexe 2 Les caractéristiques des VC

[Tapez ici]

[Tapez ici]

[Tapez ici]

$\dot{V}$		Di- mension	16,0 mm	20,0 mm	25,0 mm	32,0 mm	40,0 mm	50,0 mm	63,0 mm	75,0 mm	90,0 mm	110,0 mm	125,0 mm	160,0 mm	200,0 mm	250,0 mm		
0,01 l/s	0,60 l/min	R	0,18	0,07	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		v	0,09	0,06	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,02 l/s	1,20 l/min	R	0,59	0,21	0,07	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	0,19	0,12	0,08	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,03 l/s	1,80 l/min	R	1,19	0,43	0,15	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	0,28	0,18	0,12	0,07	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,04 l/s	2,40 l/min	R	1,97	0,70	0,24	0,07	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	0,38	0,25	0,16	0,09	0,06	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,05 l/s	3,00 l/min	R	2,91	1,04	0,36	0,11	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	0,47	0,31	0,20	0,12	0,08	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,06 l/s	3,60 l/min	R	4,02	1,43	0,49	0,15	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	0,57	0,37	0,24	0,14	0,09	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,07 l/s	4,20 l/min	R	5,28	1,87	0,64	0,19	0,07	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	0,66	0,43	0,28	0,17	0,11	0,07	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,08 l/s	4,80 l/min	R	6,70	2,37	0,81	0,24	0,08	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	0,76	0,49	0,31	0,19	0,12	0,08	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,09 l/s	5,40 l/min	R	8,27	2,92	1,00	0,30	0,10	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	0,85	0,55	0,35	0,21	0,14	0,09	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,10 l/s	6,00 l/min	R	10,00	3,52	1,20	0,36	0,12	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	0,95	0,61	0,39	0,24	0,15	0,10	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,12 l/s	7,20 l/min	R	13,88	4,87	1,66	0,49	0,17	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	1,14	0,74	0,47	0,28	0,18	0,12	0,07	0,05	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,16 l/s	9,60 l/min	R	23,39	8,16	2,77	0,82	0,28	0,10	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	1,51	0,98	0,63	0,38	0,24	0,16	0,10	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
0,18 l/s	10,8 l/min	R	28,99	10,10	3,43	1,01	0,35	0,12	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	1,70	1,11	0,71	0,43	0,27	0,17	0,11	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
0,20 l/s	12,0 l/min	R	35,16	12,22	4,14	1,22	0,42	0,14	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	1,89	1,23	0,79	0,47	0,30	0,19	0,12	0,09	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
0,30 l/s	18,0 l/min	R	74,30	25,60	8,60	2,51	0,86	0,30	0,10	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	2,84	1,84	1,18	0,71	0,45	0,29	0,18	0,13	0,09	0,06	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01
0,40 l/s	24,0 l/min	R	127,07	43,49	14,53	4,22	1,43	0,49	0,16	0,07	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	3,78	2,46	1,57	0,95	0,61	0,39	0,24	0,17	0,12	0,08	0,06	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01
0,50 l/s	30,0 l/min	R	193,33	65,82	21,88	6,33	2,14	0,73	0,24	0,10	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	4,73	3,07	1,96	1,18	0,76	0,49	0,30	0,22	0,15	0,10	0,08	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01
0,60 l/s	36,0 l/min	R	272,98	92,54	30,64	8,82	2,98	1,02	0,33	0,14	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	5,68	3,68	2,36	1,42	0,91	0,58	0,36	0,26	0,18	0,12	0,09	0,06	0,04	0,02	0,01	0,01
$\dot{V}$ = Débit (l/s)			R = Perte de charge (mbar/m)						v = Vitesse (m/s)									

## Annexe 3 : Perte de charge pour le chaud

[Tapez ici]

[Tapez ici]

[Tapez ici]

$\dot{V}$	D- mon- skan		16,0	20,0	25,0	32,0	40,0	50,0	63,0	75,0	90,0	110,0	125,0	160,0	200,0	250,0	
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0,70 l/s	42,0 l/min	R	365,98	123,62	40,78	11,70	3,94	1,34	0,43	0,19	0,08	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	
		v	6,62	4,30	2,75	1,66	1,06	0,68	0,42	0,30	0,21	0,14	0,11	0,07	0,04	0,03	
0,80 l/s	48,0 l/min	R	472,28	159,04	52,30	14,96	5,02	1,71	0,55	0,24	0,10	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	
		v	7,57	4,91	3,14	1,89	1,21	0,78	0,49	0,34	0,24	0,16	0,12	0,08	0,05	0,03	
0,90 l/s	54,0 l/min	R	591,88	198,78	65,19	18,59	6,23	2,12	0,58	0,30	0,12	0,05	0,03	0,01	0,00	0,00	
		v	8,52	5,53	3,54	2,13	1,36	0,87	0,55	0,39	0,27	0,18	0,14	0,08	0,05	0,04	
1,00 l/s	60,0 l/min	R	724,75	242,64	79,44	22,59	7,55	2,56	0,82	0,36	0,15	0,06	0,03	0,01	0,00	0,00	
		v	9,46	6,14	3,93	2,37	1,51	0,97	0,51	0,43	0,30	0,20	0,15	0,09	0,06	0,04	
1,20 l/s	72,0 l/min	R	930,26	343,86	112,00	31,70	10,56	3,57	1,14	0,50	0,20	0,08	0,04	0,01	0,00	0,00	
		v	11,35	7,37	4,72	2,84	1,82	1,17	0,73	0,52	0,36	0,24	0,19	0,11	0,07	0,05	
1,40 l/s	84,0 l/min	R	1088,77	402,05	149,97	42,27	14,04	4,74	1,51	0,66	0,27	0,10	0,06	0,02	0,01	0,00	
		v	13,25	8,60	5,50	3,31	2,12	1,36	0,85	0,60	0,42	0,28	0,22	0,13	0,08	0,05	
1,60 l/s	96,0 l/min	R	1260,22	467,40	193,32	54,30	17,98	6,05	1,92	0,83	0,34	0,13	0,07	0,02	0,01	0,00	
		v	15,14	9,82	6,29	3,78	2,42	1,85	0,97	0,69	0,48	0,32	0,25	0,15	0,10	0,06	
1,80 l/s	108 l/min	R	1446,61	549,88	242,05	67,78	22,38	7,52	2,38	1,03	0,42	0,16	0,09	0,03	0,01	0,00	
		v	17,03	11,05	7,07	4,26	2,73	1,75	1,09	0,77	0,54	0,36	0,26	0,17	0,11	0,07	
2,00 l/s	120 l/min	R	1781,91	619,48	296,13	82,69	27,25	9,13	2,89	1,25	0,51	0,20	0,11	0,03	0,01	0,00	
		v	18,92	12,28	7,86	4,73	3,03	1,94	1,21	0,86	0,60	0,40	0,31	0,19	0,12	0,08	
2,20 l/s	132 l/min	R	2035,21	710,65	355,57	99,05	32,57	10,89	3,44	1,49	0,61	0,23	0,13	0,04	0,01	0,00	
		v	20,82	13,51	8,66	5,20	3,33	2,14	1,34	0,95	0,66	0,44	0,34	0,21	0,13	0,09	
2,40 l/s	144 l/min	R	2397,52	810,01	420,36	116,84	38,34	12,80	4,24	1,74	0,71	0,27	0,15	0,04	0,02	0,01	
		v	22,71	14,74	9,43	5,68	3,63	2,33	1,46	1,03	0,71	0,48	0,37	0,23	0,14	0,09	
2,60 l/s	156 l/min	R	2651,20	910,92	490,49	136,06	44,57	14,85	4,58	2,02	0,83	0,32	0,17	0,05	0,02	0,01	
		v	24,60	15,96	10,22	6,15	3,94	2,53	1,58	1,12	0,77	0,52	0,40	0,25	0,16	0,10	
2,80 l/s	168 l/min	R	3080,07	1068,93	565,97	156,72	51,25	17,05	5,36	2,31	0,94	0,36	0,19	0,06	0,02	0,01	
		v	26,49	17,19	11,00	6,62	4,24	2,72	1,70	1,20	0,83	0,56	0,43	0,26	0,17	0,11	
3,00 l/s	180 l/min	R	3461,83	1224,03	646,79	178,80	58,38	19,39	6,29	2,62	1,07	0,41	0,22	0,07	0,02	0,01	
		v	28,39	18,42	11,79	7,10	4,54	2,91	1,32	1,29	0,89	0,60	0,46	0,28	0,18	0,12	
3,20 l/s	192 l/min	R	3996,46	1396,22	732,95	202,31	65,96	21,88	6,86	2,95	1,20	0,46	0,25	0,07	0,03	0,01	
		v	30,28	19,65	12,58	7,57	4,84	3,11	1,34	1,38	0,95	0,64	0,49	0,30	0,19	0,13	
3,40 l/s	204 l/min	R	4583,98	1585,49	824,44	227,25	73,99	24,51	7,57	3,30	1,35	0,51	0,27	0,08	0,03	0,01	
		v	32,17	20,88	13,36	8,04	5,15	3,30	2,06	1,46	1,01	0,68	0,53	0,32	0,21	0,13	
3,60 l/s	216 l/min	R	5224,36	1891,85	921,27	253,61	82,47	27,29	8,53	3,67	1,49	0,57	0,30	0,09	0,03	0,01	
		v	34,06	22,10	14,15	8,82	5,45	3,50	2,19	1,55	1,07	0,72	0,56	0,34	0,22	0,14	
3,80 l/s	228 l/min	R	5917,63	2215,30	1023,43	281,40	91,40	30,21	9,43	4,05	1,65	0,63	0,34	0,10	0,03	0,01	
		v	35,96	23,33	14,93	8,99	5,75	3,69	2,31	1,63	1,13	0,76	0,59	0,36	0,23	0,15	
4,00 l/s	240 l/min	R	6663,77	2555,83	1130,93	310,61	100,78	33,27	10,38	4,45	1,81	0,69	0,37	0,11	0,04	0,01	
		v	37,85	24,56	15,72	9,46	6,06	3,89	2,43	1,72	1,19	0,80	0,62	0,38	0,24	0,16	
4,20 l/s	252 l/min	R	7462,78	2913,44	1243,75	341,24	110,60	36,47	11,37	4,88	1,98	0,75	0,40	0,12	0,04	0,01	
		v	39,74	25,79	16,50	9,94	6,36	4,08	2,55	1,81	1,25	0,84	0,65	0,40	0,25	0,16	
$\dot{V}$ = Débit (l/s)			R = Perte de charge (mbar/m)								v = Vitesse (m/s)						

## Annexe 4 : Perte de charge pour le chaud

[Tapez ici]

[Tapez ici]

[Tapez ici]

$\dot{V}$		Di- men- sion	20,0 mm	25,0 mm	32,0 mm	40,0 mm	50,0 mm	63,0 mm	75,0 mm	90,0 mm	110,0 mm	125,0 mm	160,0 mm	200,0 mm	250,0 mm	
0,01 l/s	0,60 l/min	R	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,02 l/s	1,20 l/min	R	0,17	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	0,10	0,06	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,03 l/s	1,80 l/min	R	0,34	0,11	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	0,15	0,09	0,06	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,04 l/s	2,40 l/min	R	0,54	0,18	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	0,19	0,12	0,07	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05 l/s	3,00 l/min	R	0,79	0,27	0,08	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	0,24	0,15	0,09	0,06	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
0,06 l/s	3,60 l/min	R	1,08	0,37	0,11	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	0,29	0,18	0,11	0,07	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
0,07 l/s	4,20 l/min	R	1,41	0,48	0,15	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	0,34	0,21	0,13	0,08	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
0,08 l/s	4,80 l/min	R	1,78	0,60	0,18	0,07	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	0,39	0,24	0,15	0,10	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
0,09 l/s	5,40 l/min	R	2,17	0,73	0,22	0,08	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	0,44	0,28	0,17	0,11	0,07	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
0,10 l/s	6,00 l/min	R	2,61	0,88	0,27	0,10	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	0,49	0,31	0,19	0,12	0,08	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
0,12 l/s	7,20 l/min	R	3,58	1,20	0,37	0,13	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	0,58	0,37	0,22	0,14	0,09	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
0,16 l/s	9,60 l/min	R	5,91	1,97	0,60	0,21	0,07	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	0,78	0,49	0,30	0,19	0,12	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00
0,18 l/s	10,8 l/min	R	7,26	2,42	0,74	0,26	0,09	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	0,87	0,55	0,33	0,22	0,14	0,09	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
0,20 l/s	12,0 l/min	R	8,74	2,91	0,89	0,31	0,11	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	0,97	0,61	0,37	0,24	0,15	0,10	0,07	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
0,30 l/s	18,0 l/min	R	17,89	5,92	1,79	0,63	0,22	0,07	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	1,46	0,92	0,56	0,36	0,23	0,14	0,10	0,07	0,05	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01
0,40 l/s	24,0 l/min	R	29,88	9,85	2,97	1,05	0,36	0,12	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	1,94	1,22	0,74	0,48	0,31	0,19	0,14	0,09	0,06	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01
0,50 l/s	30,0 l/min	R	44,59	14,65	4,41	1,55	0,53	0,18	0,08	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	2,43	1,53	0,93	0,60	0,38	0,24	0,17	0,12	0,08	0,06	0,04	0,02	0,02	0,02
0,60 l/s	36,0 l/min	R	61,95	20,29	6,09	2,14	0,73	0,24	0,10	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	2,91	1,84	1,11	0,72	0,46	0,29	0,20	0,14	0,09	0,07	0,04	0,03	0,02	0,02
0,70 l/s	42,0 l/min	R	81,91	26,76	8,01	2,81	0,96	0,32	0,14	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	3,40	2,14	1,30	0,84	0,54	0,34	0,24	0,16	0,11	0,09	0,05	0,03	0,02	0,02
0,80 l/s	48,0 l/min	R	104,43	34,03	10,16	3,56	1,22	0,40	0,17	0,07	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
		v	3,88	2,45	1,48	0,96	0,61	0,39	0,27	0,19	0,13	0,10	0,06	0,04	0,02	0,02
$\dot{V}$ = Débit (l/s)			R = Perte de charge (mbar/m)						v = Vitesse (m/s)							

## Annexe 5 : Perte de charge pour le froid

[Tapez ici]

[Tapez ici]

[Tapez ici]

$\dot{V}$		Di- men- sion	20,0 mm	25,0 mm	32,0 mm	40,0 mm	50,0 mm	63,0 mm	75,0 mm	90,0 mm	110,0 mm	125,0 mm	160,0 mm	200,0 mm	250,0 mm
0,90 l/s	54,0 l/min	R	129,49	42,10	12,55	4,38	1,50	0,50	0,21	0,09	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00
		v	4,37	2,75	1,67	1,08	0,69	0,43	0,30	0,21	0,14	0,11	0,07	0,04	0,03
1,00 l/s	60,0 l/min	R	157,05	50,96	15,16	5,29	1,80	0,60	0,26	0,11	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00
		v	4,86	3,06	1,85	1,20	0,76	0,48	0,34	0,24	0,16	0,12	0,07	0,05	0,03
1,20 l/s	72,0 l/min	R	219,01	71,00	21,06	7,33	2,49	0,82	0,36	0,15	0,06	0,03	0,01	0,00	0,00
		v	5,82	3,67	2,23	1,44	0,92	0,58	0,41	0,28	0,19	0,15	0,09	0,06	0,04
1,40 l/s	84,0 l/min	R	292,01	94,09	27,81	9,66	3,26	1,08	0,46	0,20	0,07	0,04	0,01	0,00	0,00
		v	6,79	4,28	2,60	1,68	1,07	0,67	0,47	0,33	0,22	0,17	0,10	0,07	0,04
1,60 l/s	96,0 l/min	R	374,15	120,20	36,43	12,26	4,16	1,37	0,59	0,25	0,09	0,05	0,02	0,01	0,00
		v	7,76	4,90	2,97	1,92	1,22	0,77	0,54	0,38	0,25	0,20	0,12	0,08	0,05
1,80 l/s	108 l/min	R	465,90	149,30	43,09	15,19	5,14	1,69	0,72	0,30	0,12	0,06	0,02	0,01	0,00
		v	8,73	5,51	3,34	2,16	1,38	0,87	0,61	0,42	0,28	0,22	0,13	0,09	0,05
2,00 l/s	120 l/min	R	567,44	181,36	53,20	18,30	6,21	2,04	0,87	0,37	0,14	0,08	0,02	0,01	0,00
		v	9,70	6,12	3,71	2,40	1,53	0,96	0,68	0,47	0,31	0,24	0,15	0,10	0,06
2,20 l/s	132 l/min	R	678,60	216,37	63,33	21,84	7,37	2,42	1,03	0,43	0,17	0,09	0,03	0,01	0,00
		v	10,67	6,73	4,08	2,64	1,68	1,06	0,74	0,52	0,35	0,27	0,16	0,10	0,07
2,40 l/s	144 l/min	R	799,18	264,31	74,29	26,68	8,62	2,83	1,20	0,51	0,19	0,11	0,03	0,01	0,00
		v	11,64	7,34	4,45	2,88	1,84	1,16	0,81	0,56	0,38	0,29	0,18	0,11	0,07
2,60 l/s	156 l/min	R	929,29	295,16	86,06	29,59	9,96	3,27	1,39	0,58	0,22	0,12	0,04	0,01	0,00
		v	12,61	7,95	4,82	3,11	1,99	1,25	0,88	0,61	0,41	0,32	0,19	0,12	0,08
2,80 l/s	168 l/min	R	1068,98	338,93	98,64	33,88	11,39	3,73	1,59	0,66	0,25	0,14	0,04	0,01	0,01
		v	13,58	8,57	5,19	3,35	2,14	1,35	0,95	0,66	0,44	0,34	0,21	0,13	0,09
3,00 l/s	180 l/min	R	1218,17	385,58	112,02	38,43	12,91	4,23	1,80	0,75	0,29	0,16	0,05	0,02	0,01
		v	14,55	9,18	5,56	3,59	2,29	1,45	1,01	0,71	0,47	0,37	0,22	0,14	0,09
3,20 l/s	192 l/min	R	1378,85	435,13	126,23	43,25	14,51	4,75	2,02	0,84	0,32	0,18	0,05	0,02	0,01
		v	15,52	9,79	5,94	3,83	2,45	1,54	1,08	0,75	0,50	0,39	0,24	0,15	0,10
3,40 l/s	204 l/min	R	1545,01	487,56	141,23	48,33	16,20	5,29	2,25	0,94	0,36	0,20	0,06	0,02	0,01
		v	16,50	10,40	6,31	4,07	2,60	1,64	1,15	0,80	0,53	0,41	0,25	0,16	0,10
3,60 l/s	216 l/min	R	1722,64	542,87	157,03	53,67	17,97	5,87	2,49	1,04	0,40	0,22	0,07	0,02	0,01
		v	17,47	11,01	6,68	4,31	2,75	1,73	1,22	0,85	0,57	0,44	0,27	0,17	0,11
3,80 l/s	228 l/min	R	1909,73	601,05	173,62	59,28	19,83	6,47	2,74	1,15	0,44	0,24	0,07	0,03	0,01
		v	18,44	11,63	7,05	4,55	2,91	1,83	1,28	0,89	0,60	0,46	0,28	0,18	0,12
4,00 l/s	240 l/min	R	2106,27	662,09	191,01	65,15	21,78	7,10	3,01	1,26	0,48	0,26	0,08	0,03	0,01
		v	19,41	12,24	7,42	4,79	3,06	1,93	1,35	0,94	0,63	0,49	0,30	0,19	0,12
4,20 l/s	252 l/min	R	2312,26	726,00	209,19	71,28	23,81	7,76	3,28	1,37	0,52	0,28	0,09	0,03	0,01
		v	20,38	12,85	7,79	5,03	3,21	2,02	1,42	0,99	0,66	0,51	0,31	0,20	0,13
4,40 l/s	264 l/min	R	2527,68	792,76	228,15	77,67	25,92	8,44	3,57	1,49	0,57	0,31	0,09	0,03	0,01
		v	21,35	13,46	8,16	5,27	3,37	2,12	1,49	1,03	0,69	0,54	0,33	0,21	0,13
4,60 l/s	276 l/min	R	2752,55	862,38	247,91	84,32	28,12	9,15	3,87	1,62	0,61	0,33	0,10	0,04	0,01
		v	22,32	14,07	8,53	5,51	3,52	2,22	1,55	1,08	0,72	0,56	0,34	0,22	0,14
$\dot{V}$ = Débit (l/s)			R = Perte de charge (mbar/m)						v = Vitesse (m/s)						

## Annexe 6 : Perte de charge pour le froid

[Tapez ici]

[Tapez ici]

[Tapez ici]

Caractéristiques du tubes			Diamètre	Epaisseur	Passage interne	Capacité en eau	Poids	
Art.-No.	Diamètre ext.	LG	d mm	s mm	d <sub>i</sub> mm	l/m	kg/m	DN
10006	16 mm <sup>9</sup>	100	16	2,7	10,6	0,088	0,110	10
10008	20 mm	100	20	3,4	13,2	0,137	0,172	12
10010	25 mm	100	25	4,2	16,6	0,216	0,266	15
10012	32 mm	40	32	5,4	21,2	0,353	0,434	20
10014	40 mm	40	40	6,7	26,6	0,555	0,671	25
10016	50 mm	20	50	8,3	33,4	0,876	1,040	32
10018	63 mm	20	63	10,5	42,0	1,385	1,650	40
10020	75 mm	20	75	12,5	50,0	1,963	2,340	50
10022	90 mm	12	90	15,0	60,0	2,826	3,360	60
10024	110 mm	8	110	18,3	73,4	4,229	5,010	65
* Les articles suivants sont disponibles en rouleaux:								
10106*	16 mm	100	16	2,7	10,6	0,088	0,110	10
10108*	20 mm	100	20	3,4	13,2	0,137	0,172	12
10110*	25 mm	100	25	4,2	16,6	0,216	0,266	15

## Annexe 7

Caractéristiques du tube				Diamètre	Epaisseur	Passage interne	Capacité en eau	Poids	
Art.-No.	SDR	Diamètre ext.	LG	d mm	s mm	d <sub>i</sub> mm	l/m	kg/m	DN
2010208	11	20 mm	100	20	1,9	16,2	0,206	0,107	15
2010210	11	25 mm	100	25	2,3	20,4	0,327	0,164	20
2010212	11	32 mm	40	32	2,9	26,2	0,539	0,261	25
2010214	11	40 mm	40	40	3,7	32,6	0,834	0,412	32
2010216	11	50 mm	20	50	4,6	40,8	1,307	0,638	40
2010218	11	63 mm	20	63	5,8	51,4	2,074	1,010	50
2010220	11	75 mm	20	75	6,8	61,4	2,959	1,410	65
2010222	11	90 mm	12	90	8,2	73,6	4,252	2,030	80
2010224	11	110 mm	8	110	10,0	90,0	6,359	3,010	80
2010226	11	125 mm	4	125	11,4	102,2	8,199	3,910	100
Les articles suivants sont disponibles en rouleaux:									
2010308	11	20 mm	100	20	1,9	16,2	0,206	0,107	15
2010310	11	25 mm	100	25	2,3	20,4	0,327	0,164	20

## Annexe 8

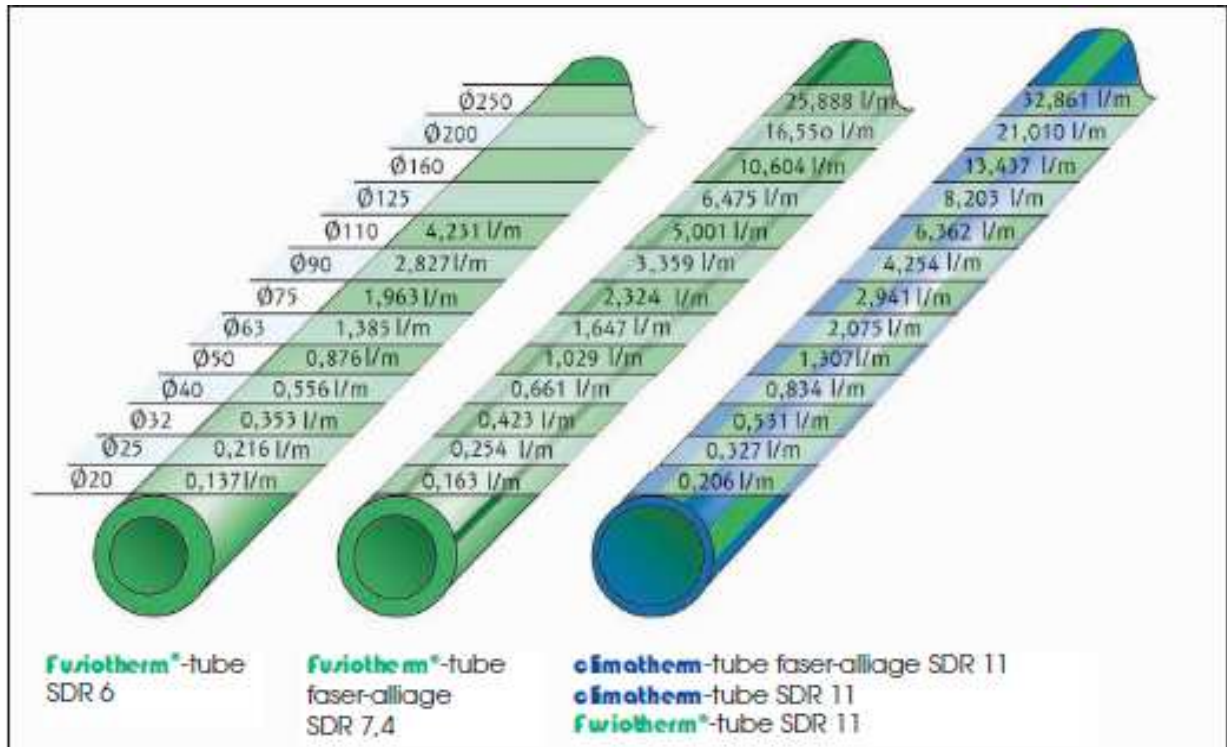
16	JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE N° 53	17 Ramadhan 1429 17 septembre 2008
<p>Art. 57. — Sont abrogées les dispositions du décret exécutif n° 92-382 du 13 octobre 1992, susvisé.</p>	<p>— la mise en place d'un appareil de chauffage et/ou de climatisation au niveau de chaque local,</p>	
<p>Art. 58. — Le présent décret sera publié au <i>Journal officiel</i> de la République algérienne démocratique et populaire.</p>	<p>— l'équipement de moyens de lutte contre l'incendie ; — l'installation d'une réserve d'eau adéquate ;</p>	
<p>Fait à Alger, le 17 Ramadhan 1429 correspondant au 17 septembre 2008.</p>	<p>— la réservation d'une salle de soins dotée de l'équipement de premiers secours</p>	
<p>Ahmed OUYAHIA</p>	<p>Art. 5. — Ne peuvent être admis dans les établissements et centres d'accueil de la petite enfance que les enfants dont l'âge correspond à celui porté sur l'arrêté d'autorisation délivré par le wali.</p>	
<p>ANNEXE CAHIER DES CHARGES APPLICABLE AUX ÉTABLISSEMENTS ET CENTRES D'ACCUEIL DE LA PETITE ENFANCE</p>	<p>Art. 6. — Il est tenu pour chaque enfant un dossier administratif comprenant :</p>	
<p>Article 1er. — Le présent cahier des charges a pour objet de fixer les conditions de création et les obligations applicables aux établissements et centres d'accueil de la petite enfance.</p>	<p>— un extrait de naissance ; — une copie du carnet de vaccination obligatoire ;</p>	
<p>Art. 2. — La demande d'autorisation de création d'un établissement ou centre d'accueil de la petite enfance dûment signée par le responsable ou le directeur ayant pouvoir pour représenter l'établissement ou le centre, accompagnée du dossier administratif et technique et de la souscription au cahier des charges, prévus par le décret exécutif n° 08-287 du 17 Ramadhan 1429 correspondant au 17 septembre 2008 fixant les conditions de création, l'organisation, le fonctionnement et le contrôle des établissements et centres d'accueil de la petite enfance, est déposée au niveau de la direction de wilaya chargée de l'action sociale.</p>	<p>— deux (2) photos ; — un certificat médical ;</p>	
<p>Art. 3. — Les établissements et centres d'accueil de la petite enfance doivent répondre aux exigences suivantes :</p>	<p>— une autorisation du parent ou du tuteur dûment légalisée.</p>	
<p>— être éloignés des différentes nuisances susceptibles de porter atteinte à la sécurité et à la santé physique et mentale des enfants ;</p>	<p>Art. 7. — Les établissements et centres d'accueil de la petite enfance ne doivent en aucun cas dépasser le nombre d'enfants accueillis mentionné sur l'arrêté d'autorisation délivré par le wali.</p>	
<p>— être adaptés aux activités socio-éducatives ; — être réservés exclusivement aux activités d'éveil, d'éducation et de socialisation des enfants ; — être dotés de locaux et équipements adéquats.</p>	<p>Art. 8. — L'assistante maternelle à domicile doit disposer d'un logement salubre et spacieux répondant aux normes et présentant toutes les commodités nécessaires à l'accueil et in garde à domicile des enfants qui lui sont confiés.</p>	
<p>Art. 4. — Les locaux des établissements d'accueil de la petite enfance doivent observer les normes suivantes :</p>	<p>Art. 9. — Les établissements, les centres d'accueil de la petite enfance et les assistantes maternelles à domicile, sont tenus de souscrire les assurances nécessaires prévues par la législation et la réglementation en vigueur.</p>	
<p>— le rapport entre la surface du local et le nombre d'enfants à accueillir fixé à 1,40 m<sup>2</sup> par enfant ;</p>	<p>Art. 10. — Les établissements ou centres d'accueil de la petite enfance et les assistantes maternelles à domicile cités à l'article 9 ci-dessus, sont responsables des enfants pendant l'accueil, depuis leur admission le matin jusqu'à leur sortie le soir.</p>	
<p>— le volume d'air nécessaire aux enfants fixé à 4m<sup>3</sup> d'air par enfant ;</p>	<p>Art. 11. — Les établissements ou centres d'accueil de la petite enfance et les assistantes maternelles à domicile sont tenus de rendre les enfants qui leur sont confiés à leurs parents ou tuteurs légaux.</p>	
<p>— la surface vitrée ouvrante fixée entre 10 et 15% de la surface du plancher du local assurant l'éclairage et la ventilation ;</p>	<p>Art. 12. — Le personnel assurant l'accueil de la petite enfance doit être indemne de toute maladie contagieuse et doit se soumettre à un contrôle médical au moins une (1) fois par trimestre.</p>	
<p>— l'ouverture des portes d'accès vers l'extérieur ; — la sécurité, l'hygiène et l'accessibilité aux personnes handicapées, prévues par la réglementation en vigueur ; — l'aménagement des locaux permettant la séparation des enfants qui marchent de ceux qui ne marchent pas ; — la séparation de la cuisine de la biberonnerie ;</p>	<p>Art. 13. — Les personnels chargés de l'encadrement des enfants doivent être âgés de vingt et un (21) ans au moins et être qualifiés. Ils sont affectés à raison de :</p>	
<p>— l'installation de toilettes pour chaque groupe de quinze (15) enfants ayant les dimensions et la configuration appropriées aux deux classes d'âge (moins de 3 ans et plus de 3 ans) ;</p>	<p>— une personne pour cinq (5) enfants non marchants ; — une personne pour douze (12) enfants marchants.</p>	
	<p>Art. 14. — Le personnel de service doit être en nombre suffisant, conformément aux normes d'hygiène et de sécurité.</p>	

### Annexe 9 : Cahier de charge pour la réglementation dans la crèche

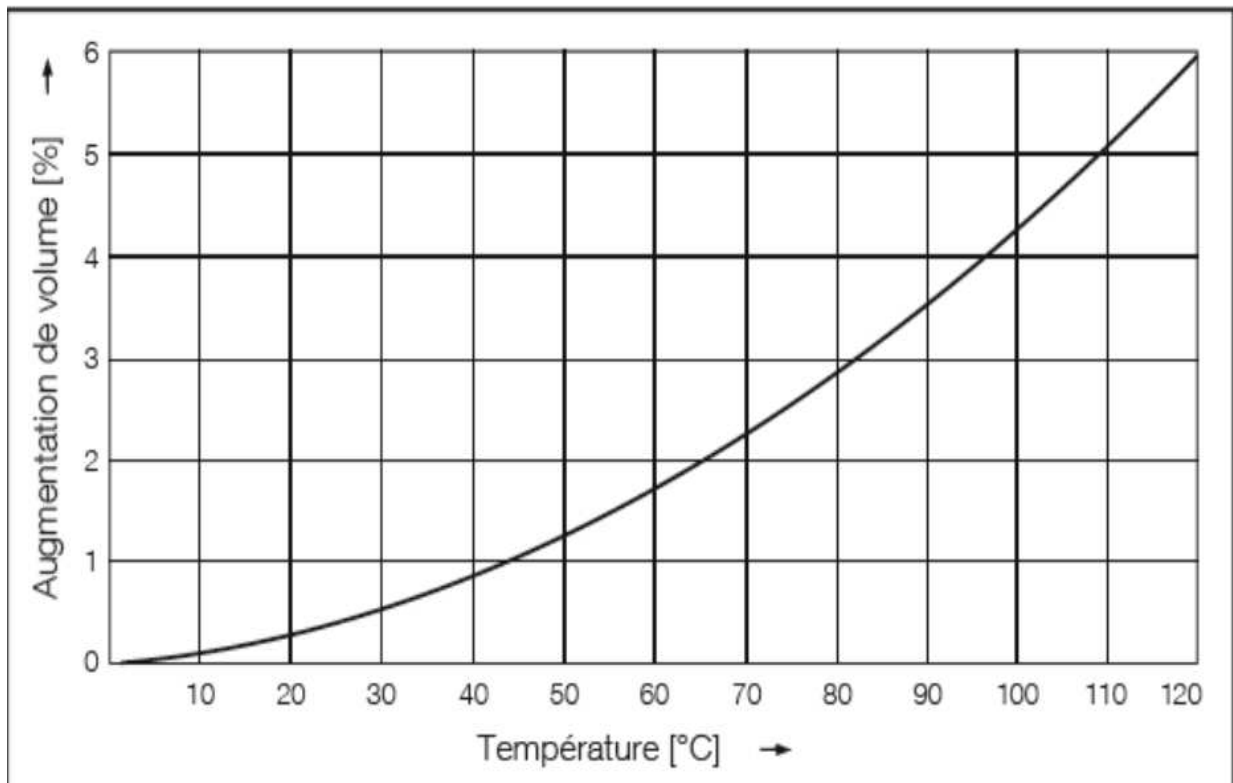
[Tapez ici]

[Tapez ici]

[Tapez ici]



Annexe 10



Annexe 11

