

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA BEJAIA
FACULTÉ DE TECHNOLOGIE
DÉPARTEMENT DE GÉNIE MÉCANIQUE

MEMOIRE

PRÉSENTÉ POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME DE

MASTER

FILIÈRE : GÉNIE MÉCANIQUE

SPÉCIALITÉ : INSTALLATIONS ÉNERGÉTIQUES ET TURBOMACHINES

PAR :

MESSAOUDI MOHAND

DJAFRI ABDELFETAH

Thème

Etude et dimensionnement d'une centrale de climatisation à eau glacée de l'hôtel belvédère (Sidi Bouali-Bejaia)

Soutenu le 30 juin 2019 devant le jury composé de :

Mr.	A. BENSLIMANE	Président
Mr.	A. SAHI	Rapporteur
Mr.	F. MENDIL	Examineur

ANNÉE UNIVERSITAIRE 2018-2019

REMERCIEMENTS

Nous remercions en premier lieu dieu le tout puissant de nous avoir donné la force et la volonté pour accomplir ce modeste travail.

Nos remerciements sont adressés à notre encadreur Mr. A. SAHI, pour son encadrement et ses conseils tout le long de ce travail.

Nous remercions vivement tous les membres de jury pour leurs évaluation critique et leurs remarques concrètes, si nécessaires au débat et la conclusion de ce travail.

Nous remercions également tous nos enseignants de département génie mécanique pour leurs efforts, en particulier Mr. A. DJERRADA.

Nous tenons à remercier tout le personnel de l'Entreprise SNC DJAMA & TOUATI-BEJAIA pour leur accueil exemplaire et leur aide précieuse durant notre période du stage pratique à l'entreprise.

Enfin, à tous ceux et celles qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

A mes très chers parents.

A mes sœurs.

A toute la famille.

A mes enseignants.

A tous mes amis.

F. DJAFRI

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chères et respectueux parents que je n'oublierai jamais leur soutien, leur encouragement et leur compréhension tout le long de mes études, « que dieu les garde ».

A mes très chères sœurs.

A mon petit frère : FARES.

A tous mes amis.

A tous ceux qui m'ont aidé et soutenus dans l'élaboration de ce travail.

M. MESSAOUDI

SOMMAIRE

Liste des figures.....	i
Liste des tableaux	iii
Nomenclature	v
Introduction générale	2

Chapitre I : Initiation à la climatisation

Introduction	3
I.1 Généralités	3
I.2 Principe de production de froid	3
I.3 Cycle frigorifique	4
I.4 Eléments principaux d'une machine frigorifique	5
I.4.1 Compresseur.....	5
I.4.2 Condenseur.....	5
I.4.3 Détendeur	5
I.4.4 Evaporateur	5
I.5 Systèmes de climatisation	5
I.5.1 Systèmes à détente directe	5
I.5.2 Systèmes à détente indirecte	7
I.6 Air humide	11
I.6.1 Grandeurs caractéristiques de l'air humide.....	11
Conclusion.....	12

Chapitre II : Méthodologie de calcul

Introduction :	13
II.1 Conditions de base.....	13
II.1.1 Conditions extérieurs de base	13
II.1.2 Conditions intérieures de base	15
II.2 Règles de calcul des apports calorifiques	15
II.2.1 Apports à travers les parois.....	16
II.2.2 Apports de chaleur internes	19
II.2.3 Apports de chaleur par introduction d'air extérieur	21
II.2.4 Apports calorifiques totaux.....	22
II.2.5 Vérification règlementaire	23
Conclusion.....	24

Chapitre III : Bilan frigorifique

Introduction	25
III.1 Paramètres géographiques du projet.....	25
III.2 Caractéristiques des matériaux utilisés dans le projet	25
III.3 Exemple de calcul du bilan frigorifique	26
III.3.1 Paramètres géométriques.....	26
III.3.2 Coefficients de transmission des parois opaques.....	27
III.3.3 Coefficient de transmission des parois vitrée.....	28
III.3.4 Calcul de la masse surfacique des murs	29
III.3.5 Calcul des apports calorifiques.....	29
III.4 Calcul de bilan frigorifique pour l'hôtel.....	36
III.5 Vérification règlementaire	43
Conclusion.....	43

Chapitre IV : Pertes de charge

Introduction	44
IV.1 Pertes de charges linéaires	44
IV.2 Pertes de charges singulières.....	45
IV.3 Exemple de calcul des pertes de charge.....	45
IV.4 Calcul des pertes de charge linéaires	46
IV.5 Calcul des pertes de charge singulières	47
IV.6 Pertes de charges total.....	48
Conclusion.....	49
Conclusion générale.....	50
Références Bibliographique	51

Liste des figures

Liste des figures

Figure I.1. Cycle théorique d'une machine frigorifique à compression.	4
Figure I.2. Constituants d'un mono-split.	6
Figure I.3. Constituants d'un Bi-split système.	7
Figure I.4. Groupe d'eau glacée.	8
Figure I.5. Schéma d'un circuit de distribution de froid à partir d'un fluide frigoporteur. ...	8
Figure I.6. Composants du groupe d'eau glacée.	9
Figure I.7. Différents éléments d'une cassette air/eau.	10
Figure I.8. Plafonnier type Gainable.	10
Figure III.1. Plan de la chambre.	26
Figure III.2. Partie ensoleillée du vitrage.	31
Figure IV.1. Circuit hydraulique d'eau glacée de 3 ^{ème} étage.	45

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau I.1. Principaux réfrigérants et leurs températures d'ébullition.	4
Tableau II.1. Conditions extérieurs de base.	14
Tableau II.2. Condition intérieures de base.....	15
Tableau II.3. Coefficient d'absorption.	17
Tableau II.4. Nombre d'occupants.	20
Tableau III.1. Caractéristiques des matériaux utilisés dans le projet.....	25
Tableau III.2. Paramètres géométriques de la chambre.	27
Tableau III.3. Coefficient de transmission des parois opaques extérieures.	27
Tableau III.4. Coefficient de transmission des parois opaques intérieures.	28
Tableau III.5. Coefficient de transmission des parois vitrées.	28
Tableau III.6. Masse rapportée à la surface du plancher de la chambre.	29
Tableau III.7. Apports à travers les parois opaques aériennes.	30
Tableau III.8. Apports à travers les parois en contact avec un local non conditionné.	30
Tableau III.9. Gains dus au gradient de température à 8 h.....	31
Tableau III.10. Valeurs de rayonnement total maximal réel et diffus maximal réel.	31
Tableau III.11. Valeurs des paramètres solaires (en degré).	32
Tableau III.12. Surface ombrée et ensoleillée de la paroi vitrée.	32
Tableau III.13. Gains dus au rayonnement solaire.	32
Tableau III.14. Gains dus au rayonnement solaire.	32
Tableau III.15. Apports à travers la paroi vitrée à (15 h).....	33
Tableau III.16. Apports de chaleur internes.	33
Tableau III.17. Apports sensibles dus aux infiltrations.	34
Tableau III.18. Humidité spécifique de l'air intérieur.....	34
Tableau III.19. Apports dus aux infiltrations.	34
Tableau III.20. Apports calorifiques totaux.	34
Tableau III.21. Apports calorifiques de références des parois opaques.....	35
Tableau III.22. Apport de référence de la paroi vitrée.....	35
Tableau III.23. Vérification règlementaire.....	35
Tableau III.24. Apports 4ème étage.....	36
Tableau III.25. Apports 3ème étage.....	37
Tableau III.26. Apports 2ème étage.....	38
Tableau III.27. Apports 1 ^{er} étage.	39

Tableau III.28. Apports rez-de-chaussée.	40
Tableau III.29. Apports sous-sol 1.....	41
Tableau III.30. Apports sous-sol 2.....	42
Tableau III.31. Apports sous-sol 3.....	42
Tableau III.32. Puissance totale.....	43
Tableau III.33. Apports de références de l'hôtel.....	43
Tableau III.34. Somme des apports calorifiques des parois opaques et vitrée de l'hôtel....	43
Tableau IV.1. Puissances et débit des unités intérieures.....	46
Tableau IV.2. Pertes de charge linéaires, conduite aller.	46
Tableau IV.3. Pertes de charge linéaires, conduite retour.....	47
Tableau IV.4. Coefficients de pertes de charge singulières.	47
Tableau IV.5. Pertes de charge singulières aller.	48
Tableau IV.6. Pertes de charge singulières retour.	48
Tableau IV.7. Pertes de charge total.	49
Tableau IV.8. Puissance requise de la pompe.	49

Nomenclature

Symboles	Désignation	unité
$r_{b,e}^s$	Humidité spécifique de base de l'air extérieure	$\text{kg}_{\text{d'eau}} / \text{kg}_{\text{d'air sec}}$
E_b	Écart diurne de base	$^{\circ}\text{C}$
C_{TS}	Coefficient correcteur	%
It, b	Rayonnement total de base	W / m^2
Id, b	Rayonnement diffus de base	W / m^2
It	Rayonnement total maximal réel	W / m^2
Id	Rayonnement diffus maximal réel	W / m^2
C_{cadre}	Coefficient tenant compte de la nature de cadre	-
C_{limp}	Coefficient tenant compte de la nature de la limpidité	-
C_{alt}	Coefficient tenant compte de la nature de l'altitude	-
C_{ros}	Coefficient tenant compte de la nature de la valeur du point du rosé	-
$r_{b,i}^s$	Humidité spécifique de base de l'air intérieur	$\text{kg}_{\text{d'eau}} / \text{kg}_{\text{d'air sec}}$
$K_{\text{été}}$	Coefficient de transmission en partie courante de la paroi considérée pour l'été	$\text{W} / \text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$
S_{int}	Surface intérieure total de la paroi considérée	m^2
ΣR	Somme des résistances thermique de différentes couches de matériaux	$\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{W}$
$\frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_i}$	Somme des résistances d'échange superficiel	$\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{W}$
e	Épaisseur du matériau	m
$C_{\Delta\theta_e}$	Facteur de correction	$^{\circ}\text{C}$
$It, b(40)$	Le rayonnement total de base pour le mois de juillet la latitude 40° et pour l'orientation de considérée	W / m^2
C_{inc}	Coefficient correcteur	-
S_{ouv}	Surface de l'ouverture dans la paroi opaque	m^2
S_v	Surface total vitrée	m^2
$S_{v_{\text{ens}}}$	Surface vitrée ensoleillée	m^2
N_{pvi}	Coefficient d'amortissement relatif aux gains par ensoleillement à travers les parois vitrées	-
K_{wn}	Coefficient de transmission du vitrage nu	$\text{W} / \text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$
r_v	Résistance supplémentaire des voilages éventuels	$\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{W}$
r_{rid}	Résistance supplémentaire des rideaux éventuels	$\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{W}$
r_{occ}	Résistance supplémentaire des occultations	$\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{W}$
M	Masse rapportée à la surface du plancher	kg / m^2
m_{ext}	Masse des parois séparant la zone thermique considérée et les l'environnement extérieur	kg
m_{sep}	Masse des parois séparant la zone thermique considérée et les autres zones thermiques	kg

S_{pl}	Surface de plancher pour la zone thermique considérée	m^2
$N_{AI,j}$	Coefficient d'amortissement relatif à l'apport interne j	-
$Q_{s,oc}$	Gains sensibles des occupants	W
n	Nombre d'occupants	-
$C_{s,oc}$	Chaleur sensible des occupants	W
$Q_{l,oc}$	Gains latents des occupants	W
$C_{l,oc}$	Chaleur latente des occupants	W
W_n	Puissance nominale de l'ampoule ou du tube fluorescent	W
C_m	Coefficient de majoration	-
C_{cr}	Pourcentage de chaleur résiduelle correspondant à la part d'énergie restant dans la salle	-
qv_{inf}	Débit d'air dû aux infiltrations	m^3/h
qvo_{inf}	Débit d'infiltration correspond à l'ouvrant i	m^3/h
P_S	Pression de saturation de vapeur d'eau	Pa
$C_{\Delta as}$	Coefficient de majoration des gains sensibles	W
$C_{\Delta al}$	Coefficient de majoration des gains latents	W
a	Coefficient liée à la nature de la construction	-
C	Coefficient dépend de type d'usage de la construction	-
N_{PVI}	Coefficient d'amortissement	-
V_{moy}	Vitesse moyenne d'écoulement	m/s
Re	Nombre de Reynolds	-
qv	Débit volumique	m^3/h
e_1	Langueur d'ombre verticale	m
d	Largeur de la saillie verticale	m
c	Profondeur de la partie ensoleillée	m
L	Langueur de la conduite	m
D	Diamètre de la conduite	m
APO	Apport de chaleur à travers une paroi opaque	W
AVT	Apport à travers les parois vitrées intérieures	W
AV	Gains à travers les parois vitrées extérieures	W
AVT	Gains dus au gradient de température à travers les parois vitrées	W
AVE	Gains dus au rayonnement solaire à travers les parois vitrées	W
FS	Facteur solaire du vitrage	-
AI	Apport de chaleur interne à l'instant t	W
$AI_{s,j}$	La partie sensible de l'apport interne j	W
$AI_{l,j}$	La partie latente de l'apport interne j	W
CS_j	Coefficient de simultanéité relatif à l'apport interne j	-
$AINF_s$	Apport de chaleur sensible dus aux infiltrations	W

A_{INF_1}	Apport de chaleur latent dus aux infiltrations	W
A_s	Apport calorifique sensible	W
A_l	Apport calorifique latent	W
AT_s	Apport calorifique total sensible	W
AT_l	Apport calorifique total latent	W
AT	Apport calorifique total	W
$A_{réf}$	Apport calorifique de référence	W
$A_{réf,PH}$	Apport calorifique de référence à travers les parois opaques horizontales	W
$A_{réf,PV}$	Apport calorifique de référence à travers les parois opaques verticales	W
$A_{réf,PVI}$	Apport calorifique de référence à travers les parois vitrées	W
$AVE_{réf}$	Apport de référence dus à l'ensoleillement	W
$AVT_{réf}$	Apport de référence dus au gradient de température	W
$FS_{réf}$	Facteur solaire de référence	-

Symboles Grecs

Symbole	Désignation	unité
ξ	Coefficient de perte de charge singulière	-
ρ	Masse volumique	kg / m ³
β	Hauteur du soleil	Degré
δ	Déclinaison solaire	Degré
ω	L'angle solaire	Degré
Φ	Azimute solaire	Degré
φ	Azimute de la paroi considérée	Degré
λ	Coefficient de perte de charge linéaire	-
μ	Viscosité dynamique	Pa.s
ψ	Humidité relative de base	%
λ	Conductivité thermique du matériau	W/ m.°C
$\theta_{b,e}$	Température sèche de bas de l'air extérieur	°C
θ_m	Température moyenne de l'air extérieur	°C
$\theta_e(t)$	Température sèche de l'air extérieur à l'heure t	°C
$\theta_{b,i}$	Température sèche de bas de l'air intérieur	°C
$\Delta\theta_e(t)$	Différence équivalente de température à l'heur t	°C
$\Delta\theta_{es}$	Différence de température équivalente en considérant que la paroi est à l'ombre	°C
$\Delta\theta_{em}$	Différence de température équivalente pour l'orientation de la paroi considérée	°C
$\Delta\theta_{max}$	Écart de température maximal entre l'intérieur et l'extérieur	°C

$\Delta\theta_{\text{inc}}$	Écart de température entre l'espace non conditionné et le local considérée	°C
$\Delta\theta_{\text{réf,PH}}$	Différence de température de référence pour les parois opaques horizontales	°C
$\Delta\theta_{\text{réf,PV}}$	Différence de température de référence pour les parois opaques verticales	°C
$\Delta\theta_{\text{réf,PVI}}$	Différence de température de référence des parois vitrées	°C
ΔP_{L}	Pertes de charges linéaires	Pa
ΔP_{S}	Pertes de charge singulière	Pa

Introduction générale

Introduction générale

Les systèmes de climatisation apparus en 1925 ont été très largement développés afin d'assurer le confort à l'intérieur des bâtiments. Actuellement le domaine de la climatisation est d'une importance majeure, vu qu'elle présente l'avantage de proposer une solution rapide et efficace aux conditions extrêmes.

Dans le cadre de ce mémoire nous étudierons plus particulièrement les divers apports calorifiques à travers l'enveloppe et à l'intérieur du l'hôtel, afin d'estimer la puissance frigorifique nécessaire et opter pour un équipement adéquat qui assure le confort et l'économie d'énergie simultanément.

Le présent travail a pour objectif l'étude et dimensionnement d'une centrale de climatisation à eau glacée de l'hôtel belvédère (Sidi Bouali-Bejaia), d'où la nécessité d'élaborer un bilan frigorifique afin de déterminer les besoins en froid pour les mois d'été, et de garantir les conditions favorables de confort.

Nous abordons dans le premier chapitre quelques généralités sur la climatisation, par la suite nous présentons les différents équipements fréquentés au cours de notre stage pratique. Pour finir avec quelques grandeurs caractéristiques de l'air humide intervenants dans le calcul de bilan frigorifique.

Le deuxième chapitre intitulé « méthodologie de calcul » est réservé aux différentes formules employées pour le dimensionnement de l'installation.

Le troisième chapitre consiste à calculer le bilan frigorifique de l'hôtel, suivi par l'application de la méthode de vérification de la conformité à la réglementation thermique d'été des bâtiments, ainsi que la présentation des différents résultats issues de calcul.

Dans le quatrième chapitre nous traitons les différentes pertes de charge dans le circuit hydraulique, dans le but de déterminer la puissance requise que doit y avoir la pompe pour assurer l'acheminement et la circulation de l'eau glacée.

Pour finir nous dressons une liste de perspectives qui serait, selon notre point de vue intéressante dans la continuité de cette étude.

CHAPITRE I

Initiation à la climatisation

Introduction

Afin de maîtriser les conditions climatiques (température, humidité, etc...) d'un local, la climatisation fait appel à des procédés et équipements divers.

Ce chapitre illustre des généralités sur la climatisation, nous présentons dans ce qui suit les différents équipements de climatisation utilisés dans le projet ainsi que leurs principes de fonctionnement, par la suite une présentation des grandeurs caractéristiques de l'air humide qui vont servir dans le calcul de bilan frigorifique.

I.1 Généralités

La climatisation est la technique qui consiste à modifier, contrôler et réguler les conditions climatiques à l'intérieur des locaux pour des raisons techniques ou bien de confort.

Le confort thermique se définit comme la satisfaction exprimée à l'égard de l'ambiance thermique du milieu environnant [1]. Pour qu'une personne se sente confortable, plusieurs conditions doivent être réunies :

- Le corps doit maintenir une température interne stable.
- La production de sueur ne doit pas être abondante et la température moyenne de la peau doit être confortable.

L'étude de climatisation prend en considération différents modes de transfert de chaleur (convection, conduction, rayonnement et l'évaporation), entre le milieu environnant et les individus ou bien les matériaux.

I.2 Principe de production de froid

Les machines frigorifiques sont des systèmes qui doivent transférer de l'énergie calorifique d'un niveau de température inférieure vers un niveau de température supérieure, grâce à une substance chimique, dont la température d'ébullition à la pression atmosphérique est inférieure à la température ambiante, que l'on appelle réfrigérant (fluide frigorigène).

Le tableau I.1, donne les principaux fluides frigorigènes et leurs températures d'ébullition à la pression atmosphérique [2].

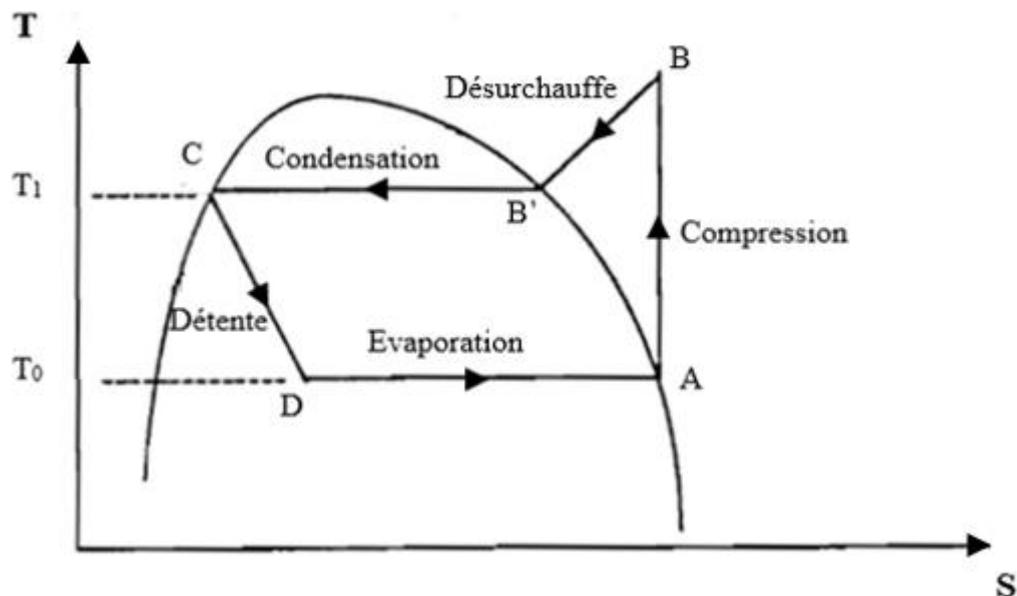
Tableau I.1. Principaux réfrigérants et leurs températures d'ébullition.

réfrigérants	Compositions chimique	Températures d'ébullition
Eau	H ₂ O	100
R 11	CF Cl ₃	23,3
R 12	CF ₂ Cl ₂	-29,8
R 22	CHF ₂ Cl	-40,7
R 500	(azéotrope)	-33,3
R502		-45,6
Ammoniac	NH ₃	-33,3

I.3 Cycle frigorifique

Le cycle de réfrigération est celui de Carnot parcouru en sens indirect en cycle frigorifique.

En effet la source chaude est à la température T_1 et la source froide est à T_0 . Une quantité de chaleur Q_0 est prise de la source froide, et une autre Q_1 est cédée à la source chaude (voir figure I.1).

**Figure I.1.** Cycle théorique d'une machine frigorifique à compression.

I.4 Éléments principaux d'une machine frigorifique

Une machine frigorifique est composée de quatre éléments principaux :

I.4.1 Compresseur

Son rôle est d'aspirer le fluide frigorigène à l'état gazeux, de le comprimer pour augmenter sa pression et sa température. Et ceci pour permettre à la vapeur de céder de la chaleur au milieu extérieur ou bien au fluide caloporteur du condenseur.

I.4.2 Condenseur

Le condenseur est l'appareil qui sert à évacuer la chaleur de condensation (constituée par la chaleur extraite à l'évaporateur plus l'équivalent thermique du travail de compression).

I.4.3 Détendeur

Le détendeur permet d'abaisser la pression et la température du fluide frigorigène, de doser le liquide admis à l'évaporateur et de régler ainsi sa puissance. Il assure aussi le maintien dans l'évaporateur et dans condenseur des pressions (et par conséquent des températures) idéales pour le fonctionnement des installations dans les conditions extérieures données.

I.4.4 Evaporateur

C'est là que le fluide frigorigène à basse température et à basse pression va absorber la chaleur de la substance à refroidir (eau ou air) de devenir gazeux. Ce gaz sera ensuite absorbé par le compresseur et le cycle reprend.

I.5 Systèmes de climatisation

I.5.1 Systèmes à détente directe

Le rafraîchissement de l'air est obtenu à l'aide d'un évaporateur (unité intérieure) placé dans le local à traiter par utilisation direct du fluide frigorigène qui transporte les calories vers le condenseur (unité extérieur) où elles seront évacuées. Cette technique permet d'éviter le retour des calories par dépression de la pièce.

A. Mono-split systèmes

Ce sont des appareils à deux éléments séparés, composés d'une unité intérieure [3], d'une unité extérieure, et une télécommande à infrarouge qui permet le contrôle de l'unité. Ils sont conçus pour la climatisation de petites et moyennes surfaces de 10 à 30 m².

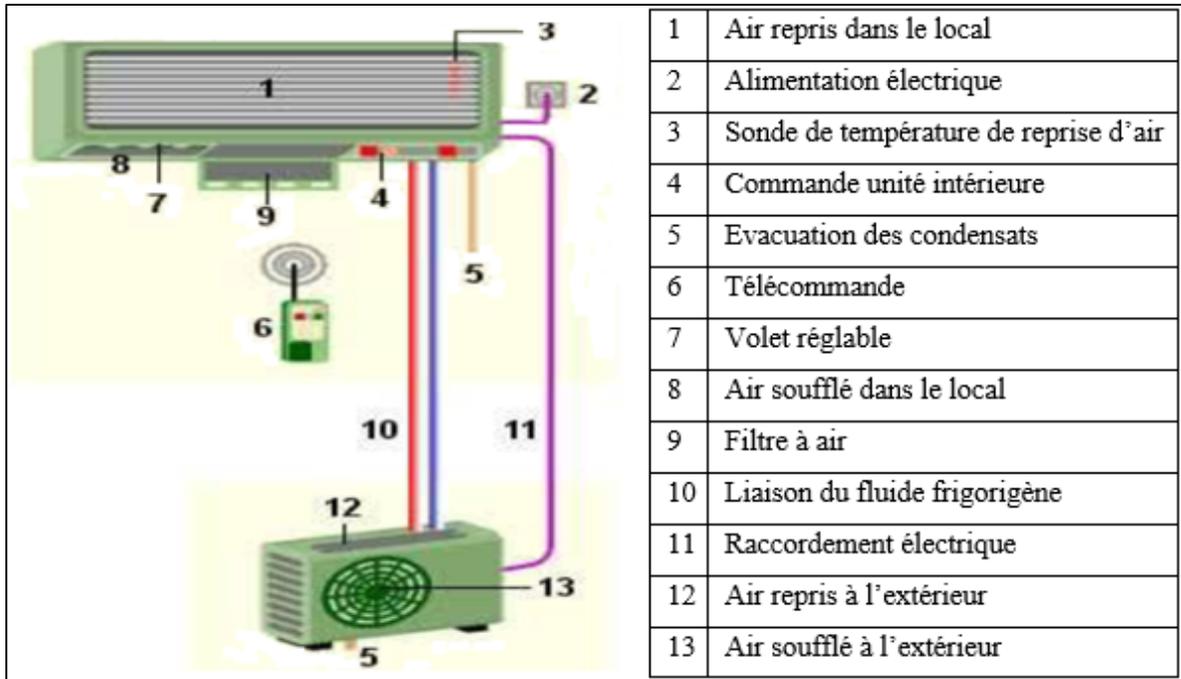


Figure I.2. Constituants d'un mono-split.

B. Multi-split systèmes

Le principe du split est aussi appliqué à deux ou plusieurs pièces. C'est-à-dire que le climatiseur est composé d'une seule unité extérieure, plus puissante que celle des mono-split, raccordée à deux ou plusieurs unités intérieures placées dans des pièces différentes comme illustrée dans la figure ci-dessous.

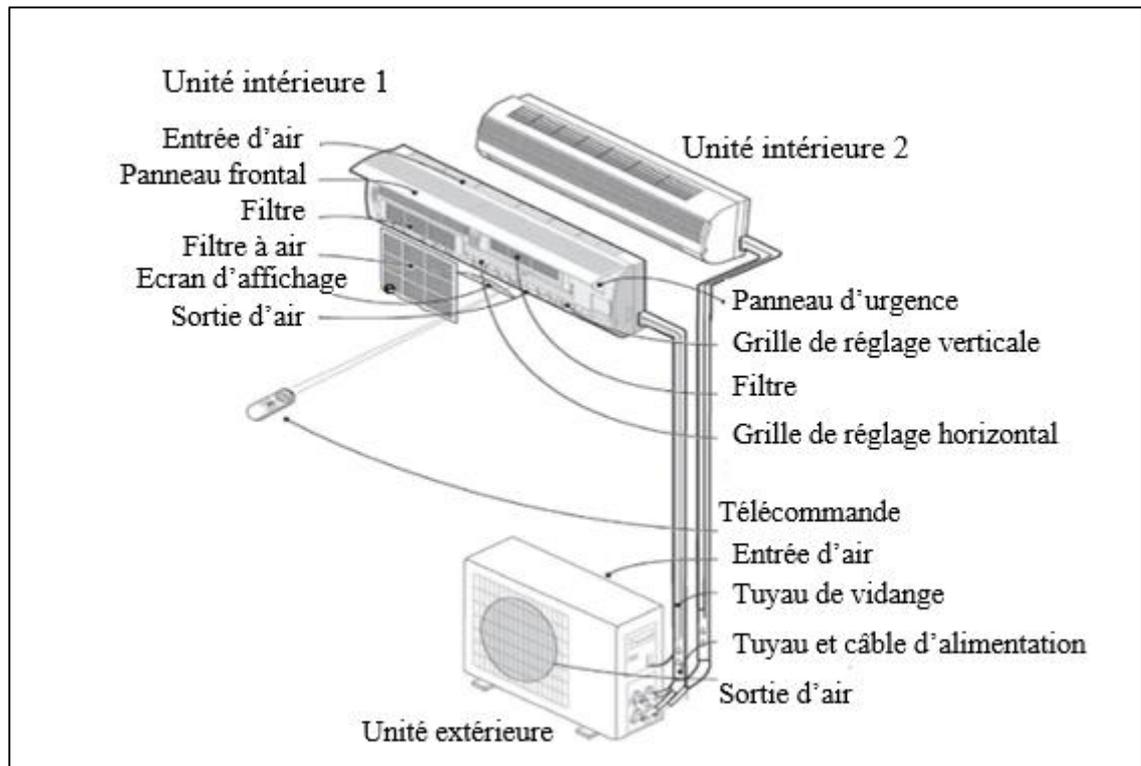


Figure I.3. Constituants d'un Bi-split système.

- **Climatisation réversible**

Les climatiseurs réversibles assurent le chauffage et la climatisation, ils fonctionnent ainsi en mode froid ou chaud. La fonction de chauffage est basée sur le principe de la réversibilité (pompe à chaleur) c'est-à-dire l'inverse de la production de froid (les calories sont captées à l'extérieur pour être restituées à l'intérieur).

I.5.2 Systèmes à détente indirecte

Nous pouvons distinguer deux types des systèmes à détente indirecte ; les systèmes tout air qui reposent sur le principe de traitement d'air centralisé avec une distribution d'air vers les zones à traiter, les systèmes tout eau qui utilisent comme fluide primaire de l'eau préparée par des équipements groupés en centrale. Cette eau est distribuée aux appareils terminaux par l'intermédiaire des réseaux de tuyauteries, c'est le type de système utilisé dans le cadre de ce projet.

A. Groupe d'eau glacée

Les groupes d'eau glacée, aussi appelés « Chiller », sont largement utilisés en climatisation de confort ou pour les procédés industriels.

Ils sont généralement livrés complètement assemblés et prêts à être installés, et doivent être fixés sur des socles en béton cela permettra de minimiser le niveau sonore engendré lors de fonctionnement des accessoires (pompes, compresseurs).



Figure I.4. Groupe d'eau glacée.

B. Principe de fonctionnement

Au lieu de refroidir directement de l'air, l'énergie frigorifique produite par le groupe frigorigène est transférée à l'eau (fluide frigoporteur) au niveau de l'évaporateur, qui sera transportée jusqu'aux équipements terminaux.

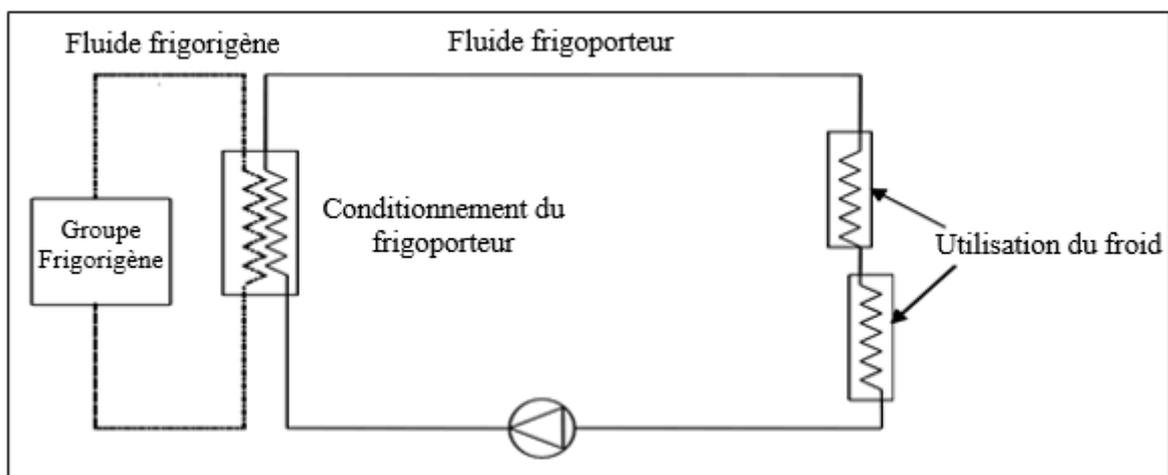


Figure I.5. Schéma d'un circuit de distribution de froid à partir d'un fluide frigoporteur.

C. Éléments principaux d'un groupe d'eau glacée

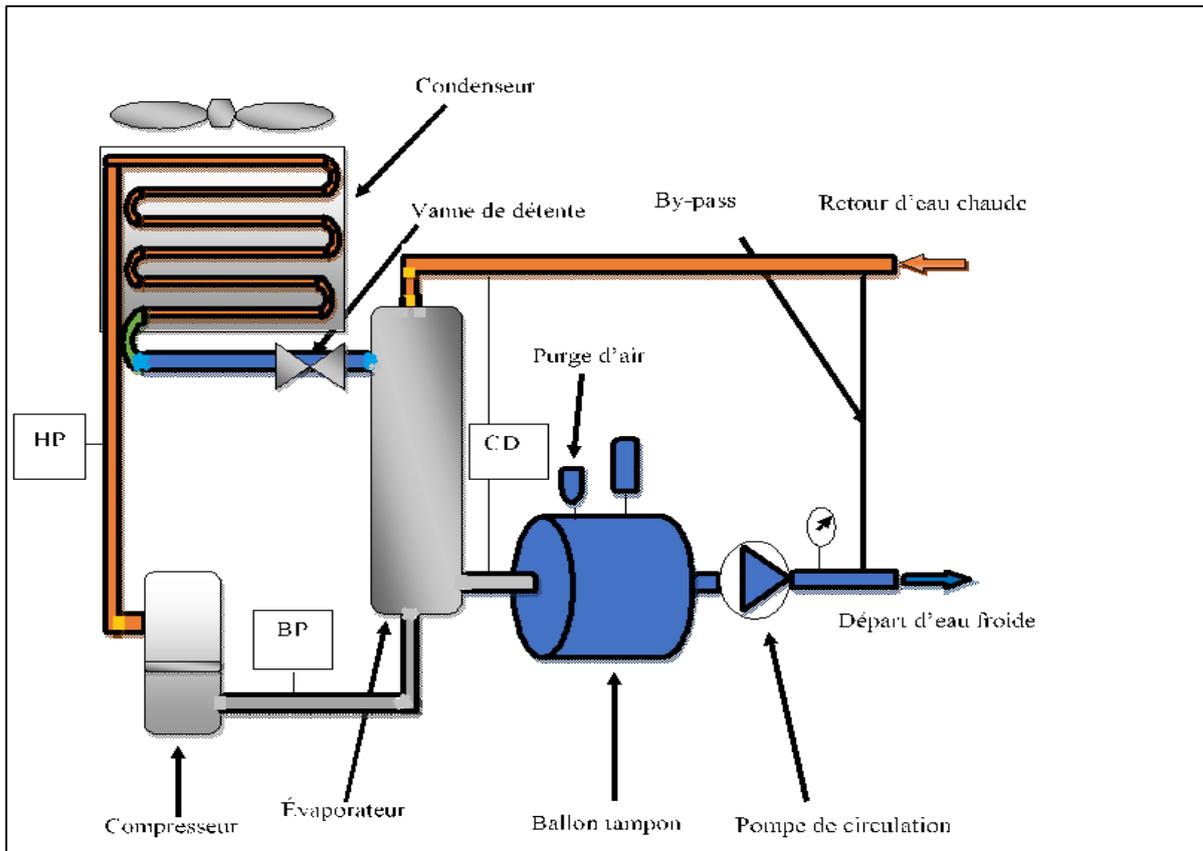


Figure I.6. Composants du groupe d'eau glacée.

Les groupes d'eau glacée sont constitués principalement d'un groupe de production du froid dont les éléments principaux sont présentés précédemment et d'un réseau hydraulique dont les composants sont :

- **Pompes de circulation** : elles sont destinées à forcer la circulation d'eau dans le circuit hydraulique.
- **Réservoir tampon** : appelé aussi ballon tampon, il permet le stockage de froid.
- **By-pass** : il assure la circulation d'eau en boucle fermée dans le cas de la fermeture de circuit hydraulique à fin d'éviter la détérioration de la pompe.
- **Contrôleur de débit** : il protège l'évaporateur contre les débits nul ou insuffisant.
- **Disconnecteur** : il est utilisé contre les retours d'eau à température élevée.

D. Equipements terminaux

- **Cassette air/eau**

Une cassette de climatisation est une unité intérieure prévue pour être encastrée dans un faux plafond et soufflant vers le bas. Selon le nombre de sorties d'air, on les appelle Cassettes à quatre voies, deux voies ou une seule voie. Ce type d'unité est très utilisé dans les bureaux et les surfaces commerciales etc.

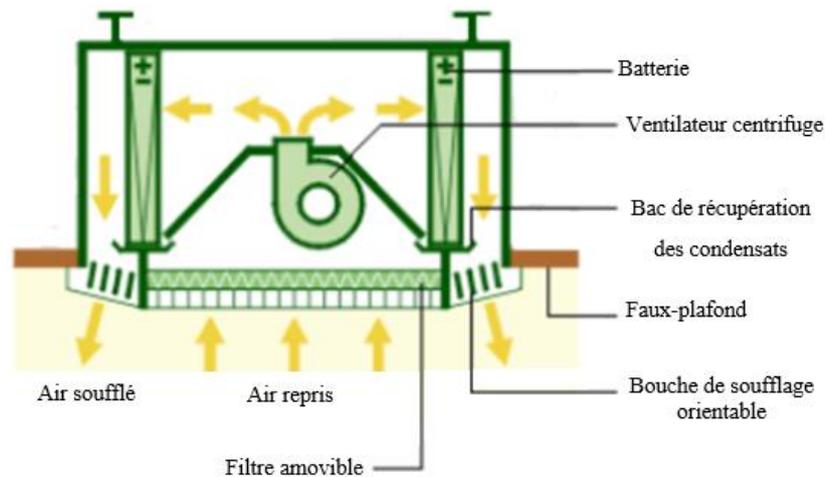


Figure I.7. Différents éléments d'une cassette air/eau.

- **Plafonniers type gainable air/eau :**

C'est un appareil de traitement d'air destiné au refroidissement de l'air qui le traverse. L'énergie thermique est apportée au plafonnier par l'eau. L'air porté à la température voulue est soufflé directement dans le local à climatiser. Il est équipé d'un ventilateur centrifuges, d'un échangeur de chaleur air/eau menée des ailettes, d'un filtre à air et un bac de récupération des condensats.



Figure I.8. Plafonnier type Gainable.

I.6 Air humide

L'air humide est un mélange d'air sec et de vapeur d'eau, les grandeurs caractéristiques de ce mélange sont obtenues en utilisant la loi de Dalton.

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

I.6.1 Grandeurs caractéristiques de l'air humide

- **Humidité relative**

C'est le rapport de la pression partielle de la vapeur d'eau contenue dans l'air sur la pression partielle de saturation à la même température. Elle exprime la portion de la vapeur d'eau contenue dans l'air.

$$\Psi = \frac{p_v}{p_{s,\theta}} \quad (\text{I.1})$$

- **Humidité spécifique**

C'est la masse totale d'humidité associée à un kilogramme d'air sec.

$$r^s = 0,622 \frac{p_v}{p - p_v} \quad (\text{I.2})$$

- **Pression de vapeur saturante**

C'est la pression à laquelle la phase gazeuse est en équilibre avec sa phase liquide à une température donnée.

$$\log_{10}(p_s) = 2,7877 + \frac{7,625 \cdot \theta}{241 + \theta} \quad (\text{I.3})$$

- **Température de bulbe sec θ**

Appelée aussi température sèche, est la température indiquée par un thermomètre placé dans un courant d'air, dont le bulbe est parfaitement sec.

- **Température de bulbe humide θ_h**

La température humide est la température indiquée par un thermomètre dont le bulbe est recouvert par une mèche maintenue mouillée et exposée à un courant d'air.

- **Température de rosé θ_r**

Le point de rosée est la température à laquelle la vapeur d'eau contenue dans l'air commence à se condenser.

- **Ecart diurne E_b**

L'écart diurne de base est la moyenne mensuelle durant les mois de Juillet et d'Août de la différence entre les températures sèches maxima et minima de l'air extérieur durant une journée.

Conclusion

Ce chapitre présente des généralités sur la climatisation, les principaux systèmes de climatisation et leurs principes de fonctionnement ainsi que les grandeurs caractéristiques de l'air humide intervenant dans le calcul de bilan frigorifique.

CHAPITRE II

Méthodologie de calcul

Introduction :

L'évaluation des charges thermiques des bâtiments à climatiser représente l'une des étapes les plus importantes dans le dimensionnement d'un système de climatisation, cependant, ce chapitre est destiné à cerner l'ensemble des formules à exploitées pour le dimensionnement de groupe d'eau glacée.

Dans la première partie nous présentons l'ensemble des formules sélectionnées pour le calcul du bilan thermique et la détermination de la puissance frigorifique requise, ainsi que la méthode de vérification de la conformité à la réglementation thermique d'été. Dans cette partie nous allons suivre la méthode énoncée par le DTR C 3-T relatif à la réglementation thermique des bâtiments algérienne, en se limitant au calcul des charges estivales.

Nous abordons par la suite les équations utilisées pour le calcul des pertes de charge dans le circuit hydraulique, cela dans le but de dimensionner et de choisir une pompe adéquate pour ce circuit.

II.1 Conditions de base

Déterminer les conditions de température et d'hygrométrie de l'environnement intérieur et extérieur constitue le point de départ d'un projet de climatisation.

II.1.1 Conditions extérieurs de base

A. Caractéristiques de l'air extérieur

L'air extérieur est caractériser par :

- La température sèche de base $\theta_{b,e}$;
- L'humidité spécifique de base de l'air extérieur $r_{b,e}^s$;
- L'écart diurne de base E_b ;
- La température moyenne θ_m .

Les caractéristiques climatiques de base de l'air extérieur sont fonction de la zone climatique et de l'altitude où est implanté le projet. Les valeurs de ces derniers sont fixées dans le tableau 1. Conformément à la classification thermique donnée dans l'annexe B.5 [4], le projet se situe dans la zone (A), à une altitude inférieure à 500 m.

Tableau II.1. Conditions extérieures de base.

Zone climatique		Température sèche $\theta_{b,e}$ (°C)	Humidité spécifique $i_{b,e}^s$ (Kg _{eau} / Kg _{airsec})	Écart diurne E_b (°C)	Température moyenne θ_m (°C)
A	alt<500m	34	0,0145	9	25,5

B. Température sèche de l'air extérieure

Nous pouvons calculer la température sèche de l'air extérieur pour le mois de juillet, en utilisant l'expression (II.1).

$$\theta_e(t) = \theta_{b,e} - [C_{TS}(t) \cdot E_b] \quad (II.1)$$

C. Rayonnement solaire de base

Le rayonnement solaire est l'ensemble des ondes électromagnétiques émises par le soleil, il se divise en deux composantes ; on distingue :

- Le rayonnement direct ; qui est constitué par la proportion de rayonnement initial et qui parvient jusqu'à la surface de la terre ;
- Le rayonnement diffus ; qui est dû à la réflexion par les particules vapeur d'eau, d'ozone ou de poussière et qui est réparti de façon uniforme à la surface de la terre.

Le rayonnement total maximal réel I_t et diffus maximal réel I_d , sont donnés respectivement par les relations (II.2) et (II.3).

$$I_t = [C_{cadre} \cdot C_{limp} \cdot C_{alt} \cdot C_{ros}] \cdot I_{t,b} \quad (II.2)$$

$$I_d = [C_{cadre} \cdot C_{limp} \cdot C_{alt} \cdot C_{ros}] \cdot I_{d,b} \quad (II.3)$$

Les coefficients C_{TS} , C_{cadre} , C_{limp} , C_{alt} , C_{ros} , sont respectivement coefficient correcteur, coefficient tenant compte de la nature de cadre, coefficient tenant compte de la limpidité de l'atmosphère, coefficient tenant compte de l'altitude et coefficient tenant compte de la valeur du point de rosée [4].

II.1.2 Conditions intérieures de base

Les conditions intérieures de base sont définies par :

- La température sèche de base de l'air intérieur ;
- L'humidité relative de base de l'air intérieur ;

La température sèche et l'hygrométrie du bâtiment dépend de confort convoité, concernant le bâtiment étudié, le confort est privilégié par rapport à l'aspect économique, par conséquent nous optons pour un niveau de confort dit « amélioré », à cet effet, on n'accepte pas d'accroissement de la température intérieure sèche de base.

Tableau II.2. Condition intérieures de base.

Application	Niveau de confort amélioré	
	$\theta_{b,i}$ Température sèche (°C)	Ψ Humidité relative (%)
Séjour de longue durée Logement, hôtel, bureaux, etc.	24	45

II.2 Règles de calcul des apports calorifiques

Les apports calorifiques correspondent à des facteurs physiques intérieurs et extérieurs susceptibles d'engendrer des variations de température et d'hygrométrie au sein d'une habitation.

Les apports calorifiques ou gains d'un local sont égaux à la somme des apports de chaleur sensible et latente, provenant d'une source intérieure ou extérieure sans tenir compte des apports dus à l'installation.

Le calcul des apports calorifiques a une importance majeure, puisqu'il nous permet d'estimer la puissance frigorifique requise pour chaque local, par conséquent nous pouvons choisir l'équipement convenable qui assure le confort, et la réduction de la consommation en énergie.

Nous pouvons distinguer trois types principaux d'apports de chaleur : les apports à travers les parois, apports de chaleur dus aux charges internes et les apports de chaleur par introduction d'air extérieur.

II.2.1 Apports à travers les parois

A. Apports à travers les parois opaques

Dans cette étude nous nous limiterons au calcul des apports à travers les parois opaques aérienne et ceux en contact avec des locaux non conditionnés.

- **Parois opaques aériennes :**

Les parois opaques aériennes sont celles qui sont en contact directe avec l'air extérieur. Les apports de chaleurs à travers une paroi opaque aérienne s'écrivent :

$$\mathbf{APO}(t) = 1,2 \cdot \mathbf{K}_{\text{été}} \times \mathbf{S}_{\text{int}} \cdot \Delta\theta_e(t) \quad (\text{II.4})$$

Sachant que :

1,2 est un coefficient de majoration qui tient compte des apports latéraux linéiques (à travers les ponts thermiques) ;

$k_{\text{été}}$: C'est le coefficient de transfert thermique. Ce dernier est obtenu à partir de la relation (II.5).

$$\frac{1}{\mathbf{K}_{\text{été}}} = \sum \mathbf{R} + \frac{1}{\mathbf{h}_e} + \frac{1}{\mathbf{h}_i} \quad (\text{II.5})$$

R_{th} : mesure la résistance qu'une épaisseur du matériau oppose au passage de la chaleur, elle dépend du coefficient de conductivité thermique du matériau et de son épaisseur.

$$\mathbf{R}_{\text{th}} = \frac{\mathbf{e}}{\lambda} \quad (\text{II.6})$$

- $1/h_e + 1/h_i$: est la somme des résistances d'échange superficiel [4].

La différence de température équivalente peut s'écrire selon l'équation (II.7) pour les parois ensoleillées, et selon l'équation (II.8) pour les parois considérer 24/24h à l'ombre.

Parois ensoleillées

$$\Delta\theta_e(t) = \Delta\theta_{es}(t) + C_{\Delta\theta_e} + \frac{\alpha}{0,9} \cdot [\Delta\theta_{em} - \Delta\theta_{es}(t)] \cdot \frac{I_{t,b}}{I_{t,b(40)}} \quad (\text{II.7})$$

Parois à l'ombre

$$\Delta\theta_e(t) = \Delta\theta_{es}(t) + C_{\Delta\theta_e} \quad (\text{II.8})$$

Les façades extérieures du bâtiment étudiés comportent différentes couleurs dont nous allons associer pour chacune un coefficient d'absorption α , les valeurs à admettre sont données dans le tableau suivant :

Tableau II.3. Coefficient d'absorption.

Couleur sombre (brun foncé)	Couleur moyenne (gris clair)	Couleur clair (crème)
0,90	0,70	0,50

Pour une différence de température $\Delta\theta_{max}$ de 10 °C, entre l'intérieur et l'extérieur du local et pour l'écart diurne considéré, nous admettant la valeur de 2,6 du facteur de correction $C_{\Delta\theta_e}$.

La masse rapportée à la surface du plancher d'un local est donnée par l'équation (II.9).

$$M = \frac{\sum M_{ext} + \frac{1}{2} \sum M_{sep} + \sum M_i}{S_{pl}} \quad (\text{II.9})$$

- **Parois opaques intérieurs en contact avec un local non conditionné**

Les apports de chaleur à travers une paroi opaque en contact avec un local non conditionné.

$$APO(t) = K_{été} \cdot S_{int} \cdot \Delta\theta_{inc}(t) \quad (\text{II.10})$$

La formule (II.11) donne l'écart de température entre l'espace non conditionné et le local considéré.

$$\Delta\theta_{inc} = [(\theta_e(t) - C_{inc}) - \theta_{b,i}] \quad (\text{II.11})$$

Les valeurs de coefficient correcteur C_{inc} , sont données en fonction de la température de base extérieure, de l'heure et de type du local non conditionné [4].

B. Apports à travers les parois vitrées

- **Parois vitrées intérieures**

Les apports à travers les parois vitrées intérieures sont dus uniquement à la différence de température de part et d'autre de la paroi, ils sont donnés par la formule suivante :

$$\mathbf{AVT(t)} = \mathbf{K_{été}} \cdot \mathbf{S_{ouv}} \cdot \left[\left(\theta_e(t) - C_{inc} \right) - \theta_{b,i} \right] \quad (\text{II.12})$$

- **Parois vitrées extérieures**

Les apports à travers les parois vitrées extérieures sont dus à la fois au gradient de température et au rayonnement solaire.

$$\mathbf{AV(t)} = \mathbf{AVT(t)} + \mathbf{AVE(t)} \quad (\text{II.13})$$

Les gains dus au gradient de température à travers les parois vitrées extérieures AVT et les Gains dus au rayonnement solaire AVE se calculent en utilisant les relations données ci-après :

$$\mathbf{AVT(t)} = \mathbf{1,2} \cdot \mathbf{K_{été}} \cdot \mathbf{S_{ouv}} \cdot \left[\theta_e(t) - \theta_{b,i} \right] \quad (\text{II.14})$$

$$\mathbf{AVE(t)} = \left[\mathbf{SV_{ens}} \cdot \mathbf{I_t} + (\mathbf{SV} - \mathbf{SV_{ens}}) \cdot \mathbf{I_d} \right] \cdot \mathbf{FS} \cdot \mathbf{N_{pvi}(t)} \quad (\text{II.15})$$

Sachant que :

FS : C'est le facteur solaire, il caractérise la quantité totale d'énergie que laisse passer un vitrage par rapport à l'énergie solaire incidente. Il mesure donc la contribution d'un vitrage à l'échauffement de la pièce [4].

N_{pvi} : Coefficient d'amortissement.

$(\mathbf{SV} - \mathbf{SV_{ens}})$: exprime la surface vitrée à l'ombre.

Le coefficient de transmission des parois vitrée se calcul en utilisant la formule (II.16).

$$\frac{\mathbf{1}}{\mathbf{K_{été}}} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{K_{wn}}} + \mathbf{r_v} + \mathbf{r_{rid}} + \mathbf{r_{occ}} \quad (\text{II.16})$$

Nous adoptons la valeur, 0,025 pour la résistance supplémentaire des voilages éventuels r_v et 0,03 pour la résistance supplémentaire des rideaux éventuels r_{rid} .

K_{wn} : Coefficient de transmission du vitrage nu, il est donné en fonction de type du vitrage, de l'épaisseur de la lame d'air si elle existe, de type de la menuiserie et de la disposition de la vitre [4].

La résistance supplémentaire des occultations r_{occ} se calcule par de la formule (II.17).

$$r_{occ} = 0,16 + \frac{e_{occ}}{\lambda_{occ}} \quad (II.17)$$

λ_{occ} : Conductivité thermique de l'occultation.

II.2.2 Apports de chaleur internes

Les apports de chaleur internes, appelés aussi gains internes, désigne les quantités de chaleur dégagées sous forme latente ou sensible à l'intérieur des locaux conditionnés, ces apports sont considérés constants pendant la durée de fonctionnement de l'installation.

Les gains pris en considération dans le cadre de ce projet sont dus principalement aux occupants, aux appareils électriques et à l'éclairage.

La formule générale des apports de chaleur interne.

$$AI(t) = \sum_j (CS_j \cdot AI_{s,j} \cdot N_{AI,j}) + \sum_j (CS_j \cdot AI_{1,j}) \quad (II.18)$$

N_{AI} : Coefficient d'amortissement [4].

CS_j : Coefficient de simultanéité des gains internes dus, aux occupants, aux appareils électriques et à l'éclairage.

A. Gains dus aux occupants

Les gains dus aux occupants sont une source de chaleur sensible et latente. Pour déterminer ces apports nous utiliserons la formule générale donnée auparavant, en introduisant les gains sensibles et latents.

Gains sensible des occupants :

$$Q_{S,oc} = n.C_{S,oc} \quad (II.19)$$

Gains latents des occupants :

$$Q_{L,oc} = n.C_{L,oc} \quad (II.20)$$

Les valeurs des chaleurs sensibles $C_{s,oc}$ et latentes $C_{l,oc}$ des occupants sont données en fonction de degré d'activité des occupants, de la température sèche du local et de type d'usage du local [4].

Le tableau 10 donne le nombre d'occupant pris pour les différentes pièces de l'hôtel.

Tableau II.4. Nombre d'occupants.

Pièces du l'hôtel	Nombre de pièces	Nombre d'occupants / pièce
Chambres	71	2
Séjours	6	6
Restaurants	2	60
Accueil	1	10
Salon de thé	1	30
Salle des fêtes	1	200
caféteria	1	50

Pour les locaux à usage particulier, nous allons considérer la valeur d'un seul occupant par 4,5 m² de la surface du plancher [4].

B. Gains dus aux appareils électriques

Les machines électriques peuvent constituées à la fois une source de chaleur sensible et latente, ou seulement une source de gains sensibles.

Nous avons suggéré quelques appareils électriques qui peuvent être utilisés dans les différentes pièces de l'hôtel selon le besoin, ils sont donnés en annexe.

C. Gains dus à l'éclairage

Les appareils d'éclairage constituent une source de chaleur sensible, les apports dus à ces appareils sont calculés à l'aide de la formule (II.21).

$$AI = \sum (W_n \cdot C_{me} \cdot C_{cr}) \quad (II.21)$$

L'éclairage installé pour l'hôtel est de type fluorescent, la puissance nominale d'une seule lampe est de 1,5 W, nous admettons donc un coefficient de majoration $C_{me} = 1,25$. Étant l'installation d'éclairage n'est pas raccordée à un système d'extraction d'air, la valeur de pourcentage de chaleur résiduelle correspondant à la part d'énergie restant dans les salles considérées C_{cr} est égal à 1.

II.2.3 Apports de chaleur par introduction d'air extérieur

Les apports de chaleur dus à l'introduction d'air extérieur sont une source de chaleur sensible et latente, nous nous limiterons dans cette étude au calcul des apports dus aux infiltrations qui sont à associé au débit d'infiltration.

A. Apports de chaleur dus aux infiltrations

Les gains sensibles et latents dus aux infiltrations, sont donnés respectivement par Les formules (II.22) et (II.23),

$$AINF_s = 0,320 \cdot qv_{inf} \cdot (\theta_e(t) - \theta_{b,i}) \quad (II.22)$$

$$AINF_l = 0,797 \cdot qv_{inf} \cdot \text{Max} \left[(r_{b,e}^s - r_{b,i}^s), 0 \right] \quad (II.23)$$

B. Débit d'air dû aux infiltrations

Pour le calcul de débit d'air dû aux infiltrations, nous considérons seule l'action du vent qui provoque les infiltrations, pour une direction perpendiculaire aux façades. Et seulement les infiltrations par les ouvrants (fenêtre ou porte-fenêtre).

Le débit dû aux infiltrations pour un local est :

$$qv_{inf} = \sum (qv_{o,inf,i} \times S_{ouv,i}) \quad (II.24)$$

$q_{vo_{inf,i}}$: Représente le débit d'infiltration correspondant à l'ouvrant i , ces valeurs sont fixées dans [4].

II.2.4 Apports calorifiques totaux

A. Apports sensibles

Les apports calorifiques sensibles, ou gains sensibles, sont les apports de chaleur qui affectent directement la température sèche de l'air du local considéré.

$$A_s = APO + AV + AI_s + AINF_s \quad (II.25)$$

B. Apports latents

Les apports calorifiques latents, ou gains latents, sont les apports d'humidité sous forme de vapeur d'eau qui affectent le local considéré.

$$A_l = AI_l + AINF_l \quad (II.26)$$

C. Apports totaux (puissance frigorifique)

Les apports totaux associés à un local sont égaux à la somme des apports totaux sensibles (II.28) et latents (II.29). La détermination des apports totaux nous permettra d'opter pour l'équipement adéquat.

$$AT = AT_s + AT_l \quad (II.27)$$

Avec :

$$AT_s = C_{\Delta as} \times A_s + AREN_s \quad (II.28)$$

$$AT_l = C_{\Delta al} \times A_l + AREN_l \quad (II.29)$$

$C_{\Delta as}$, $C_{\Delta al}$: Sont respectivement les coefficients de majoration des gains sensibles et latents [4].

II.2.5 Vérification règlementaire

La vérification règlementaire ne concerne que les locaux à usage d'habitation, de bureaux et d'hébergement, selon le DTR C 3-T le calcul doit être effectué pour l'ensemble des locaux supposés être conditionnés à 15 h pour le mois de juillet.

La somme des apports calorifiques par les parois vitrées et les parois opaques aériennes doit vérifier relation (II.30), conformément aux exigences précédentes.

$$\mathbf{APO(15h)} + \mathbf{AV(15h)} \leq \mathbf{1,05 \times A_{réf}(15h)} \quad (\text{II.30})$$

Les termes de cette formule ne tiennent pas compte des parois en contact avec le sol, et des parois séparant deux locaux conditionnés.

A. Apports calorifiques de référence

Les apports calorifiques de références sont donnés par la relation (II.31).

$$\mathbf{A_{réf}} = \mathbf{A_{réf,PH}} + \mathbf{A_{réf,PV}} + \mathbf{A_{réf,PVI}} \quad (\text{II.31})$$

- **Apports de référence des parois opaques horizontales**

Les apports calorifiques de référence des parois opaques horizontales sont donnés par la relation suivante :

$$\mathbf{A_{réf,PH}} = \sum \mathbf{a \times S_{int} \times \Delta\theta_{réf,PH}} \quad (\text{II.32})$$

a : Coefficient lié à la nature de la construction et fonction de la zone climatique ;

$\Delta\theta_{réf,PH}$: Différence de température de référence pour les parois opaques horizontales [4].

- **Apports de référence des parois opaques verticales**

Les apports calorifiques de référence des parois opaques verticales sont donnés par la relation ci-après :

$$\mathbf{A_{réf,PV}} = \sum \mathbf{c \times S_{int} \times \Delta\theta_{réf,PV}} \quad (\text{II.33})$$

C : Coefficient dépend de type d'usage de la construction.

$\Delta\theta_{réf,PV}$: Différence de température de référence des parois opaques verticales [4].

- **Apports de référence des parois vitrées**

Les apports de référence pour les parois vitrées sont donnés par la somme des apports de référence de chaque paroi vitrée.

Les apports de référence pour une paroi vitrée en contact avec l'extérieur.

$$\mathbf{A}_{\text{réf,PVI}} = \mathbf{AVT}_{\text{réf}} + \mathbf{AVE}_{\text{réf}} \quad (\text{II.34})$$

Les apports de référence dus au gradient de température à travers une paroi vitrée.

$$\mathbf{AVT}_{\text{réf}} = \mathbf{e}' \times \mathbf{S}_{\text{ouv}} \times \Delta\theta_{\text{réf,PVI}} \quad (\text{II.35})$$

Le coefficient \mathbf{e}' dépend de la nature des locaux, nous adoptons la valeur de 4,2 pour les locaux à usage d'hébergement.

$\Delta\theta_{\text{réf,PVI}}$: Différence de température de référence des parois vitrées [4].

Les apports de référence dus à l'ensoleillement à travers une paroi vitrée.

$$\mathbf{AVE}_{\text{réf}} = \left[\mathbf{SV}_{\text{ens}} \times \mathbf{I}_t + (\mathbf{SV} - \mathbf{SV}_{\text{ens}}) \times \mathbf{I}_d \right] \times \mathbf{FS}_{\text{réf}} \times \mathbf{N}_{\text{PVI,réf}} \quad (\text{II.36})$$

$\mathbf{FS}_{\text{réf}}$: Facteur solaire de référence, ça valeur est de 0,15 pour un local à usage d'hébergement.

$\mathbf{N}_{\text{PVI,réf}}$: Coefficient d'amortissement relatif aux gains de référence des parois vitrées pour une orientation déterminée [4].

Les apports de référence pour une paroi vitrée en contact avec un local non conditionné.

$$\mathbf{A}_{\text{réf,PVI}} = 4,5 \mathbf{S}_{\text{ouv}} \Delta\theta_{\text{réf,PVI}} \quad (\text{II.37})$$

Conclusion

A travers ce chapitre nous avons vu la méthode détaillée de détermination des différents apports calorifiques, ainsi que la méthode et les étapes de vérification réglementaire, Ces diverses formules nous permettront de déterminer la puissance frigorifique nécessaire.

CHAPITRE III

Bilan frigorifique

Introduction

Ce chapitre est consacré au calcul de bilan frigorifique mené par une vérification de la conformité à la réglementation thermique dont un exemple d'application est présenté. Par la suite, une présentation de l'ensemble des résultats obtenues de l'hôtel.

III.1 Paramètres géographiques du projet

Le présent projet consiste à dimensionner une centrale de climatisation à eau glacée de l'hôtel Belvédère (Sidi Bouali-Bejaia) sis [4] à la zone climatique (A) dont les paramètres climatiques sont présentés dans le chapitre précédent.

Les paramètres géographiques sont : Altitude : 190 m ; Latitude : 20° Nord ; longitude : 5,07° Est.

III.2 Caractéristiques des matériaux utilisés dans le projet

Le tableau III.1 présente les différents matériaux utilisés dans la construction ainsi que leurs résistances internes.

Tableau III.1. Caractéristiques des matériaux utilisés dans le projet.

Matériaux	e (m)	λ (W/m °C)	R (m ² °C /W)
Brique	0,1	0,48	0,2083
Béton plein	0,25	1,05	0,2381
Carrelage	0,025	3,0	0,0083
Hourdis	0,16	0,2025	0,79
Faïence	0,008	1,0	0,008
Plaque de plâtre	0,025	0,35	0,07143
Enduit intérieur	0,002	0,35	0,0057
Enduit extérieur	0,002	1,15	0,00174
Mortier ciment	0,025	1,4	0,01786
Mortier de pose	0,08	1,7	0,04706
Tôle en aluminium	0,003	230	1,3043×10 ⁻⁵
Verre	0,003	1,1	0,00273

III.3 Exemple de calcul du bilan frigorifique

La figure III.1 illustre le plan de la chambre sur laquelle nous allons donner un exemple d'application pour le calcul du bilan frigorifique.

La chambre considérée se trouve au troisième étage de l'hôtel étudié, elle comprend deux façades extérieures la première est orientée vers l'Est la deuxième vers le Nord Est, cette dernière comporte une fenêtre en double vitrage dont la menuiserie est en aluminium.

Les parois intérieures de cette chambre sont en contact avec des pièces non conditionnés (salles de bains, couloir).

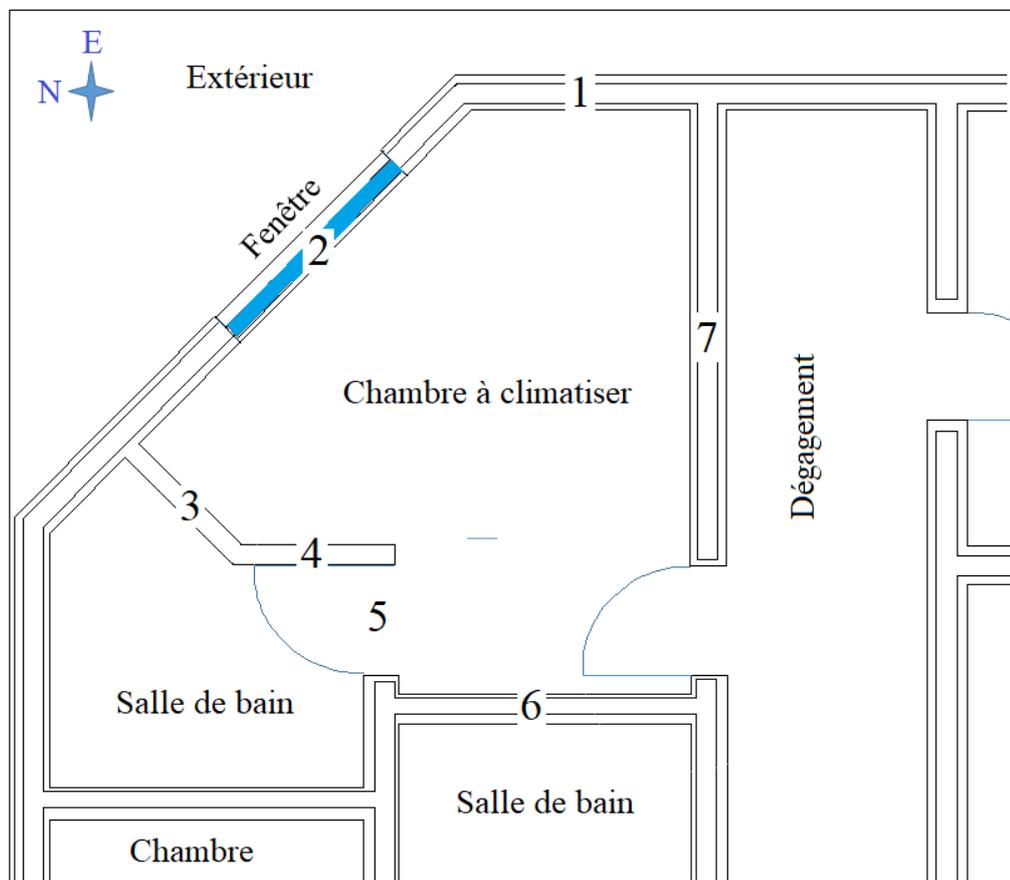


Figure III.1. Plan de la chambre.

III.3.1 Paramètres géométriques

Les données géométriques des parois de la chambre étudiée sont données dans le tableau III.2.

Tableau III.2. Paramètres géométriques de la chambre.

	parois	orientation	Surfaces (m ²)					Volume (m ³)
			Murs net	portes	fenêtres	Plancher	Toit	Chambre
Extérieures	1	E	6,625	/	/	23,6	23,6	59
	2	NE	8,93	/	2,07			
Intérieures	3	NO	3,6	/	/			
	4	O	3,25	/	/			
	5	N	1,226	1,974	/			
	6	O	9	/	/			
	7	S	11,776	1,974	/			

III.3.2 Coefficients de transmission des parois opaques

- **Parois extérieures**

Tableau III.3. Coefficient de transmission des parois opaques extérieures.

Parois	Compositions	R (m ² °C/W)	$\frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_i}$ (m ² °C/W)	K _{été} (W/m ² °C)
1	Enduit extérieur	0,00174	0,14	1,0066
	Mortier ciment	0,01786		
	2 lame d'air	0,34		
	2 Brique	0,4167		
	Plaque de plâtre	0,07143		
	Enduit intérieur	0,0057		
2	Tôle en aluminium	1,3043 x 10 ⁻⁵	0,14	0,8730
	Mortier ciment	0,001786		
	3 lame d'air	0,51		
	2 Brique	0,4166		
	Plaque de plâtre	0,07143		
	Enduit intérieur	0,0057		
Toit	Enduit intérieur	0,0057	0,12	0,3780
	Plaque de plâtre	0,07143		
	Lame d'air	1,3650		
	Hourdis	0,79		
	Béton plein	0,2381		
	Mortier de pose	0,04706		
	Carrelage	0,0083		

- **Parois intérieures**

Tableau III.4. Coefficient de transmission des parois opaques intérieures.

Parois	Compositions	R (m ² °C/W)	$\frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_i}$ (m ² °C/W)	K _{été} (W/m ² °C)
3, 4 et 5	Enduit intérieur	0,0057	0,21	1,4466
	Plaque de plâtre	0,07143		
	Lame d'air	0,17		
	Brique	0,2083		
	Mortier ciment	0,01786		
	faïence	0,008		
6	Enduit intérieur	0,0057	0,21	0,9350
	Plaque de plâtre	0,07143		
	2 Lambe d'air	0,34		
	2 Brique	0,4166		
	Mortier ciment	0,01786		
	faïence	0,008		
7	2 Enduit intérieur	0,0114	0,21	0,7747
	2 Plaque de plâtre	0,14286		
	3 Lambe d'air	0,51		
	2 Brique	0,4166		

III.3.3 Coefficient de transmission des parois vitrées

Le coefficient de transmission des parois vitrées peut être calculé en utilisant la formule (16). Nous allons calculer en premier lieu la résistance supplémentaire des occultations en prenant $e_{occ} = 0,003$ [m] et $\lambda_{occ} = 0,8$ [W/m °C].

Le coefficient de transmission des parois vitrées est donné dans le tableau suivant :

Tableau III.5. Coefficient de transmission des parois vitrées.

K _{wn} (W/m ² °C)	r _v (m ² °C/ W)	r _{rid} (m ² °C/ W)	r _{occ} (m ² °C/ W)	K (W/ m ² °C)
4	0,025	0,030	0,1637	2,1333

III.3.4 Calcul de la masse surfacique des murs

La formule II.9 permet de calculer la masse rapportée à la surface du plancher des locaux, en calculant la masse de chaque paroi entourant la chambre, y compris le toit.

La masse d'une paroi se calcul en utilisant la formule suivante :

$$M_{\text{paroi}} = S_{\text{paroi}} \times \sum \rho_i \times e_i \quad (\text{III.1})$$

Cette formule permet de calculer la masse des parois séparant la zone thermique considérée et l'environnement M_{ext} , celle des parois séparant cette zone et les autres zones thermiques M_{sep} .

Dans cet exemple, il n'y a pas lieu de tenir compte de la masse M_i , qui désigne toute masse fixe se trouvant au sein de la zone thermique considérée, les lame d'air et les masses des fenêtres.

Les valeurs des masses volumiques propre aux matériaux utilisés dans la construction de l'édifice, plus précisément de la chambre sont regroupées en annexe.

Le résultat de calcul est donné dans le tableau suivant :

Tableau III.6. Masse rapportée à la surface du plancher de la chambre.

Parois	Masse	Masse surfacique
Paroi 1	1738,5656	808,5812
Paroi 2	2381,8542	
Toit	11649,55	
Paroi 3, 4 et 5	1484,5707	
Paroi 6	2464,425	
Paroi 7	2676,096	

III.3.5 Calcul des apports calorifiques

Les calculs sont menés au mois de juillet à 15 h pour les conditions intérieures et extérieures de base présentées auparavant.

A. Apports à travers les parois

- Apports à travers les parois opaques

Parois aériennes**Tableau III.7.** Apports à travers les parois opaques aériennes.

Différence de température équivalente							
	$\Delta\theta_{es}$ (°C)	$C_{\Delta\theta e}$	$\frac{\alpha}{0,9}$	$\Delta\theta_{em}$ (°C)	$I_{t,b}$ (W/m ²)	$I_{t,b(40)}$ (W/m ²)	$\Delta\theta_e$ (°C)
Paroi 1	0,5	2,6	0,5555	10,6	514	516	8,6894
Paroi 2			1	8,9	435	400	12,235
Toit A	3,3		0,5555	12,3	791	734	13,2640
Apports à travers les parois opaques aériennes							
Parois	coeff	$K_{été}$ (W/m ² °C)	S_{int} (m ²)	$\Delta\theta_e$ (°C)	APO (W)		
Paroi 1	1,2	1,0066	6,625	8,6894	69,5367		
Paroi 2		0,8608	8,905	12,235	112,5438		
Toit A		0,3780	23,6	13,2640	141,9906		
apport calorifique total à travers les parois aériennes					324,0711		

Parois en contact avec un local non conditionné**Tableau III.8.** Apports à travers les parois en contact avec un local non conditionné.

Ecart de température				
θ_e (°C)	C_{inc}	$\theta_{b,i}$ (°C)	$\Delta\theta_{inc}$ (°C)	
34	3	24	7	
Apports à travers les parois en contact avec un local non conditionné				
Parois	$K_{été}$ (W/m ² °C)	S_{int} (m ²)	$\Delta\theta_{inc}$ (°C)	APO (W)
Paroi 7	0,7746	11,776	7	63,8518
Paroi 6	0,9348	9		58,8924
Paroi 5	1,4464	1,226		12,413
Parois 3 et 4		6,85		69,3549
2 × Porte	2,5	2 × 1,974		69,09
Apport total à travers les parois intérieures				273,6021

- **Apports à travers la paroi vitrée**

La paroi vitrée de la chambre considérée est Orientée vers le Nord-Est, le calcul des apports à travers cette paroi est mené à 8h, cela est dans le but de montrer les étapes de calcul des gains dus aux rayonnements solaire.

Gains dus au gradient de température :

Tableau III.9. Gains dus au gradient de température à 8 h.

Température sèche de l'air extérieur					
$\theta_{b,e}$ (°C)	C_{TS}	E_b (°C)	θ_e (°C)		
34	0,77	9	27,07		
Gains dus au gradient de température					
coeff	$K_{été}$ (W/m ² °C)	S_{ouv} (m ²)	θ_e (°C)	$\theta_{b,i}$ (°C)	AVT (W)
1,2	2,1333	2,07	27,07	24	16,2683

Gains dus au rayonnement solaire :

Calcul de rayonnement total maximal réel I_t et diffus maximal réel I_d :

Tableau III.10. Valeurs de rayonnement total maximal réel et diffus maximal réel.

C_{cadre}	C_{limp}	C_{alt}	C_{ros}	$I_{t,b}$ (W/m ²)	I_t (W/m ²)	$I_{d,b}$ (W/m ²)	I_d (W/m ²)
1,17	0,92	1	0,99	435	463,5517	59	62,8725

A 8h, la fenêtre est protégée latéralement par une saillie verticale comme illustrée dans la figure suivante :

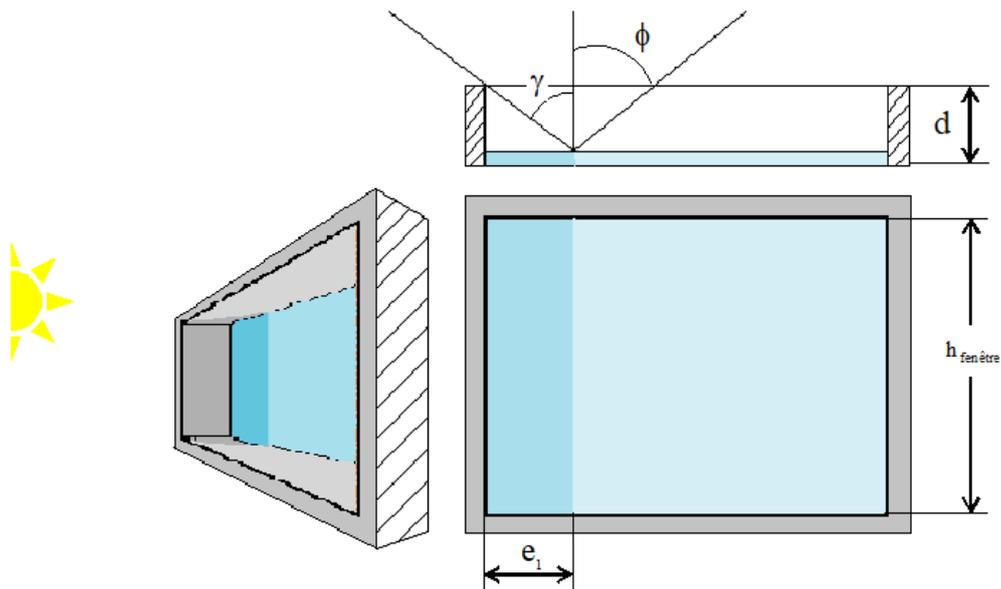


Figure III.2. Partie ensoleillée du vitrage.

- Détermination de la surface vitrée ensoleillée SV_{ens} :

L'ensemble des paramètres solaires [4] (déclinaison solaire, l'angle horaire, la hauteur de soleil, l'azimut solaire et l'azimut de la paroi) sont déterminés pour le 23 juillet et pour l'heure considérée (8h). Le tableau III.11 donne les valeurs de ces différents paramètres.

Tableau III.11. Valeurs des paramètres solaires (en degré).

δ	ω	β	ϕ	φ	γ
19,6609	60	33,7618	100,7835	-135	235,7835

- Calcul de la longueur d'ombre e_1 :

La longueur d'ombre e_1 est donnée par :

$$e_1 = \text{tg}(\gamma) \times d \quad (\text{III.2})$$

Les résultats de calcul sont donnés dans le tableau ci-après :

Tableau III.12. Surface ombrée et ensoleillée de la paroi vitrée.

d (m)	e_1 (m)	$h_{\text{fenêtre}}$ (m)	S_{omb} (m^2)	SV (m^2)	SV_{ens} (m^2)
0,277	0,4073	1,15	0,4684	2,07	1,6016

Les gains dus au rayonnement solaire sont donc :

Tableau III.13. Gains dus au rayonnement solaire.

SV_{ens} (m^2)	I_t	$SV - SV_{ens}$ (m^2)	I_d	FS	N_{pvi} (t)	AVE (W)
1,0615	463,5517	0,4684	62,8725	0,6	0,54	250,0871

L'apport à travers la paroi vitrée à (8 h) est :

Tableau III.14. Gains dus au rayonnement solaire.

AVE (W)	AVT (W)	AV (W)
250,0871	16,2683	266,3554

A (15 h), les apports à travers cette paroi sont égaux seulement aux gains dus au gradient de température AVT, car à cette heure la fenêtre se trouve entièrement à l'ombre.

Le résultat de calcul est donné dans le tableau III.15 :

Tableau III.15. Apports à travers la paroi vitrée à (15 h).

coeff	$K_{\text{été}}$	S_{ouv}	$\theta_e(t)$	$\theta_{b,i}$	AV (W)
1,2	2,1333	2,07	34	24	52,9912

B. Apports de chaleur internes

Les résultats de calcul des apports de chaleur internes dus aux différentes sources, sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Concernant les gains dus à l'éclairage, la chambre contient six lampes d'une puissance nominale de 1,5 W/ lampe, la puissance totale est donc de 9 W.

Les appareils électriques supposés être utilisés dans la chambre sont un téléviseur et deux ordinateurs portables dont les gains sont présentés en annexe, ces deux appareils sont seulement une source de chaleur sensible.

Tableau III.16. Apports de chaleur internes.

Apports de chaleur dus aux occupants					
n	CS	N_{AI}	$Q_{s,oc}$ (W)	$Q_{l,oc}$ (W)	AI_{oc} (W)
2	0,5	0,19	142	120	73,49
Apports de chaleur dus à l'éclairage					
Cme	Ccr	Wn (W)	CS	N_{AI}	AI_{ecl} (W)
1,25	1	9	0,35	0,25	0,9844
Apports dus aux appareils électrique					
CS	N_{AI}	$AI_{s,elt}$ (W)	AI_{elt} (W)		
0,5	0,19	180	17,10		
Apports internes sensibles et latents					
AI_s (W)	AI_l (W)		AI (W)		
160,0844	120		280,0844		

C. Apports de chaleur par introduction d'air extérieur

- **Apports sensibles dus aux infiltrations**

Le débit dû aux infiltrations ainsi que les apports sensibles sont donnés dans le tableau ci-après :

Tableau III.17. Apports sensibles dus aux infiltrations.

qvo_{inf} (m ³ /h)	S_{ouv} (m ²)	qv_{inf} (m ³ /h)	coeff	θ_e (°C)	$\theta_{b,i}$ (°C)	$AINF_s$ (W)
14,5	2,07	30,015	0,320	34	24	96,048

- **Apports latents dus aux infiltrations**

Les formules (I.3), (I.2) permettent de calculer respectivement la pression de saturation de la vapeur d'eau et l'humidité spécifique de l'air à l'intérieur de la chambre. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau III.18. Humidité spécifique de l'air intérieur.

$\theta_{b,i}$ (°C)	p_s (Pa)	p (Pa)	Ψ en %	$r_{b,i}^s$ (kg _{eau} / kg _{airsec})
24	3007,918	101325	45	0,008422

Les apports dus aux infiltrations sont :

Tableau III.19. Apports dus aux infiltrations.

coeff	qv_{inf} (m ³ /h)	$\max[(r_{b,e}^s - r_{b,i}^s); 0]$	$AINF_l$ (W)
0,797	30,015	0,006078	0,1458

D. Apports calorifiques totaux

Les résultats de calcul issues des formules donnant les apports calorifiques sensibles et latents ainsi que l'apport total, pour le mois et l'heure considérée, sont présentés dans le tableau III.20 :

Tableau III.20. Apports calorifiques totaux.

Apports calorifiques totaux							
APO	AV	AI_s	$AINF_s$	A_s	AI_l	$AINF_l$	A_l
597,6732	52,9912	160,0844	96,048	906,7968	120	0,1458	120,1458
Apports totaux sensibles et latents							
$C_{\Delta as}$	A_s	AT_s	$C_{\Delta al}$	A_l	AT_l	A_T	
1,05	906,7968	952,1366	1	120,1458	120,1458	1072,2824	

E. Vérification réglementaire

Les résultats de calcul des apports calorifiques de références des parois opaque verticales et horizontales et la paroi vitrée sont donnés dans le tableau ci-après.

Tableau III.21. Apports calorifiques de références des parois opaques.

Apport de référence de la paroi horizontale (A)				
Parois	a (W/m ² °C)	S _{int} (m ²)	Δθ _{réf,PH} (°C)	A _{réf,PH} (W)
Toit (A)	1,1	23,6	13,39	347,6044
Apport de référence des parois opaques verticales				
Parois	c (W/m ² °C)	S _{int} (m ²)	Δθ _{réf,PV} (°C)	A _{réf,PV} (W)
1	1,2	19,875	5,81	167,6655
2		8,93	6,65	71,2614
Somme des apports de référence des parois opaques verticales extérieures				238,9269
3 et 4	1,2	6,852	5	41,112
5		1,226		7,356
6		11,776		70,656
7		11,776		70,656
2 × Porte		2 × 1,974		2 × 11,844
Somme des apports de référence des parois en contact avec un local non conditionné				213,468
				452,3946

A 15h, la paroi vitrée considérée est entièrement ombrée, l'apport de référence à travers cette paroi est égal à l'apport dû au gradient de température.

Tableau III.22. Apport de référence de la paroi vitrée.

e' (W/m ² °C)	S _{ouv} (m ²)	Δθ _{réf,PVI} (°C)	AVT _{réf} (W)	AV _{réf,PVI} (W)
4,2	2,07	7	60,858	60,858

La somme des apports calorifiques de référence est donc :

Tableau III.23. Vérification règlementaire.

Apport calorifique de référence A _{réf}				
A _{réf,PH} (W)	A _{réf,PV} (W)	AV _{réf,PVI} (W)	A _{réf} (W)	1,05 × A _{réf}
347,6044	452,3946	60,858	860,857	903,8998
Somme des apports calorifiques des parois opaques et vitrée				
APO aériennes (W)		AV (W)		Somme en (W)
324,0711		52,9912		377,0623

Il apparait clairement que la valeur de la somme des apports à travers les parois opaques aériennes et la paroi vitrée considérée est inférieure par rapport à la valeur des apports de référence.

III.4 Calcul de bilan frigorifique pour l'hôtel

La démarche à suivre pour le calcul de bilan frigorifique du l'hôtel est pareil à celle de l'exemple donné au-dessus, suivant les étapes et appliquant les méthodes de calcul précédentes pour chaque pièce de l'hôtel, en calculant les différents apports calorifiques pour les mêmes conditions et les mêmes exigences.

Les tableaux ci-dessous donnent les valeurs des différents apports calorifiques pour toutes les pièces de l'hôtel.

Tableau III.24. Apports 4ème étage.

Pièces	APO	AV	AI _s	AINF _s	AI _l	AINF _l	
Chambre1	534,7445	153,5976	160,0844	278,4	120	0,4225	
Chambre2	467,0821	212,6777	160,0844	233,85	120	0,3549	
Chambre3	424,0482	83,1987	160,0844	150,8	120	0,2288	
Chambre4	460,1971	1049,1497	160,0844	278,4	120	0,4225	
Chambre5	523,3168	1049,1497	160,0844	278,4	120	0,4225	
Chambre6	165,6007	1049,1497	160,0844	278,4	120	0,4225	
Chambre7	287,8258	490,6147	160,0844	145	120	0,2201	
Séjour1	761,129	153,5976	442,9875	278,4	360	0,4225	
Séjour2	617,4124	153,5976	442,9875	278,4	360	0,4225	
Séjour3	653,138	1049,1497	442,9875	278,4	360	0,4225	
Séjour4	273,5697	490,6147	442,9875	145	360	0,2201	
Séjour5	287,0088	1049,1497	442,9875	278,4	360	0,4225	
Apports totaux							
Pièces	A _s	C _{Δas}	AT _s	A _l	C _{Δal}	AT _l	A _T
Chambr1	1126,8265	1,05	1183,16783	120,4225	1	120,4225	1303,59033
Chambre2	1073,6942		1127,37891	120,3549		120,3549	1247,73381
Chambre3	818,1313		859,037865	120,2288		120,2288	979,266665
Chambre4	1947,8312		2045,22276	120,4225		120,4225	2165,64526
Chambre5	2010,9509		2111,49845	120,4225		120,4225	2231,92095
Chambre6	1653,2348		1735,89654	120,4225		120,4225	1856,31904
Chambre7	1083,5249		1137,70115	120,2201		120,2201	1257,92125
Séjour1	1636,1141		1717,91981	360,4225		360,4225	2078,34231
Séjour2	1492,3975		1567,01738	360,4225		360,4225	1927,43988
Séjour3	2423,6752		2544,85896	360,4225		360,4225	2905,28146
Séjour4	1352,1719		1419,7805	360,2201		360,2201	1780,0006
Séjour5	2057,546		2160,4233	360,4225		360,4225	2520,8458

Tableau III.25. Apports 3ème étage.

Pièces	APO	AV	AI _s	AINF _s	AI ₁	AINF ₁	
Chambre1	597,6732	52,9912	160,0844	96,048	120	0,1458	
Chambre2	563,8461	212,6775	160,0844	233,856	120	0,3549	
Chambre3	363,2193	153,5979	160,0844	278,4	120	0,4225	
Chambre4	349,7738	212,6775	160,0844	233,856	120	0,3549	
Chambre5	308,7759	153,5976	160,0844	278,4	120	0,4225	
Chambre6	513,6734	1049,1497	160,0844	278,4	120	0,4225	
Chambre7	176,426	1049,1497	160,0844	278,4	120	0,4225	
Chambre8	172,1231	1049,1497	160,0844	278,4	120	0,4225	
Chambre9	201,8165	1261,7072	160,0844	556,8	120	0,4225	
Chambre10	617,45	153,5976	160,0844	278,4	120	0,4253	
Séjour1	908,4564	105,982	442,9875	192,096	360	0,2914	
Apports totaux							
Pièces	A _s	C _{Δas}	AT _s	A ₁	C _{Δal}	AT ₁	A _T
Chambre1	906,7968	1,05	952,1366	120,1458	1	120,1458	1072,2824
Chambre2	1170,464		1228,9872	120,3549		120,3549	1349,3421
Chambre3	955,3016		1003,06668	120,4225		120,4225	1123,48918
Chambre4	956,3917		1004,21129	120,3549		120,3549	1124,56619
Chambre5	900,8579		945,900795	120,4225		120,4225	1066,3233
Chambre6	2001,3075		2101,37288	120,4225		120,4225	2221,79538
Chambre7	1664,0601		1747,26311	120,4225		120,4225	1867,68561
Chambre8	1659,7572		1742,74506	120,4225		120,4225	1863,16756
Chambre9	2180,4081		2289,42851	120,4225		120,4225	2409,85101
Chambre10	1209,532		1270,0086	120,4253		120,4253	1390,4339
Séjour1	1649,5219	1731,998	360,2914	360,2914	2092,2894		

Tableau III.26. Apports 2ème étage.

Pièces	APO	AV	AI _s	AINF _s	AI ₁	AINF ₁	
Chambre1	440,9549	52,9911	160,0844	96,048	120	0,1457	
Chambre2	338,9889	212,6775	160,0844	233,856	120	0,3549	
Chambre3	236,022	153,5976	160,0844	278,4	120	0,4225	
Chambre4	347,6703	212,6775	160,0844	233,856	120	0,3549	
Chambre5	186,9208	83,1987	160,0844	278,4	120	0,4225	
Chambre6	506,4084	153,5976	160,0844	150,8	120	0,2288	
Chambre7	623,2895	83,1987	160,0844	150,8	120	0,2288	
Chambre8	689,0461	212,6775	160,0844	233,856	120	0,3549	
Chambre9	470,9753	490,6147	160,0844	145	120	0,2201	
Chambr10	607,237	703,2922	160,0844	378,856	120	0,2201	
Chambr11	530,546	1049,1497	160,0844	278,4	120	0,4225	
Chambr12	176,426	1049,1497	160,0844	278,4	120	0,4225	
Chambr13	167,567	1049,1497	160,0844	278,4	120	0,4225	
Chambr14	169,9716	1049,1497	160,0844	278,4	120	0,4225	
Chambr15	230,4434	1261,8272	160,0844	512,256	120	0,7774	
Chambr16	408,4396	166,3974	160,0844	192,096	120	0,4576	
Chambr17	631,649	83,1987	160,0844	150,8	120	0,2288	
Chambr18	886,4754	212,6775	160,0844	233,856	120	0,3549	
Apports totaux							
Pièces	A _s	C _{Δas}	AT _s	A ₁	C _{Δal}	AT ₁	A _T
Chambre1	750,0784	1,05	787,58232	120,1457	1	120,1457	907,72802
Chambre2	945,6068		992,88714	120,3549		120,3549	1113,24204
Chambre3	828,104		869,5092	120,4225		120,4225	989,9317
Chambre4	954,2882		1002,00261	120,3549		120,3549	1122,35751
Chambre5	708,6039		744,034095	120,4225		120,4225	864,456595
Chambre6	970,8904		1019,43492	120,2288		120,2288	1139,66372
Chambre7	1017,3726		1068,24123	120,2288		120,2288	1188,47003
Chambre8	1295,664		1360,4472	120,3549		120,3549	1480,8021
Chambre9	1266,6744		1330,00812	120,2201		120,2201	1450,22822
Chambr10	1849,4696		1941,94308	120,2201		120,2201	2062,16318
Chambr11	2018,1801		2119,08911	120,4225		120,4225	2239,51161
Chambr12	1664,0601		1747,26311	120,4225		120,4225	1867,68561
Chambr13	1655,2011		1737,96116	120,4225		120,4225	1858,38366
Chambr14	1657,6057		1740,48599	120,4225		120,4225	1860,90849
Chambr15	2164,611		2272,84155	120,7774		120,7774	2393,61895
Chambr16	927,0174		973,36827	120,4576		120,4576	1093,82587
Chambr17	1025,7321		1077,01871	120,2288		120,2288	1197,24751
Chambr18	1493,0933		1567,74797	120,3549		120,3549	1688,10287

Tableau III.27. Apports 1^{er} étage.

Pièces	APO	AV	AI _s	AINF _s	AI _l	AINF _l	
Chambre1	440,9549	52,9911	160,0844	96,048	120	0,1457	
Chambre2	338,9889	212,6775	160,0844	233,856	120	0,3549	
Chambre3	236,022	153,5976	160,0844	278,4	120	0,4225	
Chambre4	347,6703	212,6775	160,0844	233,856	120	0,3549	
Chambre5	186,9208	83,1987	160,0844	278,4	120	0,4225	
Chambre6	157,2248	153,5976	160,0844	150,8	120	0,2288	
Chambre7	254,3695	83,1987	160,0844	150,8	120	0,2288	
Chambre8	299,4787	212,6775	160,0844	233,856	120	0,3549	
Chambre9	192,2357	490,6147	160,0844	145	120	0,2201	
Chambr10	143,4302	703,2922	160,0844	378,856	120	0,2201	
Chambr11	530,546	1049,1497	160,0844	278,4	120	0,4225	
Chambr12	176,426	1049,1497	160,0844	278,4	120	0,4225	
Chambr13	167,567	1049,1497	160,0844	278,4	120	0,4225	
Chambr14	169,9716	1049,1497	160,0844	278,4	120	0,4225	
Chambr15	230,4434	1261,8272	160,0844	512,256	120	0,7774	
Chambr16	408,4396	166,3974	160,0844	192,096	120	0,4576	
Chambr17	274,7227	83,1987	160,0844	150,8	120	0,2288	
Chambr18	315,4844	212,6775	160,0844	233,856	120	0,3549	
Apports totaux							
Pièces	A _s	C _{Δas}	AT _s	A _l	C _{Δal}	AT _l	A _T
Chambr1	750,0784	1,05	787,58232	120,1457	1	120,1457	907,72802
Chambre2	945,6068		992,88714	120,3549		120,3549	1113,24204
Chambre3	828,104		869,5092	120,4225		120,4225	989,9317
Chambre4	954,2882		1002,00261	120,3549		120,3549	1122,35751
Chambre5	708,6039		744,034095	120,4225		120,4225	864,456595
Chambre6	621,7068		652,79214	120,2288		120,2288	773,02094
Chambre7	648,4526		680,87523	120,2288		120,2288	801,10403
Chambre8	906,0966		951,40143	120,3549		120,3549	1071,75633
Chambre9	987,9348		1037,33154	120,2201		120,2201	1157,55164
Chambr10	1385,6628		1454,94594	120,2201		120,2201	1575,16604
Chambr11	2018,1801		2119,08911	120,4225		120,4225	2239,51161
Chambr12	1664,0601		1747,26311	120,4225		120,4225	1867,68561
Chambr13	1655,2011		1737,96116	120,4225		120,4225	1858,38366
Chambr14	1657,6057		1740,48599	120,4225		120,4225	1860,90849
Chambr15	2164,611		2272,84155	120,7774		120,7774	2393,61895
Chambr16	927,0174		973,36827	120,4576		120,4576	1093,82587
Chambr17	668,8058		702,24609	120,2288		120,2288	822,47489
Chambr18	922,1023		968,207415	120,3549		120,3549	1088,56232

Tableau III.28. Apports rez-de-chaussée.

Pièces	APO	AV	AI _s	AINF _s	AI _l	AINF _l	
chambre1	661,956	1049,1497	160,0844	278,4	120	0,4225	
chambre2	176,426	1049,1497	160,0844	278,4	120	0,4225	
chambre3	167,8201	1049,1497	160,0844	278,4	120	0,4225	
chambre4	219,6497	1049,1497	160,0844	278,4	120	0,4225	
chambre5	230,4434	1261,8272	160,0844	512,256	120	0,7774	
chambre6	320,4108	52,9912	160,0844	96,048	120	0,1457	
chambre7	247,5699	83,1987	160,0844	150,8	120	0,2288	
chambre8	315,4844	212,6775	160,0844	233,856	120	0,3549	
restaurant	424,2318	5786,342	3775,8719	0	3600	0	
salon de thé	1910,594	250,876	2565,5176	454,72	2514	0,842	
Accueil	1242,299	0	957,3452	0	800	0	
Local 1	170,5429	50,6374	213,1641	55,68	180	0,0845	
Local 2	21,8773	75,9562	142,1641	83,52	120	0,1267	
Local 3	286,7645	0	355,6562	0	300	0	
Apports totaux							
Pièces	A _s	C _{Δas}	AT _s	A _l	C _{Δal}	AT _l	A _T
chambre1	2149,5901	1,05	2257,06961	120,4225	1	120,4225	2377,49211
chambre2	1664,0601		1747,26311	120,4225		120,4225	1867,68561
chambre3	1655,4542		1738,22691	120,4225		120,4225	1858,64941
chambre4	1707,2838		1792,64799	120,4225		120,4225	1913,07049
chambre5	2164,611		2272,84155	120,7774		120,7774	2393,61895
chambre6	629,5344		661,01112	120,1457		120,1457	781,15682
chambre7	641,653		673,73565	120,2288		120,2288	793,96445
chambre8	922,1023		968,207415	120,3549		120,3549	1088,56232
Restaurant	9986,4457		10485,768	3600		3600	14085,768
Salon de thé	5181,7076		5440,79298	2514,842		2514,842	7955,63498
Accueil	2199,6442		2309,62641	800		800	3109,62641
Local 1	490,0244		514,52562	180,0845		180,0845	694,61012
Local 2	323,5176		339,69348	120,1267		120,1267	459,82018
Local 3	642,4207	674,541735	300	300	974,541735		

Tableau III.29. Apports sous-sol 1.

Pièces	APO	AV	AI _s	AINF _s	AI ₁	AINF ₁	
Chambre1	735,2831	1049,1497	160,0844	278,4	120	0,4225	
Chambre2	192,1524	1049,1497	160,0844	278,4	120	0,4225	
Chambre3	178,5468	1049,1497	160,0844	278,4	120	0,4225	
Chambre4	458,6072	1049,1497	160,0844	278,4	120	0,4225	
Chambre5	241,7405	1261,8272	160,0844	512,256	120	0,7774	
Chambre6	649,7933	52,9912	160,0844	96,048	120	0,1457	
Chambre7	628,0914	83,1987	160,0844	150,8	120	0,2288	
Chambre8	688,5893	212,6775	160,0844	233,856	120	0,3549	
Restaurant	1181,865	6375,1331	3775,8719	0	3600	0	
Apports totaux							
Pièces	A _s	C _{Δas}	AT _s	A ₁	C _{Δal}	AT ₁	A _T
Chambre1	2222,9172	1,05	2334,06306	120,4225	1	120,4225	2454,48556
Chambre2	1679,7865		1763,77583	120,4225		120,4225	1884,19833
Chambre3	1666,1809		1749,48995	120,4225		120,4225	1869,91245
Chambre4	1946,2413		2043,55337	120,4225		120,4225	2163,97587
Chambre5	2175,9081		2284,70351	120,7774		120,7774	2405,48091
Chambre6	958,9169		1006,86275	120,1457		120,1457	1127,00845
Chambre7	1022,1745		1073,28323	120,2288		120,2288	1193,51203
Chambre8	1295,2072		1359,96756	120,3549		120,3549	1480,32246
Restaurant	11332,87		11899,5135	3600		3600	15499,5135

Tableau III.30. Apports sous-sol 2.

Pièces	APO	AV	AI _s	AINF _s	AI ₁	AINF ₁	
Chambre de la mariée	85,7226	1621,0714	248,9844	55,68	240	0	
Chambre des invitées	190,3536	0	568,9844	0	480	0	
Salle de conférence 1	1274,319	212,6758	895,7344	317,376	720	0,4817	
Salle de conférence 2	954,3685	0	873,1762	0	720	0	
Salle de conférence 3	436,2955	124,0619	426,9844	136,376	360	2,3662	
Salle des fêtes	1503,635	9436,601	14832,267	378,624	14400	5,7464	
Cafétéria	948,2409	1431,6566	4013,277	91,5936	3997,6	1,3901	
Apports totaux sous-sol 2							
Pièces	A _S	C _{Δas}	AT _S	A ₁	C _{Δal}	AT ₁	A _T
Chambre de la mariée	2011,4584	1,05	2112,03132	240	1	240	2352,03132
Chambre des invitées	759,338		797,3049	480		480	1277,3049
Salle de conférence 1	2700,1052		2835,11046	720,4817		720,4817	3555,59216
Salle de conférence 2	1827,5447		1918,92194	720		720	2638,92194
Salle de conférence 3	1123,7178		1179,90369	362,3662		362,3662	1542,26989
Salle des fêtes	26151,1269		27458,6832	14405,7464		14405,7464	41864,4296
Cafétéria	6484,7681		6809,00651	3998,9901		3998,9901	10807,9966

Tableau III.31. Apports sous-sol 3.

Pièces	APO	AV	AI _s	AINF _s	AI ₁	AINF ₁	
Chambre personnel1	1531,641	65,8288	442,9875	72,384	360	0,1098	
Chambre personnel2	642,7019	882,0559	160,0844	350,784	120	0,5324	
Apports totaux sous-sol 3							
Pièces	A _S	C _{Δas}	AT _S	A ₁	C _{Δal}	AT ₁	A _T
Chambre personnel1	2112,8413	1,05	2218,48337	360,1098	1	360,1098	2578,59317
Chambre personnel2	2035,6262		2137,40751	120,5324		120,5324	2257,93991

Tableau III.32. Puissance totale.

Etages	A_s	AT_s	A_l	AT_l	A_T
4 ^{ème} étage	18676,0985	19609,9034	2644,4039	2644,4039	22254,3073
3 ^{ème} étage	16918,4589	16017,1187	1564,1073	1564,1073	17581,226
2 ^{ème} étage	23192,2531	24351,8658	2166,4619	2166,4619	26518,3277
1 ^{ème} étage	20414,1184	21434,8243	2166,4619	2166,4619	23601,2862
Rez-de-chaussée	30358,0491	31875,9516	8478,25	8478,25	40354,2016
1 ^{er} sous-sol	24300,2026	25515,2127	4563,1968	4563,1968	30078,4095
2 ^{ème} sous-sol	41058,0591	43110,9621	20927,5844	20927,5844	64038,5465
3 ^{ème} sous-sol	4148,4675	4355,89088	480,6422	480,6422	4836,53308
Puissance totale					229262,84

III.5 Vérification réglementaire

Les résultats de calcul des apports relatif à la vérification règlementaire sont donnés dans les tableaux suivants :

Tableau III.33. Apports de références de l'hôtel.

$A_{réf,PH}$ (W)	$A_{réf,PV}$ (W)	$AV_{réf,PVI}$ (W)	$A_{réf}$ (W)	$1,05 \times A_{réf}$
16093,8894	81741,741	25444,1047	123279,735	129443,722

Tableau III.34. Somme des apports calorifiques des parois opaques et vitrée de l'hôtel.

APO aériennes (W)	AV	Somme en (W)
15153,4971	66923,853	82077,3501

D'après les résultats des tableaux III.33 et III.34, nous constatons que le bâtiment est parfaitement conforme à la réglementation thermique d'été.

Conclusion

Le calcul de bilan frigorifique à permet de déduire la puissance nécessaire que doit y assuré le groupe d'eau glacée pour maintenir les conditions de base intérieures.

Nous constatons que la puissance fournie par le groupe (218 kW) est inférieure à la puissance calculé (229,2628 kW), la solution proposée est de faire appel à des split-systèmes pour couvrir le manque en puissance. Or que l'entreprise a pris le choix de conditionner un seul bloc avec le groupe c'est-à-dire qu'ils exploitent seulement 123,9 kW l'équivalent de 56,83 %.

CHAPITRE IV

Pertes de charge

Introduction

En mécanique des fluides, les pertes de charges correspondent aux chutes de pression dues aux frottements que rencontrent les fluides en mouvement. On peut distinguer deux types de pertes de charge :

- Les pertes de charges linéaires ;
- Les pertes de charges singulières.

Le calcul consiste à déterminer la puissance requise des pompes, afin d'assurer la circulation d'eau dans le circuit hydraulique.

IV.1 Pertes de charges linéaires

Les pertes de charges linéaires dépendent de type d'écoulement (nombre de Reynolds), et de la rugosité interne de la conduite, elles sont données par la formule de Darcy-Weisbach (IV.1).

$$\Delta P_L = \lambda \frac{L}{D} \rho \frac{v_{\text{moy}}^2}{2} \quad (\text{IV.1})$$

- Débit volumique :

Il quantifie le volume de fluide par unité de temps qui traverse une section droite quelconque de la conduite, il est donné par l'équation suivante :

$$qv = v_{\text{moy}} S \quad (\text{IV.2})$$

- Nombre de Reynolds :

$$Re = \frac{\rho v_{\text{moy}} D}{\mu} \quad (\text{IV.3})$$

- Coefficient de perte de charge linéaire

Le coefficient de perte de charge linéaire dépend du régime d'écoulement, et de la nature de la conduite.

Pour un régime d'écoulement turbulent lisse, le coefficient de perte de charge linéaire est donné par la corrélation de Blasius (IV.4).

$$\lambda = 0,3164 Re^{-0,25} \quad (\text{IV.4})$$

IV.2 Pertes de charges singulières

Les pertes de charges singulières (IV.5), sont dues aux modifications géométriques de la conduite, on peut y compter les changements de direction, et les variations de section.

$$\Delta P_s = \sum \xi \rho \frac{V_{\text{moy}}^2}{2} \quad (\text{IV.5})$$

IV.3 Exemple de calcul des pertes de charge

Le travail consiste à déterminer en premier lieu les diamètres des tuyauteries, en décomposant le circuit en des tronçons comme présenté sur la figure IV.1, cela est dans le but de calculer les pertes de chaque tronçon séparément.

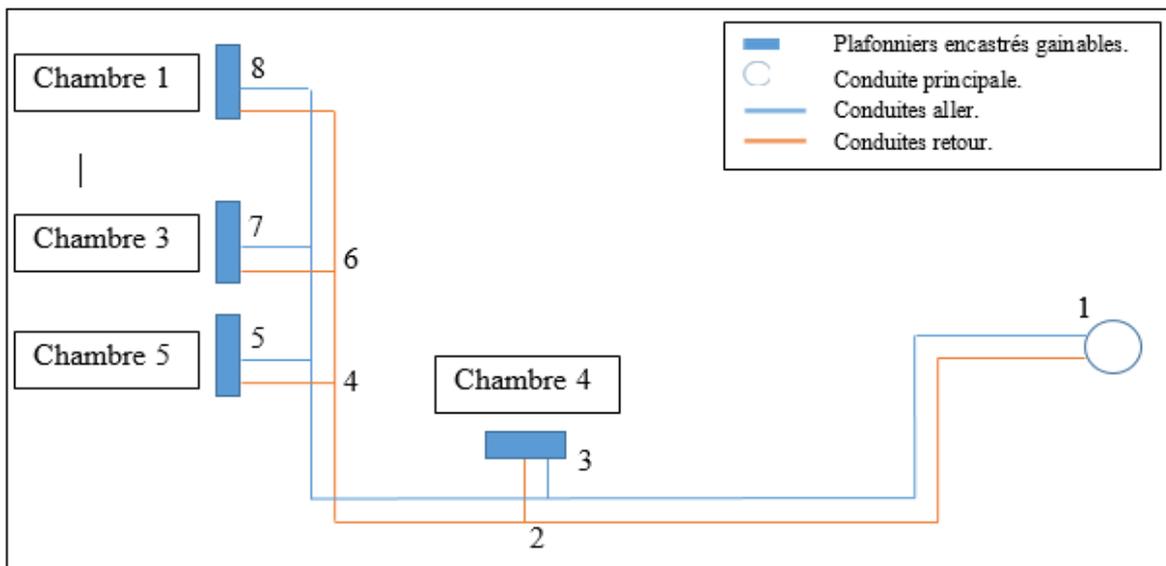


Figure IV.1. Circuit hydraulique d'eau glacée de 3^{ème} étage.

Les unités intérieures de l'installation (plafonniers encastrés gainables et cassettes) sont choisies de manière qu'ils puissent répondre au besoin de chaque chambre.

D'après les calculs, nous avons optés pour trois classes d'unités intérieures dont la puissance et le débit nominal sont présentés dans le tableau ci-après.

Tableau IV.1. Puissances et débit des unités intérieures.

plafonniers encastrés gainables air /eau			
Type	CST-200P12	CST-300P12	CST-400P12
Puissance	1,1 à 2,2	1,6 à 3,3	2,0 à 4,2
Débit nominal	0,37	0,56	0,72
Cassettes air / eau			
Type	CSQ4-300R	CSQ4-350R	CSQ4-470R
Puissance	1,8 à 2,6	2,3 à 3,5	2,9 à 4,5
Débit nominal	0,48	0,6	0,78

IV.4 Calcul des pertes de charge linéaires

Le tableau suivant présente les résultats de calcul des pertes de charge linéaires ainsi que les paramètres associés au calcul.

Tableau IV.2. Pertes de charge linéaires, conduite aller.

Tronçons	qv [m ³ /s]	V _{moy} [m/s]	section [m ²]	D _{conduite} [m]	Re	λ	L _{conduite} [m]	ΔP _L [Pa]
1_2	0,000411	1,2	0,0003426	0,0209	1,90×10 ⁴	2,70×10 ⁻⁰²	10,93	10150,721
3_4	0,000103		8,565×10 ⁻⁵	0,0104	9,49×10 ³	3,21×10 ⁻⁰²	1,58	3489,9668
2_5	0,000308		0,0002569	0,0181	1,64×10 ³	2,79×10 ⁻⁰²	3,64	4046,3627
7_6	0,000103		8,565×10 ⁻⁵	0,0104	9,49×10 ³	3,21×10 ⁻⁰²	2,85	6295,1933
5_8	0,000206		0,0001713	0,0148	1,34×10 ⁴	2,94×10 ⁻⁰²	1,27	1818,9643
9_10	0,000103		8,565×10 ⁻⁵	0,0104	9,49×10 ³	3,21×10 ⁻⁰²	2,67	5897,6022
8_12	0,000103		8,565×10 ⁻⁵	0,0104	9,49×10 ³	3,21×10 ⁻⁰²	7,53	16632,563

Tableau IV.3. Pertes de charge linéaires, conduite retour.

conduite	qv [m ³ /s]	V _{moy} [m/s]	Section [m ²]	D _{conduite} [m]	Re	λ	L _{conduite} [m]	ΔP _L [Pa]
1_2	0,0004111	1,2	0,0003426	0,0209	2,48×10 ⁴	2,52×10 ⁻⁰²	10,93	9483,6883
3_4	0,0001028		8,565×10 ⁻⁵	0,0104	1,24×10 ⁴	3,00×10 ⁻⁰²	1,58	3260,6313
2_5	0,0003083		0,0002569	0,0181	2,15×10 ⁴	2,61×10 ⁻⁰²	3,64	3780,4649
7_6	0,0001028		8,565×10 ⁻⁵	0,0104	1,24×10 ⁴	3,00×10 ⁻⁰²	2,85	5881,5185
5_8	0,0002056		0,0001713	0,0148	1,75×10 ⁴	2,75×10 ⁻⁰²	1,27	1699,4351
9_10	0,00010278		8,565×10 ⁻⁵	0,0104	1,24×10 ⁴	3,00×10 ⁻⁰²	2,67	5510,0542
8_12	0,00010278		8,565×10 ⁻⁵	0,01044	1,24×10 ⁴	3,00×10 ⁻⁰²	7,53	15539,591

Nous constatons que les pertes de charges linéaires sont proportionnelles aux longueurs, aux diamètres des canalisations et à la vitesse d'écoulement.

IV.5 Calcul des pertes de charge singulières

Les pièces constituant les singularités présentes dans le circuit sont : les coudes, les tés, les rétrécissements et les élargissements, ainsi que les vannes.

Les valeurs des coefficients de pertes de charge correspondant à chacun des pièces sont données dans le tableau suivant [5].

Tableau IV.4. Coefficients de pertes de charge singulières.

Pièces	Coefficients
Coudes	0,8 et 1,6
Vannes	10
Tés	1
Rétrécissements	1 et 0,5
élargissement	1 et 2

Les valeurs des pertes de charge singulières sont :

Tableau IV.5. Pertes de charge singulières aller.

conduite	ξ coude 90	ξ Restriction	ξ jonction T	ξ vanne 4 voies	$\sum \xi$	V_{moy} [m/s]	ΔP_s [Pa]
1_2	1,6	1	1	/	3,6	1,2	2591,2224
3_4	/	0	/	10	10		7197,84
2_5	0,8	1	1	/	2,8		2015,3952
7_6	/	0	/	10	10		7197,84
5_8	/	1	1	/	2		1439,568
9_10	1,6	0	/	10	11,6		8349,4944
8_12	0,8	0,5	/	10	11,3		8133,5592

Tableau IV.6. Pertes de charge singulières retour.

conduite	ξ coude 90	ξ Elargissement	ξ jonction T	ξ vanne 4 voies	$\sum \xi$	V_{moy} [m/s]	ΔP_s [Pa]
2_1	1,6	2	1	/	4,6	1,2	3306,3696
4_3	/	0	/	10	10		7187,76
5_2	0,8	2	1	/	3,8		2731,3488
6_7	/	0	/	10	10		7187,76
8_5	/	2	1	/	3		2156,328
10_9	1,6	0	/	10	11,6		8337,8016
12_8	0,8	1	/	10	11,8		8481,5568

Les pertes de charges singulières dépendent uniquement de la nature de l'accident de parcours, de la masse volumique du fluide et sa vitesse d'écoulement.

IV.6 Pertes de charges total

Les pertes de charges totales sont données par les relations suivantes :

$$\Delta P_{\text{Totales}} = \Delta P_L + \Delta P_s \quad (\text{IV.6})$$

Les valeurs des pertes de charge totale pour chaque étage sont données dans le tableau IV.7.

Tableau IV.7. Pertes de charge total.

	$\Delta P_{s\text{ aller}} [\text{Pa}]$	$\Delta P_{s\text{ retour}} [\text{Pa}]$	$\Delta P_{L\text{ aller}} [\text{Pa}]$	$\Delta P_{L\text{ retour}} [\text{Pa}]$	$\Delta P_{\text{Totales}} [\text{Pa}]$
Étage 4	35989,2	38095,128	26817,94	25055,658	125957,93
Étage 3	36924,919	39388,925	48331,373	45155,383	169800,6
Étage 2	73130,05	78059,07	83980,925	78462,005	313631,74
Étage 1	73130,05	78059,07	83980,606	78462,005	313631,73
RDC	86086,166	91844,438	151278,39	141337,47	470546,46
Sous-sol 1	49737,074	52542,526	77643,023	72540,881	252463,5
Sous-sol 2	122651,19	129667,19	116277,02	108636,13	477231,53
Conduite verticale	9069,2784	11931,682	8624,7591	8058,0019	37683,721
Conduite horizontale	2447,2556	2084,4504	559,3609	522,6037	5613,6806
Total					2166560,9

La puissance que doit développer la pompe afin de surmonter les pertes imposées est donnée dans le tableau IV.7, en utilisant la relation suivante :

$$P = \Delta P_{\text{Totales}} \times qv \quad (\text{IV.7})$$

Tableau IV.8. Puissance requise de la pompe.

	$\Delta P_{\text{Totales}} [\text{Pa}]$	$qv [\text{m}^3 / \text{s}]$	$P [\text{W}]$
Étage 4	125957,93	$4,11 \times 10^{-4}$	51,7687
Étage 3	169800,6	$4,11 \times 10^{-4}$	69,7880
Étage 2	313631,74	$8,75 \times 10^{-4}$	274,4277
Étage 1	313631,73	$8,75 \times 10^{-4}$	274,4277
RDC	470546,46	$1,13 \times 10^{-3}$	531,7175
Sous-sol 1	252463,5	$7,16 \times 10^{-4}$	180,0093
Sous-sol 2	477231,53	$1,42 \times 10^{-3}$	681,0093
Conduite verticale	37683,721	$5,74 \times 10^{-2}$	2165,684
Conduite horizontale	5613,6806	$1,23 \times 10^{-2}$	69,0482
Total	2166560,9	0,0756	4298,63

Conclusion

La puissance requise que doit y avoir la pompe est de 4,2986 kW afin de maintenir la circulation de l'eau dans les canalisations. Pour diminuer l'ensemble des pertes de charge il faut ; diminuer le nombre d'accident et la vitesse d'écoulement dans la conduite, utiliser des matériaux de faible rugosité et réduire au maximum le nombre de singularités.

Conclusion générale

Conclusion générale

Ce projet de fin de cycle consistait à étudier et dimensionner une centrale de climatisation à eau glacée de l'hôtel belvédère (Sidi Bouali-Bejaia) déjà construit, (les systèmes de climatisation centralisés sont généralement étudiés en collaboration avec les architectes, cela est dans le but de minimiser les cout d'installation).

Le but était d'appliquer la procédure de calcul des charges estivales ainsi que la méthode de vérification de la conformité à la réglementation thermique de l'hôtel en appliquant la méthode énoncée par le Document Technique Règlementaire relatif à la réglementation thermique des bâtiments algérienne

Outre que le calcul de bilan frigorifique, les pertes de charge ont été évalués ce qui permet de dimensionner les conduites qui achemine l'eau glacée à partir de la centrale jusqu'au équipements terminaux ainsi que la détermination de la puissance des pompes de circulation.

Cependant, pour dimensionner toute l'installation nous devons effectuées des études complémentaires, citons :

- Dimensionnement des échangeurs de chaleur (évaporateur, condenseur du groupe d'eau glacée et des unités intérieures) ;
- Dimensionnement de compresseur ;
- Dimensionnement de détendeur ;
- Détermination de coefficient de performance.

Annexe

Apports calorifiques dus aux appareils ménagers et de restaurants.

appareils	Gains à admettre (en W)		
	Sensibles	Latents	Total
Micro-ordinateur	450	-	450
Micro-ordinateur portable	15	-	15
Imprimante	376	-	376
Télévision	150	-	150
Réfrigérateur (200 l)	175	-	175
Four micro-ondes	2630	-	2630
Caisse enregistreuse	48	-	48
Moulin à café	500	140	640
Mixer	1000	277	1277

Masses volumique des matériaux.

Matériaux	ρ [kg/m ³]
brique	900
béton	1700
plaque de plâtre	875
enduit extérieur	1900
enduit intérieur	875
faïence	1900
mortier ciment	2200
mortier de pose	2200
carrelage	2600
tôle en aluminium	2700
hourdis	900
béton plein	1700

Références bibliographiques

Références Bibliographique

- [1] J. Yves Charbonneau, confort thermique à l'intérieur d'un établissement. Bibliothèque nationale du Québec, 2004.
- [2] A. Fall, conception d'un système de climatisation central appliqué au bâtiment H1. école polytechnique de Thiès, 1989.
- [3] P. Jacquard et S. Sandre. La pratique de la climatisation. Dunod, 2006.
- [4] DTR C 3-T Règles de calcul des déperditions calorifiques version 1997 et les règles de calcul des apports calorifiques des bâtiments version 1998.
- [5] J.Vazquez, hydrolique générale. Ecole nationale du genie de l'eau et de l'environnement de Strasbourg.

Résumé

L'objectif de ce mémoire est d'étudier et dimensionner une centrale de climatisation à eau glacée de l'hôtel belvédère (Sidi Bouali-Bejaia), dont nous avons orienté le travail vers une étude de vérification dans laquelle nous avons comparé les résultats de calcul menés par l'équipe de l'entreprise "SNC DJAMA & TOUATI-BEJAIA" et ceux que nous avons calculés.

Au début, nous avons illustré des généralités sur la climatisation. Par la suite nous avons calculé les différents apports calorifiques, menés par une vérification de la conformité à la réglementation thermique des bâtiments suivant la méthode énoncée par le DTR, ce qui nous a permis de déterminer la puissance frigorifique nécessaire pour maintenir les conditions de base intérieures. Enfin, nous avons dimensionné le réseau hydraulique cela à partir de calcul des pertes de charge.

Abstract

the aim of this memory is to study and size an ice-water cooling plant of the belvedere hotel (Sidi Bouali-Bejaia), whose work we directed towards a verification study in which we compared the results of calculated by the team of the company "SNC DJAMA & TOUATI-BEJAIA", and those we have calculated.

At first, we illustrated generalities on air conditioning. Subsequently, we calculated the various of heat gains, conducted by a verification of compliance with the thermal regulation of buildings according to the method set out by DTR, which allowed us to determine the cooling capacity necessary to maintain the basic conditions interior.

Finally, we have dimensioned the hydraulic network that from calculation of the pressure drops.