

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 : ENERGETIQUE

Par :

AROUA IMAD

BENHAMA ADAM

Thème

**Etude et Dimensionnement d'une centrale de traitement d'air pour un local de
conditionnement de la margarine – CEVITAL, BEJAIA**

Soutenu le 26 septembre 2021 devant le jury composé de :

Mr. M. SADAOU	Président
Mr. A. DJERRADA	Rapporteur
Mr. M. ADNANI	Examineur

Année Universitaire 2020-2021



Déclaration sur l'honneur
Engagement pour respecter les règles d'authenticité
scientifique dans l'élaboration d'un travail de recherche

Arrêté ministériel n° 933 du 28 juillet 2016() fixant les règles relatives à la prévention et la lutte contre le plagiat*

Je soussigné,

Nom :

Prénom :

Matricule :

Spécialité et/ou Option :

Département :

Faculté :

Année universitaire :/.....

et chargé de préparer un mémoire de (*Licence, Master, Autres à préciser*) :

Intitulé:

.....

.....

déclare sur l'honneur, m'engager à respecter les règles scientifiques, méthodologiques,
et les normes de déontologie professionnelle et de l'authenticité académique requises
dans l'élaboration du projet de fin de cycle cité ci-dessus.

Fait à Béjaïa le

...../...../.....

Signature de l'intéressé

(*) *Lu et approuvé*

.....

Remerciements

Au terme de la rédaction de ce mémoire, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et nos sincères remerciements

Nos remerciements vont tout premièrement, à Dieu le tout puissant qui nous a donné la foi, le courage et la patience de parvenir à finir ce modeste travail.

*Nous tenons tous particulièrement à adresser nos plus vifs remerciements et à exprimer notre profonde reconnaissance à notre encadreur Mr : **DJERRADA Abderrahmane** qui nous a orienté tous le long de nos études, pour son aide, sa généreuse disponibilité malgré les conditions sanitaires, ses critiques constructives et qui nous a fait bénéficier de ses conseils et de ses compétences.*

*Nous remercions aussi Mr **MELAZ Yousef** ingénieur de **CEVITAL** département margarine, et Mr **ASLOUNE Nadir** département froid, Qui nous ont fait bénéficier de leurs précieuses connaissances.*

Egalement tous les membres du jury d'avoir accepté de lire ce manuscrit et d'apporter les critiques nécessaires à la mise en forme final de ce mémoire.

On tient a remercié infiniment nos parent qui ont tous sacrifié pour nous, de nous avoir encouragé dans la poursuite de nos études, nous leurs serons éternellement reconnaissants.

Dédicaces

Je dédie cet aimable travail du profond de mon cœur :

A la mémoire de mon cher grand père AROUA Akli

A mes très chers parents, source de vie, d'amour et d'affection

A mon cher petit frère source de joie et de bonheur

A toutes mes chères sœurs, source de d'espoir et de motivation

A toute ma famille, mes amis, qu'ils trouvent ici mes profonds remerciements pour leur encouragement et leurs aide précieuses.

Aroua Imad

Dédicaces

Je dédie cet aimable travail accompagné d'un profond amour :

A celle qui a attendu avec patience les fruits de sa bonne éducation et de ses dévouements.

A ma chère mère

A celui qui s'est changé la nuit en jour pour m'assurer les bonnes conditions.

A mon cher père

A la mémoire de mon cher grand père DJENNADI Madjid

A la mémoire de ABDELI Khelaf père de mon cher amis Didin

Que dieu bénisse à leurs âmes

A mes deux chers frères Yannis, Danil

Ma petite sœur Anaïs, à mes belle-sœur Fatima et Sonia et mes deux neveux Dylan et Louise.

A tous mes amis qu'ils soient de près ou de loin

A toute la famille BENHAMA.

BENHAMA Adam

Sommaire

Remerciements	i
Dédicaces	ii
Sommaire	Vi
Table des figures	Vii
Liste des tableaux	ix
Liste des abréviations	xii
Introduction générale	1

Chapitre I : Présentation du complexe CEVITAL

I.1 Historique.....	2
I.2 Situation géographique	2
I.3 Activités de CEVITAL	2
I.4 Missions et objectifs.....	3
I.6 Unité Margarinerie	3
I.6.1 Gamme des produits	5
I.7 Caractéristiques du projet.....	5
I.7.1 Introduction.....	5
I.7.2 Données météorologiques et climatiques en Algérie	5
I.7.2.1 Zones climatiques	5
I.7.3 Paramètres géographiques	6
I.7.4 Paramètres géométriques.....	6
I.7.5 Paramètres climatiques et thermiques	6
I.7.6 Données internes	7
IV.7 Différents matériaux de construction utilisés	8

Chapitre II : Généralités sur le traitement d'air

Introduction	10
II.1 Historique de la climatisation	10
II.2 Définition de la climatisation	11
II.3 Objectif de la climatisation	11
II.4 Définition de l'air humide	12

II.5 Caractéristiques de l'air humide	12
II.5.1 Humidité	12
II.5.1.1 Humidité spécifique.....	12
II.5.1.2 Humidité relative.....	13
II.5.3 Enthalpie.....	13
II.5.3.1 Enthalpie de l'air humide.....	13
II.5.3.2 Enthalpie massique	13
II.5.4 Enthalpie spécifique de l'air humide a la température.....	14
II.5.5 Température	14
II.5.5.1 Température de rosée.....	14
II.5.5.2 Température humide.....	15
II.5.5.3 Température sèche de l'air.....	15
II.5.6 Volume spécifique	16
II.5.7 Diagramme de l'air humide	16
II.6 Généralités sur la centrale de traitement d'air.....	17
II.6.1 Définition d'une centrale de traitement d'aire.....	17
II.7 Type de centrale de traitement d'air.....	17
II.7.1 Centrale à simple flux	17
II.7.2 Centrale à double flux	18
II.8 Les éléments fondamentaux d'une CTA et leurs fonctions.....	19
II.8.1 Caisson de mélange	19
II.8.2 Caisson de filtration	19
II.8.3 Batterie chaude	19
II.8.4 Batterie froide	20
II.8.5 Humidificateur.....	21
II.8.6 Ventilateur	22
II.9 Principe de fonctionnement.....	23
Conclusion	24
 Chapitre III : Réglementation thermique – Méthode de calcul	
III.1.1 Introduction.....	25
III.1.2 Conditions de base	25
III.1.2.1 Caractéristiques de base de l'air extérieur	25
III.1.2.2 Caractéristiques de base de l'air intérieur.....	26
III.2 Méthode de calcul des charges estivales	26
III.2.1 Apports à travers les parois.....	26

III.2.2 Apports de chaleur internes	29
III.2.3 Apports dus à l'air extérieur	32
III.2.4 apports à travers les parois vitrées	34
III.3 Calcul des apports calorifique sensible et latents	36
III.3.2 Apports calorifiques effectifs sensibles et latents.....	36
III.3.3 Apports calorifique totaux (ou puissance frigorifique)	37
III.4 Étude du cycle de l'évolution de l'air	37
Chapitre IV : Bilan thermique	
Introduction.....	39
IV.1 Paramètres thermiques	39
IV.2 Calculs du bilan frigorifique.	40
IV.2.1 Apport à travers les parois opaques	40
IV.2.1.1 Apport à travers les parois extérieures	40
IV.2.1.2 Les apports à travers les parois intérieures	44
IV.2.1.3 Apports à travers les paroi vitrées extérieures.....	46
IV.2.2 Apports de chaleur internes	48
IV.2.2.1 Gains de chaleur dus aux occupants	48
IV.2.2.2 Gains de chaleur dus à l'éclairage.....	49
IV.2.2.3 Gains dus aux réservoirs émulations.....	50
IV.2.2.4 Gains dus aux réservoirs de chauffe.....	50
IV.2.2.5 Gains dus aux tuyauteries.....	50
IV.2.3 Apport de chaleur par renouvellement d'air.....	51
IV.2.4 Calcul des apports calorifiques sensibles et latents.....	52
IV.2.5 Calcul des apports calorifique effectifs, sensibles et latents.....	53
IV.2.6 Apports calorifique totaux sensible et latents.....	53
IV.2.7 Apports totaux sensibles et latents	54
IV.2.8 Etude du cycle de l'évolution de l'air en été	54
Conclusion générale	59
Références bibliographiques.....	60
Annexes B	61
Résumé Abstract	65

Table des figures

Figure 1.1 : Plan de masse de CEVITAL.....	3
Figure 1.2: Structure du département margarine.....	4
Figure 2.1: Température de rosée.....	14
Figure 2.2 : Température humide et température sèche.....	15
Figure 2.3 : Température de bulbe sec et bulbe humide.....	16
Figure 2.4 : Diagramme de l'air humide.....	17
Figure 2.5 : Centrale de traitement d'air, simple flux.....	18
Figure 2.6 : Centrale de traitement double flux.....	18
Figure 2.7 : Batterie chaud alimentée en eau.....	20
Figure 2.8 : Batterie froide alimentée en eau.....	20
Figure 2.9 : Humidificateur à injection d'eau liquide.....	21
Figure 2.10 : Humidificateur à vapeur.....	22
Figure 2.11 : Ventilateur.....	22
Figure 5.1 : Détermination de la droite de soufflage	55
Figure 5.2 : Représentation graphique de l'air en période d'été.....	58

Liste des tableaux

Tableau 1.1 : Paramètres géométriques.....	6
Tableau 1.2 : Paramètres climatiques et thermiques.....	6
Tableau 1.3 : Valeurs du rayonnement de base et du rayonnement diffus.....	7
Tableau 5.1 : Caractéristiques thermiques des murs extérieurs.....	39
Tableau 5.2 : Caractéristiques thermiques des murs intérieurs.....	39
Tableau 5.3 : Caractéristiques thermiques de la toiture et du plancher	40
Tableau 5.4 : Résistance thermique de vitrage et portes.....	40
Tableau 5.5 : Apports à travers les paroi extérieures Nord.....	41
Tableau 5.6 : Apport à travers la porte extérieure Nord.....	41
Tableau 5.7 : Apports à travers la paroi extérieure Est.....	42
Tableau 5.8 : Apports à travers a toiture	42
Tableau 5.9 : Apports à travers la paroi extérieure Ouest.....	43
Tableau 5.10 : Apports totaux à travers les parois opaques extérieures.....	43
Tableau 5.11 : Apports à travers la paroi intérieure en contact avec un local non conditionné, orientation 0 Sud.....	44
Tableau 5.12 : Apports à travers le toit et plancher en contact avec un locale non chauffé.....	45
Tableau 5.13 : Apports totaux à travers les parois opaques, calcul pour l'été.....	45
Tableau 5.14 : Apports totaux à travers les parois vitrées extérieures orientées Nord.....	46
Tableau 5.15 : Apports totaux à travers les parois vitrées extérieures orientées Ouest.....	47
Tableau 5.16 : Apports totaux à travers les parois vitrées extérieures orientées Est.....	47
Tableau 5.17 : Apports totaux à travers les vitrages.....	48
Tableau 5.18 : Gains de chaleur dus aux occupants.....	49
Tableau 5.19 : Gains de chaleur dus à l'éclairage.....	49
Tableau 5.20 : Gains dus aux réservoirs d'émulations.....	50
Tableau 5.21 : Gains dus aux réservoirs de chauffe.....	50
Tableau 5.22 : Gains dus à la tuyauterie.....	50
Tableau 5.23 : Gains totaux de chaleur sensible.....	51
Tableau 5.24 : Gains totaux de chaleur latente.....	51
Tableau 5.25 : Gains sensibles dus au renouvellement d'air	52

Tableau 5.26 : Calcul des apports calorifiques sensibles, totaux.....	52
Tableau 5.27 : Calcul des apports calorifiques latents, totaux	52
Tableau 5.28 : Apports calorifique effectifs sensible et latents.....	53
Tableau 5.29 : Apports calorifiques totaux, sensibles et latents.....	53

Liste des abréviations

Symboles	Significations	Unités
AEs	Apports calorifique effectifs sensible	(W)
AE _L	Apports calorifique effectifs latents	(W)
A _s	Apports calorifiques sensibles	(W)
A _L	Apports calorifiques latents	(W)
AI _s	Apports internes sensibles	(W)
AI _L	Apports internes latents	(W)
AI _{s,oc}	Gains sensibles dus aux occupants	(W)
AI _{L,oc}	Gains latents dus aux occupants	(W)
AV	Apports calorifiques à travers les parois vitrées	(W)
AT _s	Apports calorifiques totaux sensibles	(W)
AT _L	Apports calorifiques totaux latents	(W)
AT _{tot}	Apports calorifiques totaux ou puissance frigorifique	(W)
AINF _s	Apports sensibles dus aux infiltrations d'air	(W)
AINF _L	Apports latents dus aux infiltrations d'air	(W)
AREN _s	Apports calorifiques sensibles par renouvellement d'air	(W)
AREN _L	Apports calorifiques latents par renouvellement d'air	(W)
APO _{tot}	Apports de chaleur total à travers les parois opaques	(W)
APO _é	Apports de chaleur à travers les parois extérieures	(W)
APO _{int}	Apports à travers les parois extérieures	(W)

$C_{\Delta as}$	Coefficient majorateur des gains sensibles	
$C_{\Delta al}$	Coefficient majorateur des gains latents	
$C_{S,oc}$	Puissance calorifique sensible due aux occupants	(W)
$C_{L,oc}$	Puissance calorifique latente due aux occupants	(W)
C_{in}	Coefficient de surpuissance	
C_r	Coefficient des pertes calorifiques dues au réseau de tuyauterie	
C_{lnc}	Coefficient correcteur, cette valeur s'obtient par interpolation	
Kété	Coefficient de transmission en partie courante de la paroi considérée pour l'été	(W.m ² /°C)
T_{Sm}	Température moyenne sèche de l'air extérieur	(°C)
T_{Se}	Température extérieur sèche à l'instant considéré	(°C)
$T_{Sb,i}$	Température intérieure du local conditionné	(°C)
C_{Si}	Coefficient de simultanéité relatif à l'apport interne	
$N_{AI,i}$	Coefficient d'amortissement relatif à l'apport interne	(W)
$AI_{S,i}$	la partie sensible de l'apport interne	(W)
$AI_{L,i}$	la partie latente de l'apport interne	(W)
W_{eff}	Puissance nominale	(W)
H	Rendement du moteur	
Δp	La pression du ventilateur ou la hauteur manométrique de la pompe	(Pa)
Q_{vm}	Le débit volumique moyen du fluide	(m ³ .s ⁻¹)
W_n	Puissance nominale de l'ampoule ou du tube fluorescent	(W)
C_{me}	Coefficient de majoration	
C_{cr}	Pourcentage de chaleur résiduelle correspondant à la part d'énergie restant dans la salle	
E	L'épaisseur de la couche de matériau constituant les parois du réservoir	(m)
λ	Désigne la conductivité thermique du matériau considéré	(W/m.°C)

Re	Désigne la résistance superficielle extérieure	(m ² .°C/W)
BF	Facteur de by-pass qui exprime la partie extérieur	(W)
AT	Puissance frigorifique totale à fournir	(Kw)
H ^s _s	Enthalpie de l'aire soufflé	
H ^s _i	Enthalpie intérieur du local considéré	
P _{BF}	Puissance de la batterie froide	(Kw)
Mas	Débit massique d'aire soufflé	(Kg/s)
Δh _m ⁵	Variation d'enthalpie entrée-sortie de la batterie froid	(KJ/K _{gas})
r ^s	Le humidité spécifique	(geau/kg _{gas})
H ^r	le humidité relative	(%)
V ^s	Le volume spécifique	(m ³ / K _{gas})
H ^s	Le Enthalpie spécifique	(KJ/ K _{gas})

Introduction Générale

Introduction Générale

La modernisation de l'industrie nous impose l'usage de divers types de machines mais en parallèle elles sont une source de chaleur permanente ainsi qu'un taux d'humidité très élevé. Ces dernières influent négativement sur le rendement physique de l'être humain, se répercutant ainsi sur l'aptitude au travail.

Le conditionnement d'air est tenu comme étant un procédé de traitement d'air ambiant susceptible d'assurer et de maintenir des caractéristiques physiques et chimiques dans les limites désirées, aussi est une technique qui permet la production d'un ou plusieurs locaux avec un état d'air indépendant des conditions atmosphériques externes.

Et pour cela intervient la réglementation thermique qui est un ensemble de lois visant la maîtrise de l'énergie dans le bâtiment, ceci pour assurer le confort des occupants du bâtiment. Les enjeux de la réglementation thermique sont économiques pour réduire la facture énergétique.

C'est dans cette optique que le groupe CEVITAL Bejaia, nous a proposé d'étudier le dimensionnement d'une installation de traitement d'air pour un local de conditionnement de margarine.

Notre travail est organisé de la façon suivante :

Le premier chapitre est destiné pour la présentation du complexe CEVITAL.

Le deuxième chapitre a pour but de donner une idée générale sur la climatisation, l'air humide et la centrale a traitement d'air.

Le troisième et le quatrième chapitre sont consacrés pour la réglementation thermique et les caractéristiques du projet.

Le cinquième chapitre on obtient des résultats de calcul du bilan frigorifique de projet et la puissance frigorifique nécessaire pour l'installation du conditionnement d'air.

Chapitre I

Présentation de complexe

CEVITAL

I.1 Historique :

CEVITAL est parmi les entreprises algériennes qui ont vu le jour dès l'entrée de notre pays en économie de marché. Elle a été créée par des fonds privés en 1998. Son complexe de production se situe dans le port de Bejaia et s'étend sur une superficie de 45000m². CEVITAL contribue largement au développement de l'industrie agroalimentaire nationale, elle vise à satisfaire le marché national et exporter le surplus, en offrant une large gamme de produits de qualité. [0]

I.2 Situation géographique :

CEVITAL est implanté au niveau du nouveau quai du port de Bejaia à 3 km du sud-ouest de cette ville, à proximité de la RN 12. Cette situation géographique de l'entreprise lui a beaucoup profité étant donné qu'elle lui confère l'avantage de proximité économique. En effet elle se trouve proche du port et l'aéroport. (Voir plan de masse) [0]

I.3 Activités de CEVITAL :

Lancé en Mai 1998, le complexe CEVITAL a débuté son activité par le conditionnement d'huile en Décembre 1998. En Février 1999, les travaux de génie civil de la raffinerie ont débuté, cette dernière est devenue fonctionnelle en Août 1999. L'ensemble des activités de CEVITAL est concentré sur la production et la commercialisation des huiles végétales, de margarine et de sucre et se présente comme suit :

- Une raffinerie d'huile.
- Une unité de conditionnement d'huile.
- Une margarinerie. - Une raffinerie de sucre.
- Une unité de fabrication d'emballage.
- Une unité de stockage de céréales.
- Une nouvelle raffinerie de sucre 3000 tonnes/jour.

Et d'autres projets sont en cours d'étude.

- Une minoterie et une savonnerie.
- Une unité d'hydrogénation d'huile.
- Un électrolyseur.
- Une centrale thermique. [0]

I.4 Missions et objectifs :

L'entreprise a pour mission principale de développer la production et d'assurer la qualité et le conditionnement des huiles, des margarines et du sucre à des prix nettement plus compétitifs et cela dans le but de satisfaire le client et le fidéliser. Les objectifs visés par CEVITAL peuvent se présenter comme suit :

- L'extension de ses produits sur tout le territoire national.
- L'optimisation de ses offres d'emploi sur le marché du travail.
- L'encouragement des agriculteurs par des aides financières pour la production locale de graines oléagineuses.

La modernisation de ses installations en termes de machine et technique pour augmenter le volume de sa production.



Figure I.1 : Plan de masse de CEVITAL. [0]

I.6 Unité Margarinerie :

CEVITAL s'est aussi engagée dans la production de la margarine à partir de 2001, cette unité est équipée de machines allemandes et française telles Schröder et NOVA, sa capacité de production atteint les 600 t/jour. Le nombre d'employés au sein de cette unité est de 173 répartis sur plusieurs Services, comme le montre la figure suivante :

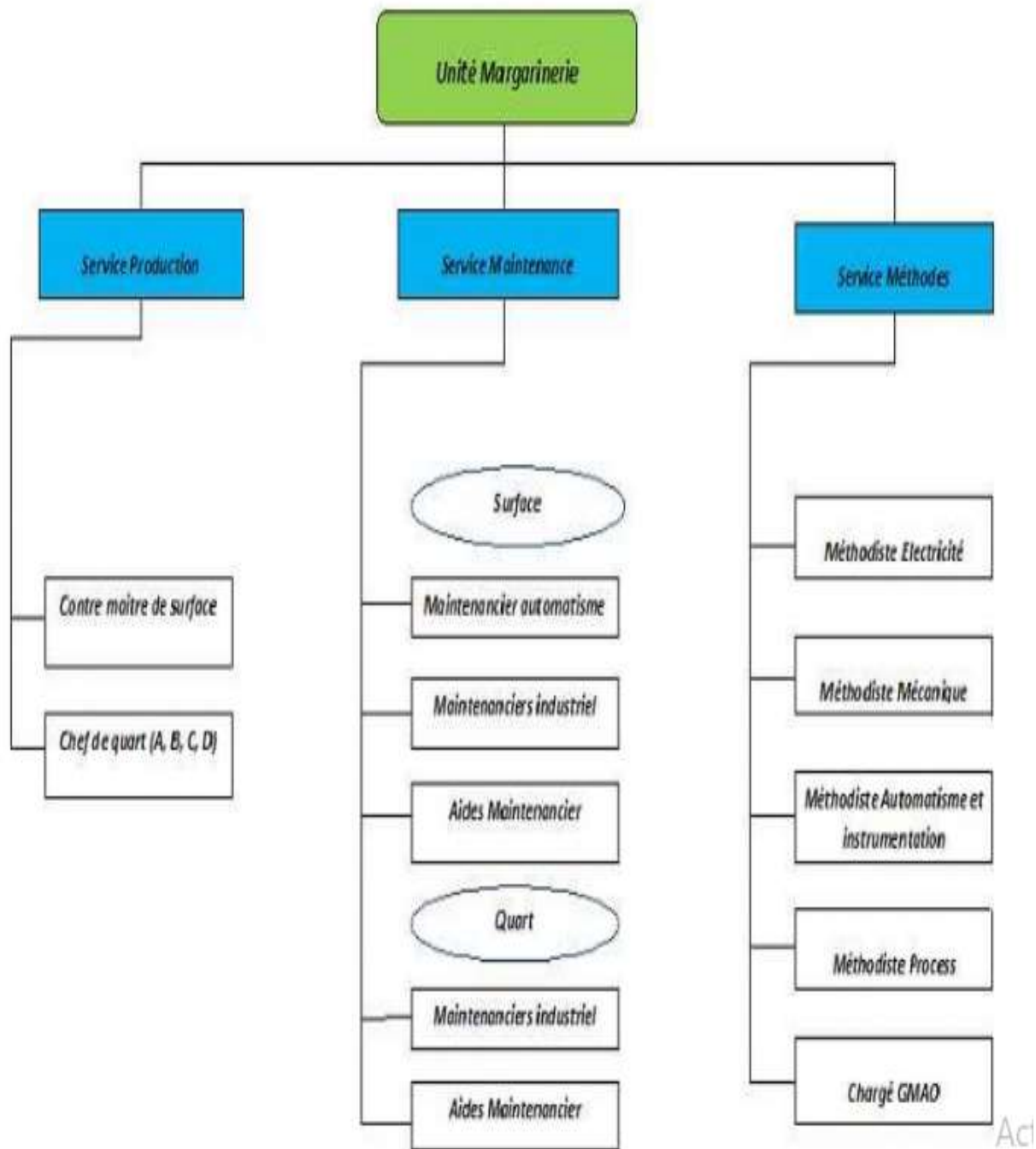


Figure I.2: Structure de département margarine. [0]

I.6.1 Gamme des produits :

- 1- Margarine de table : "FLEURIAL" ;
- 2- Margarine à tartiner : "MATINA" (beurre et margarine) ;
- 3- Margarine de feuilletage : La Parisienne ;

- 4- Margarine SHORTENING (pour boulangerie, pâtisserie) ;
- 5- Graisses végétales pour l'industrie agroalimentaire ;
- 6- Smen et d'Han (MEDINA). La production de margarine représente une part relativement faible et contribue au chiffre d'affaires à hauteur de 7% soit, 2,5 milliards de dinars. [0]

Conclusion :

Dans ce chapitre, on a présenté l'entreprise CEVITAL d'une manière générale et toutes les unités qui existe sur place.

Les caractéristiques de chaque composant constituant notre unité, afin de bien mener notre projet et résoudre la problématique qui nous a été posé, ce qui fera l'objet des prochains chapitres.

I.7 Caractéristiques du projet

I.7.1 Introduction :

Avant de commencer le calcul du bilan thermique, on devra connaître tous les facteurs qui pourront affecter son évaluation. Des relevés précis, complets sont à la base même de ce bilan. C'est à partir de la connaissance de ces éléments et à l'aide d'un bilan mené avec soin, que l'on pourra déterminer l'installation de conditionnement d'air la plus économique et la plus rassurante.

I.7.2 Données météorologiques et climatiques en Algérie

I.7.2.1 Zones climatiques

Il y'a lieu de tenir compte de la position stratégiques de notre pays et de ses différents reliefs, qui donnent lieu à plusieurs zones climatiques [1]. On définit pour l'Algérie sept zones climatiques qui sont : quatre zones et une sous zone au Nord et trois autres zones au Sud.

Zone A : C'est à climat méditerranéen (maritime), comprenant le littoral et une partie du versant nord des chaînes côtières comprenant la ville de Bejaïa.

Zone B : Elle la plaine et les vallées comprises entre les chaînes côtières et l'Atlas Tellien, autres que celle de la région de Chlef.

Zone B' : C'est une sous-zone de la zone B. Elle comprend la ville de Chlef comprises entre la chaîne de l'Ouarsenis et les montagnes du Dahra et des Braz.

Zone C : Elle comprend les hauts plateaux compris entre l'Atlas Tellien et l'Atlas Saharien, ayant une altitude supérieure à 500m.

Zone D1 : Elle comprend le Sahara au-delà de l'Atlas Saharien jusqu'à latitude 31°.

Zone D2 : Elle comprend le Sahara au-delà l'altitude 31° jusqu'à l'altitude 26 °.

Zone D3 : Elle comprend le Sahara au-delà latitude 26° jusqu'aux frontières Sud.

I.7.3 Paramètres géographiques :

L'objectif du présent projet est le dimensionnement d'une centrale de traitement d'air pour un local de conditionnement de margarine au complexe agroalimentaire CEVITAL – Bejaïa. Le projet se situe donc dans la zone climatique A, correspondant à un climat maritime, méditerranéen, comprenant le littoral et une partie du versant nord des chaînes côtières et dont l'altitude est inférieure à 500 m (voir annexe 5 DTR C 3.4). Les coordonnées géographiques du site d'implantation sont les suivantes :

- Latitude : 36.44 Nord
- Longitude : 5.04 Est
- L'altitude <100 m

I.7.4 Paramètres géométriques :

Surface [m ²]				
Orientation	N	S	E	O
Façade parpaing	197.14	265	304.92	167.31
Vitrage simple	13.5	205	48	35.25
Porte aluminium	/	4	/	/
Porte acier	2	/	/	/

Tableau I.1 : Paramètres géométriques

I.7.5 Paramètres climatiques et thermiques :

Paramètre climatique	Conditions extérieures de base			Conditions intérieures de base		
	HR [%]	TS _{b,e} [°C]	HS _{b,e} [ge/kg _{as}]	HR [%]	TS _{b,i} [°C]	HS _{b,i} [ge/kg _{as}]
Juillet	34	34	14.5	50	24	9.3

Tableau I.2 : Paramètres climatiques et thermique.

On a l'écart diurne E :

$E = 9$ pour le mois de juillet

Nous prenons $\alpha = 0.5$ parce que la couleur des murs extérieurs est claire.

La masse surfacique du mur $m_{\text{sur}} = 300 \text{ Kg/m}^2$

✓ **Valeur du rayonnement de base et du rayonnement diffus**

Les valeurs de rayonnement de base et du rayonnement diffus sont pris par interpolation dans le tableau (2.4 de DTR C 3.4)

Latitude	Rayonnement total de base $I_{t,b}$ et diffus de base $I_{d,b}$ en (W/m^2)					
36.44	Mois	ORIENTATION				
		N	E	S	O	Horiz
	Juillet	48.07	516	172.84	516	749.04
	Aout	34	514.23	276.84	514.23	698.69

Tableau I.3 : Valeurs du rayonnement de base et du rayonnement diffus.

Remarque : Le rayonnement diffus de base, $I_{d,b}$ en (W/m^2), correspond aux apports de chaleur non amortis dus au rayonnement solaire à travers un vitrage de référence à l'ombre (c'est-à-dire pour la direction Nord)

I.7.6 Données internes au local

Occupants :

- 30 occupants

Appareils :

Les appareils présents dans le local à climatiser :

- Moteurs électriques
- Réservoirs (Bac de chauffe)
- Pompes

I.7.7 Différents matériaux de construction utilisés

Briques (parpaing)

Dans la construction en Algérie on utilise la brique creuse pour les parois extérieures et intérieures. Elle existe sous différentes formes en fonction des dimensions et du nombre de trous.

Verre

Le verre est un matériaux transparent solide et fragile, ne résiste pas au choc. Il est utilisé dans le bâtiment cloison laissant passer la lumière et la chaleur a l'intérieure des locaux.

Les aciers inoxydables

On les trouve dans le local à conditionner au niveau des portes et des réservoirs en raison de leurs caractéristiques, qui sont :

- Une résistance remarquable à la corrosion et a l'oxydation à haute température,
- Facilité de nettoyage,
- Conductivité thermique plus faible que celle des aciers classiques.
- Durables et totalement recyclables.

Murs extérieurs

Les murs extérieurs sont en contact direct avec l'air ambiant, c'est pour cette raison qu'on a opté pour l'utilisation d'un isolant thermique afin d'augmenter leur résistance thermique. Ils se composent des différentes couches suivantes :

- Enduit plâtre d'épaisseur : 2.5cm
- Parpaing d'épaisseur : 20cm
- Mortier de ciment : 2.5cm

Murs intérieurs

Les murs intérieurs ont une fonction principale, qui est la séparation des espaces, ils sont constitués les trois couches suivantes :

- Enduit plâtre d'épaisseur : 2.5cm
- Parpaing d'épaisseur : 20cm
- Mortier de ciment : 2.5cm

Planchers et toitures

On trouve la constitution suivante :

- Béton armé d'épaisseur : 15cm
- Mortier de pose d'épaisseur : 2cm
- Carrelage d'épaisseur : 2.5 cm
- Enduit plâtre d'épaisseur : 2.5cm

Chapitre II

Généralités sur le traitement d'air

Introduction :

Le conditionnement d'air et aussi appelé le traitement de l'air en température, humidité et qualité d'air pour créer une atmosphère contrôlée et pour obtenir un degré de confort des occupants (laboratoires médicaux, bâtiment de stockage ...etc.).

Ce chapitre s'intéresse à la mise au point bibliographique concernant la centrale à traitement d'air, On commencera par un bref historique sur la climatisation puis on définira les différents matériaux qu'on a utilisés au cours de notre étude, ainsi les deux types de la centrale a traitement d'air, leurs éléments fondamentaux et leurs fonctionnements.

II.1 Historique de la climatisation

Pour le rafraîchissement des boissons, les civilisations grecques et égyptiennes utilisaient l'effet d'évaporation de l'eau à travers les vases et les jarres poreux. C'est au XIX^{ème} siècle que sont apparues les premières machines frigorifiques à compression de fluide.

1834 : Jacob PERKINS, de Londres, construit la première machine de réfrigération à compression mécanique avec de l'éther comme réfrigérant ;

1859 : Le Français Ferdinand CARRE réalise la première installation industrielle (machine à absorption d'eau+ NH₃= Ammoniac) ;

1930 : Grâce à une étude théorique du chimiste belge Frédéric SWARTS, le grand essor de l'industrie du froid s'installe, avec la mise au point par une société américaine d'un nouveau fluide frigorigène « Le DICHLORODIFLUOROMETHANE » (R12).

1950 : Général Motors met en place des glaces teintées sur ses véhicules pour réduire la température intérieure engendrée par rayonnement.

En France, le chauffage de l'habitacle des véhicules se généralise ;

1955 : Les premiers systèmes de conditionnement d'air font leur apparition sur des véhicules américains type Chevrolet. L'ensemble du système était préassemblé par Frigidaire à l'usine de Dayton(Ohio)émise place sur environ 3500 véhicules durant la même année ;

1960 : Les concepteurs aboutissent à combiner le système de réfrigération à celui de chauffage;

1970 : Les constructeurs européens adoptent la climatisation dans leurs véhicules ;

1980 : Apparition des premiers systèmes de climatisation automatisés sur les véhicules.

Au milieu des années 90, près de 90% des véhicules américains sont climatisés, contre seulement 20% en Europe

Actuellement, près de 80% des véhicules, toutes gammes confondues, sont équipés de série d'un système de climatisation ou d'air conditionné.

Cette croissance ne peut que s'accroître dans les années futures, de par les qualités du bien – être apporté par le conditionnement de l'air de l'habitat et des véhicules automobiles.

II.2 Définition de la climatisation

La climatisation regroupe l'ensemble des procédés visant à conditionner l'air ambiant d'un espace en contrôlant et en maintenant la température : l'humidité, le mouvement de l'air, le degré sonore et la différence de pression, tout en veillant à la santé et au confort des occupants de la pièce et au bon fonctionnement des appareils qui s'y trouvent [1].

Ce procédé est basé sur quatre transformations de base à savoir :

- Le refroidissement
- Le chauffage
- L'humidification
- La déshumidification

II.3 Objectif de climatisation

Compte tenu de la compétitivité économique, l'apport de la climatisation dans de nombreux secteurs industriels est de plus en plus nécessaire et fondamentale [1].

Le système de climatisation assure plusieurs rôles selon les besoins, il peut en outre être sollicité pour :

- Améliorer la productivité
- Augmenter les performances du personnel (confort)
- Maintenir les conditions thermiques adéquates pour les appareils
- Assurer le confort des personnes et des usagers.

II.4 Définition de l'air humide

L'air humide est un gaz composé d'un mélange d'air sec et de la vapeur d'eau, celle-ci étant en quantité variable. Sa part massique allant approximativement de 0% à 3%. Chaque gaz a donc sa propre pression partielle égale à celle qu'il exercerait dans le même volume s'il était seul.

L'air humide se compose de l'air sec et de la vapeur d'eau.

II.5 Caractéristique de l'air humide

II.5.1 Humidité :

L'humidité est généralement à l'état vapeur, ou quelque fois à l'état liquide (gouttes) ou solide (neige), en concentration variable [2].

Sachant que la teneur en humidité de l'air est généralement variable, mais sans la modification de la masse de l'air sec, alors on se réfère de préférence à la masse de l'air sec plutôt qu'à la masse d'air humide. Voilà pourquoi on utilise deux types de grandeurs dans la climatisation [3].

II.5.1.1 Humidité spécifique

L'humidité spécifique notée R^s (parfois appelée aussi rapport de mélange, humidité absolue, teneur en eau, etc.) est définie comme le rapport existant entre la masse d'humidité (vapeur d'eau) et la masse d'air sec à laquelle elle est mélangée, elle est mesurée en kilogrammes d'humidité par kilogramme d'air sec [4] :

$$r_s = \frac{m_v}{m_{a.s}} \quad \text{II.1}$$

$$RS = 0.622 P_v / (P - P_v)$$

II.5.1.2 Humidité relative

L'humidité relative ψ encore appelée degré hygrométrique, correspond au rapport de la pression partielle de la vapeur d'eau contenue dans l'air sur la pression de vapeur saturante à la même température.

$$\psi = \frac{Pv}{P_{sat}}$$

Une hygrométrie de 100% correspond à la saturation. Les valeurs d'hygrométrie inférieure à 100% correspondent aux courbes iso-degré tracées à l'intérieur du diagramme de l'air humide.

II.5.3 Enthalpie

La notion d'enthalpie est difficile à définir. La méthode la plus simple est de considérer qu'il s'agit d'une mesure de l'énergie contenue dans l'air, lors des évolutions à pression constante, ou sensiblement constante.

Sachant que les phénomènes intervenant en conditionnement d'air, hors des circuits frigorifiques, se produisant à pression relativement constante [3].

On considère pour les calculs que l'enthalpie massique se réfère pour l'air sec, l'air humide ou l'eau. Et que l'enthalpie spécifique se réfère pour l'air humide seulement.

II.5.3.1 Enthalpie de l'air humide

L'enthalpie spécifique de l'air humide sous un volume V renfermant un mélange composé d'une masse d'air sec et d'une masse de vapeur d'eau est donnée comme suite :

$$H = ma.s.Ha.s + mv.Hv$$

II.5.3.2 Enthalpie massique

L'enthalpie massique contenue dans 1 kg d'air sec se calcule comme suite [4] :

$$Ha.s = cp.a.s.\theta$$

Et pour la vapeur d'eau

$$Hv = Iv.cp.a.s.\theta$$

II.5.4 Enthalpie spécifique de l'air humide à la température

L'enthalpie spécifique, notée H^S représente la quantité de chaleur (sensible et latente) contenue dans un air humide renfermant une masse d'air sec de 1 kg. On peut dire qu'il s'agit de l'enthalpie totale d'une masse d'air humide rapporté a une masse d'air sec présent dans l'air humide considéré.

$$H = mASHAS + mVHV \Rightarrow HS = HAS + rSHV$$

$$HS = 1,006 \cdot \theta + rS (2500,8 + 1,826 \cdot \theta)$$

II.5.5 Température

C'est une grandeur physique liée à la notion immédiate de chaud et de froid. En conditionnement d'air, la température d'air, exprimée en degrés Celsius [°C], choisie soit pour des raisons de bien être, soit pour des raisons de conservation, ou pour des raisons de fabrication [3].

II.5.5.1 Température de rosée

La température de rosée c'est la température ou laquelle du rosé se dépose naturellement. Plus techniquement, en dessous de cette température qui dépend de la pression et de l'humidité ambiantes, la vapeur d'eau contenue dans l'air se condense sur les surfaces, par effet de saturation.

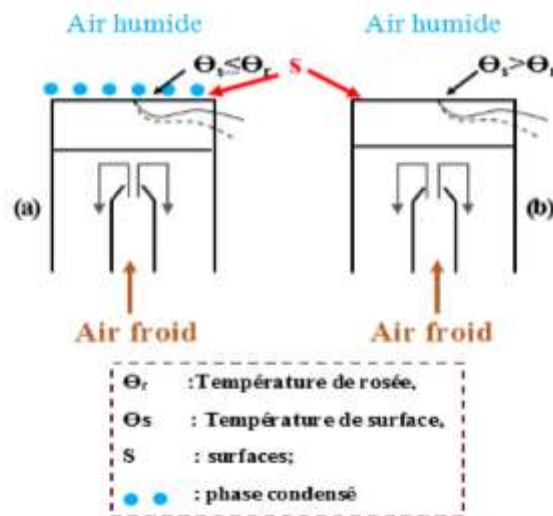


Figure II.1: Température de rosée.

II.5.5.2 Température humide

La température humide θ_h dite aussi température de bulbe humide est celle enregistrée par un thermomètre ou le bulbe est recouvert d'une mèche imprégnée d'eau. La température humide, sauf à la saturation (humidité relative à 100%), est inférieure à la température courante (température sèche).

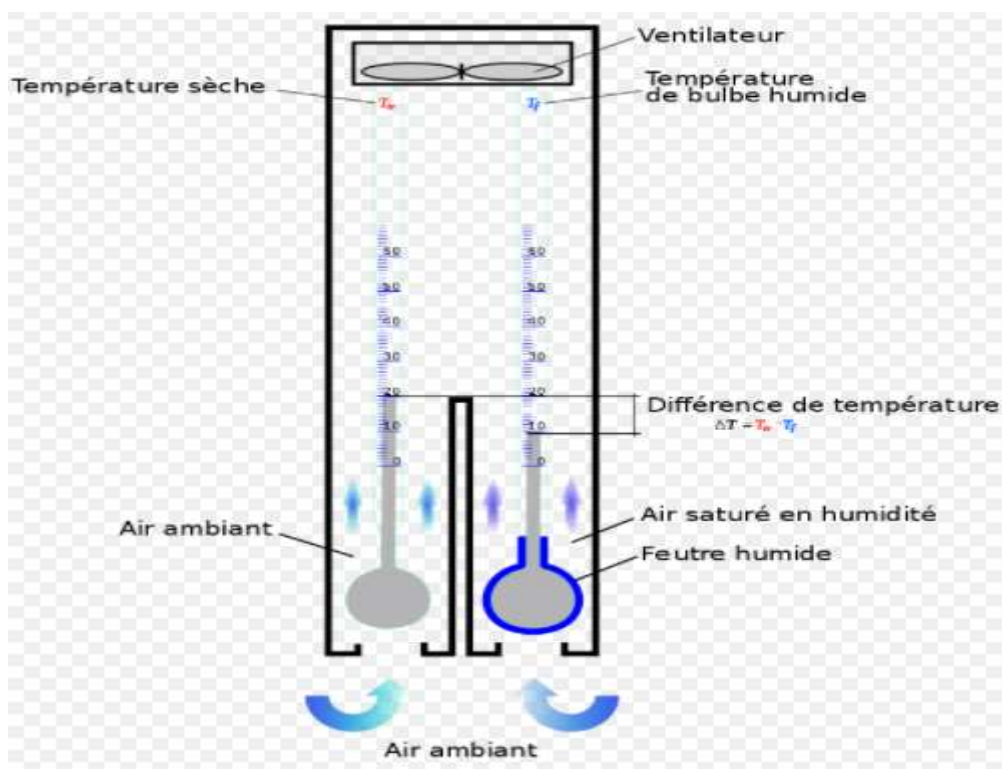


Figure II.2 : Température humide et température sèche

II.5.5.3 Température sèche de l'air

Température sèche θ_s , appelée aussi température de bulbe sec est celle qui est indiquée par un thermomètre dont l'élément sensible, la bulbe, est parfaitement sec, ledit thermomètre étant placé dans l'air en question. C'est la température relevée au thermomètre classique en [°C] [2].

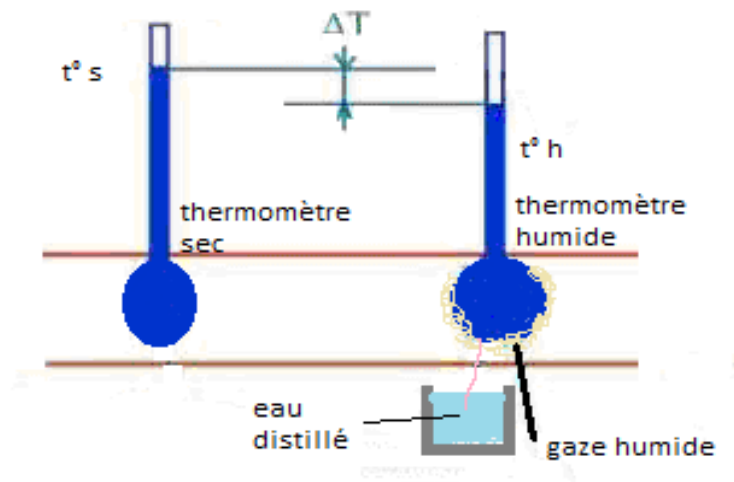


Figure II.3 : Température de bulbe sec et bulbe humide

II.5.6 Volume spécifique

Le volume spécifique, noté v ou v^s représente le volume occupé (à la pression atmosphérique) par l'air humide dans la masse d'air sec est égale à 1 kg.

Il est défini par la relation suivant :

$$v = \frac{VAH}{\text{mas}}$$

II.5.7 Diagramme de l'air humide

Le diagramme de l'air est un abaque composé de plusieurs familles de courbes qui permettent de relier entre elles les principales variables caractéristiques de l'air humide.

Il existe plusieurs types de diagrammes de l'air humide qui ont été proposés, mais actuellement seulement deux représentations sont utilisées :

- Diagramme de Mollier : à axe oblique qui donne l'humidité spécifique en fonction de l'enthalpie spécifique (r^s , H^s)
- Diagramme de Carrier : à axe perpendiculaire qui donne la température en fonction de l'humidité spécifique. (θ , r^s)

Le diagramme psychrométrique de Carrier est le diagramme le plus souvent utilisé dans le monde, il permet de visualiser les caractéristiques principales d'un mélange gaz vapeur (air humide), et également de reproduire l'évolution de l'air au cours d'un traitement. Il suffit

d'avoir deux de ces grandeurs pour retrouver l'ensemble des propriétés de l'air humide grâce à une simple lecture sur le diagramme [2].

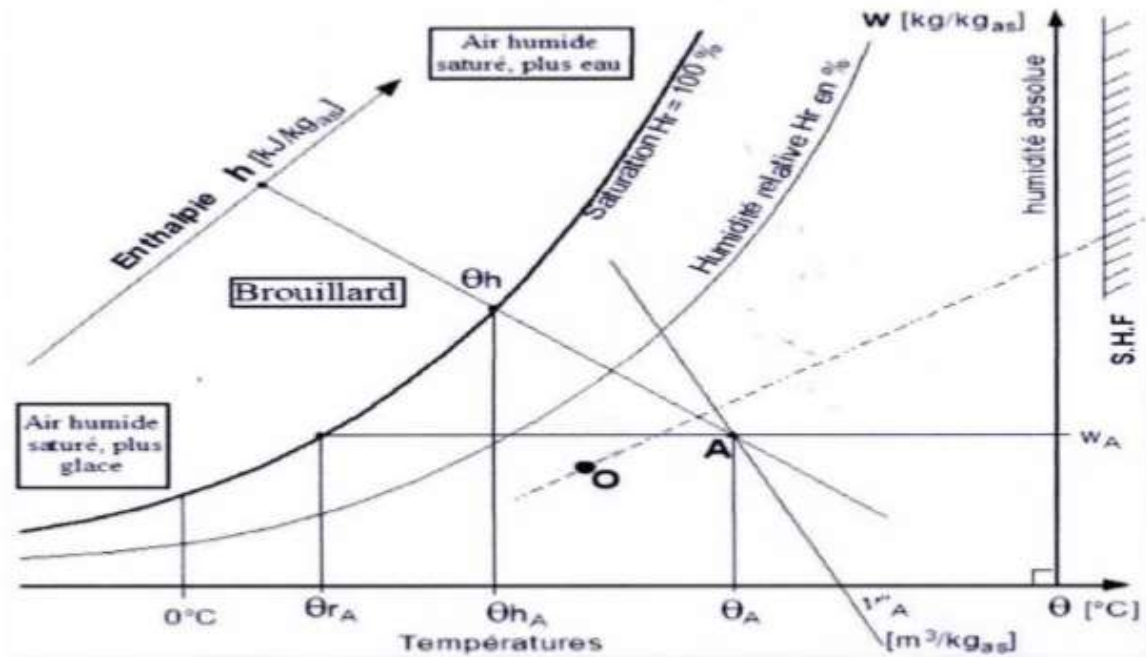


Figure II.4 : diagramme de l'air humide.

II.6 Généralité sur la centrale de traitement d'air

II.6.1 Définition d'une centrale de traitement d'air

Une centrale de traitement d'air (CTA) est un élément technique dédié au chauffage ou rafraîchissement, à l'humidification ou à la déshumidification des locaux tertiaires ou industriels, c'est un système tout air à débit constant ou variable.

Une CTA est soit de type monobloc, soit elle est constituée de modules additionnés les uns aux autres, suivant la configuration, modules ventilation, module batteries froides et chaudes, module filtres, etc.... [5].

II.7 Types de centrale de traitement d'air

II.7.1 Centrale a simple flux

La CTA simple flux, elle est soit tout air neuf, soit tout air repris où encore en mélange des deux flux.

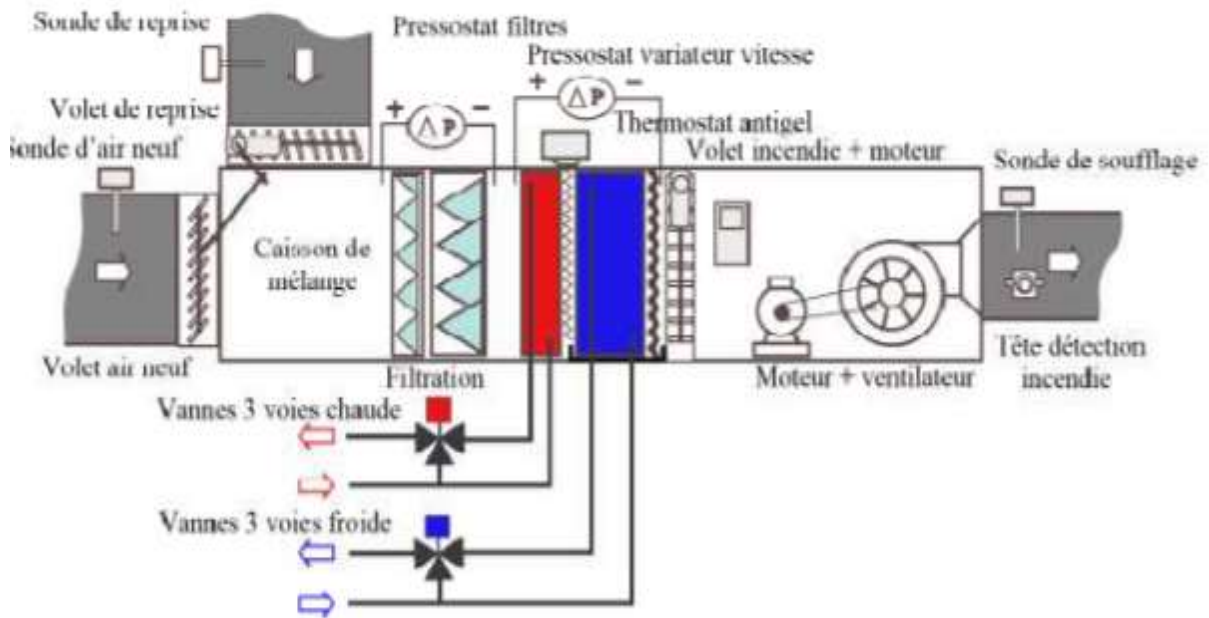


Figure II.5 : Centrale de traitement d'air, simple flux

II.7.2 Centrale a double flux

La CTA double flux, elle permet toutes les combinaisons possibles entre la reprise d'air, l'air neuf, l'air rejeté, l'air traité suivant la configuration.

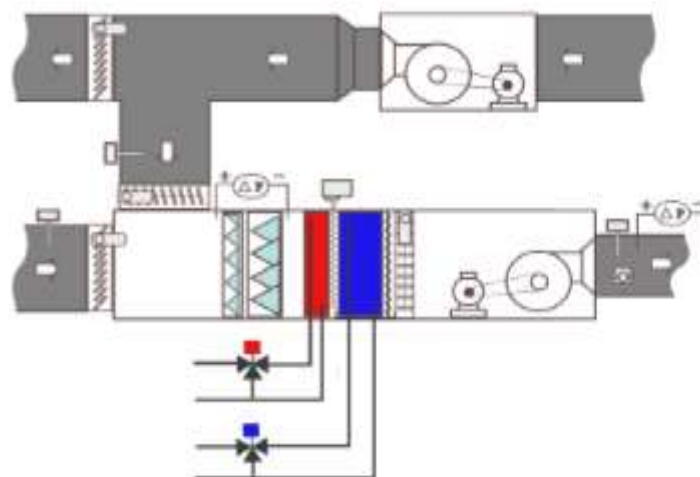


Figure II.6 : Centrale double flux

II.8 Les éléments fondamentaux d'une CTA et leurs fonctions

Le concepteur détermine la nature et l'ordre des composants de la centrale a traitement d'air en fonction des résultats désirée :

1. **Caisson de mélange**
2. **Caisson de filtration**
3. **Batterie chaude**
4. **Batterie froide**
5. **Humidificateur**
6. **Ventilateur**

II.8.1 Caisson de mélange

Le caisson de mélange standard est généralement utilisé pour réaliser le mélange de deux airs [6] :

- L'air neuf
- L'air recyclé

II.8.2 Caisson de filtration

Filtre consiste à éliminer un fluide gazeux tout ou partie des particules ou aérosols qu'il contient en les retenant sur une couche poreuse appelé média (filtrant).

L'opération de filtration n'a aucune action sur les caractéristiques thermiques de l'air elle s'apparait pas sur le diagramme de l'air humide elle provoque une chute de la pression de l'air [6].

Elle fait cependant partie intégrante d'une centrale à traitement d'air.

II.8.3 Batterie chaude

La batterie chaude assure le préchauffage ou le chauffage de l'air à l'aide d'un fluide chaud qui peut être de l'eau, de l'eau surchauffé de la vapeur, la condensation d'un fluide frigorifique ou des résistances électrique durant l'opération de chauffage, l'humidité absolue reste constante. En revanche l'humidité relative diminue [6].

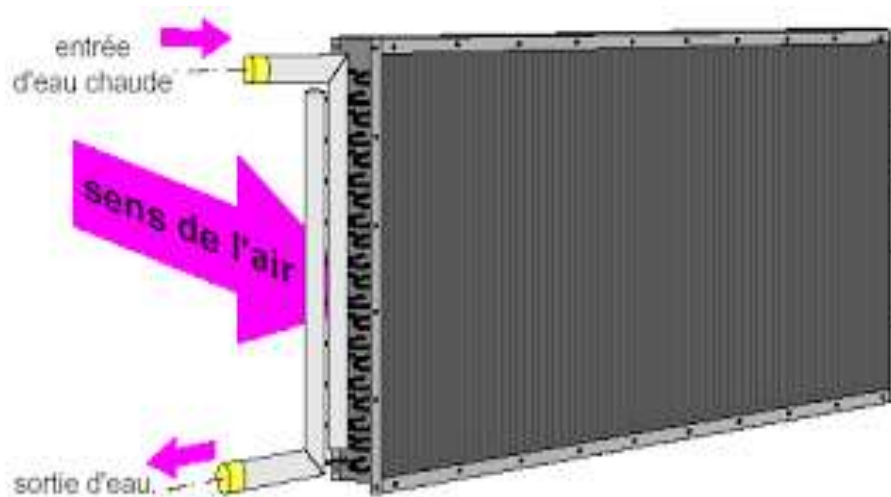


Figure II.7 : Batterie chaud alimentée en eau

II.8.4 Batterie froide

La batterie froide assure le refroidissement de l'air, avec ou sans déshumidification, à l'aide d'un fluide froid qui peut être de l'eau glacée ou gly-colée ou par évaporation d'un fluide frigorigère. Durant l'opération de refroidissement sans déshumidification, l'humidité absolue reste constante. En revanche, l'humidité relative augmente. Durant l'opération de refroidissement avec déshumidification, l'humidité absolue diminue, l'humidité relative augmente [6].

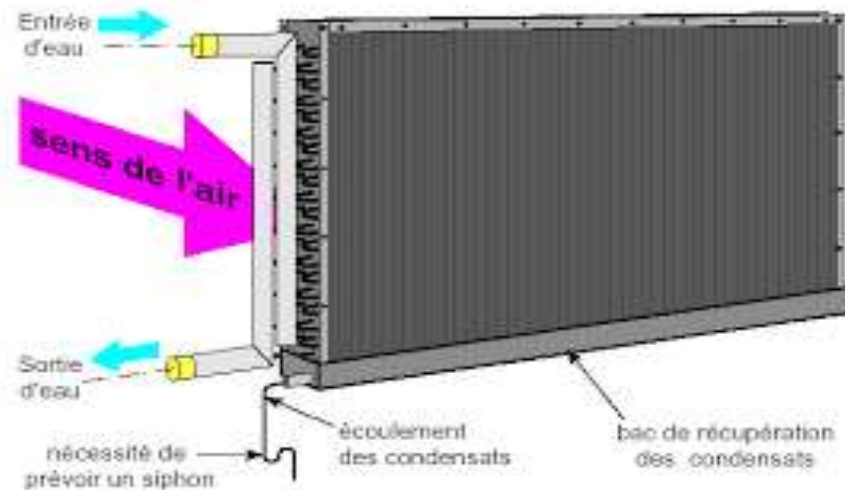


Figure II.8 : Batterie froide alimentée en eau

II.8.5 Humidificateur

L'humidificateur sert à augmenter la teneur en eau de l'air traité c'est à dire à augmenter l'humidité absolue pour qu'il y ait humidification, il faut un contact étroit et intensif entre l'air et la source d'humidité [6].

Cette source d'humidité peut être :

- De l'eau finement pulvérisée et projeter dans un flux d'air ou elle se transforme en vapeur. Le changement d'état nécessite un apport de chaleur qui sera fournie par l'air traité (chaleur latente de vaporisation).
- De la vapeur produite :
 - ✓ Soit indépendamment dans un circuit de distribution alimentée par une chaudière de production de vapeur
 - ✓ Soit par un dispositif incorporé

Les différents types d'un humidificateur

- Humidificateurs à injection d'eau liquide ;
- Humidificateurs à vapeur.

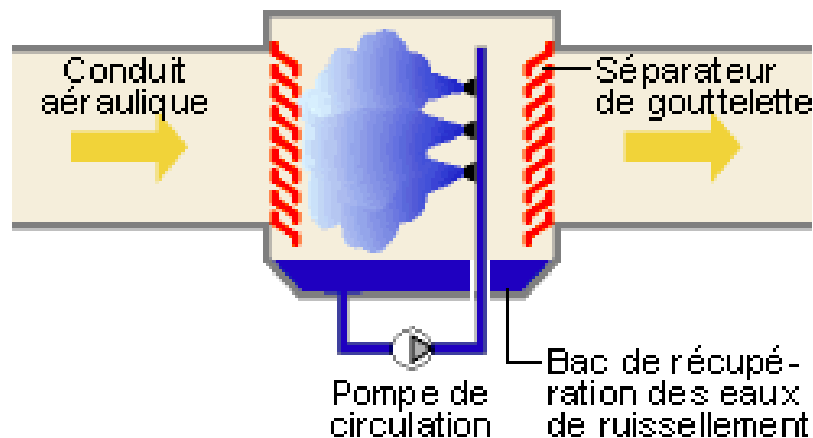


Figure II.9 : Humidificateur à injection d'eau liquide

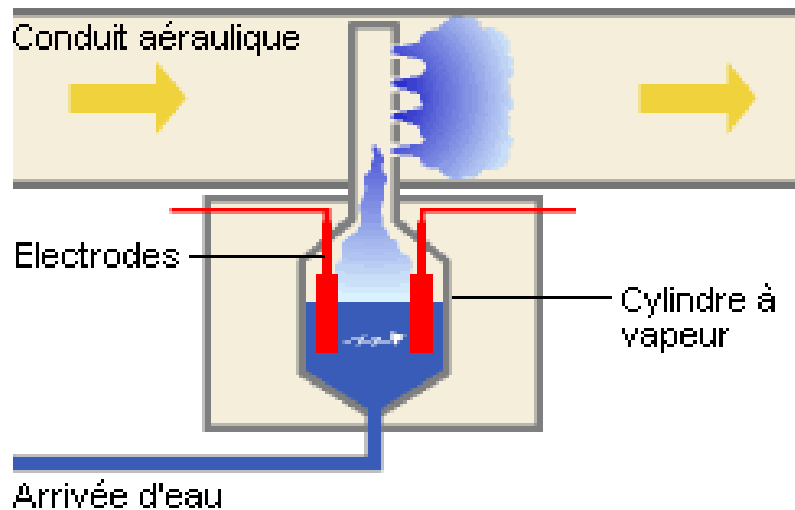


Figure II.10 : Humidificateur à vapeur

II.8.6 Ventilateur

Le ventilateur, ou moto-ventilateur, permet d'assurer l'écoulement continu de l'air [6] :

- Dans la centrale de traitement d'air elle-même ;
- Dans le réseau de distribution d'air, par les gaines de soufflage ;
- Dans le réseau de reprise d'air, par les gaines d'aspiration

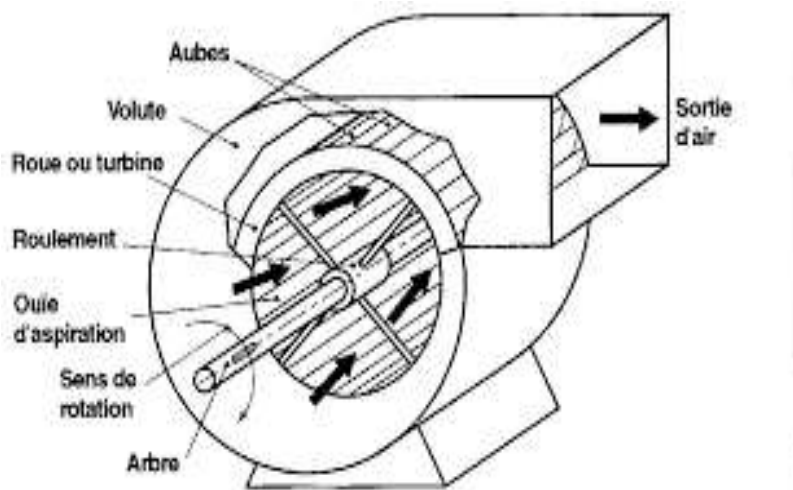


Figure II.11 : Ventilateur

II.9 Principe de fonctionnement

La centrale de traitement d'air est un équipement destiné à :

- ☞ Ventiler par l'introduction d'air neuf et l'extraction d'air vicié
- ☞ Filtrer l'air
- ☞ Chauffer par soufflage d'air chaud
- ☞ Rafraichir par le soufflage d'air froid
- ☞ Echanger les calories entre 2 flux d'air
- ☞ Déshumidifier par condensation de la vapeur d'eau
- ☞ Humidifier par vaporisation d'eau

L'air traité après sera diffusé dans les locaux desservis grâce à des réseaux de conduit, de matière, formes et section adaptées, avec des diffuseurs choisis en fonction des critères de confort recherchés. [5]

✚ Pour la centrale a simple flux :

L'air traité est aspirée et ensuite il passe par un filtre, on le chauffe ou on le refroidit suivant les besoins de notre local en le faisant passer sur une batterie chaude ou froide, humidifier si nécessaire et enfin le souffler dans le local à traiter.

✚ Pour la centrale a double flux :

Aspire l'air dans les locaux traités :

- Le filtre,
- Récupère l'énergie qu'il contient grâce à un récupérateur roue,
- Le rejette à l'extérieur

Aspire l'air neuf :

- Le filtre,
- Réinjecte l'énergie récupérée dans l'autre flux d'air
- Le réchauffe ou le refroidit, suivant les besoins du local, en le faisant passer sur les batteries chaudes ou froide,
- Eventuellement, l'humidifie et le filtre nouveau.
- Le souffle dans les locaux à traiter. [5]

Conclusion

Dans ce chapitre on a défini la centrale à traitement d'air (CTA), les éléments fondamentaux, leurs fonctions et le fonctionnement de cette centrale.

Chapitre III

Réglementation thermique – Méthode de calcul

III.1 Réglementation thermique – Méthode de calcul

III.1.1 Introduction

Afin de pouvoir maintenir les conditions de confort en température, humidité et hygiène, on doit calculer les charges thermiques, c'est à dire les apports et les déperditions du local, cette opération est appelée bilan thermique ou bilan énergétique. Pour ensuite injecter des puissances en chaud ou en froid pour vaincre les apports ou les déperditions du local selon la saison. Dans ce qui suit nous allons présenter la méthode énoncée par le document technique réglementaire (DTR), relatif à la thermique des bâtiments Algériens, qui est un ensemble de lois, de règles et de conventions visant à optimiser la consommation énergétique des habitations.

III.1.2 Condition de base

III.1.2.1 Caractéristiques de base de l'air extérieur

L'air extérieur est défini par :

- La température sèche de base $TS_{b,e}$ (en °C);
- L'humidité spécifique de base $HS_{b,e}$ (en $Kgd'eau.kg_{as}^{-1}$)
- L'écart diurne de base E (en °C);
- La température moyenne TS (en °C);

La température sèche de base de l'air extérieur : c'est une température qui ne dépasse que pendant 2,5% des heures de juin, de juillet, d'août et de septembre.

L'écart diurne de base : c'est la moyenne mensuelle durant les mois de juillet et d'août de la différence entre les températures sèches maximales de l'air extérieur durant une journée.

Les caractéristiques climatiques de base de l'air extérieur sont fonction de la zone climatique ou est implanté le projet.

La courbe type des variations de la température sèche de l'air extérieur, pour le mois de juillet et d'août, est obtenue à l'aide de la formule suivante[7]

$$TSe(t) = TSbe - [CTs(t) * Eb] \quad (III.1)$$

- $TS_e(t)$ (en °C): Température sèche de l'air extérieur à l'heure t.

- $TS_{b,e}$ (en °C): Température sèche de base de l'air extérieur; les valeurs de $TS_{b,e}$ [7]
- CTS (en °C) : Coefficient correcteur ; les valeurs de $CTS(t)$ [7]

III.1.2.2 Caractéristiques de base de l'air intérieur

- La température sèche de base de l'air intérieur $TS_{b,i}$ (en °C) et l'humidité relative de base de l'air intérieur $HR_{b,i}$, en (%),
- L'accroissement (toléré) de la température sèche de base de l'air intérieur
- NB : les valeurs des conditions intérieures de base.

III.2 Méthode de calcul des charges estivales [7] :

La charge estivale consiste à calculer :

- Les apports thermiques dus aux parois.
- Les apports thermiques dus aux charges internes.
- Les apports thermiques dus au renouvellement d'air.
- Les apports thermiques par les parois vitrées.

III.2.1 Apports à travers les parois :

✚ Parois opaques

Les apports de chaleurs à travers une paroi opaque à un instant t , $APO(t)$ sont typiquement de nature chaleur sensible et sont donnés par la formule suivante :[7]

$$APPO(t) = 1,2 * K_{été} * S_{int} * \Delta t_e(t) \text{ [W]} \quad (III.2)$$

Où :

- 1,2 : Coefficient de majoration tenant compte des apports latéraux linéiques (à travers les ponts thermique).
- $K_{été}$: Coefficient de transmission en partie courante de la paroi considéré pour l'été ($W.m^2.°C^{-1}$)
- S_{int} : Surface intérieure totale de la paroi considérée. (m^2)
- $\Delta T_e(t)$: Différence équivalente de température à l'heure t . (°C)

Avec :

$$\frac{1}{K_{été}} = \sum R + \left(\frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_i} \right) \text{ été [m}^2 \cdot \text{°C} \cdot \text{W}^{-1}] \quad (III.3)$$

Où :

- $\sum R$: Somme des résistances thermiques des différentes couches de matériaux constituant la paroi. ($m^2 \cdot ^\circ C \cdot W^{-1}$)
- $\frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_i}$: Somme des résistances d'échange superficiel. ($m^2 \cdot ^\circ C \cdot W^{-1}$)

Différence de température équivalente [7]

✓ Paroi ensoleillée

$$\Delta T_e(t) = \Delta T_{es}(t) + C\Delta T_e + \frac{\alpha}{0.9} \times \left[\Delta T_{em}(t) - \Delta T_{es}(t) \right] \times \frac{I_{t,b}}{I_{t,b(40)}} \quad [^\circ C] \quad \text{(III.4)}$$

✓ Paroi à l'ombre 24 h / 24

$$\Delta T_e(t) = \Delta T_{es}(t) + C\Delta T_e \quad [^\circ C] \quad \text{(III.5)}$$

Avec :

- $\Delta T_{es}(t)$ (en $^\circ C$): Différence de température équivalente à l'heure t en considérant que la paroi est à l'ombre tableau 10.5 (Annexe B)
- $C\Delta T_e$ (en $^\circ C$): est un facteur de correction, tableau 10.7 (Annexe B). et d'autre part à l'écart diurne de base E pour le mois considéré tableau (Tableau 9.1 Annexe B)
- α : Facteur d'absorption de la paroi
- $\Delta T_{em}(t)$ (en $^\circ C$): Différence équivalente de température à l'heure t pour l'orientation de la paroi considérée.
- $I_{t,b}$ (en $W \cdot m^{-2}$) : Rayonnement total de base pour le mois, la latitude et l'orientation considérés par interpolation linéaire.
- $I_{t,b 40}$ (en $W \cdot m^{-2}$) : Rayonnement total de base pour le mois de Juillet, la latitude 40° Nord et pour l'orientation considérée.

✚ Parois en contact d'un local non conditionné

Les apports de chaleurs à un instant t , $APO(t)$, traversant une paroi opaque en contact avec un local non conditionné sont donnés par la formule suivante : [7]

$$APO(t) = K_{été} \times Sint \times \Delta t_{lnc}(t) \quad [W] \quad (III.6)$$

Où :

- **$K_{été}$** : le coefficient de transmission en partie courante de la paroi considéré pour l'été (W.m.°C-1)
- **$Sint$** : la surface intérieure totale de la paroi considérée (m²)
- **$\Delta t_{lnc}(t)$** : écart de température entre l'espace non conditionné et le local considéré (°C)

Avec,

$\Delta t_{lnc}(t)$ n'est donné par la formule suivante :

$$\Delta t_{lnc} = [(T_{Se} - C_{lnc}) - T_{Sb,i}] \quad [°C] \quad (III.7)$$

Où :

- **T_{Se}** : Température extérieure sèche à l'instant considéré. (°C)
- **C_{lnc}** : est un coefficient correcteur, cette valeur s'obtient par interpolation dans le tableau 10.11 (Annexe B) pour une température de base égale à 34 °C, et le tableau 10.10 (Annexe B) pour une température de base égale à 37 °C. (°C)
- **$T_{Sb,i}$** : représente la température intérieure du local conditionné. (°C)

✚ Parois opaques en contact avec deux locaux conditionnés

Les apports de chaleurs à un instant t , $APPO(t)$, traversant une paroi opaque en contact avec deux locaux non conditionnés sont donnés par la formule suivante :

$$APPO(t) = K_{été} \times Sint \times [(T_{Sa} - T_{Sb,i})] \quad [W] \quad (III.8)$$

Où :

- **$K_{été}$** : le coefficient de transmission en partie courante de la paroi considéré pour l'été (W.m.°C-1) ;

- **Sint** : la surface intérieure totale de la paroi considérée (m²) ;
- **TSa**: La température sèche de l'air intérieur du local adjacent (°C) ;
- **TSb,i** : La température sèche de l'air intérieur du local considéré(°C).

✚ Paroi en contact avec le sol

$$APPO(t) = K_{été} \times S_{app} \times [T_{Sm} \times T_{Sb,i}] \quad [W] \quad (III.9)$$

Où :

- **K_{été}** : le coefficient de transmission en partie courante de la paroi considéré pour l'été (W.m.°C-1) ;
- **S_{app}** : surface de la zone d'apport. (m²) ;
- **T_{Sm}** : température moyenne sèche de l'air extérieur (°C) ;
- **T_{Sb,i}** : température intérieure du local conditionné (°C).

III.2.2 Apports de chaleur internes

On désigne par apports de chaleur internes, ou gains internes, les qualités de chaleur dégagées sous forme latente ou sensible à l'intérieur des locaux conditionnés, ils sont donnés par la formule :

$$AI(t) = \sum_j (CS_i \times AI_{LS,i} \times N_{AI,i}) + \sum_j (CS_i AI_{L,i}) [w] \quad (III.10)$$

Ou :

- **AI_{LS,i}** : représente la partie sensible de l'apport interne (W) ;
- **AI_{L,i}** : représente la partie latente de l'apport interne (W) ;
- **CS_i** : coefficient de simultanéité relatif à l'apport interne (Tableau12.1, Annexe B) ;
- **N_{AI,i}**: coefficient d'amortissement relatif à l'apport interne. (Tableau12.1, Annexe B).

❖ Gains dus aux occupants :

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

✓ **Gains sensibles dus aux occupants :**

$$AOs = n \times Csoc \quad [W] \quad (III.11)$$

✓ **Gains latents dus aux occupants :**

$$AOL = n \times Cloc \quad [W] \quad (III.12)$$

- n : nombre d'occupants ;
- Csoc : chaleur sensible par occupant (tableau 12.3 Annexe B) (W) ;
- Cloc : chaleur latente par occupant (tableau 12.3 Annexe B) (W).

❖ **Gains dus aux machines entraînées par un moteur électrique :**

S'il s'agit d'une pompe d'un ventilateur véhiculant un fluide à l'extérieur du local, l'apport calorifique AI dans le local correspond à :

$$AI = [Weff - \Delta p \times qvm] \quad [W] \quad (III.13)$$

Si le moteur électrique est positionné à l'extérieur du local.

$$AI = \left[\frac{Weff}{\eta} - \Delta p * qvm \right] \quad [W] \quad (III.14)$$

Si le moteur électrique est positionné dans le local.

Où :

Weff : désigne la puissance nominale. (W)

η : désigne le rendement du moteur. (Tableau 12.5 Annexe B)

Δp : désigne la pression du ventilateur ou la hauteur manométrique de la pompe. (Pa)

qvm : débit volumique moyen du fluide. (m³.s⁻¹)

❖ Gains dus aux machines électriques :

Ce type d'appareils peut produire de la chaleur soit de source sensible ou latente en dépit de la nature de l'appareil :

$$A_{elec} = n \times (A_{elec}^l + A_{elec}^s) \text{ [W]} \quad \text{(III.15)}$$

Où :

- n : Nombre d'appareils électriques.
- A_{elec}^l : Apport interne d'appareil électrique de type latent. [W]
- A_{elec}^s : Apport interne d'appareil électrique de type sensible. [W]

Pour la détermination des apports dus aux machines électriques, on utilisera soit :

- Les indications données par les fabricants ou bien les formules de tableau 5.4(DTR 3.4)
- A défaut les valeurs des tableaux 5.6 à 5.8 (DTR C3.4)

❖ Gains dus à l'éclairage :

Les appareils d'éclairages constituent une source de chaleur sensible. Si l'on connaît la puissance installée pour l'éclairage est donné par la formule suivante :

$$A_{Is,j} = \Sigma (W_n \times C_{me} \times C_{cr}) \text{ [W]} \quad \text{(III.16)}$$

$$A_{Iséc} = C_{Sj} \times A_{Is,j} \times N_{Ai,j} \text{ [W]} \quad \text{(III.17)}$$

Où,

- W_n : puissance nominale de l'ampoule ou de tube fluorescent. [W]
- C_{me} : Coefficient de majoration.
- C_{cr} : pourcentage de chaleur résiduelle correspondant à la part d'énergie restant dans la salle (Tableau 12.9 Annexe B).

Avec :

C_{me} qui est égal à :

- 1.2 : pour les lampes à incandescence.
- 1.25 : pour les tubes fluorescents.

❖ Gains au réservoir

$$AIs = (\theta_f - T_{sb,i}) \times \sum(S_i / \sum(e/\lambda) + r_e) \text{ [W]} \quad \text{(III.18)}$$

- θ_f (en °C) : est la température du liquide ;
- $T_{sb,i}$ (en °C) : est la température de base l'air intérieur ;
- S_i (en m²) : est la surface de la paroi considérée en contact avec l'air intérieur ; les surfaces se calculent comme indiqué dans le tableau 12.13 ;
- e (en m) : désigne l'épaisseur de la couche de matériau constituant les parois du réservoir ;
- λ (en W/m.°C) : désigne la conductivité thermique du matériau considéré (voir annexe B.2 du DTR C 3-2) ;
- r_e (en m².°C/W) : désigne la résistance superficielle extérieure (voir tableau 12.13).

❖ Gains au tuyauterie

$$AIs = K \times L \text{ [W]} \quad \text{(III.19)}$$

III.2.3 Apports dus à l'air extérieur

Les apports dus à l'introduction d'air extérieur sont de nature sensible ou latente, ils sont donnés par les formules suivantes :

✓ Apports thermiques dus au renouvellement d'air

Une atmosphère correcte car Les apports dus à l'introduction de l'air neuf à la fois indispensable pour garantir un air hygiénique et il faut réduire au maximum les déperditions dus à l'introduction d'un grand débit d'air neuf. Il est formulé tel le décrit les deux équations suivantes :

$$ARENS(t) = 0,320 \times Q_{van}(T_{se}(t) - T_{sb,i}) \text{ [W]} \quad \text{(III.20)}$$

$$ARENI(t) = 0,797 \times Q_{van} \times \text{Max}[(H_{sb,e} - H_{sb,i})] \text{ [W]} \quad \text{(III.21)}$$

$$Q_{van} = \text{max}[0,6 \times V_{h,réf}] \text{ [W]} \quad \text{(III.22)}$$

$$Q_{vinf} = q_{vinf} \sum \text{Souverture} \text{ [W]} \quad \text{(III.23)}$$

Où :

- **0.320** : le produit de la chaleur spécifique de l'air (1004 J.Kg.°C) par la masse volumique de l'air (1,15 Kg/m³) et par un facteur de conversion d'unité (1/3600).
- **0.797** : représente le produit de la masse volumique moyenne de l'air [1,15 kg.m-3] par la chaleur de vaporisation de l'eau [2498 J/g] et par un facteur de conversion (1/3600) en (J.kgair/gvap.m³ air)
- **qvan** :représente le débit d'air neuf. (m³.h-1)
- **Tse(t)** : représente la température sèche de l'air extérieur. (°C)
- **Tsb,i** : représente la température sèche de l'air intérieur. (°C)
- **HSb,e** : représente l'humidité spécifique de base de l'air extérieur(Tableau 2.1 Annexe B) (gvap.kgas⁻¹).
- **HSb,i** : représente l'humidité spécifique de base de l'air intérieur(Tableau 9.6 AnnexeB) (gvap.kgas⁻¹).

✓ **Apports de chaleur par infiltration :**

Les portes, les fenêtres et toutes les autres ouvertures sont sujets d'infiltration de l'air extérieur donc par la suite des apports de chaleur sous la forme sensible et latente que l'on doit combattre afin d'assurer la température de consigne, elles sont données par les formules suivantes :

$$AINFS(t) = 0,320 \times Qvinf \times (Tse(t) - Tsb,i) [W] \quad \text{(III.25)}$$

$$AINFl(t) = 0,797 \times Qvinf \times Max[(HSb,e - HSb,i)] [W] \quad \text{(III.26)}$$

Où :

- **0,320** : Le produit de la chaleur spécifique de l'air (1004 J.kg. °C) par la masse volumique de l'air (1,15 kg.m) et par un facteur de conversion d'unité (1/3600). (J.m. °C) ;
- **0,797** : représente le produit de la masse volumique moyenne de l'air [1,15 kg.m] par la chaleur de vaporisation de l'eau [2498 J.g]et par un facteur de conversion (1/3600) en(J.kg/g.m) ;

- **Q_{vinf}** : représente le débit dû aux infiltrations. (m³.h⁻¹) ;
- **T_{se}** : représente la température sèche de l'air extérieur (°C) ;
- **T_{sb,i}** : représente la température sèche de l'air intérieur (°C) ;
- **HS_{b,e}** : représente l'humidité spécifique de base de l'air extérieur (g_{vap}. Kg_{gas}⁻¹) ;
- **HS_{b,i}** : représente l'humidité spécifique de base de l'air intérieur (g_{vap}. Kg_{gas}⁻¹).

III.2.4 apports à travers les parois vitrées :

Les apports à travers les parois vitrées intérieures AVT (t) sont dus uniquement à la différence de température de part et d'autre de la paroi. Ils sont donnés par :

$$AVT(t) = 1,2 \times K_{été} \times Souv \times [(T_{se}(t) - Clnc) - TS_{b,i}] \quad [W] \quad (III.27)$$

- **K_{été}** (en W/m².°C) : est le coefficient de transmission en partie courante de la paroi considérée ;
- **S_{ouv}** (en m²) : est la surface de l'ouverture dans la paroi opaque ;
- **TS_e(t)** (en °C) : est la température extérieure sèche à l'heure t ;
- **Clnc** : est un coefficient correcteur ;
- **TS_{b,i}** (en °C) : est la température intérieure sèche de base pour le local considéré.

Les gains à travers les parois vitrées extérieures AVE (t) sont donnés par :

$$AV(t) = AVT(t) + AVE(t) \quad [W] \quad (III.28)$$

- **AVT (t)** (en W) : représente les gains dus au gradient de température à travers les parois vitrées ;
- **AVE (t)** (en W) : représente les gains dus au rayonnement solaire à travers les parois vitrées.

Les gains dus au gradient de température AVT(t) à travers les parois vitrées extérieures sont donnés par :

$$AVT(t) = 1,2 \times K_{été} \times Souv \times [T_{se}(t) - TS_{b,i}] \quad [W] \quad (III.29)$$

- **1,2** (sans dimension) : est un coefficient majorateur tenant compte des apports à travers les ponts thermiques ;
- **Kété** (en $W/m^2 \cdot ^\circ C$) : est le coefficient de transmission en partie courante de la paroi considérée ;
- **Souv** (en m^2) : est la surface de l'ouverture dans la paroi opaque ;
- **TSe (t)** (en $^\circ C$) : est la température extérieure sèche à l'heure t ;
- **TSb,i** (en $^\circ C$) : est la température intérieure de base.

Les gains dus au rayonnement solaire à travers les parois vitrées extérieures AVE (t) sont donnés par :

$$AVE = [SVens \times It + (SV - SVens) \times Id] \times FS \times Npvi(t) [W] \quad (III.30)$$

- **SV** (en m^2) : est la surface totale vitrée ;
- **SVens** (en m^2) : est la surface vitrée ensoleillée ;
- **SV - SVens** (en m^2) : est la surface vitrée à l'ombre ;
- **It** (en W/m^2) : est le rayonnement total maximal réel ;
- **Id** (en W/m^2) : est le rayonnement diffus maximal réel ;
- **NPVI (t)** : représente le coefficient d'amortissement relatif aux gains par ensoleillement à travers les parois vitrées à l'heure t considérée ;
- **FS** : est le facteur solaire du vitrage.

$$It = [Ccadre \times Climp \times Cros] \times It, b [W] \quad (III.31)$$

$$Id = [Ccadre \times Climp \times Cros] \times It, b(40) [W] \quad (III.32)$$

Ccadre : coefficient tenant compte de la nature de cadre ;

- **Ccadre** = 1,17 pour un cadre métallique ;
- **Ccadre** = 1 pour un cadre en bois, ou en PVC.

Climp : coefficient tenant compte de la limpidité de l'atmosphère ;

- **Climp** = 1 pour une atmosphère limpide ; on pourra adopter une atmosphère limpide en zone rurale, hors agglomération (oasis, hameaux, etc.) ;
- **Climp** = 0,92 pour une atmosphère peu limpide ; on pourra adopter une atmosphère peu limpide pour les zones suburbaines, les zones résidentielles des villes ;
- **Climp** = 0,87 pour une atmosphère obscure ; on pourra adopter une atmosphère obscure pour le centre des grandes villes, les zones industrielles, à proximité d'industries polluantes.
- **Calt** : coefficient tenant compte de l'altitude ;

Le coefficient de correction Calt est obtenu en augmentant sa valeur de 0,7 % par 300 m en prenant Calt = 1 pour l'altitude 0 (par exemple, si l'altitude est égale à 349 m, Calt = 1,007).

- **Cros** : coefficient tenant compte de la valeur de point de rosée tableau 9.5 DTR C 3.4

III.3 Calcul des apports calorifiques sensibles et latents :

$$A = A_s + A_l \quad [\text{W}] \quad (\text{III.33})$$

$$A_s = APO + AV + AIs + AINFS(t) \quad [\text{W}] \quad (\text{III.34})$$

$$A_l = AINFl(t) + AIl \quad [\text{W}] \quad (\text{III.35})$$

- **As (en W)** : Apports calorifiques sensibles totaux ;
- **Al (en W)** : Apports calorifiques latents totaux ;
- **AP0 (en W)** : Apports calorifiques totaux à travers les parois opaques ;
- **AV (en W)** : Apports calorifiques totaux à travers les vitres ;
- **AIs (en W)** : Apports sensibles de chaleur interne ;
- **AI_l (en W)** : Apports latents de chaleur interne ;
- **AINFS(t) (en W)** : Gains sensibles dus aux infiltrations d'air ;
- **AINF_l(t) (en W)** : Gains latents dus aux infiltrations d'air ;

III.3.1 Apports calorifiques effectifs sensibles et latents

$$AE = AEs + AEI \quad [\text{W}] \quad (\text{III.36})$$

$$AEs = (C\Delta as \times As) + (BF \times ARENs) \quad [\text{W}] \quad (\text{III.37})$$

$$AEI = (C\Delta al \times Al) + (BF \times ARENI) \text{ [W]} \quad \text{(III.38)}$$

- **AEs (en W) :** Apports calorifiques effectifs sensibles ;
- **AEI (en W) :** Apports calorifiques effectifs latents ;
- **BF (en W) :** Facteur de by-pass qui exprime la partie extérieur (air neuf) non traité par l'installation de climatisation (imperfection de l'appareil de traitement), et qui parvient au local sans modification ;
- **ARENs (en W) :** Gains sensibles dus au renouvellement d'air ;
- **ARENI (en W) :** Gains latents dus au renouvellement d'air ;
- **CΔas et CΔal :** Coefficients majorateurs des gains sensibles et latents.

III.3.2 Apports calorifiques totaux (ou puissance frigorifique)

$$AT = ATs + ATl \text{ [W]} \quad \text{(III.39)}$$

$$ATs = (C\Delta as \times As) + ARENs \text{ [W]} \quad \text{(III.40)}$$

$$ATl = (C\Delta al \times Al) + ARENI \text{ [W]} \quad \text{(III.41)}$$

- **ATs :** Apports calorifiques totaux sensibles ;
- **ATl :** Apports calorifiques totaux latents ;
- **AT :** Apports calorifiques totaux.

III.4 Étude du cycle de l'évolution de l'air

✚ Débit d'air soufflé [8]

Dans le cadre de climatisation de confort, la détermination de ce débit d'air s'obtient en fixant un écart de soufflage entre la température de l'air soufflé et la température intérieure de la salle compris dans l'intervalle [8.12 °C]. Dans notre cas, nous nous sommes fixé un écart de soufflage de 12°C. Le calcul des différents débits à envoyer dans les zones à climatiser est donné par la formule :

$$Mas = \frac{AT}{(h_{is} - h_{ss})} \text{ [kgas/s]} \quad (\text{III.42})$$

- **Mas[kgas/s]** : Débit massique d'air sec soufflé
- **AT[kW]** : Puissance frigorifique totale à fournir
- **H^s** : Enthalpie de l'air soufflé
- **H^r** : Enthalpie intérieure du local considéré.

Une fois le débit est déterminé, il y a lieu de vérifier le taux de brassage qui représente le Volume d'air traité renouvelé dans le local pendant une heure, en utilisant la relation :

$$\tau = \frac{\text{Débit d'air soufflé}}{\text{volume du local}} = \frac{q_v}{V} \quad (\text{III.43})$$

: Taux de brassage

V[m³] : Volume du local ;

qv[m³/h] : Débit volumique de soufflage.

Selon la norme, la valeur de taux de brassage ne dépasse pas 15 en climatisation de confort.

✚ Débit d'air repris (ou extrait)

Il est soit celui correspondant au débit de soufflage, soit diminué du taux de surpression (ou augmenté du taux de dépression) admis dans le local.

✚ Puissance de batterie froide

$$PBF = Mas \times \Delta h_m \quad (\text{III.44})$$

- **P_{BF} [kW]** : Puissance de la batterie froide ;
- **Mas [kg/s]** : Débit massique d'air soufflé ;
- **Δh_m⁵ [kJ/kgas]** : Variation d'enthalpie entrée-sortie de la batterie froide

Chapitre IV

**Dimensionnement de
l'installation de
conditionnement d'air**

Introduction

Un bilan thermique sert au calcul des besoins de climatisation, en considérant toutes les apports à travers les parois du bâtiment en été.

Le dimensionnement d'une installation de climatisation joue un rôle très important dans le confort thermique des usagers d'un bâtiment, il passe par le respect des consignes de températures et d'hygrométrie. Ces conditions de confort sont imposées par un cahier des charges avec une tolérance. Les équipements devront en effet être suffisamment puissants pour pallier aux plus fortes perturbations prévisibles, comme en été.

IV.1 Paramètres thermiques

a) Murs extérieurs

désignation	E (m)	λ (W m °C)	R (m ² .°C/W)	$\frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_i}$ (m ² .°C/W)
Enduit plâtre	0.025	0.35	0.071	0.21
Parpaing	0.20	0.1	2	
Mortier de ciment	0.025	1.75	0.014	
$\Sigma R = 2.085$ (m ² .°C/W)				Kété=0.436 (W/ m ² . °C)

Tableau IV.1 : Caractéristiques thermiques des murs extérieurs.

b) Murs intérieurs

Désignation	E (m)	λ (W m °C)	R (m ² . °C/W)	$\frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_i}$ (m ² . °C/W)
Enduit plâtre	0.025	0.35	0.071	0.21
Parpaing	0.20	0.1	2	
Enduit plâtre	0.025	0.35	0.071	
$\Sigma R = 2.142$ (m ² . °C/W)				Kété=0.425 (W/ m ² . °C)

Tableau IV.2 : Caractéristiques thermiques des murs intérieurs.

c) Plancher et Toiture

Désignation	E (m)	λ (Wm °C)	R (m ² . °C/W)	$\frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_i}$ (m ² . °C/W)
Béton armé	0.15	1.75	0.086	0.17
Mortier de pose	0.02	1.7	0.012	
Carrelage	0.025	1.05	0.024	
Enduit plâtre	0.025	0.35	0.071	
$\Sigma R = 0.193$ (m ² . °C/W)				Kété=2.75 (W/ m ² . °C)

Tableau IV.3 : Caractéristiques thermiques de la toiture et du plancher.

d) Fenêtre et portes

❖ Vitrages

Dans notre projet on utilise les vitrages simples en aluminiums

Constitution portes et fenêtres	R (m ² . °C/W)	Kété (W/ m ² . °C)
vitrage ordinaire	0.17	5.9
Portes en aluminiums	0.158	6.33
Portes en acier	0.318	3.14

Tableau IV.4 : Résistances thermiques des vitrage et des portes.

IV.2 Calcul du bilan thermique

Dans ce qui suit, on présente le bilan thermique du local à conditionner pour une période allant de 8h à 17h.

IV.2.1 Apports à travers les parois opaques

IV.2.1.1 Apports à travers les parois extérieurs

📍 Orientation Nord :

✓ Parois à l'ombre

Formule (3.5) page 23

$$\Delta t_e = -2.2 + 2.6 = 0.4 \text{ (°C)}$$

Formule (3.2) page 22

$$APO(8) = 1.2 \times 0.463 \times 197.14 \times 0.4 = 41.2574592 \text{ [W]}$$

Juillet

Heure	C Δte	Kété (W/m ² °C)	Sint m ²	Δtes (°C)	Δte (°C)	APO/N [W]
8	2,6	0.463	197.14	-2,2	0,4	41,2574592
9				-1,7	0,9	92,8292832
10				-1,1	1,5	154,715472
11				-0,5	2,1	216,601661
12				0	2,6	268,173485
13				1,7	4,3	443,517686
14				3,3	5,9	608,547523
15				4,4	7	722,005536
16				5,5	8,1	835,463549
17				6,1	8,7	897,349738

Tableau IV.5 : Les apports à travers les paroi extérieure Nord.

❖ **Les apports à travers les portes pour l'orientation nord :**

Juillet

Heure	Kéte (W/m ² °C)	Sint m ²	Δte (°C)	APO/PORTE [W]
8	3.14	2	0,4	3,0144
9			0,9	6,7824
10			1,5	11,304
11			2,1	15,8256
12			2,6	19,5936
13			4,3	32,4048
14			5,9	44,4624
15			7	52,752
16			8,1	61,0416
17			8,7	65,5632

Tableau IV.6 : Apport à travers la porte extérieure Nord.

✚ **Orientation Est**

✚ **Parois ensoleillées**

Formule (3.4) page 23

$$\Delta Te (8) = 0 + 2.6 + 0.5/0.9 \times [(-2.2 - 0) \times 516/516] = 1.37777778 \text{ (°C)}$$

Formule (3.2) page 22

$$APO (8) = 1.2 \times 304.92 \times 0.425 \times 1.37777778 = 214,25712 \text{ [W]}$$

Juillet

Heure	Δt_{es} (°C)	C Δt_e	Δt_e (°C)	Δt_{em} (°C)	APO/E (W)
8	0	2,6	1,37777778	-2,2	214,25712
9	11,7	2,6	6,85555556	-1,7	1066,10196
10	16,7	2,6	9,41111111	-1,1	1463,51436
11	17,2	2,6	9,96666667	-0,5	1549,90836
12	17,2	2,6	10,2444444	0	1593,10536
13	10,6	2,6	8,25555556	1,7	1283,81484
14	7,8	2,6	7,9	3,3	1228,52268
15	7,2	2,6	8,24444444	4,4	1282,08696
16	6,7	2,6	8,63333333	5,5	1342,56276
17	7,2	2,6	9,18888889	6,1	1428,95676

Tableau IV.7 : Apports à travers la paroi extérieur Est.

✚ Les apports à travers le toit

A	It,b(40) (W/m ²)	It,b (W/m ²)	Sest (m ²)	Kéte (W/m ² °C)	masse surfacique
0,5	734	749,07	175,5	3,876	300

Juillet

Heure	Δt_{es} (°C)	Δt_{em} (°C)	C Δt_e	Δt_e (°C)	APO/TOIT (W)
8	3,3	-2,2	2,6	2,78170981	2270,66966
9	3,9	-1,7	2,6	3,32501362	2714,16074
10	4,4	-1,1	2,6	3,88170981	3168,58382
11	6,1	0	2,6	5,2415327	4278,58766
12	8,9	1,1	2,6	7,07769755	5777,42259
13	12,2	2,8	2,6	9,47055858	7730,6806
14	15	4,4	2,6	11,5902044	9460,91692
15	17,2	5,5	2,6	13,1665463	10747,6622
16	19,4	6,7	2,6	14,7995845	12080,6877
17	21,1	7,2	2,6	15,8192302	12913,0099

Tableau IV.8 : Apports à travers la toiture.

✚ Apports à travers la paroi extérieure ouest

α	It,b(40) (W/m ²)	It,b (W/m ²)	Souest (m ²)	Kéte (W/m ² °C)
0,5	516	516	167,31	0,42

Juillet

heure	Δt_{es} (°C)	C Δt_e	Δt_e (°C)	Δt_{em} (°C)	APO/O (W)
8	0	2,6	1,37777778	-2,2	116,180064
9	0	2,6	1,65555556	-1,7	139,603464
10	0	2,6	1,98888889	-1,1	167,711544
11	1,1	2,6	2,81111111	-0,5	237,044808
12	2,2	2,6	3,57777778	0	301,693392
13	3,9	2,6	5,27777778	1,7	445,0446
14	5,5	2,6	6,87777778	3,3	579,963384
15	10,6	2,6	9,75555556	4,4	822,629808
16	14,4	2,6	12,0555556	5,5	1016,57556
17	18,9	2,6	14,3888889	6,1	1213,33212

Tableau IV.9 : Apports à travers la paroi extérieure Ouest.

✚ Les apports totaux à travers les parois opaques extérieures

Juillet

Heure	APO/N (W)	APO/E (W)	APO/O (W)	APO/PORT (W)	APO/TOIT (W)	APO/T (W)
8	41,2574592	214,25712	116,180064	3,0144	2270,66966	2645,3787
9	92,8292832	1066,10196	139,603464	6,7824	2714,16074	4019,47785
10	154,715472	1463,51436	167,711544	11,304	3168,58382	4965,8292
11	216,601661	1549,90836	237,044808	15,8256	4278,58766	6297,96809
12	268,173485	1593,10536	301,693392	19,5936	5777,42259	7959,98843
13	443,517686	1283,81484	445,0446	32,4048	7730,6806	9935,46252
14	608,547523	1228,52268	579,963384	44,4624	9460,91692	11922,4129
15	722,005536	1282,08696	822,629808	52,752	10747,6622	13627,1365
16	835,463549	1342,56276	1016,57556	61,0416	12080,6877	15336,3312
17	897,349738	1428,95676	1213,33212	65,5632	12913,0099	16518,2117

Tableau IV.10 : Apports totaux à travers les parois opaques extérieures.

Remarque : Après avoir calculé tous les apports à travers les parois extérieure on constate que l'apports le plus élevé est à **17h** qui est égale à **16518.2117 W**

IV.2.1.2 Apports à travers les parois intérieures

Exemple de calcul

Formule (3.1) page 21

$$Tse(8h) = 34 - (0.77 \times 9) = 27.07 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Formule (3.7) page 24

$$\Delta t_{inc} = [(27.07 + 3) - 24] = 6.07 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Formule (3.6) page 24

$$APO(8) = 0.425 \times 756.27 \times 6.07 = 1950.98753 \text{ W}$$

Kété (W/m ² °C)	Sint (m ²)	TSbe (°C)	TSb,i (°C)	Eb
0,425	756,27	34	24	9

Juillet

Heure	Tse (°C)	Cinc (°C)	Δtinc (°C)	CTs	APO/sud (W)
8	27,07	-3	6,07	0,77	1950,98753
9	28,33	-3	7,33	0,63	2355,97012
10	29,68	-2	7,68	0,48	2468,46528
11	30,85	-2	8,85	0,35	2844,52054
12	32,11	-1	9,11	0,21	2928,08837
13	33,397	0	9,397	0,067	3020,33441
14	34	0	10	0	3214,1475
15	34	1	9	0	2892,73275
16	34	1	9	0	2892,73275
17	33,577	1	8,577	0,047	2756,77431

Tableau IV.11 : Apports à travers la paroi intérieure en contact avec un local non conditionné, orientation Sud.

✚ Apports à travers le toit et le plancher en contact avec un locale non chauffé

Kété (W/m ² °C)	Splan (m ²)	Stoit (m ²)
1,876	1331,27	1155,77

Juillet

Heure	Tse (°C)	Clnc (°C)	Δtlnc (°C)	CTs	APO/plan (W)	APO/toit (W)
8	27,07	-3	6,07	0,77	15159,5975	13161,1228
9	28,33	-3	7,33	0,63	18306,4003	15893,0857
10	29,68	-2	7,68	0,48	19180,5122	16651,9643
11	30,85	-2	8,85	0,35	22102,5433	19188,787
12	32,11	-1	9,11	0,21	22751,8836	19752,5254
13	33,397	0	9,397	0,067	23468,6553	20374,8058
14	34	0	10	0	24974,6252	21682,2452
15	34	1	9	0	22477,1627	19514,0207
16	34	1	9	0	22477,1627	19514,0207
17	33,577	1	8,577	0,047	21420,736	18596,8617

Tableau IV.12 : Apports à travers le toit et plancher en contact avec un locale non chauffé.

✚ Apports totaux à travers les parois opaques pour l'été

heure	APO/INT (W)	APO/EXT (W)	APO/T (W)
8	30271,7079	2645,3787	32917,0866
9	36555,4561	4019,47785	40574,934
10	38300,9417	4965,8292	43266,7709
11	44135,8508	6297,96809	50433,8189
12	45432,4973	7959,98843	53392,4857
13	46863,7955	9935,46252	56799,258
14	49871,0179	11922,4129	61793,4308
15	44883,9161	13627,1365	58511,0526
16	44883,9161	15336,3312	60220,2473
17	42774,3721	16518,2117	59292,5837

Tableau IV.13 : Apports totaux à travers les parois opaques pour l'été.

Remarque : Après avoir calculé tous les apports totaux à travers les parois opaques pour l'été on constate que l'apports le plus élevé est à **14h** qui est égale à **61793.4308 W**

IV.2.1.3 Apports à travers les paroi vitrées extérieures

Orientation Nord

Exemple de calcul

Formule (3.31 et 3.32) page 31

$$It = [1 \times 1 \times 0,99] \times 48,07 = 46,53 \text{ [W/m}^2\text{]}$$

$$Id = [1 \times 1 \times 0,99] \times 47 = 47,5893 \text{ [W/m}^2\text{]}$$

Formule (3.27 et 3.29) page 30

$$AVT(8) = 1,2 \times 5,9 \times 13,5 \times [27,07 - 24] = 293,4306 \text{ [W]}$$

$$AVE(8) = [13,5 \times 46,53 + (13,5 - 13,5) \times 47,5893] \times 1 \times 0,86 = 540,2133 \text{ [W]}$$

SV (m ²)	SVens (m ²)	Id	It	FS	Ccadre
13,5	13,5	47,5893	46,53	1	1
Climp	Cros	It,b (W/m ²)	It,b(40) (W/m ²)	Kété (W/m ² °C)	Calt
1	0,99	48,07	47	5,9	1

heur	TSe	N _{pvi}	AVE	AVT
8	27,07	0,86	540,2133	293,4306
9	28,33	0,89	559,05795	413,8614
10	29,68	0,91	571,62105	542,8944
11	30,85	0,93	584,18415	654,723
12	32,11	0,93	584,18415	775,1538
13	33,397	0,94	590,4657	898,16526
14	34	0,94	590,4657	955,8
15	34	0,95	596,74725	955,8
16	34	0,95	596,74725	955,8
17	33,577	0,95	596,74725	915,36966

Tableau IV.14 : Apports totaux à travers les parois vitrés extérieures orientées Nord.

Orientation Ouest

SV (m ²)	SVens (m ²)	Id	It	FS	Ccadre
35,25	35,25	510,84	510,84	1	1
Climp	Cros	It,b (W/m ²)	It,b(40) (W/m ²)	Kété (W/m ² °C)	Calt
1	0,99	516	516	5,9	1

Heur	Tse (°C)	Npvi	AVE (W)	AVT (W)
8	27,07	0,44	7923,1284	766,1799
9	28,33	0,39	7022,7729	1080,6381
10	29,68	0,34	6122,4174	1417,5576
11	30,85	0,31	5582,2041	1709,5545
12	32,11	0,29	5222,0619	2024,0127
13	33,397	0,28	5041,9908	2345,20929
14	34	0,33	5942,3463	2495,7
15	34	0,43	7743,0573	2495,7
16	34	0,51	9183,6261	2495,7
17	33,577	0,57	10264,0527	2390,13189

Tableau IV.15 : Apports totaux à travers les parois vitrées extérieures orientées Ouest.

Orientation Est

SV (m ²)	SVens (m ²)	Id	It	FS	Ccadre
48	48	510,84	510,84	1	1
Climp	Cros	It,b (w/m ²)	It,b(40) (w/m ²)	Kété (W/m ² °C)	Calt
1	0,99	516	516	5,9	1

Heur	Tse (°C)	Npvi	AVE (W)	AVT (W)
8	27,07	0,54	13240,9728	1043,3088
9	28,33	0,58	14221,7856	1471,5072
10	29,68	0,57	13976,5824	1930,2912
11	30,85	0,51	12505,3632	2327,904
12	32,11	0,44	10788,9408	2756,1024
13	33,397	0,39	9562,9248	3193,47648
14	34	0,34	8336,9088	3398,4
15	34	0,31	7601,2992	3398,4
16	34	0,28	6865,6896	3398,4
17	33,577	0,24	5884,8768	3254,64768

Tableau IV.16 : Apports totaux à travers les parois vitrées extérieures orientées Este

✚ Apports totaux à travers les vitrages

Heure	Orientation Nord			orientation ouest		
	AVE (W)	AVT (W)	AV (W)	AVE (W)	AVT (W)	AV (W)
8	540,2133	293,4306	833,6439	7923,1284	766,1799	8689,3083
9	559,05795	413,8614	972,91935	7022,7729	1080,6381	8103,411
10	571,62105	542,8944	1114,51545	6122,4174	1417,5576	7539,975
11	584,18415	654,723	1238,90715	5582,2041	1709,5545	7291,7586
12	584,18415	775,1538	1359,33795	5222,0619	2024,0127	7246,0746
13	590,4657	898,16526	1488,63096	5041,9908	2345,20929	7387,20009
14	590,4657	955,8	1546,2657	5942,3463	2495,7	8438,0463
15	596,74725	955,8	1552,54725	7743,0573	2495,7	10238,7573
16	596,74725	955,8	1552,54725	9183,6261	2495,7	11679,3261
17	596,74725	915,36966	1512,11691	10264,0527	2390,13189	12654,1846

Orientation Est			AV/TOT
AVE	AVT	AV	(W)
13240,9728	1043,3088	14284,2816	23807,2338
14221,7856	1471,5072	15693,2928	24769,6232
13976,5824	1930,2912	15906,8736	24561,3641
12505,3632	2327,904	14833,2672	23363,933
10788,9408	2756,1024	13545,0432	22150,4558
9562,9248	3193,47648	12756,4013	21632,2323
8336,9088	3398,4	11735,3088	21719,6208
7601,2992	3398,4	10999,6992	22791,0038
6865,6896	3398,4	10264,0896	23495,963
5884,8768	3254,64768	9139,52448	23305,826

Tableau IV.17 : Apports totaux à travers les vitrages.

IV.2.2 Apports de chaleur dus aux charges internes

IV.2.2.1 Gains de chaleur dus aux occupants

Exemple de calcul

Formule (3.10) page 25

$$AI(8) = \Sigma (0,9 \times 3360 \times 0,46) + \Sigma (0,9 \times 5430) = 3639,06 \text{ [W]}$$

CS	A _{Isj} (W)	A _{Ii,j} (W)	C _{soc} (W)	C _{loc} (W)	n
0,9	3360	5430	112	181	30

Heure	N _{AI}	A _{Is} (W)	A _{IL} (W)	AI
8	0,46	1391,04	4887	6278,04
9	0,73	2207,52		7094,52
10	0,78	2358,72		7245,72
11	0,82	2479,68		7366,68
12	0,82	2479,68		7366,68
13	0,82	2479,68		7366,68
14	0,83	2509,92		7396,92
15	0,84	2540,16		7427,16
16	0,85	2570,4		7457,4
17	0,87	2630,88		7517,88

Tableau IV.18 : Gains de chaleur dus aux occupants.

IV.2.2.2 Gains de chaleur dus à l'éclairage

Exemple de calcul

Formule (3.16 et 3.17) page 27

$$A_{Is,j} = \sum (100 \times 1,25 \times 0,35) = 875 \text{ [W]}$$

$$A_{Iec} = 875 \times 0,7 \times 0,17 = 104,125 \text{ [W]}$$

C _{me}	C _{cr} (m ³ /h)	W _n (W)	A _{is,j} (W)	CS
1,25	0,35	100	875	0,7
	heure	NAI	A _{Iec} (W)	
	8	0,17	104,125	
	9	0,33	202,125	
	10	0,44	269,5	
	11	0,52	318,5	
	12	0,56	343	
	13	0,61	373,625	
	14	0,66	404,25	
	15	0,69	422,625	
	16	0,74	453,25	
	17	0,77	471,625	

Tableau IV.19 : Gains de chaleur dus à l'éclairage.

IV.2.2.3 Gains dus aux réservoirs d'émulations

Tf (°C)	Tsbi (°C)	Si (m)	e (m)	λ (W/m°C)	Re (m ² .°C/W)
65	24	17,6154	0,0025	16,3	0,15

AIs (W)	Nrés	AIs/Rés (W)
4809,9578	10	48099,578

Tableau IV.20 : les gains dus aux réservoirs d'émulations.**IV.2.2.4 Gains dus aux réservoirs de chauffe**

Tf (°C)	Tsbi (°C)	Si (m)	e (m)	λ (W/m°C)	Re (m ² .°C/W)
50	24	1,4709	0,002	16,3	0,12

AIs (W)	Nrés	AIs/Rés (W)
318,36947	10	3183,6947

Tableau IV.21 : Gains dus aux réservoirs de chauffe.**IV.2.2.5 Gains dus aux tuyauteries**

K (W/m)	L (m)	AI (W)
83,7	231	19334,7

Tableau IV.22 : Gains dus aux tuyauteries

✚ Gain de chaleur sensible total

Heur	Ais/écl (W)	AIs/occup (W)	AIs/Rés (W)	AIs/Rés (W)	AIs/tuyau (W)	AIs/mach (W)	AIs/tot (W)
8	104,125	1391,04					374913,138
9	202,125	2207,52					375827,618
10	269,5	2358,72					376046,193
11	318,5	2479,68					376216,153
12	343	2479,68	48099,578	3183,69469	19334,7	302800	376240,653
13	373,625	2479,68					376271,278
14	404,25	2509,92					376332,143
15	422,625	2540,16					376380,758
16	453,25	2570,4					376441,623
17	471,625	2630,88					376520,478

Tableau IV.23 : Gains totaux de chaleur sensible.

✚ Gains totaux de chaleur latente

AIL (W)	AINFI(t) (W)	AI (W)
4887	15651,4383	20538,4383

Tableau IV.24 : Gains totaux de chaleur latente.

IV.2.3 Apports de chaleur par renouvellement d'air

✚ Gains sensibles

- Gains sensibles dus aux renouvellement d'air :

Formule (3.20 et 3.22) page 28

$$ARENs(8) = 0.320 \times 5582.5254 \times (27.07 - 24) = 5484.273 \text{ W}$$

$$Qvan = 9304.209 \times 0.6 = 5582.5254 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Gains sensibles dus aux infiltrations d'air extérieurs :

Formules (3.21 et 3.23) page 28

$$AINFs(8) = 0.320 \times 939.165 \times (27.07 - 24) = 922.6357 \text{ W}$$

$$Qvinf = 8.7 \times 107.95 = 939.165 \text{ m}^3/\text{h}$$

COE	Vh (m ³)	Qvan (m ³ /h)	Qvoinf (m ³ /h.m ²)	S ouverture (m ²)	Qvinf (m ³ /h.m ²)
0,32	9304,209	5582.5254	8,7	107,95	939,165

Heur	Tse (°C)	ARENS(t) (W)	AINFS(t) (W)
8	27,07	5484,273	922,6357
9	28,33	7735,1472	1301,307
10	29,68	10146,798	1707,0263
11	30,85	12236,896	2058,6497
12	32,11	14487,77	2437,321
13	33,397	16786,877	2824,1067
14	34	17864,081	3005,328
15	34	17864,081	3005,328
16	34	17864,081	3005,328
17	33,577	17108,431	2878,2026

Tableau IV.25 : Gains sensibles par introduction d'air extérieur.

✚ Gains latents

✓ Gains latents dus au renouvellement d'air

$$ARENL = 0,797 \times 5582.5254 \times (30.21 - 9.3) = 93034.2931 \text{ W}$$

✓ Gains latents dus aux infiltrations d'air extérieur

$$AINFL = 0,797 \times 939.165 \times (30.21 - 9.3) = 15651.4383 \text{ W}$$

IV.2.4 Calcul des apports calorifiques sensibles et latents

Formules (3.34) page 32

$$As(8) = 32917,0866 + 23807,2338 + 374913,138 + 922,635696 = 432560,094 \text{ W}$$

Heure	APO/T (W)	AV/TOT (W)	AIs/tot (W)	AINFS (W)	As (W)
8	32917,0866	23807,2338	374913,138	922,635696	432560,094
9	40574,934	24769,6232	375827,618	1301,30702	442473,482
10	43266,7709	24561,3641	376046,193	1707,0263	445581,354
11	50433,8189	23363,933	376216,153	2058,64968	452072,554
12	53392,4857	22150,4558	376240,653	2437,32101	454220,915
13	56799,258	21632,2323	376271,278	2824,10672	457526,875
14	61793,4308	21719,6208	376332,143	3005,328	462850,522
15	58511,0526	22791,0038	376380,758	3005,328	460688,142
16	60220,2473	23495,963	376441,623	3005,328	463163,161
17	59292,5837	23305,826	376520,478	2878,20263	461997,09

Tableau IV.26 : Calcul des apports calorifiques sensibles, totaux.

AIL (W)	AINFI(t) (W)	AI (W)
4887	15651,4383	20538,4383

Tableau IV.27 : Apports calorifiques totaux, latents.**IV.2.5 Calcul des apports calorifiques effectifs sensibles et latents**

Formules (3.37 et 3.38) page (32 et 33)

$$AEs = (1 \times 432560,094) + (0,05 \times 5484,27295) = 728675,96 \text{ W}$$

$$AEI = (1 \times 20538,4383) + (0,05 \times 93034,2931) = 25190,153 \text{ W}$$

heur	As (W)	ARENS(t) (W)	AEs (W)	CΔas	CΔal	BF	AI (W)	ARENI(t) (W)	AEI (W)
8	432560,094	5484,27295	728675,96						
9	442473,482	7735,14719	851741,273						
10	445581,354	10146,7982	975707,67						
11	452072,554	12236,8957	1087132,81						
12	454220,915	14487,7699	1202044,85						
13	457526,875	16786,8772	1320586,42	1,05	1	0,05	20538,4383	93034,2931	25190,153
14	462850,522	17864,0813	1380090,32						
15	460688,142	17864,0813	1377819,82						
16	463163,161	17864,0813	1380418,59						
17	461997,09	17108,4306	1341373,9						

Tableau IV.28 : Apports calorifique effectifs sensible et latents.**IV.2.6 Apports calorifiques totaux sensible et latents**

$$ATs = (1,05 \times 432560,094) + 5484,27295 = 459672,371 \text{ [W]}$$

$$ATI = (1 \times 20538,4383) + 93034,4383 = 113572,731 \text{ [W]}$$

heur	As	ARENS(t)	ATs	CΔas	CΔal	AI	ARENI(t)	ATI	AT
8	432560,094	5484,27295	459672,371					113572,731	573245,103
9	442473,482	7735,14719	472332,303					113572,731	585905,035
10	445581,354	10146,7982	478007,22					113572,731	591579,951
11	452072,554	12236,8957	486913,078					113572,731	600485,809
12	454220,915	14487,7699	491419,731					113572,731	604992,462
13	457526,875	16786,8772	497190,096	1,05	1	20538,4383	93034,2931	113572,731	610762,827
14	462850,522	17864,0813	503857,13					113572,731	617429,861
15	460688,142	17864,0813	501586,63					113572,731	615159,362
16	463163,161	17864,0813	504185,4					113572,731	617758,132
17	461997,09	17108,4306	502205,375					113572,731	615778,107

Tableau IV.29 : Apports calorifiques totaux sensibles et latents.

IV.2.7 Apports totaux sensibles et latents

L'heure critique est l'heure où la puissance est plus élevée elle représente les apports totaux sensibles et latents ; au vu des résultats que nous avons obtenus l'heure critique est : **16 heures.**

IV.2.8 Etude du cycle de l'évolution de l'air en été

✓ Température de l'air soufflé :

Du DTR :

- On sait que lorsque le soufflage est loin des occupants, comme c'est le cas pour notre installation ΔT_s est entre 8 à 12 °C

Températures de l'air soufflé :

$$\Delta T_s = T_A - T_S = 12 \text{ °C}$$

$$T_S = 12 \text{ °C}$$

Graphiquement, et sachant que :

Point intérieur (I) :

$$T_I = 24 \text{ °C}$$

$$h_I = 48 \text{ kJ/kg}_{\text{as}}$$

$$HS_I = 9.3 \text{ g}_{\text{eau}}/\text{kg}_{\text{as}}$$

Point de soufflage (S) :

$$T_S = 12 \text{ °C}$$

$$H_S = 31 \text{ kJ/kg}_{\text{as}}$$

$$HS_I = 7.6 \text{ g}_{\text{eau}}/\text{kg}_{\text{as}}$$

✓ Détermination de la droite de soufflage :

$SHF = \Delta T_s / \Delta T = \text{Apports sensibles} / \text{Apports latents}$

$$SHF = 113572.731 / 504185.4 = 0.2252$$

$$\arctg(0.2252) = 12.69$$

Si on suppose que :

$AT_1 = 113572.731$ (W), est représenté sur le diagramme par 2 cm (Fig.V.1).

Donc :

$AT_s = 504185.4$ (W), est représenté sur le diagramme par 8.9 cm (Fig.V.1).

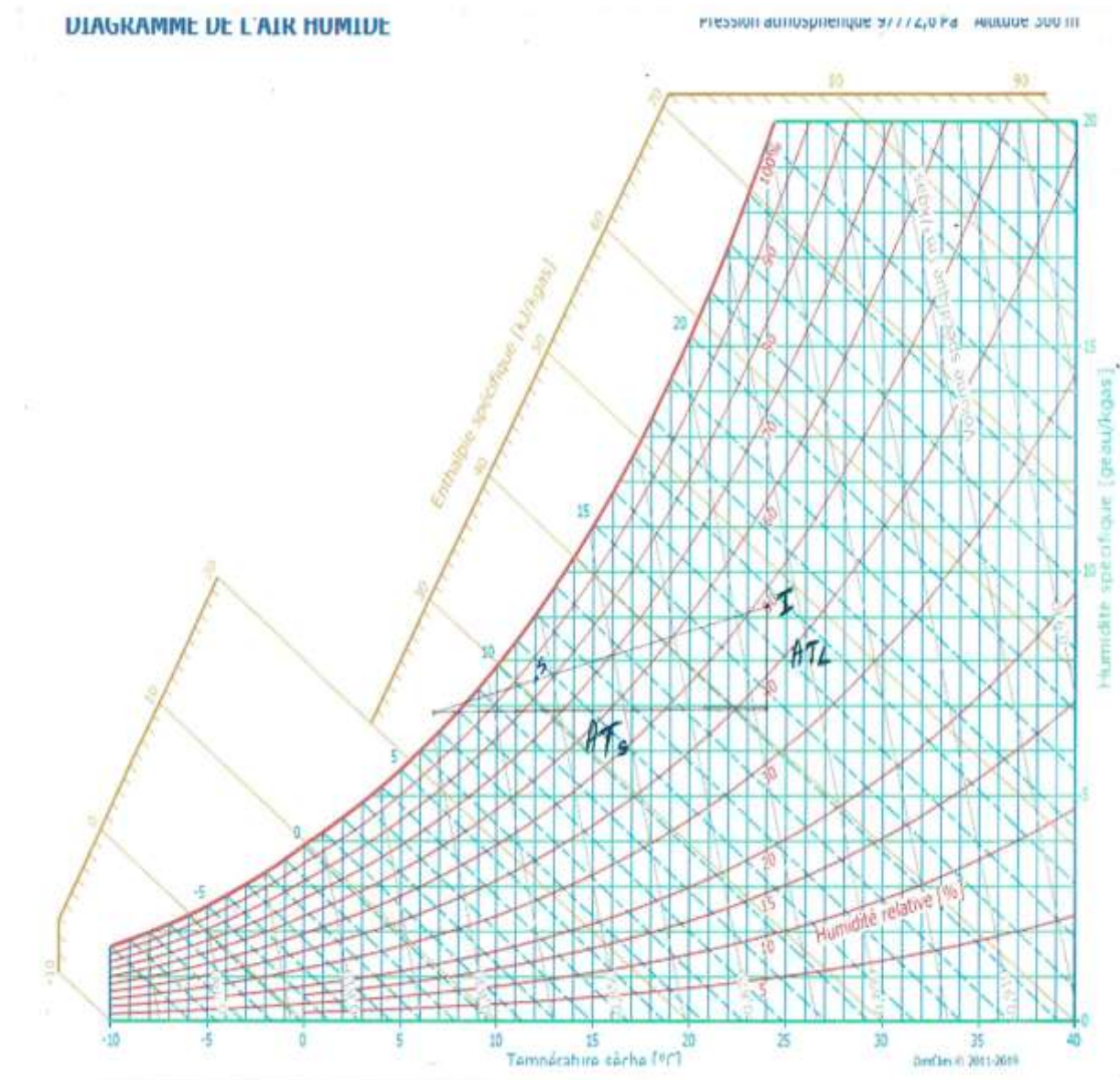


Figure IV.1 : Détermination de la droite de soufflage.

✓ Calcul du débit massique d'air sec soufflé :

$$M_{as} = \frac{AT}{h_{si} + h_{ss}}$$

$$M_{as} = \frac{617.7583132}{48 - 31} = 36.338 \text{ kg/s}$$

$$M_{as} = 109016.17 \text{ m}^3/\text{h}$$

✓ Calcul du débit d'air neuf :

Le renouvellement d'air d'un local conditionné est en fonction du secteur d'utilisation de celui-ci, dans les autres ateliers et locaux, les normes proposent en moyenne un taux de renouvellement d'air de $[20.60] \text{ m}^3/\text{h}$ par occupant.

Dans notre cas nous avons des exigences de qualité d'air de sorte à ce qu'il soit de niveau à purifier le local des infections divers.

$$M_{an} = 5582.5254 \text{ m}^3/\text{h} = 1.8608 \text{ kg/s}$$

✓ Débit d'air repris

$$M_{ar} = M_{as} - M_{an} = 34.4772 \text{ kg/s}$$

✓ Calcul de point de mélange

$$\frac{MI}{EI} = \frac{M_{an}}{M_{am}}$$

$$MI = \frac{1.8608}{36.338} \times 6.8 = 0.35 \text{ cm}$$

$$M_{am} = M_{as}$$

M_{an} : Débit d'air neuf. [kg/s]

M_{am} : Débit d'air mélange. [kg/s]

MI : Distance entre le point interne et le point de mélange. [Cm]

EI : Distance entre le point interne et le point extérieure. [Cm]

En se fiant au diagramme psychrométrique on obtient :

Le point de mélange (M) :

$$T_m = 24.7 \text{ °C}$$

$$h_m = 49.2 \text{ kJ/kgas}$$

$$H_{Sm} = 9.8 \text{ g}_{\text{eau}}/\text{kgas}$$

A sortie de la batterie froide

$$T_5 = 9.5 \text{ °C}$$

$$h_5 = 28.7 \text{ kJ/kgas}$$

$$H_{S5} = 7.6 \text{ g}_{\text{eau}}/\text{kgas}$$

✓ **Calcul de la puissance de la batterie froide**

$$PBF = \text{Mas} * (h_m - h_5) = 36.338 * (49.2 - 28.7) = 744.929 \text{ kW}$$

✓ **Calcul de la puissance de la batterie chaude**

$$PBC = \text{Mas} * (h_s - h_5) = 36.338 * (31 - 28.7) = 83.5774 \text{ kW}$$

✓ **Débit massique d'eau condensée dans la batterie froide**

$$M_e = \text{Mas} * (H_{Se} - H_{S5}) = 36.338 * (14.5 - 7.6) = 250.7322 \text{ kg/s}$$

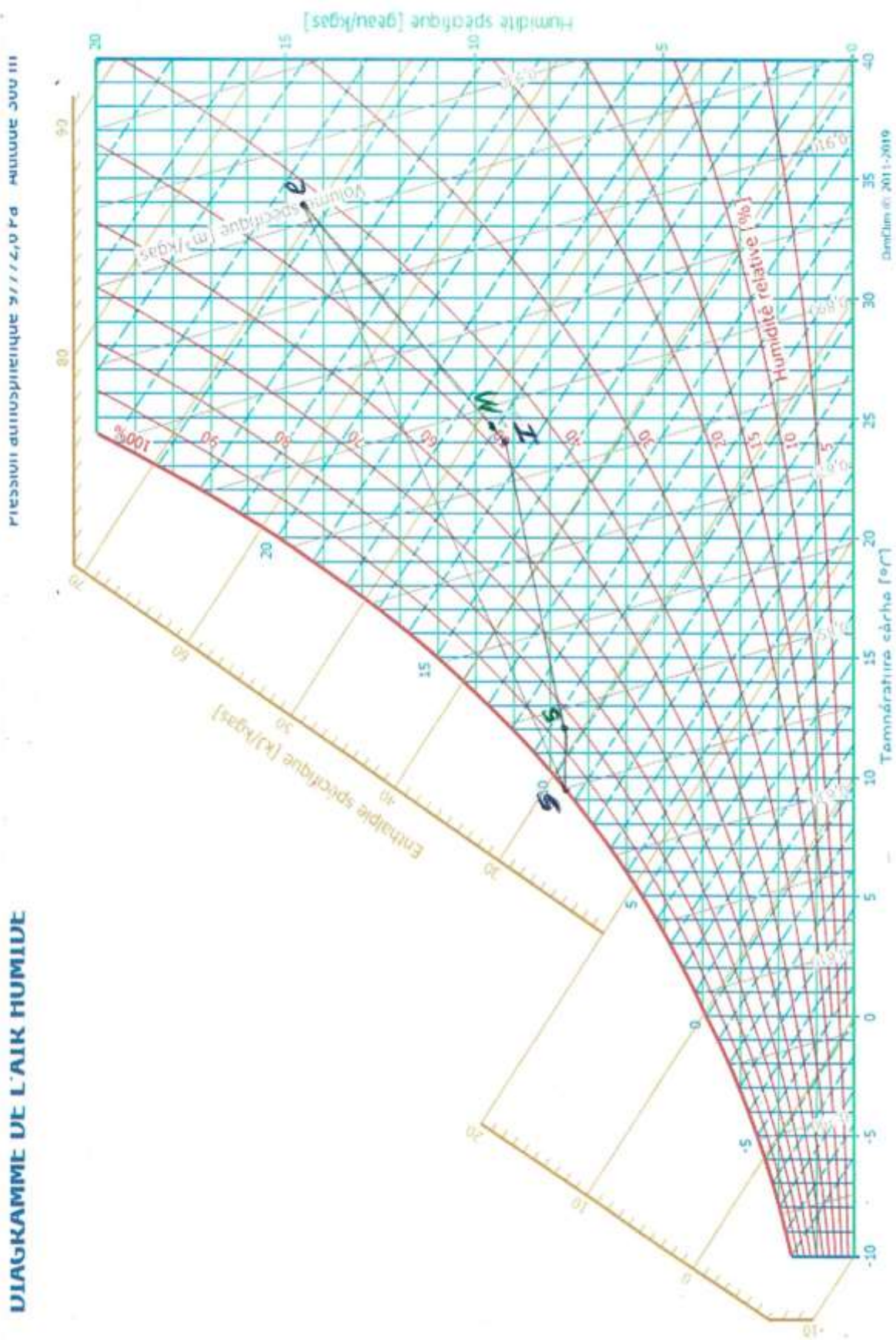


Figure IV.2 : Représentation graphique de l'air en période d'été.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

L'opération de traitement d'air aujourd'hui s'élargit de plus en plus dans le domaine industriel des produits agroalimentaires et elle reste la méthode la plus fréquemment utilisée afin de garantir et de maintenir les produits en bonne qualité. C'est pour cela que nous sommes contraints à fournir un débit d'air adéquat, en termes de température et d'humidité imposée.

L'étude et le dimensionnement d'un système de climatisation est un projet important exigeant des connaissances techniques autant que la disponibilité de donnée reconnue comme conditions de base du confort thermique, et les conditions de base extérieure sur le lieu du projet.

Après avoir défini toutes les caractéristiques de notre local à conditionner notamment ses paramètres climatiques, et géographiques aussi pour l'orientation et toutes les dimensions des différents espaces et la nature de l'ensemble des éléments constitutifs à l'intérieur, ainsi que les différents matériaux de local par rapport au milieu extérieur, on a abouti au calcul du bilan thermique.

Le calcul des apports et des calorifiques suivant la méthode adoptée dans le document technique règlementaire algérien (DTR) nous a permis de déterminer les puissances nécessaires pour conditionner le local de conditionnement de la margarine.

Après avoir effectué le calcul du bilan thermique, on est parvenu à dimensionné la batterie froide en déterminant la puissance de cette dernière qui est de l'ordre de 744.929 kW et déterminer le débit de soufflage et de reprise adéquat pour couvrir le besoin en froid dans locale.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] : Mr Thibaut Vitte, « Généralités et état de l'art à propos de la climatisation solaire »
Thèse en Génie civil, Institut National des sciences Appliquées de Lyon.
- [2] : J.Castaig-Lasvignottes, "Air humide : propriétés thermodynamiques, opérations unitaire et technologie associées à son emploi.," Univ. PAU DES PAYS L'ADOUR, vol. 84, pp. 487–492, 2003.
- [3] : R. CADIERGUES, calcul des charges de climatisation et conditionnement d'air, Livre PYC, PARIS, 1998.
- [4] : M. Duminil, "Air humide," Tech. de'Ingénieur, vol. 1, no. B2230, pp. 1–27, 1986.
- [5] : ALEC, agence locale de l'énergie, bureau d'étude six<<centrale de traitement d'aire>>.
- [6] : P.jacquard et S.Sandre. La pratique de la climatisation. Dunod,2006
- [7] : DTR C 3-4. Règles de calcul des apports calorifiques : Ministère de l'habitat;(1998).
- [8] : Philippe Nunes Climatisation douce, article dans Climatisation (7) revue de presse Environnement mai 2008.

ANNEXE


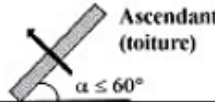
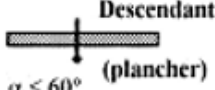
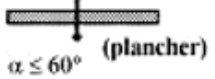
$\frac{1}{h}$ en m ² .C/W  Latéral (Mur) $\alpha > 60^\circ$	Paroi en contact avec : - l'extérieur, - un passage ouvert, - un local ouvert.			Paroi en contact avec : - un autre local, chauffé ou non chauffé, - un comble, - un vide sanitaire.		
	1/hi	1/he	1/hi + 1/he	1/hi	1/he	1/hi + 1/he
 Ascendant (toiture) $\alpha \leq 60^\circ$	0,11	0,06	0,17	0,11	0,11	0,22
 Descendant (plancher) $\alpha \leq 60^\circ$	0,09	0,05	0,14	0,09	0,09	0,18
 Descendant (plancher) $\alpha \leq 60^\circ$	0,17	0,05	0,22	0,17	0,17	0,34

Tableau A1 : Résistances thermiques superficiels

		Déféréce équivalente de température $\Delta t_{es}(t)$ ou $\Delta t_{em}(t)$ (en °C)-Murs ensoleillés ou à l'ombre																								
Orientation	m_{mur} kg/m ²	Temps Solaire Vrais																								
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	
NE	≤100	2,8	8,3	12,2	12,8	13,3	10,6	7,8	7,2	6,7	7,2	7,8	7,8	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-1,1	-1,7	-2,2	-1,1	
	300	-0,5	-1,1	-1,1	2,8	13,3	12,2	11,1	8,3	5,5	6,1	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	
	500	2,2	1,7	2,2	2,2	2,2	5,5	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	6,1	6,7	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	3,9	3,3	3,3	2,8	2,8		
	≥700	2,8	2,8	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	5,5	7,8	8,9	7,8	6,7	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,0	5,0	4,4	3,9	3,9	
E	≤100	0,5	9,4	16,7	18,3	20,0	19,4	17,8	11,1	6,7	7,2	7,8	7,8	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-1,1	-1,7	-1,7	
	300	-0,5	-0,5	0	11,7	16,7	17,2	17,2	10,6	7,8	7,2	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	2,8	2,2	1,7	0,5	0,5	0	
	500	2,8	2,8	3,3	4,4	7,8	11,1	13,3	13,9	13,3	11,1	10,0	8,9	7,8	7,8	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	3,9	3,9	3,3	
	≥700	6,1	5,5	5,5	5,0	4,4	5,0	5,5	8,3	10,0	10,6	10,0	9,4	8,9	7,8	6,7	7,2	7,8	7,8	7,8	7,2	7,2	6,7	6,7	6,7	6,7
SE	≤100	5,5	3,3	7,2	10,6	14,4	15,0	15,6	14,4	13,3	10,6	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-0,5	-1,1	-1,1	
	300	0,5	0,5	0	7,2	11,1	13,3	15,6	14,4	13,9	11,7	10,0	8,3	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,8	2,2	1,7	1,7	1,1	
	500	3,9	3,9	3,3	3,3	3,3	6,1	8,9	9,4	10,0	10,6	10,0	9,4	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	5,5	5,0	5,0	4,4	4,4	4,4	3,9	
	≥700	5,0	4,4	4,4	4,4	4,4	3,9	3,3	6,1	7,8	8,3	8,9	10,0	8,9	8,3	7,8	7,2	6,7	6,7	6,7	6,1	6,1	5,5	5,5	5,0	
S	≤100	-0,5	-1,1	-2,2	0,5	2,2	7,8	12,2	15,0	16,7	15,6	14,4	11,1	8,9	6,7	5,5	3,9	3,3	1,7	1,1	0,5	0,5	0	0	-0,5	
	300	-0,5	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	3,9	6,7	11,1	13,3	13,9	14,4	12,8	11,1	8,3	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0,5	0	-0,5	
	500	2,2	2,2	1,1	1,1	1,1	1,7	2,2	4,4	6,7	8,3	8,9	10,0	10,0	8,3	7,8	6,1	5,5	5,0	4,4	4,4	3,9	3,3	3,3	2,8	
	≥700	3,9	3,3	3,3	2,8	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	3,9	5,5	7,2	7,8	8,3	8,9	8,9	7,8	6,7	5,5	5,5	5,0	5,0	4,4	3,9	
SO	≤100	-1,1	-2,2	-2,2	-1,1	0	2,2	3,3	10,6	14,4	18,9	22,2	22,8	23,3	16,7	13,3	6,7	3,3	2,2	1,1	0,5	0,5	0	-0,5	-0,5	
	300	1,1	0,5	0	0	0	0,5	1,1	4,4	6,7	13,3	17,8	19,4	20,0	19,4	18,9	11,1	5,5	3,9	3,3	2,8	2,2	2,2	1,7	1,1	
	500	3,9	2,8	3,3	2,8	2,2	2,8	3,3	3,9	4,4	6,7	7,8	10,6	12,2	12,8	13,3	12,8	12,2	8,3	5,5	5,5	5,0	5,0	4,4	3,9	
	≥700	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	3,9	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4	5,0	5,5	8,3	10,0	10,6	11,1	7,2	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	
O	≤100	-1,1	-1,7	-2,2	-1,1	0	1,7	3,3	7,8	11,1	17,8	22,2	25	26,7	18,9	12,2	7,8	4,4	2,8	1,1	0,5	0	0	-0,5	-0,5	
	300	1,1	0,5	0	0	0	1,1	2,2	3,9	5,5	10,6	14,4	18,9	22,2	22,8	20,0	15,6	8,9	5,5	3,3	2,8	2,2	1,7	1,7	1,1	
	500	3,9	3,9	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4	5,5	6,7	9,4	11,1	13,9	15,6	15,0	14,4	10,6	7,8	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	
	≥700	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	4,4	4,4	5,0	5,5	5,5	6,1	6,7	7,8	8,9	11,7	12,2	12,8	12,2	11,1	10,0	8,9	8,3	7,2	7,2	
NO	≤100	-1,7	-2,2	-2,2	-1,1	0	1,7	3,3	5,5	6,7	10,6	13,3	18,3	22,2	20,6	18,9	10,0	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-0,5	-1,1	-1,1	
	300	-1,1	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	0	1,1	3,3	4,4	5,5	6,7	11,7	16,7	17,2	17,8	11,7	6,7	4,4	3,3	2,2	1,7	0,5	0	-0,5	
	500	2,8	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,8	3,3	3,9	5,0	6,7	9,4	11,1	11,7	12,2	7,8	4,4	3,9	3,3	3,3	2,8	
	≥700	4,4	3,9	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4	5,0	5,5	7,8	10,0	10,6	11,1	8,9	7,2	6,1	5,5	5,0	
N (à l'ombre)	≤100	-1,7	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	0,5	2,2	4,4	5,5	6,7	7,8	7,2	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	0	-0,5	-0,5	-1,1	-1,1	
	300	-1,7	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	-0,5	0	1,7	3,3	4,4	5,5	6,1	6,7	6,7	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	-1,1	
	500	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0,5	1,1	1,7	2,2	2,8	2,8	2,8	4,4	3,9	3,3	2,8	2,2	1,7	1,7	1,1	1,1	0,5	
	≥700	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1,1	1,7	2,2	2,8	3,3	3,9	4,4	3,9	3,3	2,2	1,7	1,1	1,1	0,5	

Tableau A2 : Différence équivalente de température pour les murs extérieurs

Différence équivalente de température Δt_e (t) ou Δt_{em} (t) (en °C) - Toits ensoleillés ou à l'ombre																									
Condition	m_{int} kg / m ²	Temps Solaire Vrai																							
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5
ensoleillé	≤ 50	-2,2	-3,3	-3,9	-2,8	-0,5	3,9	8,3	13,3	17,8	21,1	23,9	25,6	25	22,8	19,4	15,6	12,2	8,9	5,5	3,9	1,7	0,5	-0,5	-1,7
	≤ 100	0	-0,5	-1,1	-0,5	1,1	5	8,9	12,8	16,7	20	22,8	23,9	23,9	22,2	19,4	16,7	13,9	11,1	8,3	6,7	4,4	3,3	2,2	1,1
	200	2,2	1,7	1,1	1,7	3,3	5,5	8,9	12,8	15,6	18,3	21,1	22,2	22,8	21,7	19,4	17,8	15,6	13,3	11,1	9,4	7,2	6,1	5,0	3,3
	300	5	4,4	3,3	3,9	4,4	6,1	8,9	12,2	15	17,2	19,4	21,1	21,7	21,1	20,0	18,9	17,2	15,6	13,9	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1
	≥ 400	7,2	6,7	6,1	6,1	6,7	7,2	8,9	12,2	14,4	15,6	17,8	19,4	20,6	20,6	19,4	18,9	18,9	17,8	16,7	15,0	12,8	11,1	10,0	7,8
A l'ombre	≤ 100	-2,8	-2,8	-2,2	-1,1	0	1,1	3,3	5	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	5,5	4,4	2,8	1,1	0,5	0	-0,5	-1,7	-2,2	-2,8	-2,8
	200	-2,8	-2,8	-2,2	-1,7	-1,1	0	1,1	2,8	4,4	5,5	6,7	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-1,7	-2,2	-2,8
	≥ 300	-1,7	-1,7	-1,1	-1,1	-1,1	-0,5	0	1,1	2,2	3,3	4,4	5	5,5	5,5	5,5	5,0	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	-1,1

Tableau A3 : Différence équivalente de température pour les toits

Valeurs de $C\Delta t_e$ (en °C)																					
$\Delta t_{s_{max}} = TS_{s_1} - TS_{s_2}$	Ecart diurne de base E_s (en °C)																				
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22			
-16	-21,2	-21,7	-22,3	-22,8	-23,3	-23,8	-24,2	-24,7	-25,1	-25,6	-26	-26,5	-27	-27,4	-27,9	-28,8	-29,3	-29,8			
-12	-17,2	-17,7	-18,3	-18,8	-19,3	-19,8	-20,2	-20,7	-21,1	-21,6	-22	-22,5	-23	-23,4	-23,9	-24,8	-25,3	-25,8			
-8	-13,2	-13,7	-14,3	-14,8	-15,3	-15,8	-16,2	-16,7	-17,1	-17,6	-18	-18,5	-19	-19,4	-19,9	-20,8	-21,3	-21,8			
-4	-9,2	-9,7	-10,3	-10,8	-11,3	-11,8	-12,2	-12,7	-13,1	-13,6	-14	-14,5	-15	-15,4	-15,9	-16,8	-17,3	-17,8			
0	-5	-5,5	-6,1	-6,6	-7,1	-7,6	-8	-8,5	-8,9	-9,4	-9,8	-10,3	-10,8	-11,2	-11,7	-12,6	-13,1	-13,6			
2	-3,1	-3,6	-4,2	-4,7	-5,2	-5,6	-6,1	-6,6	-7	-7,5	-7,9	-8,4	-8,9	-9,3	-9,8	-10,6	-11,1	-11,7			
4	-1,1	-1,6	-2,2	-2,7	-3,2	-3,6	-4,1	-4,6	-5	-5,5	-5,9	-6,4	-6,9	-7,3	-7,8	-8,6	-9,1	-9,7			
6	0,8	0,3	-0,3	-0,8	-1,3	-1,7	-2,2	-2,7	-3,1	-3,6	-4	-4,5	-5	-5,4	-5,9	-6,7	-7,2	-7,8			
8	2,8	2,3	1,7	1,2	0,7	0,3	0	-0,7	-1,1	-1,6	-2	-2,5	-3	-3,4	-3,9	-4,7	-5,2	-5,8			
10	4,7	4,2	3,6	3,1	2,6	2,2	1,7	1,2	0,8	0,3	-0,1	-0,6	-1,1	-1,5	-2	-2,8	-3,3	-3,9			
12	6,8	6,3	5,7	5,2	4,7	4,3	3,8	3,3	2,9	2,4	1,8	1,3	0,8	0,4	-0,1	-0,7	-1,2	-1,8			
14	8,8	8,3	7,7	7,2	6,7	6,3	5,8	5,3	4,9	4,4	3,8	3,3	2,8	2,4	1,9	1,3	0,8	0,2			
16	10,8	10,3	9,7	9,2	8,7	8,3	7,8	7,3	6,9	6,4	5,8	5,3	4,8	4,4	3,9	3,3	2,8	2,2			
18	12,8	12,3	11,7	11,2	10,7	10,3	9,8	9,3	8,9	8,4	7,8	7,3	6,8	6,4	5,9	5,3	4,8	4,2			
20	14,8	14,3	13,7	13,2	12,7	12,3	11,8	11,3	10,9	10,4	9,8	9,3	8,8	8,4	7,9	7,3	6,8	6,2			
22	16,9	16,4	15,8	15,3	14,8	14,4	13,9	13,4	13	12,5	11,9	11,4	10,9	10,5	10	9,4	8,9	8,3			

Tableau A4 : Facteur de correction $C\Delta t_e$

$TS_{b,e} = 34^\circ\text{C}$									
Heure	Cas 1	Cas 2	Cas 3	Cas 4	Heure	Cas 1	Cas 2	Cas 3	Cas 4
1	-2	-14	-3	-4	13	2	-11	0	-6
2	-2	-15	-4	-4	14	2	-11	0	-6
3	-3	-15	-4	-4	15	3	-10	1	-5
4	-3	-16	-4	-5	16	4	-9	1	-5
5	-3	-16	-4	-4	17	3	-10	1	-5
6	-3	-16	-4	-4	18	3	-10	1	-6
7	-3	-16	-4	-4	19	3	-10	0	-6
8	-2	-15	-3	-3	20	2	-11	0	-7
9	-1	-14	-3	-8	21	2	-11	-1	-2
10	-1	-14	-2	-7	22	1	-12	-1	-2
11	0	-13	-2	-7	23	0	-13	-2	-3
12	1	-12	-1	-7	24	-1	-14	-2	-3

Tableau A5 : Valeurs de Cl_{nc} pour une température de base égale à 34°C

N _{AI} Type	Durée de fonct. de l'inst.	M kg / m ²	Durée des apports internes : 10 heures NOMBRES D'HEURES ECOULEES DEPUIS LE DÉBUT DES APPORTS INTERNES																							
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Type I	24	≥ 750	37	67	71	74	76	79	81	83	84	86	87	29	26	23	20	19	17	15	14	12	11	10	9	8
		500	31	67	72	76	79	81	83	85	87	88	90	30	26	22	19	16	15	13	12	10	9	8	7	6
		≤ 150	25	74	83	88	91	94	96	96	98	98	99	26	17	12	8	5	4	3	2	1	1	1	0	0
	16	≥ 750	60	82	83	84	84	84	85	85	86	88	90	32	28	25	23	19								
		500	46	79	84	86	87	88	88	89	89	90	90	30	26	22	19	16								
		≤ 150	29	77	85	89	92	95	96	96	98	98	99	26	17	12	8	5								
	12	≥ 750	63	90	91	93	93	94	95	95	95	96	96	37												
		500	57	89	91	92	94	94	95	95	96	96	97	36												
		≤ 150	42	86	91	93	95	97	98	98	99	99	99	26												
Type II	24	≥ 750	34	55	61	65	68	71	74	77	79	81	83	39	35	31	28	25	23	20	18	16	15	14	12	11
		500	27	56	63	68	72	75	78	80	82	84	86	40	34	29	25	20	18	17	15	14	12	10	9	8
		≤ 150	17	65	77	84	88	92	94	95	97	98	98	35	23	16	11	7	5	4	3	2	1	1	0	0
	16	≥ 750	58	75	79	80	80	81	82	83	84	86	87	39	35	31	28	25								
		500	46	73	78	82	82	82	83	84	85	87	88	40	34	29	25	20								
		≤ 150	22	69	80	86	89	83	94	95	97	98	98	35	23	16	11	7								
	12	≥ 750	69	86	89	90	91	91	92	93	94	95	95	50												
		500	58	85	88	88	90	92	93	94	94	94	95	48												
		≤ 150	40	81	88	91	93	96	97	97	98	99	99	35												
Type III	24	≥ 750	23	33	41	47	52	57	61	66	69	72	74	59	52	46	42	37	34	31	27	25	23	21	18	16
		500	17	33	44	52	56	61	66	69	74	77	79	60	51	44	37	32	30	27	23	20	18	16	14	12
		≤ 150	0	48	66	76	82	87	91	93	95	97	98	52	34	24	16	11	7	5	4	2	2	1	0	0
	16	≥ 750	57	64	68	72	73	73	74	74	75	76	78	59	52	46	42	37								
		500	47	60	67	72	74	77	78	79	80	81	82	60	51	44	37	32								
		≤ 150	7	53	70	78	84	88	91	93	95	97	98	52	34	24	16	11								
	12	≥ 750	75	79	83	84	86	88	89	91	91	93	93	75												
		500	68	77	81	84	86	88	89	89	92	93	93	72												
		≤ 150	34	72	82	87	89	92	95	95	97	98	99	52												

Tableau A6 : Valeurs du coefficient d'amortissement N_{AI} (t) en pourcentage

Degré d'activité	Exemple d'application	Température sèche du local (°C)											
		28	27	26	25	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	65	37	67	35	76	27
Assis, travail très léger	Logement, bureau, hôtel, amphithéâtre	52	79	58	73	63	69	67	65	71	60	83	49
		52	94	58	88	64	83	70	77	74	72	85	62
Debout, marche	Magasin, accueil	60	102	66	96	72	91	68	63	82	80	93	70
Travail léger	Atelier, usine	56	164	64	156	72	148	80	140	86	134	107	113
Travail assez pénible	Atelier, usine, salle de sport	79	214	88	205	97	197	132	161	112	181	135	158
Travail pénible	Atelier, usine, salle de sport	131	293	136	288	142	283	149	277	154	271	177	248

Tableau A7 : Gains dus aux occupants

Apport	Nature des apports	Coefficient de Simultanéité CS				
		Locaux				
		Bureaux Réunions Accueil	Logement Hébergement	Vente Restauration	Artisanal Industriel	Enseignement
Occupant	Sensible Latent	0,80	0,50	0,80	0,90	1,00
Moteurs électriques	Sensible	0,60	0,50	0,85	0,85	0
Appareils électriques	Sensible Latent	0,60	0,50	0,85	0,85	0
Eclairage fluorescent non encastré	Sensible	0,70	0,35	0,90	0,85	0,90
Eclairage fluorescent encastré, éclairage incandescent non encastré	Sensible	0,70	0,35	0,90	0,85	0,90
Eclairage encastré dans un faux plafond avec plénum de reprise	Sensible	0,70	0,35	0,90	0,85	0,90
Appareil à gaz	Sensible Latent	0	0,50	0,85	0,85	0
Réservoir	Sensible Latent	0	1,00	1,00	1,00	0
Evaporation libre	Latent	0	1,00	1,00	1,00	0
Vapeur vive	Sensible Latent	0	0	1,00	1,00	0
Tuyauteries, conduits d'air	Sensible	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tableau A8 : Coefficients de simultanéité des gains internes

Débit d'air pour 100 W de puissance de lampe ou de tube (m ³ /h)	20	30	50	100
Ccr	0,6	0,5	0,4	0,35

Tableau A9 : Valeurs de Ccr

Désignation du local ou genre d'activité	Intensité lumineuse recommandée ou des tubes (lux)	Puissance dégagée des lampes (W/m ²)	
		lampes à incandescence	Lampes fluorescentes
Entrepôt, pièces d'habitation, théâtre	120	25	8
Bureaux, salle de cours	250	55	16
Salles de lecture, laboratoires, magasins	500	110	32
Montages fins, ateliers, supermarchés	750	170	50
Dessin industriel, grands bureaux, salles d'opération	1000	-	65
Locaux industriels montages très fins	1500	-	100

Tableau A10 : Gains dus à l'éclairage

Diam. ext. (mm)	Ecart entre la température du fluide transporté (eau ou vapeur) et celle de l'ambiance (°C)						
	30	40	50	60	70	89	127
21,3	22,7	32,1	42,3	53,5	65,4	91,4	146,9
26,9	30,7	43,8	56,8	71,4	85	117,5	188
33,7	35,0	49,7	65,7	82,6	100,9	140,8	228,6
42,4	44,5	61,5	81,2	101,1	123,6	174,3	282,8
48,3	48,7	68,8	90,9	114,6	140,5	195	317,5
60,3	59,1	83,7	110,4	137,9	170,3	228	370,4

Tableau A11 : Coefficient linéique k des tuyauteries en acier non calorifugées (W/m)

Type de locaux	Débit minimal en m ³ /h. occupant
Bureaux et locaux assimilés sans travail physique / Locaux d'enseignement	25
Locaux de réunions, spectacles, vente, restauration	30
Ateliers et locaux avec travail physique léger	45
Autres ateliers et locaux	60

Tableau A12 : Prescriptions minimales d'air neuf pour un occupant

Résumé

L'objectif de ce mémoire est d'étudier une centrale de traitement d'air destinée à un local de conditionnement de la margarine et les machines électriques qui aura pour but ; d'assurer un confort thermique.

Après avoir défini l'air humide et ses principales grandeurs physiques. Le calcul de l'ensemble des apports de bilan thermique sont faits selon la méthode du document réglementaire « DTR », ce qui permet la détermination des puissances calorifiques nécessaires aux bons maintiens des conditions intérieurs imposés pour le confort thermique

Mots clés : traitement d'air, Bilan thermique, DTR, Froid

Abstract

The objective of this dissertation is to study an air handling unit intended for a margarine conditioning room and the electrical machines which will aim; to ensure thermal comfort.

After having defined humid air and its main physical quantities. The calculation of all the inputs and thermals are made according to the method of the regulatory document "DTR", which allows the determination of the calorific powers necessary for the good maintenance of the interior conditions imposed for thermal comfort

Keywords: air treatment, Heat balance, DTR, Cold

