République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Dr. Yahia Fares de Medea
Faculté de technologie
Département de génie mécanique
Filière : génie climatique
Option : Energie et froid industriel

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de master en génie climatique

Thème

Etude de la climatisation d'un service d'hôpital par le moyen du système d'eau glacée

Réalisé par :

- **Mr : CHOUCHAOUI Hamid**
- **Mr : MENADLI Sofiane**

Promoteur :

- Mr. Mohamed KEZRANE
- Mr. Sofiane

Année Universitaire : **2016-2017**



Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A mes grands parents paternels et maternel mes chers parents ,ET SPICIALEMENT A MA CHERE maman qui ont tout fait pour que je réussisse dans ma vie et, que dieu me les protèges, et tout la famille et mes amis

hamid



Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A mes grands parents paternels et maternel mes chers parents ,ET SPICIALEMENT A MA CHERE maman qui ont tout fait pour que je réussisse dans ma vie et, que dieu me les protèges, et tout la famille et mes amis.

sofiane

Remerciements

On remercie en premier lieu notre dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience de mener à terme le présent mémoire.

Nos remerciements à notre promoteur MR.KEZRANE pour son encadrement et ses orientations.

Nous tenons a remercie l'ensemble des ingénieurs et architectes de la SETAM de MEDEA pour leurs contributions techniques en matière d'étude architecturale.

Tous mes remerciements et mon estime à tous les enseignants et enseignantes du département de génie climatique MR.ANNOUN.M, MR.ABODOURA, MR.TRIKI.Z, MR.ZIRARI.M, MR.BOUZIZ, MR.KEZRANE,

Un grand merci à mes amies, et tous ceux qui nous ont aidés et encouragés pour l'élaboration de ce travail.

الملخص:

في هذا العمل قمنا بإقامة التوازن الحراري للتدفئة و التبريد في مستشفى تابلاط هذه التقييمات تسمح لنا بتقييم المداخلات الحرارية اللازمة لتشغيل التدفئة و الحرارة ليكون استخراجه لتبريد المستشفى ، استنادا إلى النتائج التي حققناها مقترحين لاختيار التدفئة و تكييف الهواء .

كلمات المفاتيح , التوازن الحراري ، للتدفئة و التبريد، التدفئة و تكييف الهواء

Résumé :

Dans ce travail nous avons établit les bilans calorifique pour le chauffage et climatisation de l'hôpital de tablât. Ces bilans nous ont permet d'évaluer l'apport de chaleur nécessaire pour l'opération du chauffage et la chaleur qu'il faut extraire pour le rafraîchissement de l'Hôpital. Sur la base des résultats obtenus nous avons fait des propositions du choix du système de chauffage et climatisation.

Mots-clés : bilans calorifique , le chauffage et climatisation , système de chauffage et climatisation

Abstract:

In This work we have established the heat balance for heating and cooling of hospitals of Tablat. These assessments allow us to evaluate the heat input required for the operation of heating and heat to be extracted for cooling of the hospital. Based on the results we have made proposals for the choice of heating and air conditioning

Keywords : balance for heating , for heating and cooling , of heating and air conditioning

Sommaire

- **Dédicaces**

-remerciement

- Résumes

-List de figures

-Liste de tableaux

-Introduction générale

I /Chapitre I : présentation et description du projet

I.1/ But du projet ……..……1

I.2/Les conditions de base de la région……..…….....… 1

I.3/ Les plans architecturaux ……..……3

I.4/Désignation des locaux ……..……5

I.5/Calculer le coefficient de transmission k ……..……7

I.5.1/K_{me} (K du mur double cloison) ……..……7

I.5.2/K_{mi} (K du mur intérieur) ……..……...8

I.5.3/K_t (K de la toiture)…….....…… 9

I.5.4/K_{po} (K du porte) ……..…10

I.5.5/ $K_{peé}$ (K de la toiture entre étage) ……...……..10

I.5.6/K_s (K du sol) ……...…11

I.5.7/K_f (K de la fenêtre) ……..…12

Chapitre II : méthode de calcule

II.1. Représentation de DTR……..……..…13

Chapitre III : résultat du calcul et vérification

Résultat du calcul :

III.1/ /Exemple de calcul ……..……39

III .1.1/Les caractéristiques surfaciques ……...……39

III .1.2/Les températures ……....……...40

III.2/ Calcul des apports calorifiques ……....……40

III .2.1/Apportes à travers les parois opaques…… .....…… 40

III .2.2/Parois intérieures …… .....……41

III .2.2.1/Formules générales ……....……..41

III .2.3/Parois en contacte avec le toit ……....……41

III .2.4/Apports à travers les parois vitrées…… .....……43

III .2.4.1/Formules générales ……....……43

III .3/Apports des chaleurs internes …… .....……..45

III .3.1/Principe généraux …… .....……45

III .4/Apports de chaleur par introduction d'air extérieur…….....……46

III .5/Résultats des calculs ……....……48

Vérification :

IV.1/Vérification réglementaire ……....……50

IV.1.1/Apports de référence des parois opaques horizontales…….....……50

IV.1.2/Apports de référence des parois opaques verticales …….....……51

IV.1.3/Apports de référence des parois vitrées ……....……51

IV.2/Application numérique ……....……52

IV.2.1/Calcul des apports calorifiques de référence ……....……52

IV.2.2/Apports de référence des parois opaques horizontales …….....……52

IV.2.3/Apports de référence des parois opaques verticales …….....……52

IV.2.4/Apports de référence des parois vitrées ……....……53

IV.3/Résultat du calcul Aréf ……....……55

IV.4Résultat du calcul de la vérification…….....……...57

CHAPITRE VI : CHOIX DU SYSTEME DE CLIMATISATION

VI .1.Introduction ……. 59

VI.1.1.Systèmes centralisé (tout air) ……. 60

VI.1.2. Systèmes semi centralisé ……... 60

VI.1.3. Systèmes décentralisé …… 60

VI.2. Choix De Système De Climatisation …… 60

VI.2.1. Introduction ……... 60

VI.2.2.Systèmes à eau glacée ……. ……61

VI.2.2.1. Définition ……... 61

VI.2.2.2 . La climatisation à l'eau glacée et son fonctionnement :……61

VI.2.2.3. Climatisation à l'eau glacée et mise en pratique **:** ……62

VI.2.2.4. Fonctionnement de l'évaporateur à eau glacée :……62

1. Les avantages de l'eau glacée :……62
2. les groupes d'eau glacée :……62
3. Circulation des fluides :……63

VI.2.2.5 les cassettes de climatisation **: ……**63

VI.3.Caisson d'air neuf :……66

VI.3. 2.calcul des paramètres d'air :……67

VI.3.2.1. Calcul de débit d'air neuf **:……**67

VI.3.2.2. Calcul de la puissance du batterie froid de caisson d'air neuf :……68

VI.4. Calcul de la puissance frigorifique du group d'eau glacée :……70

VI.5. le dessin de l'installation de climatisation sur le plan ……70

-Conclusion générale

-annexes

-liste de symboles

-bibliographie

Liste de tableaux

Tableau. I. 1 : les conditions de base de la région…….....…….2

Tableau. I. 2 : désignation de La partie de service de l'hospitalisation pédiatrique …….5

Tableau .I.3: désignation de La partie de service de l'hospitalisation pédiatrique**……6**

Tableau .I.4 : coef K du mur double cloison…….....…….7

Tableau .I.5: coef K du mur intérieur…….....……8

Tableau .I.6 : coef K de la toiture…….....…….....……9

Tableau .I.7: coef K du toiture entre étage…….....……...10

Tableau .I.8 : coef K du sol…….....……11

Tableau II.1 : Valeurs des coefficients d'échange superficiel…… .....……...…16

Tableau II.2: Rayonnement de base…… .....……17

Tableau II-3 : valeurs de Zlim(en m)…….....……20

Tableau II-4: C_{ros} en fonction de la zone climatique…… .....……24

Tableau II.5: Gains dus aux occupants…….....……...31

Tableau II .6: Valeurs de Ccr…… .....…..32

Tableau II.7: Gains latents par évaporation…… 34

Tableau .III.1: de calcul APO(t) extérieur…….…… 41

Tableau .III.2 : de calcul APO(t) intérieur……..…… 41

Tableau III.3 : de calcul APO(t) de toit…… .....…..……42

Tableau III.4 de calcul APO(t)……...…… …… ……. 42

Tableau .III.5 : de calcul AV(t)……....…… .....…..……44

Tableau III.6 : de calcul AI(t)…… .....……..……46

Tableau .III. 7: de calcul q van……. .....……..……46

Tableau.III. 8: de calcul AINFLs(t) et AINFl…… 47

Tableau III.9: de calcul ARENs et ARENl…… .....……47

Tableau .III.10: de résultat de calcule de La partie de service de l'hospitalisation pédiatrique 48

Tableau III.11: de résultat de calcule de La partie de service de l'hospitalisation pédiatrique49

Tableau III.12 : de calcule $A_{réf}$,PH……..……..52

Tableau III.13 : de calcule $A_{réf}$,PV……...……...53

Tableau III.14 : de calcule $A_{réf}$,PVI……..……..54

Tableau III.15 : de calcule $A_{réf}$,PVI …….. .. …… ……55

Tableau.III.16:de résultat de vérification de La partie de service de l'hospitalisation pédiatrique……56

Tableau.III.17:de résultat de vérification de La partie de service de l'hospitalisation pédiatrique……57

Tableau .IV.1: Pour les résultats de calcul de débit d'air neuf de chaque local et pour le choix des cassettes de chaque local ……..…….…….68-69

Liste des figures

Fig. 1.1 : Plan architectural du 3ème étage de l'hôpital……3

Fig 1.2 : Le planDe La partie de service de l'hospitalisation pédiatrique……4

Figure 1.1 mur double cloison……7

F igure VI-1- mur simple……8

Figure 1.2 toiture……..9

Figure 1.4 planché entre étage……10

Figure 1.5 planché bas (le sol)……11

Figure II-1: Zone d'apports pour des parois en contact avec le sol……21

Figure III .1 /Plan d'exemple de calcul……39

Fig . VI .1- Groupe d'eau glacée CIAT : (air/ Eau)……63

fig .VI.2.Circulation des fluides Dans un évaporateur……63

Figure VI.*3.Schéma d'une installation A EAU Glacée……64*

Fig VI.*4*. Cassette à eau glacée, diffuseur 1 voie……65

Fig.VI.*5* . Cassette à eau glacée 4 voies……65

FIG.VI.6. Climatiseur gainable……66

Fig.VI.7 : caisson d'air neuf……67

Introduction générale

La climatisation désigne le procédé qui permet de contrôler, réguler et de modifier des conditions climatiques, essentiellement à des fins de confort ou pour des raisons techniques dans des lieux spécifiques comme les laboratoires médicaux ou les blocs opératoires. En dehors de ces lieux, la climatisation est donc principalement utilisée pour apporter de la fraîcheur dans une pièce ou la température est trop élevée, ou pour réguler le niveau d'humidité et de poussières de la pièce.

La consommation de l'énergie pour la climatisation des bâtiments contenue à augmenté. Cette évolution a un impact négatif sur le cout énergétique qui ne cesse à accroitre. C'est pourquoi il est préconisé de la consommation d'énergie, pour le bien être de l'homme

Ces installations ont pour rôle principal d'assurer le confort et la santé de l'homme. Or l'utilisation des installations de climatisation est beaucoup plus étendue puisqu' elle permet de contrôler les différents paramètres qui agissent sur l'état de l'air d'un local (température, humidité…..etc.) avec en plus la compensation des charges thermiques en été.

C'est dans cet objectif que l'ingénieur doit mettre toutes ses compétences afin de bien concevoir ses installations.

Il est tout à fait intéressant de souligner que de nombreux ingénieurs font appel à la modélisation puis la simulation de ces installations pour une bonne prise de décision puis leurs optimisations.

Dans le présent mémoire, on se propose d'étudier le système de climatisation d'un service d'Hôpital, existant au niveau de la commune de TABLAT de la wilaya de Médéa.

C'est à dire la détermination des apports calorifiques et la vérification de la conformité a la réglementation thermique.

A cet effet, nous avons utilisé le DTR (Document Technique Réglementaire) comme formule pour le calcul de la climatisation.

Ce mémoire est structuré autour de quatre chapitres , après avoir présenté l'objectif de notre travail du projet , le premier chapitre est consacré à la présentation du projet , dans le deuxième chapitre , on expose la méthode de calcul adopté dans notre projet , le troisième consacré aux résultats de calcul et leurs vérification . le choix du system de climatisation et des appareils à fait l'objet du quatrième chapitre .

I.1. Introduction :

Le thème du projet concerne le dimensionnement d'une installation de climatisation d'un Hôpital qui est une partie intégrante d'une tour d'affaires en cours de réalisation dans la Daïra de TABLAT (Médéa).

En effet, le calcul de la puissance du chauffage et frigorifique des locaux de l'hôpital nécessite en premier lieu de connaître l'architecture du bâtiment, sa géographie et les conditions climatiques externe et internes de l'hôpital

I.1/ But du projet :

• Le but de notre travail est le choix de l'étude d'un système de climatisation afin de conditionner les locaux de l'hôpital. Pour se faire, les règles de calcul des déperditions et des apports calorifiques présentent dans le document technique de réglementaire (DTR), seront utilisées vue leurs simplicités et leurs ponctualités. Après le calcul de la puissance à installer dans les deux périodes de l'année (hivernale et estivale) on choisira le système de climatisation le plus approprié et le plus économique .pour assurer le confort des occupants et un fonctionnement optimal.

• Cette étude doit être en fonction des conditions climatiques de la région tout en respectant les bases d'aménagement défini dans le plan d'architecture et atteindre les objectifs suivants :

- Assurer le confort été des locaux.
- Assurer l'économie d'énergie.
- Assurer un bon fonctionnement de l'installation.

I.2/Les conditions de base de la région :

Le climat de la région est de type méditerranéen, caractérisé par deux longues saisons contrastées :

- Un hiver froid, pluvieux ;
- Et un été chaud, sec ;

Et deux autres (automne et printemps) écourtées.

Pour définir la température de base, on utiliser la carte des zones climatique pour trouver la zone correspondante et se reporter sur un tableau spécial pour trouver la température de base en fonction de la tranche d'altitude.

				PERIODE HIVERNAL		PERIODE ESTIVALE	
zone	Altitude (m)	Latitude (N°)	Longitude (E°)	T° de base(C°)	L'humidité relative (φ %)	T° de base(C°)	L'humidité relative (φ %)
B	**550**	**36.41**	**3.31**	**1**	**80**	**37**	**28**

Tableau.I. 1 : les conditions de base de la région

Remarque :

On s'est limiter à l'étude du service d'hospitalisation pédiatrique qui se trouve dans le 3eme étage du bâtiment.

I.3/ Les plans architecturaux :



Fig. 1.1 : Plan architectural du 3ème étage de l'hôpital.



Fig 1.2 : Le plan

De La partie de service de l'hospitalisation pédiatrique

I.4/Désignations des locaux :

I.4.1/Cahier de charge :

La partie de service de l'hospitalisation pédiatrique

Désignation de local	Nombre d'occupants	Hauteur(m)	Les appareils électriques	Ø(%)	Température Int (°C)	Surface (m^2)
Chambre 01	3	3.0	/	50%	25	15.77
chambre02	3	3.0	/	50%	25	16.22
Chambre 03	3	3.0	/	50%	25	17.06
Chambre 04	5	3.0	/	50%	25	19.66
Chambre 05	3	3.0	/	50%	25	17.06
Chambre 06	3	3.0	/	50%	25	16.22
Chambre 07	3	3.0	/	50%	25	16.22
Salle des jeux	15	3.0	1	50%	25	42.28
Office	3	3.0	2	50%	25	14.08
Salle des soins infrimerie	6	3.0	1	50%	25	11.05
Preparation	6	3.0	1	50%	25	9.97
Bureau serevillence	2	3.0	2	50%	25	11.49
medecine	2	3.0	1	50%	25	11.45

Tableau.I. 2 : désignation de La partie de service de l'hospitalisation pédiatrique

Désignation de local	Nombre d'occupats	Hauteur (m)	Les appareils électriques	Ø(%)	Température (°C)	Surface (m^2)
Chambre 08	3	3.0	/	50%	25	16.19
Chambre 09	3	3.0	/	50%	25	16.46
Chambre de garde	3	3.0	2	50%	25	16.49
Sall de neotation	12	3.0	/	50%	25	53.43
office	2	3.0	2	50%	25	19.84
Sale bibron	3	3.0	1	50%	25	11.29
infirmerie	3	3.0	1	50%	25	16.84
médecin	3	3.0	2	50%	25	16.33
Bibron propres	3	3.0	2	50%	25	11.71
Bibron sale 2	3	3.0	2	50%	25	8.59
sejoure	12	3.0	1	50%	25	19.99

Tableau .I.3 : désignation de La partie de service de l'hospitalisation pédiatrique

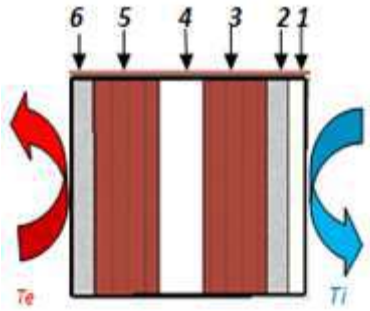
I.5/Calculer le coefficient de transmission k :

I.5.1/K_{me} (K du mur double cloison) :

Le coefficient K_{me} et donné par la formule suivante :

$$K_{me} = 1/ [(1/h_i) + (1/h_e) + \Sigma R]$$

Figure 1.3 ***mur double cloison***



Ou :

- Σ R (en m^2.°C/W) représente la somme des résistances thermiques des différentes couches de matériaux constituant la paroi.
- la somme ($1/h_i$+$1/h_e$) en (m^2.°C/W) représente la somme des coefficients d'échange superficiel .

Remarque : Pour une paroi vertical en contacte avec l'extérieur on prend

$1/h_i+1/h_e$ = 0.14 m^2. °C/W

Figure 1.1 mur double cloison

	désignation	**e (m)**	**λ(w/m.°c)**	**R=e/λ (m^2.°c/w)**
1	Enduit ciment	0.015	1.4	0.010
2	Brique creuse	0.1	0.58	0.172
3	Lame d'air	/	/	0.16
4	Brique creuse	0.1	0.58	0.172
5	Enduit ciment	0.015	1.4	0.01
6	Enduit plâtre	0.005	0.35	0.014
				∑ R =0.538

Tableau .I.4 : coef K du mur double cloison

Donc :

K_{me} = 1/ (0.14+0.538) = 1.46 W/m^2.°C **K_{me} = 1.46 W/m^2.°C**

I.5.2/K_{mi} (K du mur intérieur) :

Le coefficient K_{mi} et donné par la formule suivante :

$$K_{mi} = 1/ [(1/h_i) + (1/h_e) + \Sigma R]$$

Où :

- Pour Σ R et la somme ($1/h_i$+$1/h_e$) voir le calcul de K_{me} .

Remarque : Pour une paroi vertical en contacte avec un espace non chauffé on prend

$1/h_i$+$1/h_e$ = 0.21 m2. °C/W

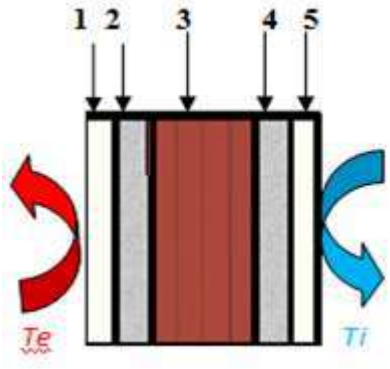


Figure 1-4- mur simple

	Désignation	e (m)	λ(w/m.°c)	R=e/λ (m^2.°c/w)
1	Enduit plâtre	0.005	0.35	0.014
2	Enduit ciment	0.015	1.4	0.010
3	Brique creuse	0.1	0.58	0.172
4	Enduit ciment	0.015	1.4	0.010
5	Enduit plâtre	0.005	0.35	0.014
				∑R=0.22

Tableau .I.5: coef K du mur intérieur

Donc :

K_{mi} = 1/ (0.21 + 0.22) = 2.32 W/m^2.°C **K_{mi} = 2.32 W/m^2.°C**

I.5.3/K_t (K de la toiture) :

Le coefficient K_t et donné par la formule suivante :

$$K_t = 1/ [(1/h_i) + (1/h_e) + \Sigma R]$$

Remarque : Pour une paroi horizontale en contacte avec l'extérieur on prend

$1/h_i+1/h_e$ = 0.12 m^2.°C/W

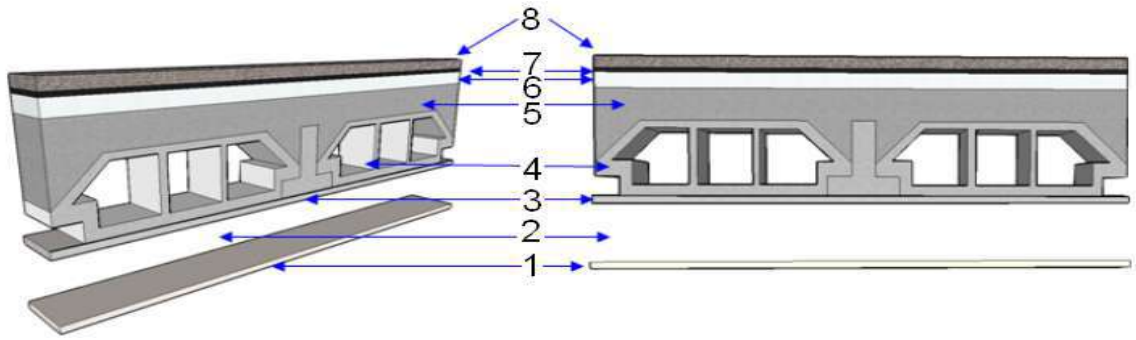


Figure 1.5 toiture

	désignation	e (m)	λ(w/m.°c)	R=e/λ (m^2.°c/w)
1	plâtre	0.015	0.35	0.043
2	Lame d'air	0.5	0.588	0.85
3	Enduit ciment	0.015	1.4	0.01
4	Hourdis	0.15	1	0.15
5	Béton	0.08	1.75	0.046
6	Polystyrène	0.04	0.041	0.97
7	Carte bitumée	0.01	0.17	0.059
8	Gravillon	0.03	0.93	0.032
				∑R=2.16

Tableau. I. 6 : coef K de la toiture

Donc :

K_t = 1/ (0.12+2.16) =0.43W/m^2.°C **K_t = 0.438 W/m^2. °C**

I.5.4/K_{po} (K du porte) :

Pour notre projet on à des portes opaques en bois donnant sur intérieure

Donc : $\mathbf{K_{po} = 3\ w/m^2.°c}$

I.5.5/ $K_{peé}$ (K du toiture entre étage) :

Le coefficient $K_{teé}$ et donné par la formule suivante :

$$\mathbf{K_{peé} = 1/ [(1/h_i) + (1/h_e) + \Sigma R]}$$

Pour Σ R et la somme $(1/h_i+1/h_e)$ voir le calcul de K_{me}.

Remarque : Pour une paroi horizontale en contacte avec espace non chauffé on prend

$1/h_i+1/h_e = 0.17\ m^2.°C/W$

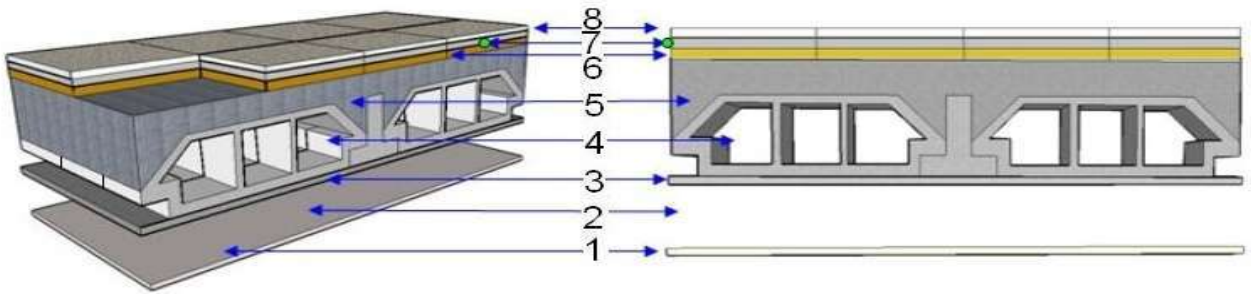


Figure 1.6 planché entre étage

	désignation	e (m)	λ(w/m.°c)	R=e/λ (m^2.°c/w)
1	plâtre	0.015	0.35	0.042
2	Lame d'air	0.5	0.588	0.85
3	Enduit ciment	0.015	1.4	0.010
4	Hourdis	0.15	1	0.15
5	Béton	0.08	1.75	0.045
6	Sable	0.03	0.60	0.05
7	Mortier ciment	0.02	0.87	0.022
8	Carrelage	0.02	1.05	0.019
				∑R=1.188

Tableau .I.7: coef K du toiture entre étage

Donc : $K_{peé} = 1/ (1.17+1.188) = 0.736 W/m^2.°C$ **$K_{peé} = 0.736\ W/m^2.°C$**

I.5.6/K_s (K du sol) :

Le coefficient K_s et donné par la formule suivante :

$$K_s = 1/ [(1/h_i) + \Sigma R] \quad (en\ W/m^2.°C)$$

Où :

➢ Σ R (en m^2.°C/W) représente la somme des résistances thermiques des différentes couches de matériaux constituant la paroi.

Remarque : Pour une paroi horizontal en contacte avec le sol on prend

$1/h_i = 0.08\ m^2.°C/W$

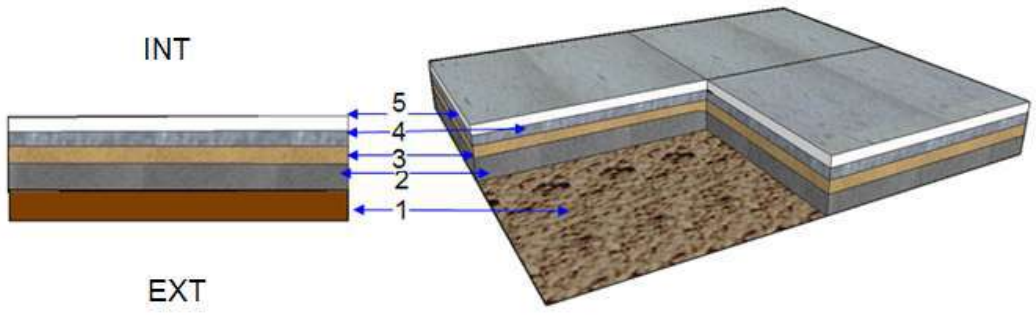


Figure 1.7 planché bas (le sol)

	désignation	**e (m)**	**λ(w/m.°c)**	**R=e/λ (m^2.°c/w)**
1	sol	0.3	1.74	0.172
2	Béton	0.10	1.75	0.057
3	sable	0.03	0.60	0.05
4	Mortier ciment	0.02	0.87	0.022
5	Carrelage	0.02	1.05	0.019
				∑R=0.32

Tableau .I.8 : coef K du sol

Donc :

$K_s = 1/ (0.08 + 0.32) = 2.5$ W/m^2.°C **$K_s = 2.5$ W/m^2.°C**

I.5.7/K_f (K de la fenêtre) :

Le coefficient K_f et donné par la formule suivante :

$$\mathbf{1/K_f = 1/K_{vn} + r_v + r_{rid} + r_{occ}}$$

Avec $r_{rid} = r_{occ} = 0$

$$\mathbf{1/K_f = 1/K_{vn} + 0.025 \quad (en\ m^2.°C/W)}$$

K_{vn} : représente le coefficient K du vitrage nu (en W/m^2.°C)

Le coefficient K_{vn} de vitrage nu pour un double vitrage et la nature de la menuiserie métal : $K_{vn} = 3.5$ w/m^2.°c

Donc :

$K_f = [\ 1/ ((1/3.5) + 0.025)\ ] = 3.55$ w/m^2.°c **$K_f = 3.55$ w/m^2.°c**

II.1. Introduction :

C'est mise en œuvre, dans ce chapitre, des différentes méthodes du calcul pour estimer le bilan hivernal (chauffage), estivale (climatisation) puis le bilan frigorifique (froid), pour le calcul du bilan estivale nous utiliserons le DTR (le document technique réglementaire) en nous appuyant sur la norme européenne EN12831 pour le calcul du bilan hivernale et en mettant en œuvre la méthode de l'ouvrage ABC de froid pour estimer le bilan frigorifique .

II.2. Calcul de climatisation :

II.2.1. Généralités :

II.2.1.1. Objet DTR :

Le présent Document Technique Réglementaire (DTR) a pour objet de fixer :

- les méthodes de détermination des apports calorifiques des bâtiments.
- la méthode de vérification de la conformité à la réglementation thermique d'été des bâtiments.

II.2.1.2. Domaine d'application :

Les méthodes de détermination des apports calorifiques du présent DTR s'appliquent aux locaux : à usage d'habitation, d'hébergement (chambres collectives, dortoirs, salles de repos, ...). à usage de bureaux d'enseignement (classes, salles d'études, ...) d'accueil (bibliothèques, bureaux de poste, banques, ...) de réunion (salles de spectacle, lieux de culte, ...) de vente (boutiques, supermarché, ...) de restauration (café, restaurant, cantine, ...) à usage artisanal (salon de coiffure, laboratoire de boulangerie, petit atelier, etc.) .

II.2.1.3. Référence :

Le présent DTR fait référence au document technique réglementaire C 3-2 «Réglementation thermique des bâtiments d'habitation - Règles de calcul des déperditions» (principalement pour la détermination des résistances thermiques, et pour la détermination du débit d'air neuf des logements) .

III.2.2. Définitions :

❖ Les apports calorifiques (appelés aussi gains) d'un local sont égaux à la somme des apports de chaleur sensible et latente, provenant d'une source intérieure ou extérieure du local, pour des conditions extérieures et intérieures déterminées, en ne tenant pas compte des apports dus à l'installation.

❖ Les apports calorifiques effectifs sont égaux aux gains du local augmentés, d'une part, des quantités de chaleur correspondant au débit d'air qui passe à travers l'installation sans être affecté, et augmentés, d'autre part, des quantités de chaleur provenant de l'installation elle-même (gains dits supplémentaires : échauffement dans les conduits d'air, fuites d'air éventuelles, etc.).

❖ Les apports calorifiques totaux (ou puissance frigorifique) sont égaux aux gains du local augmentés, d'une part des quantités de chaleur correspondant au débit d'air total qui passe à travers l'installation, et augmentés, d'autre part, des quantités de chaleur provenant de l'installation elle-même.

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

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

II.2.3. Calcul des apports calorifiques :

II.2.3.1.Apportes à travers les parois opaques :

II.2.3.1.1.Parois aériennes :

II.2.3.1.1.1. Principes :

❖ Les parois opaques aériennes sont celles qui sont en contact direct avec l'air extérieur (parois verticales ou horizontales).

❖ Le calcul est mené en régime variable.

❖ Pour estimer le flux à un instant donné pour une paroi en contact avec l'extérieur, on a recours à la notion de «différence de température équivalente « (en °C) notée $\Delta te(t)$. La différence de température équivalente à un instant donné est une différence de température fictive qui produirait au même instant, en régime permanent, le même apport de chaleur dans le local que celui produit par le régime variable.

II.2.3.1.1.2. Expression générale :

Les apports de chaleur à travers une paroi opaque à un instant t, APO(t), sont donnés par la formule suivante:

$$APO(t)=1.2\times K_{été}\times S_{int}\times \Delta te(t) \quad \text{..... (II-1)}$$

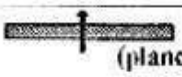
- **1,2** (sans dimension) est un coefficient majoration tenant compte des apports latéraux linéiques (à travers les ponts thermiques).
- **K été** (en W/m². °C) est le coefficient de transmission en partie courante de la paroi considérée pour l'été.
- **Sint** (en m²) est la surface intérieure totale de la paroi considérée ; pour les toitures en pente, on prendra la projection horizontale de la surface.
- **Δ te(t)** (en °C) est la différence équivalente de température à l'heure t.

Le coefficient Kété des parois opaques est donné par la formule suivante :

$$\frac{1}{\text{Kété}} = \sum R + \frac{1}{\text{hi}} + \frac{1}{\text{he}} \quad \text{..... (II-2)}$$

- **R** (en m².C°/W) représente la somme des résistances thermiques des différentes couches de matériaux constituant la paroi.
- $\frac{1}{\text{hi}} + \frac{1}{\text{he}}$ (en m².C°/W) représente la somme des résistances d'échange superficiel Prise conformément aux valeurs données dans le tableau II.

Tableau II.1 : Valeurs des coefficients d'échange superficiel.

$\frac{1}{h}$ en m².°C/W	Paroi en contact avec : - l'extérieur, - un passage ouvert, - un local ouvert.			Paroi en contact avec : - un autre local, conditionné ou non conditionné, - un comble, - un vide sanitaire.		
	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i + 1/h_e$	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i + 1/h_e$
 Latéral (Mur) $\alpha > 60°$	0,10	0,04	0,14	0,10	0,11	0,21
 (toiture) $\alpha \leq 60°$	0,16	0,04	0,20	0,16	0,17	0,33
 (plancher)	0,08	0,04	0,12	0,08	0,09	0,17

II.2.3.1.1.3. Différence de température équivalente Δ te(t) :

❖ différence de température équivalente Δte(t) est donnée par.

Paroi ensoleillée :

$$\Delta te(t) = \Delta tes(t) + C_{\Delta te} + \alpha/0.9 \times [\Delta tem(t) - \Delta tes(t)] \times I_{t,b} \quad \text{.....(II-3)}$$

Paroi à l'ombre 24h/24 :

$$\Delta te(t) = \Delta tes(t) + C_{\Delta te} \quad \text{..... (II-4)}$$

- **tes(t)** (en °C) est la différence de température équivalente à l'heure t en considérant que la paroi est à l'ombre ; les valeurs de Δ tes(t) sont données par le tableau (1) pour les parois verticales, et par le tableau(2) pour les parois horizontales.

- **C Δte** (en °C) est un facteur de correction dû, d'une part, à la différence maximale ΔTSmax de la température sèche de l'air entre l'extérieur et l'intérieur pour le mois considéré, et d'autre part à l'écart diurne de base E b pour le mois considéré; les valeurs de C Δte sont données dans le tableau (3).

- **α** est le facteur d'absorption de la paroi.

- **tem(t)** (en °C) est la différence équivalente de température à l'heure t pour l'orientation de la paroi considérée ; les valeurs de Δ tem(t) sont données par le tableau (1) pour les parois verticales, et par le tableau(2) pour les parois horizontales.

- **It,b** (en W/m²) est le rayonnement total de base pour le mois, la latitude et l'orientation considérés.

- **It,b(40)** (en W/m²) est le rayonnement total de base pour le mois de Juillet, la latitude 40° Nord et pour l'orientation considérée.

Le rayonnement total de base, It,b (en W/m²), correspond aux apports de chaleur maxima, non amortis, dus au rayonnement solaire à travers un vitrage de référence dans les conditions de référence.

Les valeurs du rayonnement total de base sont données dans le tableau II.2.

Le rayonnement diffus de base, Id,b (en W/m²), 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) dans les conditions de référence.

Les valeurs du rayonnement diffus de base sont données dans le tableau II.2.

Tableau II.2: Rayonnement de base.

Rayonnement total de base $I_{t,b}$ et diffus de base $I_{d,b}$ (en W/m²)										
Latitude Nord	Mois	ORIENTATION								
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Horiz.
20°	Juillet	59	435	514	267	44	267	514	435	791
	Août	34	372	520	356	81	356	520	372	788
	Septembre	31	273	514	441	205	441	514	273	733
30°	Juillet	50	413	516	315	94	315	516	413	776
	Août	34	340	520	406	198	406	520	340	741
	Septembre	28	284	498	479	330	479	498	284	668
40°	Juillet	47	400	516	394	217	394	516	400	734
	Août	34	321	511	459	321	459	511	321	675
	Septembre	28	183	470	511	441	511	470	183	577

Tableau II.2 : Tableau de base.

❖ La différence de température équivalente Δ te(t) peut être positive (apports dans le local considéré), ou négative (déperditions). Dans le cas où la différence de température équivalente est négative, on n'en tiendra pas compte dans les calculs.

❖ Le facteur d'absorption α des parois extérieures est donné ci-après selon que la paroi est peinte ou non.

❖ Le facteur d'absorption α d'une paroi extérieure peinte est donné en fonction de la couleur de la face extérieure de la paroi :

✓ face extérieure de couleur sombre (bleu foncé, rouge foncé, brun foncé), α = 0,90.

✓ face extérieure de couleur moyenne (vert clair, bleu clair, gris clair), α = 0,70.

✓ face extérieure de couleur claire (blanc, crème), α = 0,50.

✓ face extérieure de couleur noire mat, α = 1.

❖ Le facteur d'absorption α d'une paroi extérieure non peinte est donné dans le tableau (4) en fonction du facteur d'absorption du matériau constituant la face extérieure de la paroi. Pour des matériaux ne figurant pas dans le tableau (4), on adoptera comme coefficient d'absorption celui correspondant à la couleur de la face extérieure.

II.2.3.1.2. parois intérieures :

II.2.3.1.2.1. Formules générales :

❖ Les apports de chaleur à un instant t, APO(t), traversant une paroi opaque en contact avec deux locaux conditionnés sont donnés par la formule suivante :

$$APO(t)= K_{été}\times S_{int}\times[TS_a-TS_{b,i}] \quad \text{..... (II-5)}$$

- **Kété** (en W/m².°C) est le coefficient de transmission en partie courante de la paroi considérée.
- **Sint** (en m²) est la surface intérieure de la paroi considérée.
- **TSa** (en °C) est la température sèche de l'air intérieur du local adjacent.
- **TSb,i** (en °C) est la température sèche de l'air intérieur du local considéré.

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

$$APO(t)= K_{été}\times S_{int}\times \Delta tInc(t) \quad \text{..... (II-6)}$$

- **K été** (en W/m². °C) est le coefficient de transmission en partie courante de la paroi considérée.

- **Sint** (en m²) est la surface intérieure de la paroi considérée.

- **Δ tlnc** (en °C) représente l'écart de température entre l'espace non conditionné et le local considéré.

Δ tlnc est donné par la formule suivante :

$$\Delta tInc(t) = [(TSe(t) - C_{lnc}) - TS_{b,i}] \quad .....(II-7)$$

-**$TS_e(t)$** (en °C) est la température extérieure sèche à l'instant considéré.

-**C_{lnc}** (en °C) est un coefficient correcteur.

-**$TS_{b,i}$** (en °C) représente la température intérieure du local conditionné.

❖ Dans le cas où les valeurs déterminées à l'aide des formules II-6 et II-5 sont négatives, on n'en tiendra pas compte dans les calculs.

II.2.3.1.2.2. Valeurs du coefficient correcteur Clnc :

C_{lnc} est égal à 0 :

❖ Dans le cas où la masse rapportée à la surface de plancher du local non conditionné est inférieure à 150 kg/m².

- Pour les combles et les vides sanitaires fortement ventilés.

❖ Dans le cas où la masse rapportée à la surface de plancher du local non conditionné est supérieure à 150 kg/m², les valeurs de C_{lnc} sont données dans les tableaux (5) à (5) pour différentes températures de base (on interpolera pour les autres valeurs). On distingue pour la détermination de C_{lnc} :

Cas 1 : les locaux à apports de chaleur interne négligeable tels que les combles non habitables faiblement ou très faiblement ventilés, les vides sanitaires faiblement ou très faiblement ventilés, et les circulations ;

Cas 2 : les locaux techniques tels que les chaufferies, les centrales de climatisation, etc.

Cas 3 : les locaux non conditionnés d'un logement, les locaux à usage d'enseigne ment, d'hébergement, de bureaux et de réunion ;

Cas 4 : les locaux à usage artisanal, de restauration, de vente et les cuisines collectives.

II.2.3.1.3.parois en contacte avec le sol :

II.2.3.1.3.1. Principes :

❖ Les apports par transmission à travers les parois en contact avec le sol sont calculés en fonction de la différence de niveau z. La différence de niveau z est :

- pour un plancher, la différence comptée positivement entre le niveau de la face supérieure du plancher et le niveau du sol (voir figure II-1).
- pour un mur enterré, la différence comptée positivement entre le niveau du sol et le niveau considéré du mur.

❖ Les apports par transmission pour une paroi en contact avec le sol, plancher ou mur enterré, sont considérés comme nuls au delà de $z = z_{lim}$ ($z > z_{lim}$) dont les valeurs sont données dans le tableau II-3.

Tableau II-3 : valeurs de Zlim(en m).

Valeurs de Zlim						
Température du Local conditionné	**Zones climatique**					
	A	B ,C	B' Altitude <500m	D1	D2	D3
24	3.8	5.4	6.6	7.8	9.4	5.8
25	3.4	5.0	6.2	7.4	9.00	5.4
26	3.00	4.6	5.8	7.00	8.6	5.00
27	2.6	4.2	5.4	6.6	8.2	4.6

❖ Les apports a travers un plancher en contacte aves le sol n'ont lieu que sur une bande de largeur égale à 5 mètres. Comptée à partir de périmètre interier.au delà de cette bande les apports par transmission sont considérés comme nuls.

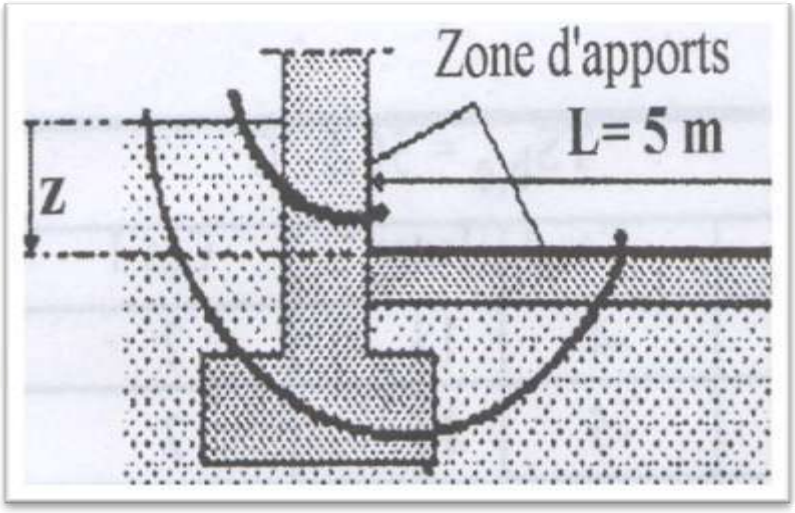


Figure II-1: Zone d'apports pour des parois en contact avec le sol.

II.2.3.1.3.2/ Formules générales :

❖ Les apports APO à travers une paroi en contact avec le sol sont donnée par

$$APO(t) = K_{été} \times S_{app}(TS_m - TSb_{b,i}) \quad \text{..... (II-8)}$$

-$K_{été}$ (en W/m².°C) est le coefficient de transmission en partie courante de la paroi considérée .

-S_{app} (en m²) est la surface de la zone d'apports,

-TS_m (en °C) est la température moyenne sèche de l'air extérieur.

-$TS_{b,i}$ (en °C) est la température sèche de l'air intérieur du local considéré.

❖ dans le cas ou les valeurs déterminées à l'aide de la formule précédente sont négatives, on n'en tiendra pas compte dans les calculs.

II.2.3.2 Apports à travers les parois vitrées :

II.I2.3.2.1. Principe de calcul :

II.2.3.2.1.1. Formules générales :

❖ 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 :

$$APO(t) = K_{été} \times S_{ouv} \times [TS_e(t) - C_{lnc}) - TS_{b,i}] \quad \text{.....(II-9)}$$

-Kété (en W/m². °C) est le coefficient de transmission en partie courante de la paroi considérée.

-**Souv** (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.

-**C_{lnc}** 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 AV(t) sont donnés par :

$$AV(t)= AVT(t)+ AVE(t) \quad \text{.....(II-10)}$$

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 :

$$AVT(t)= 1.2\times K_{été}\times S_{ouv}\times [TS_e(t)-TS_{b,i}] \quad \text{.....(II-11)}$$

-**1,2** (sans dimension) est un coefficient majoration tenant compte des apports à travers les ponts thermiques.

-**$K_{été}$** (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.

-**$TS_{b,i}$** (en °C) est la température intérieure de base.

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

$$AVE(t)= [SV_{ens} \times I_t + (SV - Sv_{ens}) \times I_d]\times FS\times N_{PVI}(t) \quad \text{.....(II-12)}$$

-**SV** (en m²) est la surface totale vitrée.

-**SV_{ens}** (en m²) est la surface vitrée ensoleillée.

-**$SV - SV_{ens}$** (en m²) est la surface vitrée à l'ombre.

-**I_t** (en W/m²) est le rayonnement total maximal réel.

-**I_d** (en W/m²) est le rayonnement diffus maximal réel.

-**$N_{PVI}(t)$** représente le coefficient d'amortissement relatif aux gains par ensoleillement à travers les parois vitrées l'heur t considérée.

-**FS** est le facteur solaire du vitrage.

Le rayonnement total maximal réel I_t et le rayonnement diffus maximal réel I_d sont donnés par :

$$I_t = [C_{cadre} \times C_{limp} \times C_{alt} \times C_{ros}] \times I_{t,b} \quad \text{.....(II-13)}$$

$$I_d = [C_{cadre} \times C_{limp} \times C_{alt} \times C_{ros}] \times I_{d,b} \quad \text{.....(II-14)}$$

-$\mathbf{C_{cadre}}$ est un coefficient tenant compte de la nature du cadre.

-$\mathbf{C_{limp}}$ est un coefficient tenant compte de la limpidité de l'atmosphère.

-$\mathbf{C_{alt}}$ est un coefficient tenant compte de l'altitude.

-$\mathbf{C_{ros}}$ est un coefficient tenant compte de la valeur du point de rosée.

-$\mathbf{I_{t,b}}$ **et** $\mathbf{I_{d,b}}$ (en W/m²) sont les rayonnements total et diffus de base .

Le coefficient de correction C_{cadre} est donné ci-après :

C_{cadre} = 1,17 pour un cadre métallique.

C_{cadre} = 1 pour un cadre en bois, ou en PVC.

Le coefficient de correction C_{limp} est donné ci-après:

C_{limp} = 1 pour une atmosphère limpide ; on pourra adopter une atmosphère limpide en zone rurale, hors agglomération (oasis, hameaux, etc.).

C_{limp} = 0,92 pour une atmosphère peu limpide ; on pourra adopter une atmosphère peu limpide pour les zones suburbaines, les zones résidentielles des villes.

C_{limp} = 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.

Le coefficient de correction C_{alt} est obtenu en augmentant sa valeur de 0,7% par 300m en prenant C_{alt}=1 pour l'altitude 0 (par exemple, si l'altitude est égale à 349 m,

(C_{alt} = 1,007).

Le coefficient de correction C_{ros} est donné dans le tableau II-4 en fonction de la zone climatique .

Tableau II-4: C_{ros} en fonction de la zone climatique.

Zones		C_{ros}	Zones		C_{ros}
A	alt < 500 m	0,99	**B'**	alt < 500 m	1,05
	500 ≤ alt < 1000 m	1,02		alt ≥ 500 m	(zone B)
	alt ≥ 1000 m	1,02	**C**	alt < 1000 m	1,10
B	alt < 500 m	1,03		alt ≥ 1000 m	1,10
	500 ≤ alt < 1000 m	1,05	**D1**		1,15
	alt ≥ 1000 m	1,07	**D2**		1,19
			D3		1,20

Dans le cas où les données de base sont différentes de celles définies dans le tableau II-10:on utilisera les formules (II-15) et (II-16) pour la détermination de C_{ros}.

$C_{ros} = 1- ((TR-19.5) / 10)) \times 0.13$ si le point de rosée TR(en C°) >19.5 C° ……(II-15)

$C_{ros} = 1+ ((19.5 -TR) / 10)) \times 0.13$ si le point de rosée TR(en C°) ≤19.5 C° …….. (II16)

II.2.3.2.1.2. Détermination du coefficient d'amortissement :

❖ Le coefficient d'amortissement $N_{PVI}(t)$ est donné dans les tableaux (8) à (13) en fonction de la durée de fonctionnement des installations, de la présence ou non de protections (stores, volets, rideaux, etc.), de la masse M rapportée à la surface du plancher, de l'orientation de la paroi vitrée et de l'heure solaire vraie.

❖ Les durées de fonctionnement de l'installation doivent être choisies parmi ces trois valeurs : 12 h, 16 h et 24 h. Pour 12 heures et 16 heures de fonctionnement, l'installation est considérée mise en marche à 6 h (l'installation fonctionne donc soit de 6 h à 18 h pour 12 heures de fonctionnement de l'installation, soit de 6 h à 22 h pour 16 heures de fonctionne- ment de l'installation).

❖ Pour l'utilisation des tableaux (8) à (13) toute paroi vitrée sans protection intérieure est considérée comme une paroi vitrée sans protection (même si elle comporte une protection extérieure, ou si elle est protégée de l'ensoleillement direct par des saillies).

❖ La masse M rapportée à la surface du plancher est donnée par:

$$M = \frac{(\sum m_{ext}\ 1/2 \sum m_{sep} + \sum m_i)}{Spl} \qquad \text{……(II-17)}$$

- $\mathbf{m_{ext}}$ (en kg) est la masse des parois séparant la zone thermique considérée et l'environnement extérieur (murs extérieurs, toiture, plancher éventuel en contact avec le sol).

- $\mathbf{m_{sep}}$ (en kg) est la masse des parois séparant la zone thermique considérée et les autres zones thermiques (cloisons, planchers intermédiaires, plafonds).

- $\mathbf{m_i}$ (en kg) désigne toute masse fixe (cloisons, murets, cage d'escalier, etc.) se trouvant au sein de la zone thermique considérée.

- $\mathbf{S_{pl}}$ (en m²) est la surface de plancher pour la zone thermique considérée ; si une zone thermique a été définie sur plusieurs niveaux, S_{pl} est la somme des surfaces de plancher.

❖ Le coefficient d'amortissement $N_{PVI}(t)$ est donné en % par les tableaux (8) à (13)

Tableau (9) : coefficient d'amortissement pour 24 heures de fonctionnement de l'installation, pour des parois vitrées sans protection.

Tableau (10) : coefficient d'amortissement pour 24 heures de fonctionnement de l'installation, pour des parois vitrées avec protection.

Tableau (11) : coefficient d'amortissement pour 16 heures de fonctionnement de l'installation, pour des parois vitrées sans protection.

Tableau (12) : coefficient d'amortissement pour 16 heures de fonctionnement de L'installation, pour des parois vitrées avec protection.

Tableau (13) : coefficient d'amortissement pour 12 heures de fonctionnement de l'installation, pour des parois vitrées sans protection ou avec protection.

Pour l'utilisation des tableaux (9) à (13) on interpolera pour les valeurs intermédiaires.

II.2.3.2.1.3. Facteur solaire :

II.2.3.2.1.3. 1. Généralités :

❖ On appelle vitrage antisolaire des vitrages constitués :

De glaces de forte épaisseur simples ou doubles, absorbantes ou non .

De vitrages, simples ou doubles, équipés de stores, de volets, persiennes, de rideaux intérieurs ou extérieurs.

❖ Le facteur solaire FS est égal au rapport du flux total transmis par le vitrage antisolaire au flux transmis à travers un vitrage ordinaire dans les conditions de référence.

En d'autres termes, FS = 1 pour un vitrage ordinaire, FS < 1 pour un vitrage antisolaire.

Pour réduire le coût de la climatisation, on est donc amené à installer des vitrages antisolaires.

❖ Les valeurs du facteur solaire pour les parois vitrées possédant des vitrages spéciaux (vitrages absorbants, vitrages réfléchissants, ...) doivent être fournies par le fabricant.

II.2.3.2.1.3. 2. Facteur solaire des dalles de verre, coupole en matière plastique :

❖ Les valeurs des facteurs solaires des dalles et pavés de verre appelés communément (Nevada, Prismalith) sont données dans le tableau (14) :

En fonction des dimensions de la dalle ou du pavé de verre.

Selon que la dalle ou le pavé de verre est ensoleillé ou se trouve à l'ombre ; dans le cas où la dalle de verre est à l'ombre, le facteur solaire est donné en fonction de l'orientation de la paroi.

Le facteur solaire des coupoles d'éclairage en matière plastique translucide doit être pris égal à 0,88.

II.2.3.2.1.3. 3. Facteur solaire des vitrages spéciaux en simple épaisseur :

❖ Les vitrages spéciaux sont ceux dont la proportion du flux solaire transmise est diminuée pour les raisons suivantes : le verre utilisé a une forte épaisseur, le verre peut être coloré dans la masse (ce qui a pour effet d'augmenter le facteur d'absorption du vitrage), la face extérieure du vitrage peut être traitée pour réfléchir une partie importante de l'énergie solaire incidente (vitrages réfléchissants).

❖ Les valeurs du facteur solaire des vitrages spéciaux en simple épaisseur sont données dans le tableau (15).

II.2.3.2.1.3. 4. Facteur solaire des vitrages doubles

❖ Les vitrages doubles sont constitués de deux épaisseurs de verre ou de glace qui sont généralement séparés par une lame d'air déshumidifiée.

❖ Les valeurs du facteur solaire des vitrages doubles sans stores, ni rideaux sont données dans le tableau (16).

❖ Les valeurs du facteur solaire des vitrages avec protection intérieure, protection extérieure et protection entre deux vitrages sont données dans les tableaux (17) à (19) .

II.2.3.3. apports des chaleurs internes :

II.2.3.3.1. Principe généraux :

II. 2.3.3.1.1. Généralités :

❖ On désigne par apports de chaleur internes, ou gains internes, les quantités de chaleur dégagées sous forme latente ou sensible à l'intérieur des locaux conditionnés.

❖ Les gains internes prévus par ce DTR sont ceux ayant pour origine les occupants, les machines entraînées par des moteurs électriques, les appareils électriques, l'éclairage, les appareils à gaz, les réservoirs l'évaporation libre, l'introduction de vapeur vive, les tuyauteries et les conduits d'air intérieurs.

❖ Les pièces du marché doivent fournir avec précision les informations nécessaires pour la prise en compte des apports internes (par exemple le nombre de moteurs électriques, leur emplacement et celui des tuyauteries, etc.).

II. 2.3.3.1.2. Principes de calcul :

❖ Les apports internes, lorsqu'ils existent, sont calculés en les considérants constants pendant la durée de fonctionnement de l'installation de climatisation.

❖ Les apports internes sont calculés en considérant un amortissement des gains sensibles. On utilise pour les besoins du calcul un coefficient dit d'amortissement noté $N_{AI}(t)$. Le coefficient d'amortissement $N_{AI}(t)$ est à affecter séparément pour chaque apport interne.

❖ Les apports internes sont déterminés en multipliant, pour chaque apport, les gains maxima par un coefficient de simultanéité (noté CS) spécifique à chaque apport.

II.2.3.3.1.3. Formule générale :

Les apports de chaleur internes AI(t) à l'instant t sont donnés par la formule:

$$AI(t)=\sum_j (CS_j \times AI_{s.j} \times N_{Al.j}) + (\sum_j (CS_j \times AI_{l.j}) \quad \text{.....(II-18)}$$

- $\mathbf{AI_{s.j}}$ (en W) représente la partie sensible de l'apport interne j .

- $\mathbf{AI_{l.j}}$ (en W) représente la partie latente de l'apport interne j .

- $\mathbf{CS_j}$ est le coefficient de simultanéité relatif à l'apport interne j ; en l'absence d'une formation, les valeurs à considérer pour les coefficients de simultanéité sont celles du tableau (20).

- $N_{Al.j}$ est le coefficient d'amortissement relatif à l'apport interne j.

II.3.3.1.4. Coefficient d'amortissement :

❖ Pour la détermination de N_{Al}, par convention, on distingue les quatre types d'apports suivants:

Type I : apports dus à un éclairage fluorescent l'appareil étant non encastré, apports dus aux occupants, apports dus aux appareils électriques ou à gaz, apports dus aux machines entraînées par un moteur électrique, apports dus aux réservoirs, apports dus aux tuyauteries et aux conduits d'air intérieurs.

Type II : apports dus à un éclairage fluorescent encastré ou incandescent non encastré.

Type III : apports dus à un éclairage fluorescent ou incandescent encastré dans un faux plafond dans lequel se fait la reprise de l'air du local (luminaires refroidis par air).

Type IV : introduction de vapeur vive, évaporation libre.

❖ La valeur de $N_{Al}(t)$ est déterminée comme indiqué ci-dessous:

✓ pour les apports de type IV, la valeur de $N_{Al}(t)$ est égale à 100%.

✓ pour les apports de type I, II ou III, la valeur de $N_{Al}(t)$ est égale à 100% dans le cas où la durée de l'apport interne est supérieure à la durée de fonctionnement de l'installation.

✓ pour les apports de type I, II ou III, dans le cas où la durée de l'apport interne est inférieure à la durée de fonctionnement de l'installation, la valeur de $N_{Al}(t)$ est donnée dans le tableau (21) en fonction :

De la durée des apports internes .

Du nombre d'heures écoulées entre l'heure considérée et le début des apports internes.

De la masse M (en kg/m²) rapportée à la surface de plancher.

Du type d'apport.

De la durée de fonctionnement de l'installation.

❖ Les valeurs du tableau (A21) correspondent à une durée des apports internes de 10 h. Dans le cas où la durée des apports internes est différente de 10 h, il y a lieu de se reporter aux explications données dans la méthode suivante :

• Si la durée des apports internes est moins de 10 heures (j heures).

1. Si l'installation fonctionne 24 heures

Utiliser les valeurs du tableau 5.1 jusqu'à la j^{éme} heure.
Décaler les valeurs du tableau 5.1 correspondant à la fin des apports internes pour les insérer à partir de la (j + l) ^{éme}heure.
Extrapoler en prenant le même taux de variation des trois dernières valeurs pour obtenir les valeurs manquantes.

2. Si l'installation fonctionne 16 ou 12 heures

Établir le tableau correspondant à un fonctionnement de 24 heures de l'installation.
Établir un nouveau tableau en prenant comme nouvelles valeurs entre l'heure de départ et l'heure d'arrêt la somme des valeurs suivantes :
pour 0 heure, somme des valeurs pour l'heure repérée 0 et la 16e heure.
pour 1 heure, somme des valeurs pour l'heure repérée 1 et la 17e heure, et ainsi de suite jusqu'à l'heure où les apports internes se terminent.
Compléter jusqu'à la 16e heure avec les valeurs correspondant à une durée de fonctionnement de 24 heures de l'installation.
Si l'installation fonctionne 12 heures, on procède de la même manière, mais les valeurs entre heure de départ et l'heure d'arrêt seront données pour 0 heure par la somme des valeurs pour1 heure repérée 0 et 12 heures, et ainsi de suite...

• Si la durée des apports internes est plus de 10 heures (j heures)

1. Si l'installation fonctionne 24 heures

Insérer les valeurs du tableau 5.1 jusqu'à la l0^{éme}heure,
Extrapoler de la 11^{éme} à la j^{éme} heure en prenant le même’ taux de variation des trois dernières valeurs.
Décaler les valeurs du tableau 5.1 correspondant à la fin des apports internes pour les insérer à partir de la (j + l) ^{éme}heure ; ne pas tenir compte des dernières valeurs.

2. Si l'installation fonctionne 16 ou 12 heures

Établir le tableau correspondant à un fonctionnement de 24 heures de l'installation,
Établir un nouveau tableau en prenant comme nouvelles valeurs entre l'heure de dé part et l'heure d'arrêt la somme des valeurs suivantes :
pour 0 heure, somme des valeurs pour l'heure repérée 0 et la 16 heure .

pour 1 heure, somme des valeurs pour l'heure repérée 1 et la 17e heure, en extrapolant pour les heures supérieures à la 8^{éme}.

Compléter jusqu'à la 16 heure avec les valeurs correspondant à une durée de fonctionnement de 24 heures de l'installation.

Si l'installation fonctionne 12 heures, on procède de la même manière, mais les valeurs entre l'heure de départ et l'heure d'arrêt seront données pour 0 heure par la somme des valeurs pour l'heure repérée 0 et 12 heures, et ainsi de suite….

II.2.3.3.2.Calcul des gains :

II.2.3.3.2.1. Gains dus aux occupants :

❖ Les gains internes pour un occupant sont donnés dans le tableau (II.5)

Degré d'activité	Exemple d'application	Température sèche du local (°C)									
		28		27		26		24		21	
		Apports sensibles (Sen) et latents (Lat) en W/pers.									
		Sen	Lat	Sen	Lat	Sen	Lat	Sen	Lat	Sen	Lat
Assis, repos	Classe, salle de spectacle	51	51	57	45	62	40	67	35	76	27
Assis, travail très léger	Logement, bureau, hôtel, amphithéâtre	52 52	79 94	58 58	73 88	63 64	69 83	71 74	60 72	83 85	49 62
Debout, marche	Magasin, accueil	60	102	66	96	72	91	82	80	93	70
Travail léger	Atelier, usine	56	164	64	156	72	148	86	134	107	113
Travail assez pénible	Atelier, usine, salle de sport	79	214	88	205	97	197	112	181	135	158
Travail pénible	Atelier, usine, salle de sport	131	293	136	288	142	283	154	271	177	248

Tableau II.5. : Gains dus aux occupants

II.2.3.3.2.2. Gains dus aux machines électriques :

❖ Les appareils peuvent constituer à la fois une source de chaleur sensible et latente, ou seulement une source de gains sensibles.

❖ Une machine électrique utilisée dans un local dégage intégralement l'équivalent calorifique de la puissance électrique moyenne absorbée.

Pour la détermination des apports dus aux machines électriques, on utilisera les valeurs des tableaux (22) à (24).

III.2.3.3.2.3. Gains dus à l'éclairage :

❖ Les appareils d'éclairage constituent une source de chaleur sensible.

❖ Si l'on connaît la puissance installée pour l'éclairage, les gains dus à l'éclairage sont donnés par la formule suivante :

$$AI= \sum Wn \times C_{me} \times C_{cr}) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (II\text{-}19)$$

- $\mathbf{W_n}$ (en W) est la puissance nominale de l'ampoule ou du tube fluorescent ;

- $\mathbf{C_{me}}$ est un coefficient de majoration, il est égal à :

1,2 pour les lampes à incandescence.

1,25 pour les tubes fluorescents.

- $\mathbf{C_{cr}}$ est le pourcentage de chaleur résiduelle correspondant à la part d'énergie restant dans la sale :

C_{Cr} est : Égal à 1 pour les installations dont l'éclairage n'est pas raccordé à un système d'extraction d'air,

Est donné dans le tableau II.6 quand l'éclairage est raccordé à un système d'extraction d'air.

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

Tableau II.6: Valeurs de Ccr

II.2.3.3.2.4. Gains dus aux appareils à gaz :

❖ Les appareils à gaz sont une source de chaleur sensible et latente.

❖ Pour la détermination des apports dus aux appareils à gaz, on utilisera soit les formules (II-20) et (II-21) soit les valeurs du tableau (25).

❖ Les apports sensibles et latents AI_S et AI_l dus aux appareils à gaz sont donnés par :

$$\mathbf{AIs= qv_n \times PC_{sup}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (II\text{-}20)$$

$$\mathbf{AI_l = qv_n \times m_{vap} \times 2498\ 103} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (II\text{-}21)$$

- $\mathbf{qv_n}$ (en m3/h) débit nominale de l'appareil.

- $\mathbf{PC_{sup}}$ (en J/m) est le pouvoir calorifique supérieur du combustible ; les valeurs des caractéristiques des principaux combustibles gazeux sont données dans le tableau (26).

- $\mathbf{m_{vap}}$ (en kg/m3) est la masse d'eau apportée par la combustion du gaz.

- **2498 103** (en J/kg) est la chaleur latente de condensation de la vapeur d'eau.

❖ Si les appareils à gaz sont pourvus d'une hotte d'extraction mécanique dimensionnée selon les règles d'usage, on réduira de 50% les apports de chaleur sensibles et latents.

II.2.3.3.2.5. Gains dus à un réservoir :

❖ Les réservoirs fermés sont une source de chaleur sensible. S'ils sont ouverts, ils constituent une source de chaleur sensible et latente**.**

❖ Les gains sensibles dus à un réservoir AIs contenant un liquide maintenu à une certaine température sont donnés par la formule suivante:

$$AIs = (\theta_f - TS_{b,i}) \times \sum Si / \sum_j (e_{ij} / \lambda_{ij}) + r_{ej} \quad \text{..... (II-22)}$$

– $\mathbf{\theta_f}$ (en °C) est la température du liquide.

- $\mathbf{TS_{b,i}}$ (en °C) est la température de base l'air intérieur .

- $\mathbf{S_i}$ (en m²) est la surface de la paroi considérée en contact avec l'air intérieur, les surfaces se calculent comme indiqué dans le tableau (27).

- **e** (en m) désigne l'épaisseur de la couche de matériau constituant les parois du réservoir.

- **λ**(en W/. °C) désigne la conductivité thermique du matériau considéré.

- $\mathbf{r_e}$ (en m². °C/W) désigne la résistance superficielle extérieure (voir tableau 27).

- **L'indice i** désigne la paroi, l'indice j désigne les différentes couches de matériau.

Si la différance (θf - TSb,i) est négative, les gains dus aux réservoirs sont considérés comme nul .

La formule (II-22) ne tient pas compte de la résistance thermique r i entre le liquide et le réservoir (échange liquide-réservoir par convection important).

❖ Lorsque le réservoir est ouvert à l'air libre, il y a lieu de considérer au niveau de la surface libre seulement des gains latents dus à une évaporation libre.

II.2.3.3.2.6. Gains par évaporation :

❖ L'évaporation est une source de chaleur latente.

❖ Les gains latents, en W/m² de surface, provenant de l'évaporation d'un plan d'eau (Piscines, bassin, plonge de restaurant, etc.) Sont donnés par la formule suivante :

$$AI_l = 0.0935 \times [\, PS_{eau} - PP_i \,] \quad \text{..... (II-23)}$$

- **PS_{eau}** (en Pa) désigne la pression de vapeur saturante de la couche d'air en contact avec le plan d'eau (et donc à la même température) ;

- **PP_i (en Pa)** désigne la pression partielle de vapeur d'eau de l'air ambiant.

❖ Le tableau II.7 donne les gains latents pour différentes températures du bassin d'eau et pour un air ambiant à 24°C/50%HR et à 27°C/50%HR.

Tableau II.7: Gains latents par évaporation.

Température de l'eau (°C)	24	35	50	65	80	95
Gains latents (W/m²) Air ambiant : 24°C, 50%	140	387	1015	2198	4283	7750
Gains latents (W/m²) Air ambiant : 27°C, 50%	113	360	988	2171	4256	7733

II.2.3.3.2.7. Gains par introduction de vapeur vive :

❖ L'introduction de vapeur vive est une source de chaleur sensible et latente.

❖ Les gains sensibles dus à l'introduction de vapeur vive AIs sont donnés par :

$$AI_S = 0.523 \times [\, \theta_{vap} - TS_{b,i} \,] \times qm_{vap} \quad \text{..... (II-24)}$$

- **0,523** (en J/kg.°C) est le produit de la chaleur spécifique de la vapeur d'eau (1883 J/kg.°C) par un facteur de conversion (1/3600).

– **θ_{vap}** (en °C) est la température de la vapeur d'eau à l'entrée du local.

- **$TS_{b,i}$** (en °C) est la température sèche de l'air du local.

- **qm_{vap}** (en kg/h) est le débit massique de vapeur d'eau introduite dans le local.

❖ Les gains latents dus à l'introduction de vapeur vive AI_l sont donnés par :

$$AI_l = 694 \times qm_{vap} \quad \text{..... (II-25)}$$

-694 (en J/kg) est le produit de la chaleur latente de condensation de la vapeur d'eau.

-qm_{vap} (en kg/h) est le débit massique de vapeur d'eau introduite dans le local.

II.2.3.3.2.8. Apports par les tuyauteries :

❖ Les tuyauteries sont une source de chaleur sensible.

❖ L'apport calorifique par les tuyauteries AI_S est donné par la relation suivante :

$$AI_S = k \times \lambda \quad \text{..... (II-26)}$$

-λ(en m) désigne la longueur totaıe ɑe tuyauterie mesurée à l'intérieur du local climatisé.

-k (en W/m) est le coefficient linéique d'émission de la tuyauterie ; k est donné par les tableaux (A28) à (A30) en fonction du type de tuyauteries.

II.2.3.3.2.9. Apports par les conduits d'air :

❖ Les conduits d'air sont une source de chaleur sensible. Les apports AI_S par les Les conduits d'air sont donnés par :

$$AI_S = k \times l \times [\ \theta_{a,c} - TS_{b,i} \quad \text{..... (II-27)}$$

- l (en m) désigne la longueur totale du conduit mesurée à l'intérieur du local climatisé,

$-\theta_{a,c}$ (en °C) est la température moyenne de l'air circulant dans le conduit.

-$TS_{b,i}$ (en °C) est la température sèche de l'air du local climatisé.

- k (en W/m.°C) est le coefficient linéique de transmission thermique du conduit d'air calculé selon la forme du conduit (pour les conduits de forme rectangulaire, pour les conduits de forme circulaire).

II.2.3.3.2.10. Gains dus aux machines entraînées par un moteur électrique :

❖ Les moteurs électriques et les machines entraînées par ces moteurs constituent des sources de gains sensibles.

❖ Un moteur électrique est caractérisé par :

Une puissance absorbée Wa exprimée en W ou en kW ; la puissance absorbée peut être 'déterminée en fonction de la naturel du courant.

Une puissance effective (ou nominale) Weff exprimée en W ou en kW cette puissance correspond à la puissance fournie à la machine entraînée.

Un rendement **η** :

$$\eta = Weff / Wa \quad \text{.....(II.28)}$$

❖ On distingue les cas suivants :

Le moteur et la machine entraînée sont dans le local climatisé.

Seul le moteur est dans le local climatisé.

Seule la machine entraînée est dans le local climatisé.

Dans le cas où le moteur et la machine entraînée sont dans le même local climatisé :

$$AL=Wa=weff / \eta \quad \text{…….. (II.29)}$$

Dans le cas où seul le moteur est dans le local climatisé :

$$AL=Wa-Weff = (weff/\eta)*(\eta-1) \quad \text{……(II.30)}$$

Dans le cas où seule la machine est dans le local climatisé l'apport calorifique AI est égal à la puissance nominale Weff.

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

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

$$AI = [Weff-\Delta P*q_{vm}] \quad \text{…….. (II.31)}$$

Si le moteur électrique est positionné dans le local :

$$AI = [Weff/ \eta -\Delta P*q_{vm} \quad \text{…… (II.32)}$$

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

qvm :(en m^3/s) est le débit volumique moyen du fluide.

II.2.3.4 Apports de chaleur par introduction d'air extérieur :

En attendant l'élaboration d'un document technique réglementaire concernant la ventilation des locaux, on utilisera les méthodes de calculs proposées par le présent DTR et données ci-après .

II.2.3.4.1. Principes :

II.2.3.4.1.1. Généralités :

❖ Les apports de chaleur dus à l'introduction d'air extérieur sont une source de chaleur latente et sensible.

❖ On distingue :

Les apports dus aux infiltrations qui interviennent directement dans le bilan du local; ces apports sont à associer au débit d'infiltrations qvinf .

Les apports dus à l'introduction d'air neuf qui interviennent dans le bilan calorifique total; on associe à ces apports le débit d'air neuf q_{Van}].

III.2.3.4.1.2. Expression générale

❖ Les gains sensibles dus au renouvellement de l'air ARENs et dus aux infiltrations AINFs sont donnés par les formules données ci-après :

$$ARENs\ (t) = 0{,}320 \times q_{van} \times (TSe(t) - TSb,i \quad \text{..... (II-34)}$$

$$AINFs\ (t) = 0{,}320 \times qvi_{nf} \times (TSe(t) - TSb,i) \quad \text{..... (II-35)}$$

- 0,320 (en $J/m^3C°$) représente le produit de la chaleur spécifique de l'air (1004 J/ kg. °C) par la masse volumique de l'air (1,15 kg/m^3) et par un facteur de conversion (1/3600).

- qvan (en m3/h) représente le débit d'air neuf.

- qvinf (en m3/h) représente le débit dû aux infiltrations.

- TSe(t) (en °C) représente la température sèche de l'air extérieur.

- TSb,i (en °C) représente la température sèche de l'air intérieur.

❖ Les gains latents dus au renouvellement de l'air ARENi, et dus aux infiltrations AINFi sont donnés par les formules données ci-après :

$$ARENi = 0{,}797 \times q_{van} \times Max.\ [(HSbe - HSb,i) ; 0] \quad \text{……(II-36)}$$

$$AINFi = 0{,}797 \times qvi_{nf} \times Max.\ [(HSb,e - HSb,i) ; 0] \quad \text{.....(II-37)}$$

- 0,797 (en $J.kg_{air} / g_{vap}.m^3_{air}$) 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).

- qvan (en m^3/h) représente le débit d'air neuf.

- qvinf (en m^3/h) représente le débit dû aux infiltrations.

- HSbe (en Jg air/g vap.m3 air) représente l'humidité spécifique de base de l'air extérieur.

- HSb,i (en J.kg air/g vap.m3 air) représente l'humidité spécifique de base de Pair intérieur .

On utilisera le diagramme psychrométrique pour transformer l'humidité relative (en : %) et humidité spécifique (en en g vap/ kg as).

II.2.3.4.2.Débit d'air neuf :

II.2.3.4.2.1 Convention :

❖ Le débit d'air neuf correspond au débit minimal d'air neuf qui assure le maintien d'une teneur acceptable en oxygène et en gaz carbonique de l'air ambiant.

❖ Le débit d'air neuf est considéré permanent et constant.

❖ Le débit d'air neuf pour les locaux à usage autre que d'habitation est donnée principalement en fonction de destination des locaux et le nombre des occupants.

❖ Cas du logement voir le tableau (31) **.**

❖ En l'absence d'information le nombre d'occupants à considérer pour les locaux à usage autre que d'habitation doit être de 1 occupant pour 4.5 m2de surface de plancher.

II.2.3.4.3. Débit d'air du aux infiltrations :

II.2.3.4.3.1 Convention :

❖ On considère que seule l'action du vent provoque les infiltrations.

❖ On considère seulement les infiltrations par les ouvrants (portes et fenêtres).

❖ On considère que le débit de l'air souffle est égal au débit d'air extrait.

Il' est possible d'éliminer les infiltrations en mettant le local en surpression, c'est à dire si le débit d'air soufflé est supérieur au débit d'air extrait. Cependant, ce procédé est onéreux : en effet, le débit d'air soufflé doit être tel qu'il provoque une surpression égale au moins à la pression dynamique du vent .

❖ Le débit d'infiltrations est calculé en considérant les ouvrants fermés. Cette convention suppose que des dispositions doivent être prises afin que les ouvrants puissent être considérés fermés (par exemple, la mise en place de systèmes pour la fermeture automatique des portes).

II.2.3.4.3.2. Calcul du débit d'infiltration :

❖ Pour un local donné, le calcul du débit d'infiltration doit être effectué comme suit :

Le calcul est mené selon la direction du vent ; les directions du vent à considérer doivent être les directions perpendiculaires aux façades et les directions obliques par rapport aux façades.

❖ Le débit dû aux infiltrations qvinf en (m/h) pour un local est donné par :

$$qvinf = \sum(\mathbf{qvOinf.i\ X\ Souv.i}) \quad \text{.....(II-38)}$$

- qvOinf.i (en m^3 /h.m^2) désigne le débit d'infiltration correspondant à l'ouvrant i considéré, les valeurs de qvoinf doivent être fournies soit par le fabricant, soit par l'Avis Technique ; à défaut, on utilisera les valeurs du tableau (32)

-Souv.i (en m^2) désigne la surface de l'ouverture dans la paroi pour l'ouvrant i.

En général, les valeurs de qvoinf fournies par le fabricant (ou l'Avis Technique) correspondent à des directions de vent perpendiculaires à la paroi. Dans le cas où le fabricant (ou l'Avis Technique) ne fournit pas d'informations concernant la valeur de qvoinf pour une direction de vent oblique, pour la déterminer, on multipliera par 0,60 la valeur de qvoinf correspondant à un vent perpendiculaire.

Introduction

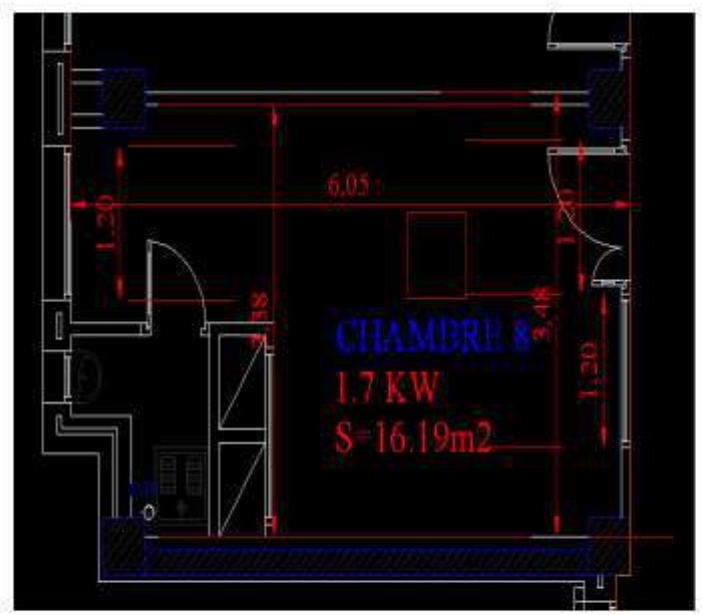
Ce chapitre est consacré aux calculs du bilan thermique, c'est-à-dire les différents apports, en adoptant la méthode de calcul DTR. Nous considérons pour cela un exemple de local sur lequel nous effectuerons tous les calculs en détails. Ce local est ‘’la chambre 08’’ au niveau du plan. Nous avons choisi ce local parce qu’il engendre l’ensemble des cas de calcul.

Les résultats de calcul seront résumé dans un tableau.

III.1/ /Exemple de calcul :

On prend par exemple la chambre 8 de niveau 3éme étage

FIG .III.1 : Plan d’exemple de calcul



III .1.1/Les caractéristiques surfaciques :

- la paroi extérieure sud (mur double cloison) est de 11.25 m^2.
- La paroi extérieure ouest (mur double cloison) est de 2.88 m^2 .
- (avec K_{me} = 1.46 $W/m^2.°C$) .
- 1 fenêtre de 1.2m×1.4 m (avec K_f = 3.55 $w/m^2.°c$) .

- la paroi intérieure (en contact avec l'espace non climatisé) est 5.82 m^2, elle comporte une grande porte en bois de 1.2m × 2.20 m . et une fenêtre 1.2m x 1.4 m..
- avec K_{mi} = 2.32 $w/m^2.°c$, K_{po} = 3 $w/m^2.°c$) .
- Le plancher haut du local est de 16.19 m^2 (avec K_{toit} =0.43 $W/m^2.°C$) .

III .1.2/Les températures :

- $TS_{b,e}$= 37°C .
- $TS_{b,i}$ = 25°C (la température intérieure climatisé) .
- $HS_{b,e}$ =11$g_{vap/}kg_{as}$ (humidité spécifique) .

III.2/ Calcul des apports calorifiques :

Remarque : pour facilité les calcule on utilise le programme de l'Excel pour programmer les équations (1 jusqu'a 18) .

III .2.1/Apportes à travers les parois opaques : [1]

Pour calcule la valeur de APO (t) on utilise le programme l'Excel pour programmer

les équations (1 jusqu'a 18) .

$APO\ (15h)= 1.2\times K_{été}\times S_{int}\times \Delta te\ (15h)$ ……..(1)

Paroi ensoleillée :

$$\Delta te(t) = \Delta tes(t)+C_{\Delta te} + \alpha/0.9\times [\Delta tem(t)- \Delta tes(t)] \times I_{t,b} / I_{t,b(40)} \text{……(2)}$$

paroi à l'ombre 24h/24 :

$$\Delta te(t) = \Delta tes(t)+C_{\Delta te} \text{……(3)}$$

Avec :

- **Kmé** =1.46 ($W/m^2.°C$)
- **S m1** = 11.25 (m^2)
- **S m2** = 2.88 **(**m^2)

Résumer le résultat dans le tableau suivant :

APO(t) exté	En Soleiller	Coef Mj	K_mé	S	Δtes(t)	C_Δte	α	Δtem(t)	I_d,b	I_d,40	Δte(t)	Total	Orient-Ation
	Mure 01	1,2	1,46	11.25	4,4	1.8	0,5	13,9	172.7	217	11.52	227.07	Sud
	Mure 02	1,2	1,46	2.88	4,4	1.8	0,5	10,6	516	516	8.99	48.48	Oest
												275.55	

Tableau.III. 1 : de calcul APO(t) extérieur

III .2.2/Parois intérieures : [1]

III .2.2.1/Formules générales :

$$APO\ (15h) = K_{été} \times S_{int} \times \Delta tInc(15h) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

Δ tlnc est donné par la formule suivante :

$$\Delta tInc\ (15h) = [(TSe\ (15h) - C_{lnc}) - TS_{b,i}] \ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

Avec:

- **K mi** = 2.32 (W/m². °C)
- **S m3**= 5.82 (m²)
- **$TS_{e}(t)$** = 37 (°C)
- **$TS_{b,\ i}$** = 25 (°C)

Résumer le résultat dans le tableau suivant.

APO(t) inte	Non conditionner	K_mi	S_int	TS_e(t)	C_inct	TS_b,i	ΔTInc	Total
	Mure 03	2,32	5.82	37	3	25	9	121.52
	Mure 04	0	0	0	0	0	0	0
	Porte	3	2.64	37	3	25	9	71.28
								192.8

Tableau.III. 2 : de calcul APO(t) intérieur

III .2.3/Parois en contacte avec le toit : [1]

$$APO\ (15h) = 1.2 \times K_{été} \times S_{int} \times \Delta te(15h) \ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

paroi ensoleillée :

$$\Delta te(t) = \Delta tes(t) + C_{\Delta te} + \alpha/0.9 \times [\Delta tem(t) - \Delta tes(t)] \times I_{t,b} / I_{t,b(40)} \ldots\ldots\ldots (7)$$

Avec :

- **K toit** = 0.43 (W/m². °C)
- **S toit** = 16.19 (m²)

Résumer le résultat dans le tableau suivant :

APO(t) exté	En Soleiller	Coef Mj	K_mé	S	Δtes(t)	C_Δte	A	Δtem(t)	I_d,b	I_d,40	Δte(t)	Total	Orienta-tion
		1,2	0,43	16.19	17,2	0,85	0,5	3,3	749	734	10,169	84.87	horiz

Tableau.III. 3 : de calcul APO(t) du toit

Résumer les tableaux président dans seul tableau :

APO (t) exté(w)	En Soleiller	Total	Or
	Mure 01	227.07	O
	Mure 02	48.48	N
APO (t) inte	Non conditionner		
	Mure 03	121.52	
	Mure 04	0	
	Porte	71.28	
Apo (t) Tiot	Toit	84.87	
		553.22	

Tableau .III.4 : de calcul APO(t)

Donc **APO(t) =553.22W**

III .2.4/Apports à travers les parois vitrées : [1]

III .2.4.1/Formules générales :

$$AV(t)= AVT(t)+ AVE(t)\text{……..(8)}$$

$$AVT(t)= 1.2\times K_{été}\times S_{ouv}\times[TS_e(t)-TS_{b,i}]\text{……(9)}$$

$$AVE(t)= [SV_{ens} \times I_t + (SV - Sv_{ens}) \times I_d]\times FS\times N_{PVI}(t)\text{…….(10)}$$

Avec :

- **SV= S_{ouv} = 1.68** (m^2)
- **$K_{fené}$** = 3.55 ($w/m^2.°c$)
- **$TS_{b,e}$** =37 (°C)
- **$TS_{b,i}$** =25 (°C)

Le rayonnement total maximal réel I_t et le rayonnement diffus maximal réel I_d sont donnés par :

$I_t = [C_{cadre}\times C_{limp} \times C_{alt} \times C_{ros}] \times I_t,b\text{…….. (11)}$

$I_d = [C_{cadre}\times C_{limp} \times C_{alt} \times C_{ros}] \times I_d, b\text{……..(12)}$

Avec :

- **C_{cadre}** = 1
- **C_{limp}** =1
- **C_{alt}** =1.021
- **C_{ros}** =1.05

Calculer la surface en solair (SV_{ens}) : [2]

On a:

$SV_{ens}= (H- H_0) (L- L_0)$

$L_0=R tg\beta$; $H_0=Rtgh/cos\beta$; $\beta=a-a_m$

$Sina=cos\delta\ sinw/cosh$

$\delta=23.45\ sin\ (360/365\ (N+284))$

le 21 juillet a 15h : N=202

w (15h)=45^0 ; δ=20.44 ;φ=36.41^0

Sinh= sinδ sinφ+cosδ cosφ cosw = sin20.44 sin36.41+cos20.44 cos36.41 cos45

sinh =0.740 ; h=47.73^0

sina =cos20.44 sin45/cos47.73

Sina=0.985 ; a=80.08

Ouest: S_{ens}= 1.568m^2 ; Avec : a_m= 90°

I_t, I_d : (voir le tableau suivant)

AVTt(t)			Σ	Coef	K f	Sou	$TS_{b,e}$	$TS_{b,i}$									Total
			1	1,2	3,55	1,68	37	25									85.88
AVE (t)	Σ	a	Am	h	β	H	H 0	L	L 0	SVens	It	SV	Id	Fs	Npiv		
	1	80,08	90	47,73	-9,91	1,4	0,111	1,2	-0,017	1,568	51,58	1,68	553.17	0.98	0,49	Oest	68.65
																	154.53

Tableau .III.5 : de calcul AV(t)

Donc : **AV(t) =154.53W**

III .2.4.2/Apports à travers la paroi vitrée intérieure : AVT(t) : [1]

$$AV(t) = K_{été} \times S_{ouv} \times [(TS_e(t) - {}^{C}lnc) - TS_{b,i}]$$

AVTt(t)	Σ	C lnc	K_f	Souv	$TS_{b,e}$	$TS_{b,i}$	Total
	1	9	3,55	1,68	37	25	53.67

Donc : **AV(t) = 53.67W**

III .3/Apports des chaleurs internes : [1]

III .3.1/Principe généraux :

$$AI(t)=\sum_j(CS_j \times AI_{s.j} \times N_{Al.j}) + (\sum_j(CS_j \times AI_{l.j}) \ldots\ldots\ldots (13)$$

Avec :

- Occupant (3)
- Appariele électrique (0)
- Eclairage fluorescent (8)

Résumer le résultat dans le tableau suivant :

	∑ j	CS j	AI sj	NAI j	AI lj	Total	
Occupant	3	0,8	64	0.95	38	237.12	
		CS j	AI sj		AI lj	0	
Machine éléctrique	0	0	0	0	0	0	
	∑	W n	Cme	Ccr			
l'éclairage	8	60	1,25	0,35		210	fluorescent
						447.21	

Tableau.III. 6 : de calcul AI(t)

Donc : **AI(t) = 447.21 W**

III .4/Apports de chaleur par introduction d'air extérieur : [1]

Calculer les gains sensibles :

ARENs (t) = 0,320 x qvan x (TSe(t) - TSb,i) (3.14)

AINFs (t) = 0,320 x qvinf x (TSe(t)-TSb,i) (3.15)

qvinf = ∑(qvo inf,i x S ouv,i).....(16)

Calculer les gains latents :

AINF l= 0,797 x qvinf x Max. [(HSb,e - HSb,i)] (3.17)

AREN l = 0,797 x qvan x Max. [(HSbe - HSb,i)].....(18**)**

Résultat de qvinf :

Les fenétres				
qv inf	∑	qvo inf,i	S ouv,i	Total
	1	14.5	1,68	24.36

Tableau .III.7 : de calcul q van

Donc : **qvinf = 24.36W**

Résumer le résultat dans le tableau suivant :

AINF s	Coef	qvinf	TS e	TS i	Total
	0,32	24.36	37	25	93.54
AINF l	Coef	qvinf	HS be	HS bi	
	0,797	24.36	11	10	19.41

Tableau .III.8 : de calcul AINFLs(t) et AINFl

Donc : **AINF s =93.54 W** **AINF l = 19.41W**

Résumer le résultat dans le tableau suivant : [3]

AREN s	Coef	∑	q vin	TS b,e	TS b,i	Total
	0,32	3	18	37	25	207.36
AREN l	Coef	∑	q vin	HS b,e	HS b,i	
	0,797	3	18	11	10	43.03

Tableau.III. 9 : de calcul ARENs et ARENl

Donc : **AREN s = 207.36 W** **AREN l = 43.03 W**

III .5/Résultats des calculs :

Pour les autres résultats de calcul voir les tableaux ci-dessous :

chambre	APO (W)	AV	AI	AINFs	ARENs	AINFl	ARENl	TOTAL
Chambre 01	451.52	157.36	447.06	93.54	207.36	19.41	43.03	1419.28
Chambre 02	407.15	159.6	447.06	93.54	207.36	19.41	43.03	1377.15
Chambre 03	407.64	146.18	447.06	93.54	207.36	19.41	43.03	1364.2
Chambre 04	659.38	250.41	605	187.08	345.6	38.82	71.73	2155.4
Chambre 05	635.11	157.36	447.06	93.54	207.36	19.41	43.03	1602.8
Chambre 06	376.11	159.6	447.06	93.54	207.36	19.41	43.03	1339.65
Chambre 07	471.89	157.36	447.06	93.54	207.36	19.41	43.03	1439.65
Salle des jeus	1145.37	644.83	2993.1	374.16	1036.8	77.65	215.19	6487
office	229.1	80.51	917.88	/	207.36	/	43.03	1476.88
Salle des soins infirmerie	306.64	80.51	6484.75	/	414.72	/	86.07l	7372.73
preparation	228.59	80.51	4217.95	/	414.72	/	86.07	5026.89
Bereux servillence	401.6	80.51	951.48	/	138.24	/	28.69	1600.5
Medecin01	777	107.35	951.98	/	138.24	/	28.69	2003.26

Tableau.III. 10 : de résultat de calcule de La partie de service de l'hospitalisation pédiatrique

chambre	APO	AV	AI	AINFs	ARENs	AINFl	ARENl	TOTAL
Chambre 08	553.22	208.2	447.21	93.54	207.36	19.41	43.03	1571.97
Chambre 09	495.39	220.97	447.21	93.54	207.36	19.41	43.03	1526.91
Chambre de garde	278.24	220.97	789.2	93.54	207.36	19.41	43.03	1651.75
Salle de neontalite	1258.21	100.32	1897.68	/	829.44	/	172.15	4257.8
office	362.82	107.35	886.66	/	138.24	/	28.69	1523.75
Salle bibrons	379.87	107.34	5878.64	/	207.36	/	43.03	6616.37
infirmerie	478.16	107.35	3611.84	/	207.36	/	43.03	4447.44
medecin	578.42	214.7	757.84	/	207.36	/	43.03	1801.35
Bibrons propres	380.66	/	5878.64	/	207.36	/	43.03	6509.69
Bibron salle 2	190.52	/	5878.64	/	207.36	/	43.03	6319.55
sejour	635.91	/	1349.34	/	829.44	/	172.15	2986.84

Tableau .III.11 : de résultat de calcule de La partie de service de l'hospitalisation pédiatrique

IV.1/Vérification réglementaire : [1]

La somme des apporte Calorifiques par les parois vitrées et les parois opaques aériennes doit vérifier au mois de Juillet à 15 h TSV, pour cela il ya la relation suivante :

$$APO\ (15\ h) + AV\ (15\ h) \leq 1{,}05.A_{réf}\ (15\ h) \qquad [W]$$

Les apports calorifiques de référence Aréf sont donnés par :

$$A_{réf} = A_{réf,PH} + A_{réf,PV} + A_{réf,PVI} \qquad [W]$$

- $A_{réf}$,PH (en W) désigne les apports calorifiques de référence à travers les parois opaques horizontales.
- $A_{réf}$,PV (en W) désigne les apports calorifiques de référence à travers les parois opaques verticales .
- $A_{réf}$,PVI (en W) désigne les apports calorifiques de référence à travers les parois vitrées .

IV.1.1/Apports de référence des parois opaques horizontales : [1]

Les apports calorifiques de référence des parois opaques horizontales $A_{réf}$,PH sont calculés par la formule suivante :

$$A_{réf,PH} = \sum (a \cdot S_{int} \cdot \Delta TS_{réf,PH})$$

- a **:** (en W/m².°C) est un coefficient lié à la nature de la construction et fonction de la zone climatique .
- S_{int} :(m^2) la surface de la paroi horizontale comptée de l'intérieur.
- $\Delta TS_{réf,PH}$:(°C) est la différence de température de référence pour les parois horizontal

IV.1.2/Apports de référence des parois opaques verticales : [1]

Les apports calorifiques de référence des parois opaques verticales $A_{réf,PV}$sont calculés par la formule suivante :

$$Aréf,PV = \sum(c \cdot S_{int} \cdot \Delta T_{Sréf,\ PV}) \quad [W]$$

- **c :**(en W/m².°C) est un coefficient lié à la nature de la construction et fonction de la zone climatique.
- $\mathbf{S_{int}}$:(m^2) désigne la surface de la paroi verticale comptée de l'intérieur.
- DTSréf,PV :(en °C) est la différence de température de référence pour la pv.

IV.1.3/Apports de référence des parois vitrées : [1]

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

$$Aréf,\ PVI = AVEréf + AVTréf \qquad [W]$$

- $AVE_{réf}$: (en W) désigne les apports de référence dus à l'ensoleillement
- $AVT_{réf}$: (en W) désigne les apports de référence dus au gradient de température.

Les apports de référence dus à l'ensoleillement à travers une paroi vitrée $AVE_{réf}$ sont donnes par :

$$AVEréf = [SV_{ens} \cdot I_t + (SV - SV_{ens}.) \cdot I_d]\ FS_{réf} \cdot\ N_{PVI,réf} \quad [W]$$

- SV :(en m²) est la surface totale vitrée.
- SV_{ens} :(m^2) est la surface vitrée ensoleillée à 15 h TSV.
- I_t : (en W/m²) est le rayonnement total maximal réel pour l'orientation et la latitude considérées.
- I_d : (en W/m²) est le rayonnement diffus maximal réel.
- $FS_{réf}$: le facteur solaire de référence.
- $N_{PVI,réf}$: le coefficient d'amortissement relatif aux gains de référence des parois vitrées pour l'orientation considérée.

Les apports de référence dus au gradient de température à travers une paroi vitrée $AVT_{réf}$ sont donnés par :

$$AVT_{réf} = e' \cdot S_{ouv} \cdot \Delta\ TSréf,\ PVI \quad [W]$$

- e' :(en W/m².°C) est un coefficient relatif à la nature des locaux .
- S_{ouv} :(^{m2}) : est la surface d'ouverture dans le mur.
- $DTS_{réf,PVI}$: (en °C) est la différence de température de référence des parois vitrées.

IV.2/Application numérique : [1]

IV.2.1/Calcul des apports calorifiques de référence :

$$A_{réf} = A_{réf,PH} + A_{réf,PV} + A_{réf,PVI}$$

IV.2.2/Apports de référence des parois opaques horizontales :

$$A_{réf,PH} = \sum (a \cdot S_{int} \cdot \Delta TS_{réf,PH})$$

Pour calcule la valeur de $A_{réf,PH}$ on utilisons le programme l'Excel pour programmer l'équation (1).

Avec :

- a = 1.1 (en W/m².°C) (zone B,).
- S tiot =16.19 (m^2).
- $\Delta TS_{réf,PH}$ =13.59 (°C) (zone B, 500m ≤ alt ≤1000m, paroi en contact avec l'extérieur) .

	a	S int	Δ TS réf PH	Total
A réf PH	1.1	16.19	13,59	242.02

Tableau.III.12 : de calcule $A_{réf,PH}$

Donc : **$A_{réfPH}$ = 242.02 W**

IV.2.3/Apports de référence des parois opaques verticales :

$$Aréf,PV = \sum(c \,.\, S_{int} \,.\Delta TSréf,PV) \quad [W]\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

Pour calcule la valeur de $A_{réf,PV}$ on utilisons le programme l'Excel pour programmer l'équation (2) .

Avec :

- C= 1.2 (zone B, bureaux**)** (en W/m².°C)
- ΔTSréf = 4.86 (°C)

	C	S int	Δ TS réf PV	Total	
A réf PV	1,2	2.88	8.95	30.93	O
	1,2	11.25	9.22	124.47	S
	1,2	5.82	4	27.93	Intérieure
	1,2		4	0	Intérieure
	1,2	2,64	4	12.67	Porte
				196.36	

Tableau .III.13 : de calcule $A_{réf}$,PV

Donc **$A_{réfPV}$ = 196.36 W**

IV.2.4/Apports de référence des parois vitrées : [1]

$$Aréf, PVI = AVEréf + AVTréf \quad [W]$$

➢

➢ Les apports de référence dus à l'ensoleillement à travers une paroi vitrée $AVE_{réf}$ sont donnes par :

$$AVEréf = [SV_{ens} \cdot I_t + (SV - SV_{ens}.) \cdot I_d] \; FS_{réf} \cdot N_{PVI,réf} \; [W] \ldots\ldots\ldots (3)$$

Avec :

- SV = 1.68 (m^2)
- SV_{ens} = 1,56864 (Oest) (m^2)
- I_t (Voir le tableau de résultat $A_{réf}$,PVI) (W/m²)
- I_d (Voir le tableau de résultat $A_{réf}$,PVI) (W/m)
- $FS_{réf}$ = 0,38

- $N_{PVI,réf}$ (Voir le tableau de résultat $A_{réf,}PVI$)

Les apports de référence dus au gradient de température à travers une paroi vitrée $AVT_{réf}$ sont donnés par :

$$AVT_{réf} = e' \cdot S_{ouv} \cdot \Delta TSréf, PVI \quad [W] \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

Avec :

- e' = 5.4 (en W/m².°C)
- S_{ouv} = 1.68 (m^2)
- $DTS_{réf,PVI}$ =10 (°C)

Pour calcule la valeur de AVEréf on utilise le programme l'Excel pour programmer l'équation (3) et (4).

A réf PVI	AVE réf	∑	SV ens	I t	SV	I d	FS réf	N pvi réf	Total	Orientation
		1	1,568	51,58	1,68	553,177	0,38	0,68	36.90	Ouest
	AVT réf	∑	e'	S ou	Δ TS réf PVI				Total	
		1	5,4	1,68	10				90.72	
									127.62	

Tableau .III.14 : de calcule $A_{réf,}PVI$

Donc : $\boxed{A_{réfPVI}=127.62W}$

IV.2.5/Apports de référence des parois vitrées en contact avec un LNC :

Aréf, PVI =4.5 . S_{ouv} . Δ TSréf, PVI

		S ouv	Δ TS réf Pvi	Total
A réf pvi	4.5	1.68	4	30.24

Tableau.III. 15 : de calcule $A_{réf}$,PVI

Donc : $\mathbf{A_{réfPVI}=30.24W}$

Alors : $A_{réf} = 242.02+196.36+127.62+30.24 = 595.24$

Donc : $\mathbf{A_{réf}=595.24\ W}$

On va vérifier la relation suivant :

$$APO\ (15\ h) + AV\ (15\ h) \leq 1{,}05.A_{réf}\ (15\ h) \qquad [W]$$

$$466.47 \leq 625.02$$

Remarque : pour déterminer résulta de APO (15 h) on calcule les apports de la paroi aériennes seulement.

IV.3Résultat du calcul de la vérification :

Repère	$\sum APO$+AV(w)	1,05x$A_{réf}$(w)
Chambre 01	484.18	611.79
Chambre 02	318	494.48
Chambre 03	322.4	530.54
Chambre 04	620.1	717.01
Chambre 05	322.4	665.72
Chambre 06	318	513.64
Chambre 07	369	391.82
Salle des jeux	1207.32	1249.05
office	73.81	311.85
Salle des soins infirmerie	57.93	182.48
préparation	52.26	137.47
Berceaux de surveillance	193.37	249.96
médecin	60.02	474.05

Tableau .III.16 : de résultat de vérification de La partie de service de l'hospitalisation pédiatrique

Repère	$\sum APO\ (w)$+AV(w)	1,05x$A_{réf}$(w)
Chambre 08	466.47	625.02
Chambre 09	278.41	507.61
Chambre de garde	278.52	500.99
Salle de neontalite	298.67	1206.78
office	103.96	440.39
Salle de biberons	59.15	331.89
infirmerie	88.24	432.74
médecin	85.56	526.40
Biberons propres	109.88	298.41
Biberons salle 2	80.54	249.43
séjour	104.74	463.45

Tableau .III.17 : de résultat de vérification de La partie de service de l'hospitalisation pédiatrique

Conclusion:

Dans ce chapitre, nous avons effectué le bilan thermique pour l'ensemble du service. Nos résultats de calcul ont été comparés aux valeurs de références aussi calculés en tenant compte des données de références et des données propres aux services.

On s'est limité uniquement au calcul de la puissance Q_{froid}, en effet, Q_{chaude} est en pratique toujours supérieure à $Q_{froid.}$

on a pas besoin de calculer la puissance chaude par ce que :

Si en fait le calcule de la puissance chaude et froid avec le DTR on va trouver que

Q_{FROIDE} et toujours supérieure a Q_{chaude}

Et on trouvera dans les catalogue des cassettes que leur Q_{CHAUDE} et toujours supérieure que leur Q_{FROIDE}

VI .1.Introduction

Un système de climatisation est l'ensemble du matériel dans la fonction essentielle est :

- De préparer l'air à distribuer dans les locaux à des caractéristiques aérauliques et acoustique bien déterminées

- La température

- L'humidité

- La perte de l'air

- La vitesse de soufflage

- Le niveau sonore

- La distribution de l'air traite dans les locaux a climatiser par l'intermédiaire des gaines et d'appareils terminaux.

Le choix d'un système de climatisation doit tenir compte de plusieurs facteurs

- Surface à climatiser

- Niveau sonore exige

- Esthétique désirée

- Puissance frigorifique nécessaire

  - Situation géographique
  - Orientation et exposition des pièces
  - Isolation
  - Ensoleillement

- Le cout d'investissement

- Le cout d'exploitation

Quelque soit son importance et son application, tout système de climatisation comprend nécessairement l'équipement suivant :

-Equipements de traitement

- Equipements intermédiaires et accessoires
- Equipements de régulation et de sécurité
- Equipements terminaux

Il ya plusieurs système de climatisation :

- Systèmes centralisé (tout air)
- Systèmes semi centralisé (a eau et air)
- Systèmes décentralisé

VI.1.1.Systèmes centralisé (tout air)

Dans ce type d'installation, l'air est traité dans une centrale puis distribue par un réseau de conduit dans les locaux a climatisé, ou aucun nouveau traitement n'a eu en lieu. Dans les systèmes tout air, les gains de chaleur parfois assez important conduisent a des débits très forts, qui par conséquence amène a un encombrement des conduits. [5]

VI.1.2. Systèmes semi centralisé

Le but de ce système est de garder la régulation local pour chaque zone en conservant la centralisation du traitement au minimum, la production de chaleur et de froid peut rester centralisée, dans le cas des ventilo-convecteurs l'air sera traité dans l'appareil terminal. Exemple system VRV ou system a eau glacée

VI.1.3. Systèmes décentralisé

C'est le cas ou chaque pièce est équipée d'un appareil monobloc, il se compose de deux parties l'une pour le traitement d'air et l'autre pour la production d'énergie calorifique et frigorifique. Cet appareil est en général de type climatiseur individuel et armoire de climatisation. [5]

VI.2. Choix De Système De Climatisation

VI.2.1. Introduction

Pour faire le choix entre tel ou tel système, il faut prendre en considération plusieurs critères dont les plus importants sont :

- Destination des locaux (conditions internes imposées dans les locaux)

- Configuration des locaux (contraintes architecturales)

- Critère économique

A partir de l'analyse de ces critères, on a opte pour un système semi-centralise de type eau glacée à 2 tube du groupe extérieur **(air/ Eau)** pour la climatisation et chauffage de notre immeuble.

VI.2.2.Systèmes à eau glacée

VI.2.2.1. Définition

Les systèmes de climatisation à eau glacée utilisent simplement de l'eau (glycolée pour éviter le gel) pour acheminer les frigories vers les unités intérieures depuis le groupe frigorifique. Les installations à eau glacée concernent en général les grandes installations où les systèmes VRV trouvent leurs limites. L'avantage de l'eau glacée est que le fluide frigoporteur (l'eau) est sans danger et facile à manipuler contrairement aux fluides frigorigènes d'une installation de climatisation VRV.

VI.2.2.2. La climatisation à l'eau glacée et son fonctionnement :

La technologie Eau Glacée s'avère être une alternative de choix pour les installations où des systèmes plus complexes atteignent leurs limites. Cette technologie est une solution incontournable pour les grands volumes tels que bureaux, locaux industriels et agroalimentaires mais peut aussi s'adapter à de plus petits volumes (commerces, hôtels, restaurants).

Les systèmes de climatisation à eau glacée utilisent simplement de l'eau glycolée (pour éviter le gel) pour acheminer les frigories vers les unités intérieures depuis le groupe frigorifique. L'avantage de l'eau glacée est que le fluide frigoporteur (l'eau) est sans danger et facile à manipuler contrairement aux fluides frigorigènes d'une installation de climatisation VRV. Des marques comme TRANE, CIAT, CARRIER, DAIKIN…. nous apportent une gamme de produit très large, en fonction des besoins recherchés.

Les systèmes d'eau glacée présentent une configuration sur mesure pouvant inclure les éléments suivants :

- Unité de refroidissement intérieure ou extérieure qui alimente le système d'eau glacée

- Unité de traitement de l'air pour optimiser les conditions de l'air dans plusieurs zones
- Ventilo-convecteurs qui font circuler l'air pour le chauffage ou le rafraîchissement intérieur
- Systèmes de commande adaptés à différentes combinaisons d'unités.

VI.2.2.3. Climatisation à l'eau glacée et mise en pratique : [8]

Cet éventail de composants polyvalents peut être combiné en un nombre infini de manières pour s'adapter parfaitement à votre immeuble.

Les unités intérieures peuvent être sous forme de **:**

Cassette,

Ventilo-convecteur Gainable,

Ventilo-convecteur Console verticale ou horizontale

VI.2.2.4. Fonctionnement de l'évaporateur à eau glacée :

1. Les avantages de l'eau glacée : [7]

- L'eau est une solution écologique en comparaison avec le fluide frigorigène limiter la circulation et la fuite du fluide frigorigène.
- Simplicité d'installation : L'eau est connue de la plupart des installateurs.
- L'échange thermique entre le FF et l'eau glacée est meilleur, à puissance égale, L'encombrement d'un groupe d'eau glacée est réduit.
- La régulation est facile à gérer avec le fluide « eau glacée » qu'avec le fluide frigorigène.

2. les groupes d'eau glacée : [9]

Ces gros appareils sont installés dans un local technique, ou à l'extérieur. Ils Alimentent un réseau de tubes d'eau glacée, qui dessert des ventilo-convecteurs, Des cassettes plafonnières, des consoles eau / air réversibles, etc.

Exemple : Groupe d'eau glacée CIAT : (Air / Eau)



figVI.1- Groupe d'eau glacée CIAT : (air/ Eau)

Ces groupes peuvent chauffer et refroidir.

Utilisées "dans l'autre sens", **réversibles**, les mêmes installations produisent du froid pour climatiser l'été.

3. Circulation des fluides : [9]

Dans un évaporateur à eau glacée le FF circule àl'intérieur du tube central, l'eau circule dans l'espace annulaire entre les deux tubes.

L'entrée d'eau au point 2 L'eau glacée doit circuler en sens inverse du FF, pour garantir un contre courant(meilleur échange thermique).

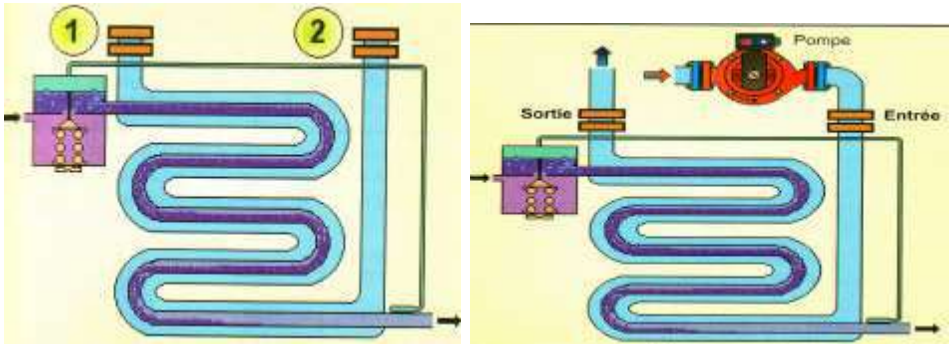


fig .VI.2.Circulation des fluides Dans un évaporateur

VI.2.2.5 les cassettes de climatisation :

Une cassette de climatisation est une unité intérieure prévue pour être encastrée dans un plafond et soufflant vers le bas. Selon le nombre de sorties d'air, on les appelle Cassettes à 4 voies, 2 voies ou 1 voie.

Un climatiseur à cassette est un split-system dont l'unité intérieure est une cassette de climatisation. Ce type de climatiseur est très utilisé dans les bureaux et les surfaces commerciales.

Leur avantage est de ne pas nécessiter de mur pour leur installation et de s'intégrer facilement dans toutes les surfaces disposant d'un faux plafond.

Un climatiseur gainable est un climatiseur split-system dont l'unité intérieure est prévue pour être installée avec un réseau de conduits de distribution d'air.

Ce type de climatiseur présente l'avantage d'être invisible et plus silencieux mais nécessite des travaux plus complexes pour son installation.

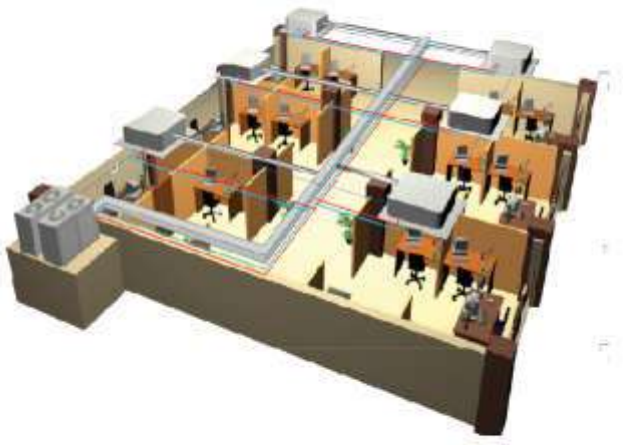


Figure* VI.*3.Schéma d'une installation A EAU Glacée



Fig VI.*4*. Cassette à eau glacée, diffuseur 1 voie



Fig.VI.*5* . Cassette à eau glacée 4 voies



FIG.VI.6. Climatiseur gainable

VI.3.Caisson d'air neuf :

C'est un élément très important pour les climatisations lorsqu'il est nécessaire comme le précise la législation, d'avoir un apport d'air neuf a la reprise d'air l'air est traité en température et en hygrométrie avant d'être insufflé dans le locaux.

La température de l'air traité sera monitoré et régulée par contrôleur électronique.

Il est aussi possible le flux d'air en opérant sur la vitesse de ventilation pour assurer le meilleur agrément entre le bruit et le renouvellement d'air.

Le but de l'extraction d'air est d'évacuer la quantité d'air requise 24h sur 24.

Pour cette raison nos caissons sont équipés de moteurs multi vitesses pour le confort la nuit et le maximum de rendement pendant la journée.



Fig.VI.7 : caisson d'air neuf

VI.3. 2.calcul des paramètres d'air :

VI.3.2.1. Calcul de débit d'air neuf :

Le débit d'air neuf dépend uniquement du nombre de personnes dans le local (destiné pour les non fumeurs), il est calculé selon la formule suivante [3] :

$$Q_{an}=n\times 18$$

Ou :

Q_{an} (m^3/h) : débit d'air neuf.

n : nombre d'occupants.

Nous avons 105 d'occupants dans notre service

Alors :

$$Q_{an}= 1890\ m^3/h$$

D'après le catalogue de caisson d'air neuf on a choisi un caisson d'air neuf d'un débit

Volumique de : **2000 m^3/h**

VI.3.2.2. Calcul de la puissance du batterie froid de caisson d'air neuf :

On va calculer la puissance par la formule suivante **: [4]**

$P = \rho \times Qv \times Cv \times \Delta t$

. ρ : la mass volumique d'air = 0.0018 kg/m^3

Qv : débit Volumique d'air = 2000 m^3/h = 0.55 m^3/s

Cv : la chaleur spécifique d'air = 1004 j/kg K

$\Delta t = 12\ c^0$

Donc :

P = 11.92 kw

Tableau IV.1: **Pour les résultats de calcul de débit d'air neuf de chaque local et pour le choix des cassettes de chaque local voir les tableaux ci-dessous** :

chambre	Apport (KW)	Nb.occ	Q_{an} (m_3/h)	TYPE DE CASSETTE	NOUVEAU PUISSANCE para port les catalogue des cassettes (kw)
Chambre 01	1.42	3	54	Cassette 1 voie	1.55
Chambre 02	1.38	3	54	Cassette 1 voie	1.55
Chambre 03	1.36	3	54	Cassette 1 voie	1.55
Chambre 04	2.15	3	54	Cassette 1 voie	2.39
Chambre 05	1.6	3	54	Cassette 1 voie	1.78
Chambre 06	1.34	3	54	Cassette 1 voie	1.55
Chambre 07	1.44	3	54	Cassette 1 voie	1.55

Salle des jeux	6.48	15	270	Cassette 4 voies	6.53
office	1.47	3	54	Cassette 4 voie	1.55
Salle des soins infirmerie	7.37	6	108	Cassette 4 voies	8.67
préparation	5.02	6	108	Cassette 4 voies	5.49
Breneux servillence	1.6	2	36	Cassette 4 voie	1.78
Médecin	2.0	2	36	Cassette 4 voie	2.39
Chambre 08	**1.57**	**3**	**54**	**Cassette 1 voies**	**1.78**
Chambre 09	1.52	3	54	Cassette 1 voies	1.55
Chambre de garde	1.65	3	54	Cassette 4 voies	1.78
Salle de neontalite	4.25	12	216	ginable	4.45
office	1.52	2	36	Cassette 4 voies	1.55
Salle biberons	6.61	3	54	Cassette 4 voies	7.22
infirmerie	4.44	3	54	Cassette 4 voies	4.45
médecin	1.80	3	54	Cassette 4 voies	1.88
Biberons propres	6.50	3	54	Cassette 4 voies	6.53
Biberon salle 2	6.31	3	54	Cassette 4 voies	6.53
séjour	2.98	12	216	Cassette 4 voies	3.36
TOTAL	73.78	105	1890	/	79.41

VI.4. Calcul de la puissance frigorifique du group d'eau glacée :

La puissance frigorifique du group d'eau glacée est égal a la somme de la puissance frigorifique de tout les cassettes plus la puissance frigorifique de la batterie de caisson d'air neuf

Donc :

Puissance frigorifique du group d'eau glacée **= 79.41+11.92 = 91.33 kw**

d'après le catalogue du group d'eau glacée on va choisir la nouvelle puissance .

Donc :

La nouvelle puissance frigorifique du group d'eau glacée est de **: 96 kw**

on va montré les catalogues de (les cassettes et caisson d'air neuf et group d'eau glacée**).**

VI.5. le dessin de l'installation de climatisation sur le plan :

Après finalisation des calculs thermiques et des choix des différentes composantes nous nous somme servi du logiciel « Autocad » pour la représentation du circuit hydraulique et aéraulique et de climatisation au sein du service.

Conclusion

L'objectif de notre projet été l'étude de climatisation du service pédiatrique de l'hôpital existant au niveau de la Daïra de Tablât de la Wilaya. Pour mener cette étude, nous avons en premier lieu cherché à avoir les plans architecturaux de l'hôpital. Ces plans nous ont permet à connaître les données géométriques et les éléments de construction en matière de murs, vitrages, dalles, toitures et matériaux utilisés.

Après, nous nous somme consacré sur la base du DRT pour déterminer les apports calorifique temporel au niveau de tous les locaux du service et en déduire par conséquent l'apport total critique à fin d'assurer une bonne climatisation en période estival.

Ces calcul nous ont permet de proposer le système de climatisation le plus adéquat en terme de fonctionnement et efficacité énergétique.

Nous avons effectué le choix de climatisation qui nous semble assurer la consommation d'énergie d'une manière rationnelle.

Après finalisation des calculs thermiques et des choix des différentes composantes nous nous somme servi du logiciel « Autocad » pour la représentation du circuit hydraulique et aéraulique et de climatisation au sein du service.

Cette étude nous a été très bénéfique, elle nous a permis de concrétiser les connaissances scientifiques et techniques acquises durant notre cursus de formation sur un projet pratique. Entre autre, elle nous a offert la chance d'apprendre l'utilisation du logiciel Autocad dans le domaine du génie climatique et de l'habitat.

Tableau 1 : Différence équivalente de température pour les murs extérieurs

Différence équivalente de température Δtes(t) ou Δtem (t) (en °C) - Murs ensoleillés ou à l'ombre -																								
Orientation	m_{surf} kg/m²	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
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	6,7	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
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	5,5	5,0	5,0	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	1,7
	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	25,0	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	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
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	2,8	3,3	5,0	6,7	9,4	11,1	11,7	12,2	7,8	4,4	3,9	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 2 : Différence équivalente de température pour les toits

Différence équivalente de température Δtes(t) ou Δtem (t) (en °C) - toits ensoleillés ou à l'ombre -																									
Conditions	m_{surf} kg/m²	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	25,0	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	5,0	8,9	12,8	16,7	20,0	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	5,0	4,4	3,3	3,9	4,4	6,1	8,9	12,2	15,0	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	5,0	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	5,0	5,5	5,5	5,5	5,0	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	-1,1

Tableau 3 : facteur de correction $C_{\Delta te}$

Valeurs de $C_{\Delta te}$ (en °C)																			
	Ecart diurne de base E_b (°C)																		
$\Delta TS_{max} = TS_{he} - TS_{hi}$	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	-26,0	-26,5	-27,0	-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	-22,0	-22,5	-23,0	-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	-18,0	-18,5	-19,0	-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	-14,0	-14,5	-15,0	-15,4	-15,9	-16,8	-17,3	-17,8
0	-5,0	-5,5	-6,1	-6,6	-7,1	-7,6	-8,0	-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	-7,0	-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	-5,0	-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	-4,0	-4,5	-5,0	-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	-2,0	-2,5	-3,0	-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	-2,0	-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	13,0	12,5	11,9	11,4	10,9	10,5	10,0	9,4	8,9	8,3

Tableau 4 : facteurs d'absorption

Nature du matériau	Facteur d'absorption	Nature du matériau	Facteur d'absorption
asphalte	0,90	pierre calcaire blanche	0,60
feutre bitumé	0,90	granit poli	0,45
sable	0,70	acier poli	0,06
ardoise	0,93	cuivre poli	0,04
tuile	0,80	aluminium poli	0,04
carrelage clair	0,30	tôle galvanisée	0,70
marbre poli	0,60	amiante-ciment	0,96
tôle oxydée	0,80	peinture d'aluminium	0,60
tôle rugueuse	0,94	fonte brute	0,80
béton, brique	0,75	gravier	0,80

Tableau 5: Valeurs de Clnc pour une température de base égale 37°C, [7].

$TS_{b,e} \geq 46$ °C									
Heure	Cas 1	Cas 2	Cas 3	Cas 4	Heure	Cas 1	Cas 2	Cas 3	Cas 4
1	-1	-14	-3	-4	13	6	-7	3	-3
2	-2	-15	-4	-4	14	7	-7	4	-2
3	-3	-16	-4	-5	15	8	-6	4	-2
4	-4	-17	-5	-6	16	9	-5	5	-1
5	-4	-16	-5	-5	17	8	-6	4	-2
6	-3	-16	-5	-5	18	7	-7	4	-3
7	-3	-16	-4	-4	19	7	-7	3	-3
8	-2	-15	-3	-3	20	6	-8	2	-4
9	0	-13	-2	-7	21	5	-9	1	0
10	1	-12	-1	-6	22	4	-10	1	-1
11	3	-11	0	-5	23	2	-11	-1	-2
12	4	-9	2	-4	24	1	-12	-2	-3

Tableau6 : conditions extérieur de base

Zone climatique	Température sèche $TS_{b,e}$ (°C)	Humidité spécifique $HS_{b,e}$ (g_{vap}/kg_{as})	Ecart diurne E_b (°C)	Température moyenne TS_m (°C)	Ecart annuel de température EAT (°C)
A					
alt < 500 m	34	14,5	9	25,5	31
500 ≤ alt < 1000 m	33,5	13	10	25	32,5
alt ≥ 1000 m	30,5	13	9	22,5	31,5
B					
alt < 500 m	38	12,5	15	26,5	36
500≥ alt < 1000 m	37	11	15	26,5	36
alt ≥1000 m	35	10	14	25	36
B'					
alt < 500 m	41	11	18	29	41
alt ≥ 500 m	voir zone B	voir zone B	voir zone B	29	
C					
alt < 1000 m	39.5	8,5	20	27	41,5
alt ≥ 1000 m	36	8,5	18	25	40
D1	44	6,5	15,5	33	38
D2	48	5,5	16,5	36,5	43
D3	39	5,0	12,0	29,6	35

Tableau8 : coefficient d'amortissement pour 12 heur de fonctionnement

	M kg/m²	TEMPS SOLAIRE VRAI																							
		Protection Intérieur												Sans protection ou avec protection extérieur											
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
NE	>750	59	67	62	49	33	27	25	24	22	21	20	17	34	42	47	45	42	39	36	33	30	29	26	25
	500	59	68	64	52	35	29	24	23	20	19	17	15	35	45	50	49	45	42	34	30	27	26	23	20
	150	62	80	75	60	37	25	19	17	15	13	12	11	40	62	69	64	48	34	27	22	18	16	14	12
E	>750	51	66	71	67	57	40	29	26	25	23	21	19	36	44	50	53	53	50	44	39	36	34	30	28
	500	52	67	73	70	58	40	29	26	24	21	19	16	34	44	54	58	57	51	44	39	34	31	28	24
	150	53	74	82	81	65	43	25	19	16	14	11	9	36	56	71	79	70	54	39	28	23	18	15	12
SE	>750	20	42	59	70	74	71	61	48	33	30	26	24	34	37	43	50	54	58	57	55	50	45	41	37
	500	18	40	57	70	75	72	63	49	34	28	25	21	29	33	41	51	58	61	61	56	49	44	37	33
	150	9	35	61	78	86	82	69	50	30	20	17	13	14	27	47	64	75	79	73	61	45	32	23	18
S	>750	28	25	40	53	64	72	77	77	73	67	49	31	47	43	42	46	51	56	61	65	66	65	61	54
	500	26	22	38	51	64	73	79	79	77	65	51	31	44	37	39	43	50	57	64	68	70	68	63	53
	150	21	29	48	67	79	82	89	83	56	50	24	16	28	19	25	38	54	68	78	84	82	76	61	42
SO	>750	31	27	27	26	25	27	50	63	72	74	69	54	51	44	40	37	34	36	41	47	54	57	60	58
	500	33	28	25	23	23	35	50	64	74	77	70	55	53	44	37	35	31	33	39	46	55	62	64	60
	150	29	21	18	15	14	27	50	69	82	87	79	60	48	32	25	20	17	19	39	56	70	80	79	69
O	>750	63	31	28	27	25	24	22	29	46	61	71	72	56	49	44	39	36	33	31	31	35	42	49	54
	500	67	33	28	26	24	22	20	28	44	61	72	73	60	52	44	39	34	31	29	28	33	43	51	57
	150	77	34	25	20	17	14	13	22	44	67	82	85	77	56	38	28	22	18	16	19	33	52	69	77
NO	>750	68	28	27	25	23	22	20	19	24	41	56	67	49	44	39	36	33	30	28	26	26	30	37	44
	500	71	31	27	24	22	21	19	18	23	40	58	70	54	49	41	35	31	28	25	23	24	30	39	48
	150	82	33	25	20	18	15	14	13	19	41	64	80	75	53	36	28	24	19	17	15	17	30	50	66
N	>750	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	75	75	79	83	84	86	88	88	91	92	93	93
	500	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	81	84	86	89	91	93	93	94	94	95	95	95
	150	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tableau 9 : coefficient d'amortissement pour 24 heur de fonctionnement sens protection

	M kg/m³	TEMPS SOLAIRE VRAI																							
		MATIN												APRES MIDI - SOIREE								MATIN			
		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	≥ 750	17	27	33	33	31	29	27	25	23	22	20	19	17	15	14	12	11	10	9	8	7	7	6	6
	500	19	31	38	39	36	34	27	24	22	21	19	17	16	14	12	10	7	8	7	6	5	5	4	3
	≤ 150	31	56	65	61	46	33	26	21	18	16	14	12	9	6	4	3	2	1	1	1	0	0	0	0
E	≥750	16	26	34	39	40	38	34	30	28	26	23	22	20	18	16	14	13	12	10	9	8	8	7	6
	500	16	29	40	46	46	42	36	31	28	25	23	20	18	15	14	12	11	9	8	8	6	6	5	4
	≤150	27	50	67	73	68	53	38	27	22	18	15	12	9	6	4	3	2	1	1	1	1	0	0	1
SE	≥ 750	8	14	22	31	38	43	44	43	39	35	32	29	26	23	21	19	16	15	13	12	11	10	9	8
	500	5	12	23	35	44	49	51	47	41	36	31	27	24	21	18	16	14	12	10	9	8	8	6	6
	≤ 150	0	18	40	59	72	77	72	60	44	32	23	18	14	9	7	5	3	2	1	1	1	0	0	0
S	≥750	10	10	13	20	28	35	42	48	51	51	48	42	37	33	29	26	23	21	19	17	15	14	13	12
	500	7	6	12	20	30	39	48	54	58	57	53	45	37	31	27	23	20	18	16	14	12	11	10	8
	≤ 150	0	0	12	29	48	64	75	82	81	75	61	42	28	19	13	9	6	4	3	2	1	1	0	0
SO	≥ 750	11	10	10	10	10	14	21	29	36	43	47	46	40	34	30	27	24	22	20	18	16	14	13	12
	500	9	9	8	9	9	14	22	31	42	50	53	51	44	35	29	26	22	19	17	15	13	12	11	9
	≤ 150	2	3	5	6	8	12	34	53	68	78	78	68	46	29	20	14	9	7	5	3	2	2		1
O	≥ 750	12	11	11	10	10	10	10	13	19	27	36	42	44	38	33	29	26	23	21	18	16	15	13	12
	500	9	9	9	9	9	9	10	12	19	30	40	48	51	42	35	30	25	22	19	16	14	13	11	9
	≤ 150	2	3	5	6	7	7	8	14	29	49	67	75	75	53	33	22	15	11	8	5	4	3	02	1
NO	≥ 750	10	10	10	10	10	10	10	10	12	17	25	34	39	34	29	26	23	20	18	16	14	13	12	10
	500	8	9	9	9	9	9	9	9	11	19	29	40	46	40	32	26	22	19	16	14	13	11	10	8
	≤ 150	2	4	5	7	8	9	10	10	13	27	48	65	73	49	31	21	16	10	7	5	4	3	2	1
N	≥ 750	16	23	33	41	47	52	57	61	66	69	72	74	59	52	46	42	37	34	31	27	25	23	21	17
	500	11	33	44	51	57	62	66	70	74	76	79	80	60	51	44	37	32	29	27	23	21	18	16	13
	≤ 150	0	48	66	76	82	87	91	93	95	97	98	98	52	34	24	16	11	7	5	4	2	2	1	1

Tableau 10 : coefficient d'amortissement pour 24 heur de fonctionnement avec protection

	M kg/m²	TEMPS SOLAIRE VRAI																						
		MATIN												APRES MIDI - SOIREE								MATIN		
		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	≥750	47	58	54	42	27	21	20	19	18	17	16	14	12	9	8	7	6	6	5	5	4	4	4	3
	500	48	60	57	46	30	24	20	19	17	16	15	13	11	8	7	6	5	5	4	4	3	3	2	2
	≤150	55	76	73	58	36	24	19	17	15	13	12	11	7	4	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0
E	≥750	39	56	62	59	49	33	23	21	20	18	17	15	12	10	9	8	8	7	6	5	5	5	4	4
	500	40	58	65	63	52	35	24	22	20	18	16	14	12	9	8	7	6	5	5	4	4	3	3	2
	≤150	46	70	80	79	64	42	25	19	16	14	11	9	7	4	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0
SE	≥750	4	28	47	59	64	62	53	41	27	24	21	19	16	14	12	11	10	9	8	7	6	6	5	5
	500	3	28	47	61	67	65	57	44	29	24	21	18	15	12	10	9	8	7	6	5	5	4	4	3
	≤150	0	30	57	75	84	81	69	50	30	20	17	13	9	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0
S	≥750	6	6	23	38	51	60	66	67	64	59	42	24	22	19	17	15	13	12	11	10	9	8	7	7
	500	4	4	22	38	52	63	70	71	69	59	45	26	22	18	16	13	12	10	9	8	7	6	6	5
	≤150	10	21	43	63	77	86	88	82	56	50	24	16	11	8	5	4	2	2	1	1	0	0	0	0
SO	≥750	8	8	9	10	11	24	39	53	63	66	61	47	23	19	18	16	14	13	11	10	9	8	8	7
	500	7	8	8	8	10	24	40	55	66	70	64	50	26	20	17	15	13	11	10	9	8	7	6	5
	≤150	3	4	6	7	9	23	47	67	81	86	79	60	26	17	12	8	5	4	3	2	1	1	0	0
O	≥750	8	9	9	10	10	10	10	18	36	52	63	65	55	22	19	17	15	14	12	11	10	9	8	7
	500	7	8	8	9	9	9	9	18	36	54	66	68	60	25	20	17	15	13	11	10	8	7	6	5
	≤150	3	4	6	7	8	8	8	19	42	65	81	85	74	30	19	13	9	6	5	3	2	2	1	0
NO	≥750	8	9	10	10	10	10	10	10	16	33	49	61	60	19	17	15	13	12	10	9	8	8	7	6
	500	7	8	9	9	10	10	10	10	16	34	52	65	64	23	18	15	12	11	9	8	7	6	6	5
	≤150	3	5	7	8	9	9	10	10	17	39	63	80	79	28	18	12	9	6	4	3	2	2	1	0
N	≥750	8	37	67	71	74	76	79	81	83	84	86	87	88	29	26	23	20	19	17	15	14	12	11	10
	500	6	31	67	72	76	79	81	83	85	87	88	90	91	30	26	22	19	16	15	13	12	10	9	8
	≤150	0	25	74	83	88	91	94	96	96	98	98	99	99	26	17	12	8	5	4	3	2	1	1	1

Tableau 11 : coefficient d'amortissement pour 16 heur de fonctionnement sens protection

	M kg/m²	TEMPS SOLAIRE VRAI																	
		MATIN							APRES MIDI - SOIREE										
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
NE	≥750	28	37	42	41	38	36	33	31	23	22	20	19	17	15	14	12		
	500	28	39	45	45	41	39	31	27	22	21	19	17	16	14	12	10		
	≤150	33	57	66	62	46	33	26	21	18	16	14	12	9	6	4	3		
E	≥750	29	38	44	48	48	46	41	36	28	26	23	22	20	18	16	14		
	500	27	38	48	54	52	48	41	35	28	25	23	20	18	15	14	12		
	≤150	29	51	68	74	69	53	38	27	22	18	15	12	9	6	4	3		
SE	≥750	24	29	35	43	49	53	53	51	39	35	32	29	26	23	21	19		
	500	19	24	33	44	52	57	57	53	41	36	31	27	24	21	18	16		
	≤150	3	20	41	60	73	77	72	60	44	32	23	18	14	9	7	5		
S	≥750	33	31	32	37	43	49	55	60	57	51	48	42	37	33	29	26		
	500	27	24	28	34	42	50	58	60	60	57	53	45	37	31	27	23		
	≤150	6	4	15	31	49	65	75	82	81	75	61	42	28	19	13	9		
SO	≥750	35	32	30	28	26	28	30	37	43	47	46	40	34	30	27	24		
	500	31	28	25	24	22	26	33	40	46	50	53	51	44	35	29	26		
	≤150	11	10	10	9	10	14	35	54	68	78	78	68	46	29	20	14		
O	≥750	38	34	32	28	26	25	23	25	26	27	36	42	44	38	33	29		
	500	34	31	28	25	23	22	21	21	23	30	40	48	51	43	35	30		
	≤150	17	14	13	11	11	10	10	15	29	49	67	76	75	53	33	22		
NO	≥750	33	30	28	26	24	23	22	20	18	17	25	34	39	34	29	26		
	500	30	28	25	23	22	20	19	17	17	19	29	40	46	40	32	26		
	≤150	18	14	12	12	12	12	12	11	13	27	48	65	73	49	31	21		
N	≥750	31	57	64	68	72	73	73	74	74	75	76	78	78	59	52	46		
	500	30	47	60	67	72	74	77	78	79	80	81	82	83	60	51	44		
	≤150	4	7	53	70	78	84	88	91	93	95	97	88	99	62	34	24		

Tableau 12 : coefficient d'amortissement pour 16 heur de fonctionnement avec protection

	M kg/m²	TEMPS SOLAIRE VRAI															
		MATIN							APRES MIDI - SOIREE								
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
NE	≥750	53	64	59	47	31	25	24	22	18	17	16	14	12	9	8	7
	500	53	65	61	50	33	27	22	21	17	16	15	13	11	8	7	6
	≤150	56	77	73	58	36	24	19	17	15	13	12	11	7	4	2	2
E	≥750	47	63	68	64	54	38	27	25	20	18	17	15	12	10	9	8
	500	46	63	70	67	56	38	27	24	20	18	16	14	12	9	8	7
	≤150	47	71	80	79	64	42	25	19	16	14	11	9	7	4	2	2
SE	≥750	14	37	55	66	70	68	58	46	27	24	21	19	16	14	12	11
	500	11	35	53	66	72	69	61	47	29	24	21	18	15	12	10	9
	≤150	2	31	57	75	84	81	69	50	30	20	17	13	9	5	4	3
S	≥750	19	18	34	48	60	68	73	74	64	59	42	24	22	19	17	15
	500	16	14	31	46	59	69	76	70	69	59	45	26	22	18	16	13
	≤150	12	23	44	64	77	86	88	82	56	50	24	16	11	8	5	4
SO	≥750	22	21	20	20	20	32	47	60	63	66	61	47	23	19	18	16
	500	20	19	18	17	18	31	46	60	66	70	64	50	26	20	17	15
	≤150	8	8	9	9	10	24	47	67	81	86	79	60	26	17	12	8
O	≥750	23	23	21	21	20	19	18	25	36	52	63	65	55	22	19	17
	500	22	21	19	19	17	16	15	23	36	54	66	68	60	25	20	17
	≤150	12	10	10	10	10	10	9	19	42	65	81	85	74	30	19	13
NO	≥750	21	21	20	19	18	18	17	16	16	33	49	61	60	19	17	15
	500	19	19	18	17	17	16	16	15	16	34	52	65	23	18	15	12
	≤150	12	11	11	11	11	11	11	10	17	39	63	80	79	28	18	12
N	≥750	23	58	75	79	80	80	81	82	83	84	86	87	88	39	35	31
	500	25	46	73	78	82	82	83	84	85	87	88	89	90	40	34	29
	≤150	7	22	69	80	86	93	94	95	97	98	98	99	99	35	23	16

Tableau 13 : coefficient d'amortissement pour 12 heur de fonctionnement

	M kg/m²	TEMPS SOLAIRE VRAI																							
		Protection Intérieur												Sans protection ou avec protection extérieur											
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
NE	>750	59	67	62	49	33	27	25	24	22	21	20	17	34	42	47	45	42	39	36	33	30	29	26	25
	500	59	68	64	52	35	29	24	23	20	19	17	15	35	45	50	49	45	42	34	30	27	26	23	20
	150	62	80	75	60	37	25	19	17	15	13	12	11	40	62	69	64	48	34	27	22	18	16	14	12
E	>750	51	66	71	67	57	40	29	26	25	23	21	19	36	44	50	53	53	50	44	39	36	34	30	28
	500	52	67	73	70	58	40	29	26	24	21	19	16	34	44	54	58	57	51	44	39	34	31	28	24
	150	53	74	82	81	65	43	25	19	16	14	11	9	36	56	71	79	70	54	39	28	23	18	15	12
SE	>750	20	42	59	70	74	71	61	48	33	30	26	24	34	37	43	50	54	58	57	55	50	45	41	37
	500	18	40	57	70	75	72	63	49	34	28	25	21	29	33	41	51	58	61	61	56	49	44	37	33
	150	9	35	61	78	86	82	69	50	30	20	17	13	14	27	47	64	75	79	73	61	45	32	23	18
S	>750	28	25	40	53	64	72	77	77	73	67	49	31	47	43	42	46	51	56	61	65	66	65	61	54
	500	26	22	38	51	64	73	79	79	77	65	51	31	44	37	39	43	50	57	64	68	70	68	63	53
	150	21	29	48	67	79	82	89	83	56	50	24	16	28	19	25	38	54	68	78	84	82	76	61	42
SO	>750	31	27	27	26	25	27	50	63	72	74	69	54	51	44	40	37	34	36	41	47	54	57	60	58
	500	33	28	25	23	23	35	50	64	74	77	70	55	53	44	37	35	31	33	39	46	55	62	64	60
	150	29	21	18	15	14	27	50	69	82	87	79	60	48	32	25	20	17	19	39	56	70	80	79	69
O	>750	63	31	28	27	25	24	22	29	46	61	71	72	56	49	44	39	36	33	31	31	35	42	49	54
	500	67	33	28	26	24	22	20	28	44	61	72	73	60	52	44	39	34	31	29	28	33	43	51	57
	150	77	34	25	20	17	14	13	22	44	67	82	85	77	56	38	28	22	18	16	19	33	52	69	77
NO	>750	68	28	27	25	23	22	20	19	24	41	56	67	49	44	39	36	33	30	28	26	26	30	37	44
	500	71	31	27	24	22	21	19	18	23	40	58	70	54	49	41	35	31	28	25	23	24	30	39	48
	150	82	33	25	20	18	15	14	13	19	41	64	80	75	53	36	28	24	19	17	15	17	30	50	66
N	>750	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	75	75	79	83	84	86	88	88	91	92	93	93
	500	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	81	84	86	89	91	93	93	94	94	95	95	95
	150	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tableurs 14 : facteur solaire des dalles, paves de verre

Dimensions (mm)	Ensoleillé	A l'ombre	
		Orientation N/NO/O/SO	Orientation E/SE/NE
150 × 150 × 100	0,55	0,34	0,51
200 × 200 × 100	0,65	0,40	0,60
300 × 300 × 100	0,75	0,46	0,69

Tableurs 15 : facteur solaire des vitrages spéciaux en simple épaisseur

Type de vitrage	Epaisseur (mm)	FS
Verre à vitre : normal	2 à 3	1
fort	4	0,98
épais	5	0,96
Glace claire ordinaire	6	0,95
	8,6	0,92
	10,5	0,90
	12	0,88
Verre absorbant	5,5	0,71
Glace absorbante		
couleur bronze	6	0,64
	8	0,60
	10	0,54
couleur grise	6	0,65
	8	0,60
	10	0,55
couleur verte	6	0,63
	8	0,59
	10	0,53
Verre coloré		
rouge foncé	3 à 6	0,56
bleu foncé	3 à 6	0,60
gris foncé	3 à 6	0,32
gris-vert	3 à 6	0,46
opale vert	3 à 6	0,43
opale foncé	3 à 6	0,37
ambre	3 à 6	0,70
Glaces réfléchissantes		
claires	6	0,72
	8	0,71
	10	0,70
bronze	6	0,55
	8	0,49
	10	0,45
gris	6	0,55
	8	0,50
	10	0,46
vert	6	0,53
	8	0,49
	10	0,45
Film réflecteur		
sur glace claire		
film A18		**0,25**
film A33		**0,42**
sur glace absorbante		
bronze		
film A18		**0,33**
film A33		**0,41**
gris		
film A18		**0,12**
film A33		**0,21**

Tableurs 16 : facteur solaire des vitrages doubles

Type de vitrage	Epaisseur nominale (mm)	Epaisseur (mm)			FS
		Glace int.	Glace ext.	lame d'air	
verre clair	11	3	3	5	0,90
glace claire	18	6	6	6	0,85
	20	6	6	8	0,85
	24	6	6	12	0,85
	24	6	8	10	0,82
	32	8	10	14	0,80
glace intérieure claire et glace absorbante extérieure :					
grise	18	6	6	6	0,59
	24	8	8	8	0,52
	32	8	10	14	0,48
vert	18	6	6	6	0,56
	24	8	8	8	0,51
	32	8	10	14	0,44
bronze	18	6	6	6	0,58
	24	8	8	8	0,52
	32	8	10	14	0,47
glace intérieure claire et glace réfléchissante extérieure :					
claire	18	6	6	6	0,64
	24	8	8	8	0,60
	32	8	10	14	0,60
bronze	18	6	6	6	0,44
	24	8	8	8	0,37
	32	8	10	14	0,34
gris	18	6	6	6	0,45
	24	8	8	8	0,38
	32	8	10	14	0,35
vert	18	6	6	6	0,43
	24	8	8	8	0,37
	32	8	10	14	0,35
glace claire extérieure et glace réfléchissante intérieure	18	6	6	6	0,30
glace absorbante extérieure et glace réfléchissante intérieure	18	6	6	6	0,22
glace réfléchissante extérieure et intérieure	18	6	6	6	0,13

Tableurs 17 : facteur solaire des vitrages avec protection intérieur

TYPE DE VITRAGE	Epaisseur nominale (mm)	TYPE DE PROTECTION INTERIEURE				
		Stores vénitiens		Stores de toile		
				opaque		translucide
		teinte claire	teinte moyenne	foncé	clair	
Verre à vitre glace	2 à 6 6 à 12	0,55	0,64	0,59	0,25	0,39
Verre absorbant ou coloré Glace absorbante	3 à 6 6 10 12	0,53 0,53 0,52 0,50	0,57 0,57 0,54 0,51	0,45 0,45 0,40 0,36	0,30 0,30 0,28 0,28	0,36 0,36 0,32 0,31
Double vitrage avec lame d'air verre clair glace claire glace absorbante + glace claire intérieure	 11 18 à 32 18 à 32	 0,51 0,51 0,36	 0,57 0,57 0,39	 0,60 0,60 0,40	 0,25 0,25 0,22	 0,37 0,37 0,30

Tableurs 18 : facteur solaire des vitrages avec protection extérieures

Type de Vitrage	TYPE DE PROTECTION EXTÉRIEURE									
	Stores verticaux		Volets verticaux		Volets et stores à l'italienne				Stores vénitiens	
	opaque	trans-lucide	bois	métal	bois	métal	toile opaque	toile trans-lucide	bois	métal ou plastique
Verre ou glace claire	0,14	0,27	0,08	0,12	0,10	0,13	0,14	0,22	0,13	0,16
Glace absorbante	0,12	0,18	0,06	0,10	0,08	0,10	0,11	0,15	0,10	0,11
Double vitrage clair absorbant	 0,16 0,09	 0,20 0,11	 0,06 0,06	 0,08 0,08	 0,08 0,07	 0,09 0,08	 0,09 0,08	 0,19 0,15	 0,10 0,09	 0,11 0,10

Tableurs 19 : facteur solaire des parois vitrées avec protection entre deux vitrages

TYPE DE VITRAGE	TYPE DE PROTECTION		
	Stores Vénitiens		Rideau (teinte claire)
	teinte claire	teinte moyenne	
Double vitrage	0,33	0,36	0,28
verre clair	0,33	0,36	0,28
glace claire			
glace absorbante et glace claire intérieure	0,28	0,28	0,23

Tableurs 20 : coefficients de simultanéité des gains internes

Apport	Nature des apports	Coefficient de Simultanéité CS				
		Locaux				
		Bureaux Réunions Accueil	Logement Hébergement	Vente Restaur-ation	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 fluores-cent 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

Tableurs 21 : valeur du coefficient d'amortissement N_{AT} (T) en pourcentage

N_{AI}	Durée de fonct de l'inst.	M	Durée des apports internes : 10 heures																						
			NOMBRES D'HEURES ECOULEES DEPUIS LE DEBUT DES APPORTS INTERNES																						
Type	(h)	kg/m²	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												

Tableurs 22 : Apports calorifiques dus aux appareils ménagers et de restaurants

Appareils	Gains à admettre (en W)		
	Sens.	Lat.	Total
Appareils Ménagers			
Four électrique	3000	610	3610
Four micro-onde	1400	-	1400
Cuisinière électrique	3000	1500	4500
Plaque chauffante (W_n = 500 W)	500	280	780
Plaque chauffante (W_n = 1000 W)	1000	560	1560
Télévision	150	-	150
Réfrigérateur (100 l)	100	-	100
Réfrigérateur (200 l)	175	-	175
Machine à laver (3 kg)	3000	1500	4500
Machine à laver (5 kg)	6000	3000	9000
Télévision	150	-	150
Appareils de restaurants			
Percolateurs avec chauffe-eau			
2 percolateurs, 2 litres d'eau	400	140	540
4 percolateurs, 4 litres d'eau	1800	350	2150
Table chauffante (par m² de surface)			
avec chauffe-assiette	2200	1110	3310
sans chauffe assiette	1750	1180	2930
Grille-pain	1900	760	2510
Gril à viandes (250 à 300 mm)	1750	620	2370
Friteuse 5 l d'huile	1200	690	1890
10 l d'huile	3000	1660	4660
Sorbetière Capacité : 50 kg/jour	2730	-	2730
Capacité : 100 kg/jour	1880	-	1880
Four micro-ondes	2630	-	2630

Tableau 23 : Apports calorifique dus aux machines de bureaux

Appareils		Gains à admettre (en W) Sens.	Lat.	Total
Machine à écrire		90	-	90
Micro-ordinateur (écran compris)		450	-	450
Mini-ordinateur (les valeurs peuvent varier de 2200 à 6600 W)		4400	-	4400
Imprimante Plus de				
5000 lignes/minute		1800	-	1800
300 à 600 lignes/minute		376	-	376
Terminal écran		160	-	160
Machine comptable		105	-	105
Photocopieur	100 cop./h	100	-	100
	200 cop./h	200	-	200
	500 cop./h	900	-	900
	1000 cop./h et plus	1800	-	1800
Machine à tirer des plans				
Vitesse de sortie	40 [m/h]	1000	-	1000
	100 [m/h]	1400	-	1400
	200 [m/h]	3712	-	3712
	400 [m/h]	4640	-	4640
	600 [m/h]	6500	-	6500
Rétroprojecteur		400	-	400
Plotter		70	-	70
Projecteur de diapositives		300	-	300
Lecteur de microfilm		520	-	520
Lecteur de microfiches		85	-	85

Tableau 24 : Apports calorifique dus aux à divers appareils

Appareils		Gains à admettre (en W) Sens.	Lat.	Total
Présentoir (par m3 de volume intérieur)		640	-	640
Caisse enregistreuse		48	-	48
Réfrigérant à eau		1750	-	1750
Sèche cheveux central	5 casques	4483	1197	5680
	10 casques	6273	1790	8063
Casque sèche-cheveux		690	120	810
Stérilisateur de pansements, taille :	406x620 mm	2870	2600	5470
	508x 914 mm	6960	7170	14130
Stérilisateur	152x205x432mm	805	710	1515
d'instruments, taille :	228x254x508mm	1518	1174	2692
	254x305x560mm	2420	1760	4180
	254x305x914mm	3048	2810	5858
	305x406x620mm	2728	2550	5278
Stérilisateur ustensiles, taille :				
	406 x 406 x 620 mm	3167	6096	9263
	508 x 508 x 620 mm	3676	7649	11325
Moulin à café		500	140	640
Mixer		1000	277	1277
Fer à repasser		500	280	780
Aspirateur		200	-	200

Tableau 25 : le débit d'air neuf,

Destination des locaux	Débit minimal d'air neuf en m^3/h par occupant. Air à une masse volumique de $1.2kg/m^3$	
	Locaux avec interdiction de fumer	Locaux sans interdiction de fumer
Locaux d'enseignement: Classe, salle d'étude, laboratoire atelier…….. -maternelle, première et secondaire de 1ére cycle - secondaire de 2émecycle et universitaires…. -atelier……	 15 18 18	 - 25 25
Bureaux et locaux assimilés: bibliothèque, bureau de poste, banque…….	18	25
Locaux de réunions: Salle de réunion, salle de spectacle, de culte, clubs, foyers……..	18	30
Locaux de d'hébergement : -chambre collective (plus de 3personnes), dortoirs, cellules, salles de repos…..	18	25
Locaux de vente : Boutique, supermarché……	22	30
Locaux de restauration: -cafés, restaurant, cantine…….	22	30
Locaux à usage sportif : **-par sportif** -dans une piscine -Dans une autres locaux Par spectateur……	 22 25 18	 - 30 30

Tableau 26 : Infiltrations par les portes et fenêtres,

DESIGNATION	**Qvinf** Vent perpendiculaire à l'ouvrant (en m /h.m^2 d'ouverture)	**qvOinf.i** Vent oblique par rapport à l'ouvrant (en m /h.m2 d'ouverture)
Fenêtre ou porte-fenêtre	14,5	8,7
Double fenêtre	8,7	5,2
Porte simple	21,7	13,0
Porte simple avec seuil et joint d'étanchéité	4,5	2,7
Porte en verre ou glace	145	87
Double porte avec sas : 1/portes simples 2/portes simples avec seuil et joint d'étanchéité 3/portes en verre	4,2 0,90 28,1	2,5 0,5 16,9
Porte à tambour : 1/avec joint d'étanchéité 2sans joint d'étanchéité	7,3 21,7	4,4 13,0

Tableurs 27: valeur de a

Valeurs de a (en W/m².°C)		
Zone climatique	Logement Individuel	Logement en immeuble collectif, bureaux, locaux à usage d'hébergement
A	1,10	1,10
B	1,10	0,90
B'	1,10	0,90
C	1,10	0,85
D1, D2 et D3	2,40	2,40

Tableau 28: valeurs de ΔTS ref pour les parois horizontales

(alt = altitude) Zone climatique		Valeurs de $\Delta TS_{réf, PH}$ (en °C) Paroi en contact avec l'extérieur	Paroi en contact avec un local non conditionné
A	alt < 500 m	13,39	4
	500 ≤ alt < 1000 m	12,49	3,5
	alt ≥ 1000 m	9,99	0.5
B	alt < 500 m	14,54	5
	500 ≤ alt < 1000 m	13,59	4
	alt ≥ 1000 m	12,09	5
B'	alt < 500 m	16,09	6
	alt ≥ 500 m	voir zone B (en fonction de l'altitude)	
C	alt < 1000 m	13,49	6,5
	alt ≥ 1000 m	11,24	3
D1		13,09	9
D2		12,09	13
D3		12,09	6

Tableau 29: valeurs de C

Valeurs de c (en W/m².°C)		
Zone climatique	Logement Individuel	Logement en immeuble collectif,bureaux, locaux à usage d'hébergement
A	1,4	1,2
B	1,2	1,2
B'	1,2	1,2
C	1,2	1,2
D	1,4	1,4
D1, D2 et D3	1,4	1,4

Tableau 30 : valeur ΔTS réf pour les parois verticales

Valeurs de $\Delta TS_{réf,PV}$ (en °C) - Latitude 20°N										
Zone climatique		Paroi en contact avec l'extérieur Orientation								Paroi en contact avec un l.n.c.
	(alt en m)	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
B	alt < 500	5,81	6,65	7,03	8,23	6,84	9,45	9,86	6,89	5
	500≤ alt < 1000	4,86	5,7	6,08	7,28	5,89	8,5	8,91	5,94	4
	alt ≥ 1000	3,36	4,2	4,58	5,78	4,39	7	7,41	4,44	5
B'	alt < 500	7,36	8,2	8,58	9,78	8,39	11	11,41	8,44	6
	alt ≥ 500	voir zone B (en fonction de l'altitude)								
C	alt < 1000	4,76	5,6	5,98	7,18	5,79	8,4	8,81	5,84	6,5
	alt ≥ 1000	2,51	3,35	3,73	4,93	3,54	6,15	6,56	3,59	3
D1		9,26	10,1	10,48	11,68	10,29	12,9	13,31	10,34	9
D2		8,26	9,1	9,48	10,68	9,29	11,9	12,31	9,34	13
D3		8,26	9,1	9,48	10,68	9,29	11,9	12,31	9,34	6

Valeurs de $\Delta TS_{réf,PV}$ (en °C) - Latitude 30° N									
Zone climatique		Paroi en contact avec l'extérieur l'extérieur Orientation							Paroi en contact avec un l.n.c
	(alt en m)	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
A	alt < 500	4,66	5,46	5,89	7,51	6,88	8,95	8,75	5,69	4
	500≤ alt < 1000	3,76	4,56	4,99	6,61	5,98	8,05	7,85	4,79	3,5
	alt ≥ 1000	1,26	2,06	2,49	4,11	3,48	5,55	5,35	2,29	0,5
B	alt < 500	5,81	6,61	7,04	8,66	8,03	10,1	9,9	6,84	5
	500≤ alt < 1000	4,86	5,66	6,09	7,71	7,08	9,15	8,95	5,89	4
	alt ≥ 1000	3,36	4,16	4,59	6,21	5,58	7,65	7,45	4,39	5
B'	alt < 500	7,36	8,16	8,59	10,21	9,58	11,65	11,45	8,39	6
	alt ≥ 500	voir zone B (en fonction de l'altitude)								
C	alt < 1000	4,76	5,56	5,99	7,61	6,98	9,05	8,85	5,79	6,5
	alt ≥ 1000	2,51	3,31	3,74	5,36	4,73	6,8	6,6	3,54	3
D1		9,26	10,06	10,49	12,11	11,48	13,55	13,35	10,29	9
D2		8,26	9,06	9,49	11,11	10,48	12,55	12,35	9,29	13
D3		8,26	9,06	9,49	11,11	10,48	12,55	12,35	9,29	6

Valeurs de $\Delta TS_{réf,PV}$ (en °C) - Latitude 40°N									
Zone climatique		Paroi en contact avec l'extérieur Orientation							Paroi en contact avec un l.n.c
	(alt en m)	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
A	alt < 500	4,66	5,44	5,89	8,22	9,81	10,02	8,75	5,66	4
500≤	alt < 1000	3,76	4,54	4,99	7,32	8,91	9,12	7,85	4,76	3,5
	alt ≥ 1000	1,26	2,04	2,49	4,82	6,41	6,62	5,35	2,26	0,5
B	alt < 500	5,81	6,59	7,04	9,37	10,96	11,17	9,9	6,81	5
500≤	alt < 1000	4,86	5,64	6,09	8,42	10,01	10,22	8,95	5,86	4
	alt ≥ 1000	3,36	4,14	4,59	6,92	8,51	8,72	7,45	4,36	5
B'	alt < 500	7,36	8,14	8,59	10,92	12,51	12,72	11,45	8,36	6
	alt ≥ 500	voir zone B (en fonction de l'altitude)								
C	alt < 1000	4,76	5,54	5,99	8,32	9,91	10,12	8,85	5,76	6,5
	alt ≥ 1000	2,51	3,29	3,74	6,07	7,66	7,87	6,6	3,51	3

Tableau 31 : valeur de NPVI réf

Valeurs de $N_{PVI, réf}$								
Types de locaux	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
logement, locaux à usage d'hébergement	0,95	0,26	0,31	0,44	0,68	0,62	0,43	0,30
Bureaux	0,98	0,19	0,21	0,28	0,65	0,77	0,61	0,40

Tableau 32: valeur de ΔTS réf pour les parois vitrées

Valeurs de $\Delta TS_{réf,PVI}$ (en °C)		
Zone climatique	Paroi en contact avec l'extérieur	Paroi en contact avec un local non conditionné
A alt < 500 m	7	4
500 ≤ alt < 1000 m	6,5	3,5
alt ≥ 1000 m	3,5	0,5
B alt < 500 m	11	5
500 ≤ alt < 1000 m	10	4
alt ≥ 1000 m	8	5
B' alt < 500 m	14	6
alt ≥ 500 m	voir zone B	voir zone B
C alt < 1000 m	12,5	6,5
alt ≥ 1000 m	9	3
D1	17	9
D2	21	13
D3	12	6

Tableau33 : Condition intérieur de base

APPLICATION	Niveau de confort amélioré		Niveau de confort normal		
	Température sèche (°C)	Humidité relative (%)	Température sèche (°C)	Humidité relative (%)	Accroissement toléré de la température (°C)
Séjour de longue durée Logement, hôtel, bureaux, hôpital, école, etc.	24	45	27	50	2
Séjour de courte durée Magasin, banque, bureaux de poste, salon de coiffure, etc.	24	45	27	50	2
Séjour de durée limitée avec gains latents importants Amphithéâtre, salle de spectacle, lieu deculte, salle de restauration, cuisine, etc.	24	50	27	60	1

Tableau34 : facteur solaire des vitrage avec protections extérieur

Type de Vitrage	TYPE DE PROTECTION EXTÉRIEURE									
	Stores verticaux		Volets verticaux		Volets et stores à l'italienne				Stores vénitiens	
	opaque	trans-lucide	bois	métal	bois	métal	toile opaque	toile trans-lucide	bois	métal ou plastique
Verre ou glace claire	0,14	0,27	0,08	0,12	0,10	0,13	0,14	0,22	0,13	0,16
Glace absorbante	0,12	0,18	0,06	0,10	0,08	0,10	0,11	0,15	0,10	0,11
Double vitrage clair absorbant	0,16 0,09	0,20 0,11	0,06 0,06	0,08 0,08	0,08 0,07	0,09 0,08	0,09 0,08	0,19 0,15	0,10 0,09	0,11 0,10

Tableau35 : coefficient de simultanéité des gains internes

Apport	Nature des apports	Coefficient de Simultanéité CS				
		Locaux				
		Bureaux Réunions Accueil	Logement Hébergement	Vente Restaur-ation	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 fluores-cent 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

Tableau36 : valeur du Coefficient d'amortissement N $_{A(t)l}$) en pourcentage

N_{AI} Type	Durée de fonct de l'inst. (h)	M kg/m²	Durée des apports internes : 10 heures — NOMBRES D'HEURES ECOULEES DEPUIS LE DEBUT 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												

Tableau37 : Gains du aux occupant

Degré d'activité	Exemple d'application	Température sèche du local (°C)									
		28		27		26		24		21	
		Apports sensibles (Sen) et latents (Lat) en W/pers.									
		Sen	Lat	Sen	Lat	Sen	Lat	Sen	Lat	Sen	Lat
Assis, repos	Classe, salle de spectacle	51	51	57	45	62	40	67	35	76	27
Assis, travail très léger	Logement, bureau, hôtel, amphithéâtre	52 52	79 94	58 58	73 88	63 64	69 83	71 74	60 72	83 85	49 62
Debout, marche	Magasin, accueil	60	102	66	96	72	91	82	80	93	70
Travail léger	Atelier, usine	56	164	64	156	72	148	86	134	107	113
Travail assez pénible	Atelier, usine, salle de sport	79	214	88	205	97	197	112	181	135	158
Travail pénible	Atelier, usine, salle de sport	131	293	136	288	142	283	154	271	177	248

Tableau38 : rendements moyens des moteurs électrique

Puissance nominale [W]	[ch]	Rendement (%)	Puissance nominale [kW]	[ch]	Rendement (%)
37	1/20	40	2,2	3	81
61	1/12	50	3,7	5	82
92	1/8	55	5,5	7,5	85
122	1/6	60	7,36	10	85
184	1/4	64	11	15	86
245	1/3	66	14,7	20	87
368	1/2	70	18,4	25	88
550	3/4	72	22	30	89
736	1	80	29,4	40	89
1100	1,5	80	37	50	90
1470	2	80			

Tableau 20: Apports calorifiques dus aux machines de bureaux, [7].

Appareils		Gains à admettre (en W) Sens.	Lat.	Total
Machine à écrire		90	-	90
Micro-ordinateur (écran compris)		450	-	450
Mini-ordinateur (les valeurs peuvent varier de 2200 à 6600 W)		4400	-	4400
Imprimante Plus de 5000 lignes/minute		1800	-	1800
300 à 600 lignes/minute		376	-	376
Terminal écran		160	-	160
Machine comptable		105	-	105
Photocopieur	100 cop./h	100	-	100
	200 cop./h	200	-	200
	500 cop./h	900	-	900
	1000 cop./h et plus	1800	-	1800
Machine à tirer des plans				
Vitesse de sortie	40 [m/h]	1000	-	1000
	100 [m/h]	1400	-	1400
	200 [m/h]	3712	-	3712
	400 [m/h]	4640	-	4640
	600 [m/h]	6500	-	6500
Rétroprojecteur		400	-	400
Plotter		70	-	70
Projecteur de diapositives		300	-	300
Lecteur de microfilm		520	-	520
Lecteur de microfiches		85	-	85

Tableau39 : Gains dus à l'éclairage

Désignation du local ou genre d'activité	Intensité lumineuse recommandée (lux)	Puissance dégagée des lampes ou des tubes (W/m²)	
		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

- 24 h de fonctionnement et 8 h d'apports internes

0	1	2	3	4	5	6	7	8
37	67	71	74	76	79	81	83	84

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
29	26	23	20	19	17	15	14	12	11	10	9	8	7	6

- 16 h de fonctionnement et 8 h d'apports internes

0	1	2	3	4	5	6	7	8
51	79	82	84	85	87	88	89	90

9	10	11	12	13	14	15
29	26	23	20	19	17	15

- 24 h de fonctionnement et 13 h d'apports internes

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
37	67	71	74	76	79	81	83	84	86	87

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
89	90	92	29	26	23	20	19	17	15	14	12	11

- 16 h de fonctionnement et 13 h d'apports internes

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
60	87	90	91	91	93	93	94	94	95	95

11	12	13	14	15
96	96	97	29	26

Figure 1 : diagramme psychrométrique

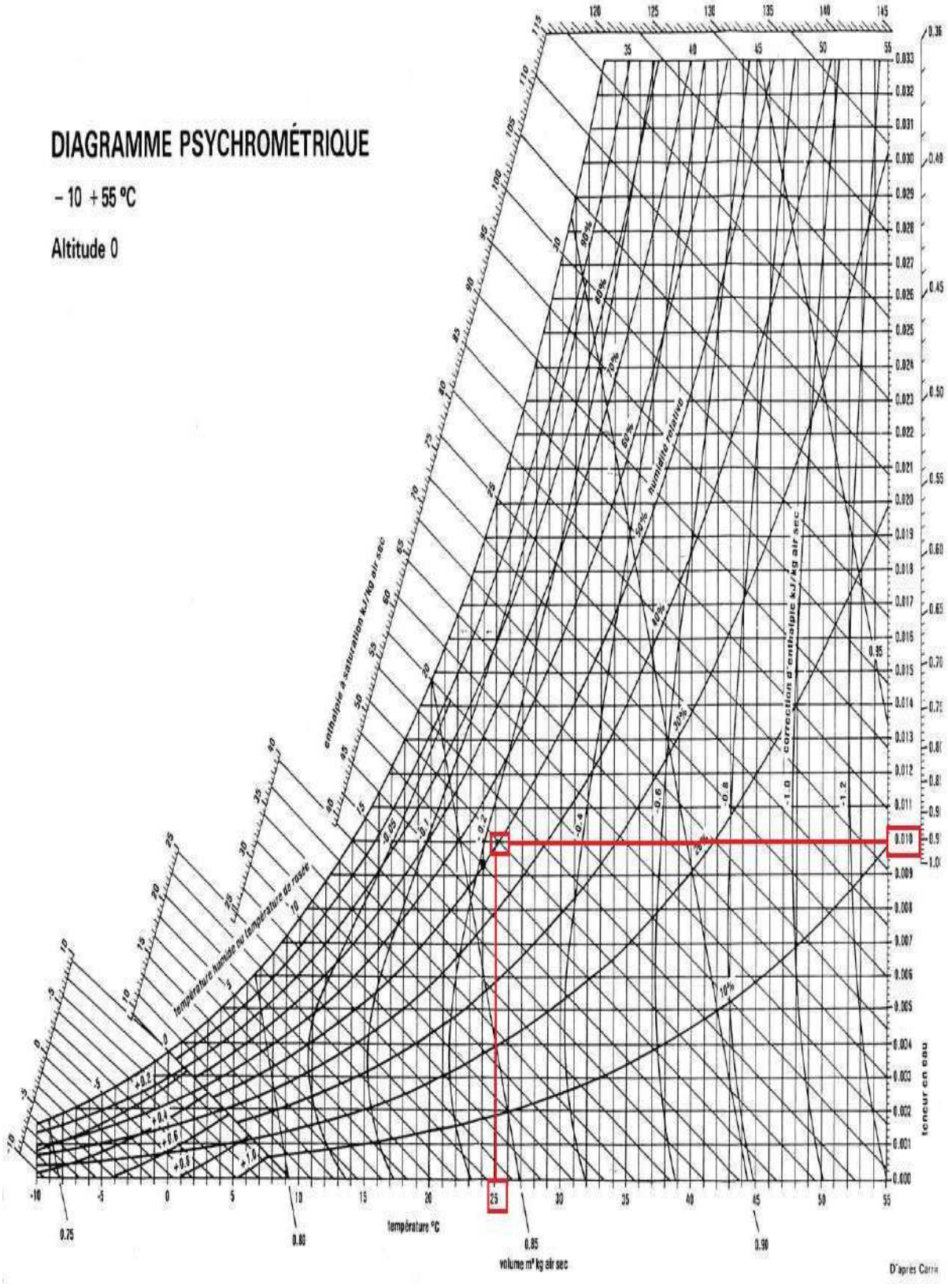
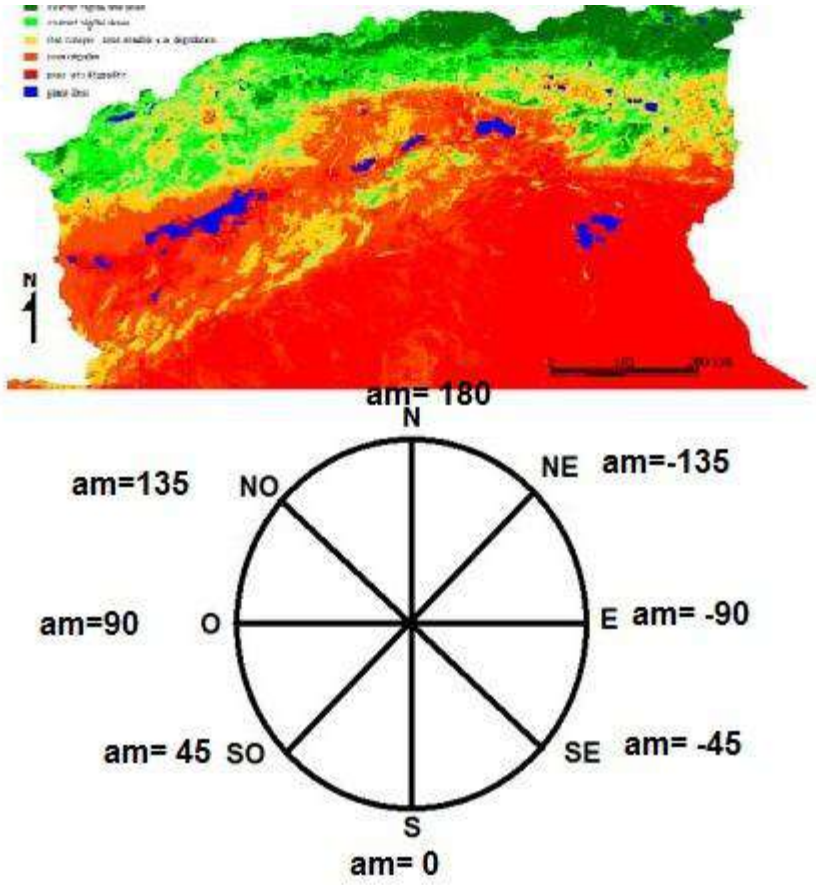


Figure 2 : Angle am



Liste des Symbole

Symbole	Désignation	Unité
AI	Apports calorifiques internes	[W]
APO	Apports calorifiques par une paroi opaque	[W]
AREN	Apports calorifiques dus au renouvellement d'air	[W]
AINF	Apports calorifiques dus aux infiltrations d'air extérieur	[W]
AT	Apports calorifiques totaux	[W]
AV	Apports calorifiques à travers les parois vitrées	[W]
AVE	Apports par rayonnement solaire à travers les parois vitrées	[W]
AVT	Apports par transmission à travers les parois vitrées	[W]
A	Coefficient réglementaire	[W/m². °C]
Alt	Altitude	[m]
C	Coefficient de correction	[selon les cas]
CS	Coefficient de simultanéité	[m]
Eb	Ecart diurne	[C°]
E	Epaisseur	[m]
e'	Coefficient réglementaire	[W/m^{2}.°C]
FS	Facteur solaire	[-]
HR	Humidité relative	[%]
HS	Humidité spécifique d'air	[gvap/kgas]
H	Coefficient d'échange superficiel	[W/m^{2}.°C]
I	Rayonnement	[W/m²]
K	Coefficient surfacique de transmission calorifique	[W/m². °C]
K	Coefficient linéique d'émission calorifique	[W/m. °C]
L	Latitude	[m]
M	Masse rapportée à la surface du plancher	[kg/m²]
M	Masse	[kg]
N	Coefficient d'amortissement	[-]
Qm	Débit massique	[kg/s]
Qv	Débit volumique	[m^{3}/s]
Qve	Débit volumique d'air extrait	[m^{3}/s]
Qvo	Volumique d'infiltration pour un ouvrant	[m /h.m²]
R	Résistance thermique d'une couche de matériau	[m². °C/W]

R	Résistance thermique d'échanges superficiels	[m^2.°C/W]
S	Surface d'une paroi opaque	[m²]
SV	Surface vitrée	[m²]
TH	Température humide de l'air	[°C]
TS	Température sèche de l'air	[°C]
W	Puissance	[W]
Z	Différence de niveau (paroi en contact avec le sol)	[m]
ΔTS	Différence de températures sèches	[°C]
Δte	Différence de température équivalente	[°C]
Δtes	Différence de température équivalente non corrigée (Conditions standard) pour une paroi à l'ombre	[°C]
Δtem	Différence de température équivalente non corrigée (Conditions standard) pour une paroi ensoleillée	[°C]
Δtlnc	Ecart de température sèche entre un espace non conditionné et un local conditionné	[°C]
α	Facteur d'absorption	[-]
λ	Conductivité thermique	[W/m.°C]

Indice :

Symbole	Désignation
AI	Apports internes
A	Absorbé
As	Air sec
An	Air neuf
B	Base
D	Diffus
E	Extérieur
Eff	Effectif
F	Fluide
I	Intérieur
Inf	Air d'infiltration
L	Latent

Lim	Limite
Lnc	Local non climatisé
M	Moyen
PH	Paroi horizontale
PV	Paroi verticale
PVI	Paroi vitrée
réf.	Référence
S	Sensible
sup.	Supérieur
T	Total

Bibliographie

[1]Document Technique Réglementaire (D.T.R C 3.4). Climatisation. Règle de calcul des apports calorifiques des bâtiments 2005.

[2]MR.CHIBA. Y. Cours de cour de installation de climatisation, calcule la surface ensoleillé de les apports a travers les parois vitrée. Universitaire de Médéa 2013-2014

[3] P. COURRTIN : « climatisation conditionnement d'air (calcul des charges) ».2014

[4].MR. m. azizou . . Cours de module thermodynamique appliquée calcule de la batterie froide Universitaire de Médéa 2015-2016

[5] G. PORCHER 'Cours de climatisation, bases des calcules installations de climatisations

Sites Internet :

[7]/http://www.media.xpair.com/pdf/sfsolution-climatisation-eau-glacée.htm (les avantages) 20/05/2017

[8].CIAT.www.CIAT.com. Climatisation 20/05/2017

[9].www. tmsec.pages perso-orange.fr/clim10-group (groupe eau glacée**)** 20/05/2017