

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

Université Akli Mohand Oulhadj - Bouira -
X•O٧•٤X •K||٤ □:K:|٨ :||K•X - X:O٤O:٤ -



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة أكلي محمد أولحاج
- البويرة -

Faculté des Sciences et des Sciences Appliquées
Département de Génie Mécanique

PROJET DE FIN D'ETUDES

Présenté pour l'obtention du Diplôme de Master en **Génie Mécanique**
Option : **Énergétique**

Thème

**Calcul de bilan thermique pour la climatisation d'un
local**

Par

HANI Abdellah et ACHIT Rochdi

Évalue le /06/2022

Par le jury composé :

Président : M ^r .	Université Bouira
Encadreur : M ^r . B. MAHFOUD	MCA Université Bouira
Examineurs :	
M ^r	Université Bouira
M ^r .	Université Bouira

REMERCIEMENTS

En préambule, je souhaite rendre grâce à Dieu, le clément et le miséricordieux de m'avoir donné la force et la patience de mener à bien ce modeste travail

*Je tiens évidemment à débiter ces remerciements en témoignant de ma profonde reconnaissance envers Monsieur **Brahim MAFFOUD**, maître de conférences à l'Université BOULBA, pour m'avoir encadré et dirigé ce travail avec patience.*

Je remercie vivement Monsieur Maître de conférences à l'Université BOULBA, qui m'a fait l'honneur de présider le jury, ainsi que pour sa contribution à ma formation.

Je veux exprimer mes remerciements aux membres de jury,

Monsieur , MA à l'Université BOULBA

Monsieur MA à l'Université BOULBA.

Monsieur , MA à l'Université BOULBA.

Mes remerciements s'adressent aussi à tous les enseignants du département de Génie Mécanique de l'Université BOULBA

Dédicace

Merci mon dieu de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail :

À mes parents qui n'ont jamais cessé de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs. Qu'ils trouvent ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

. Ainsi qu'à tout ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail

A tout ma famille élargie

A tous mes amis qui me connaissent de près ou de loin.

A mes très chères qui m'ont toujours soutenu.

Abdellah Hami

Dédicace

Merci mon dieu de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail :

A mes très chers parents

*. Ainsi qu'à tout ceux qui ont contribué à la réalisation
de ce travail*

Et tout la famille Achit et Ferrache

Et à ma deuxième famille UGEL

Achit Rochdi

Résumé

Ce travail présente les étapes pour calculer le bilan thermique d'un restaurant avec le logiciel Block Load. Le logiciel approuvé par l'ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers), il utilise la méthode de fonction de transfert. Les données climatiques de la ville de BOUIRA (Algérie) sont utilisées pour le calcul de bilan thermique. Différentes inclinaisons de toit ($\theta=0^\circ$, 60°) ont été comparé par simulations. Ce bilan permet de déterminer la puissance du générateur de chaleur et la puissance de l'émetteur dans le restaurant. À partir de ces simulations, nous pouvons déterminer l'installation la plus économique et la plus efficace. On constate qu'un toit avec pente peut réduire la consommation d'énergie de la maison.

Mots clés: ASHRAE, Block Load, bilan thermique

Abstract

This work presents the steps to calculate the heat balance of a restaurant with the Block Load software. Software approved by ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) uses the transfer function method. The climatic data of the city of Algiers (BOUIRA) are used for the calculation of heat balance. Different roof inclinations ($\theta=0^\circ$, 60°) were compared by simulations. This balance makes it possible to determine the power of the heat generator and the power of the transmitter in the restaurant. From these simulations, we can determine the most economical and efficient installation. It is found that a sloped roof can reduce the energy consumption of the house.

Keywords: ASHRAE, Block Load, heat balance, local

ملخص

يقدم هذا العمل خطوات حساب التوازن الحراري لمطعم باستخدام برنامج Block Load. برنامج معتمد من ASHRAE الجمعية الأمريكية لمهندسي التدفئة والتبريد وتكييف الهواء) ، ويستخدم طريقة وظيفة النقل. تستخدم البيانات المناخية لمدينة البويرة (الجزائر) لحساب ميزان الحرارة. تمت مقارنة ميول السقف المختلفة ($\theta = 0$) درجة ، 60 درجة) عن طريق المحاكاة. هذا التوازن يجعل من الممكن تحديد قوة مولد الحرارة وقوة جهاز الإرسال في المطعم. من خلال هذه المحاكاة ، يمكننا تحديد التركيب الأكثر اقتصادا وفعالية. وجد أن السقف المنحدر يمكن أن يقلل من استهلاك الطاقة للمنزل..

كلمات مفاتيح: ASHRAE, Block Load, التوازن الحراري

Sommaire

Résumé	(IV)
Liste des figures.....	(VII)
Liste des tableaux.....	(VIII)
Nomenclature.....	(IX)
Introduction générale	(2)
Objet d'étude	(3)
Chapitre I : généralité et revues bibliographique	
I.1. Paramètres intervenant dans le bilan thermique	(1)
I.2 éléments du calcul le bilan thermique	(3)
a) déperdition PT par conduction par les parois	(3)
b) déperdition aéraulique Pa (ventilation et filtration)	(4)
c) réalisation pratique de bilan thermique	(4)
I.3. Calcul la résistance thermique par les parois	(6)
I.4. Définissez les travaux d'amélioration	(19)
I.5. Revues bibliographiques	(10)
Chapitre II : méthodes de calcul des bilans thermiques	
II.1. Généralité	(11)
II.2. Rappels de base sur les échanges thermiques.....	(11)
II.3. Principe du bilan thermique	(15)
II.3.1. Calcul des déperditions	(15)
II.3.2. Objectifs du calcul des déperditions	(15)
II.3.3. Bases de calcul	(16)
II.3.3.1. Principe général	(16)
II.3.3.2. Expression générale des déperditions	(16)
II.3.3.3. Vérification et déperditions de référence	(17)

II.3.3.4. Déperditions surfaciques par transmission à travers les parois	(18)
II.3.3.5. Limites de calcul	(19)
II.3.3.6. Coefficient d'échange global K des parois opaques	(19)
II.3.3.7. Coefficient K des parois vitrées	(21)
II.3.3.8 Coefficient K des portes	(22)
II.3.3.9. Déperditions à travers les ponts thermiques	(22)
II.3.3.10. Déperditions à travers les parois en contact avec des locaux non chauffés ...	(24)
II.3.3.11. Déperditions par renouvellement d'air	(25)

Chapitre III : description de local et l'environnement de simulation block-load

III.1. Introduction	(30)
III.2. Description du local	(31)
III.3. L'environnement de simulation Block Load	(33)
III.3.1. Le progiciel	(35)
III.3.1.2. Définition	(35)
III.3.1.3. Unité de mesure	(35)
III.3.1.4. Préparation des données	(35)
III.3.2. Le site	(36)
III.3.2.1. Ecran de saisie : Site	(36)
III.3.2.2. Latitude	(37)
III.3.2.3. L'altitude	(37)
III.3.3. Les zones	(37)
III.3.3.1. Ecran de saisie : Zone Données	(37)
III.3.3.2. Zone	(38)
III.3.3.3. Nom de la Zone	(38)
III.3.3.4. Surface de plancher	(38)

III.3.3.5. Poids du bâtiment	(38)
III.3.3.6. Coefficient d'occupation de l'Eclairage	(39)
III.3.3.7. Coefficient K des Murs	(39)
III.3.3.8. Calcul du coefficient de transmission des parois opaques	(39)
III.3.3.9. Poids des murs	(40)
III.3.3.10. Couleur	(40)
III.3.3.11. Coefficient K des Toitures	(40)
III.3.3.12. Poids de la toiture	(41)
III.3.3.13. Exposition.....	(41)
III.3.4. Système cvc	(42)
III.3.4.1. Définition	(42)
III.3.4.2. Ecran de Saisie, Système CVC Données 1	(43)
III.3.4.3. Nom du système	(43)
III.3.4.4. Type de système	(43)

Chapitre IV : résultat et discussion

IV.1. Spécification de construction.....	(44)
IV.2. Charge de climatisation	(45)
IV.2.1 Gains de chaleur.....	(46)
IV.2.2. Analyse de transfert de chaleur	(46)
IV.2.3 Calcul la charge thermique pour local	(46)

Conclusion

Bibliographies

Liste des figures

Chapitre I

- Fig. I.1:** Répartition moyenne des déperditions dans une maison individuelle(1)
- Fig. I.2:** Repérez parois déprédatives(5)
- Fig. I.3:** Relevé des dimensions des parois (7)

Chapitre II

- Fig. II.1:** Élément de base permettant de définir le coefficient (λ).....(11)
- Fig. II.2 :** Différentes résistances au flux thermique d'une paroi simple(14)
- Fig. II.3** Ponts thermiques.....(23)

Chapitre III

- Fig.III.1 :** description de local(11)
- Fig.III.2:** Block Load version 4.15.....(33)
- Fig.III.3 :** Nouveau projet (Local d'un restaurant)(34)
- Fig.III.4 :** Ecran de saisie : Zone Données-1(36)
- Fig.III.5 :** Ecran de saisie : Zone Données-2(37)
- Fig.III.6 :** Ecran de saisie, Bâtiment et Matériaux(39)
- Fig.III.7 :** Ecran de saisie, Exposition.....(41)
- Fig.III.8 :** Ecran de saisie, Parois/LNC.....(42)
- Fig.III.9 :** Ecran de saisie, Système CVC Données 1.....(43)

Chapitre IV

- Fig. IV.1:** Le plan de local.....(47)
- Fig. IV.2:** Température moyenne mensuelle pendant l'année(50)
- Fig. IV.3:** Le diagramme psychrométrique (local avec toiture Horizontal).....(52)
- Fig. IV.4:** Le diagramme psychrométrique (local avec toiture incliné d'angle 30°).....(59)

Liste des tableaux

Chapitre I

Tableau I.1: la résistance thermique	(6)
Tableau I.2: le coefficient de transmission thermique	(7)
Tableau I.3: les rapports des surfaces	(8)
Tableau I.4: le coefficient H	(8)
Tableau I.5: le besoin de chauffage	(9)
Tableau I.6: les travaux d'amélioration	(9)

Chapitre II

Tableau II.1: Caractéristique thermique de différents matériaux	(17)
Tableau II.2 la résistance thermique d'change superficiele.....	(20)
Tableau II.3 résistance thermique pour lame l'air.....	(20)
Tableau II.4 coefficients de vitrage.....	(22)
Tableau II.5 Coefficient K des portes.....	(22)
Tableau II.6 Ponts thermiques	(24)
Tableau II.7 Débit extrait minimale de référence	(27)
Tableau II.8 Le débit extrait maximum QVmax	(27)
Tableau II.9 Perméabilité surfacique de l'air	(28)
Tableau II.10 Coefficient d'exposition au vent	(28)
Tableau II.11 Le coefficient de transmission linéique	(29)

Chapitre III

Tableau III.1: Les conditions initiales	(32)
Tableau III.2: Poids des bâtiments	(38)
Tableau III.3: Poids des murs	(40)
Tableau III.4: Poids des toitures	(41)

Chapitre IV

Tableau IV.1: Résumé des spécifications de construction	(47)
Tableau IV.2 : Tableau climatique de Bouira centre.....	(50)
Tableau IV.3: Dimensionnement de l'espace (local avec toiture horizontale).....	(52)
Tableau IV.4: Conception des systèmes de refroidissement et de chauffage.....	(53)
Tableau IV.5: Dimensionnement de l'espace (local avec toiture incliné d'angle 30°).....	(57)
Tableau IV.6: Conception de Refroidissement (local avec toiture incliné d'angle 30°).....	(58)
Tableau IV.7: Conception de Chauffage (local avec toiture incliné d'angle 30°).....	(58)

Nomenclature

Symboles	Grandeurs	Unités
\dot{m}	Débit massique	Kg /s
Q	Quantité de chaleur	KJ
H	Enthalpie	KJ/kg
L	Chaleur latent	KJ/kg
Cp	Chaleur massique	KJ/kg. K
T	Temperature	K
W	Travail	W
V	Volume	M ³
P	Pression	Pa
M	Masse molaire	Kg/kmol
S	Entropie	KJ/kg
U	Énergie interne	KJ/kg
ρ	Masse volumique	Kg/m ³
μ	Viscosité dynamique	Pa. S
λ	Conductivité thermique	W/m. K
σ	Constante de Stefan-Boltzmann	W/m ² K ⁴
τ	Rendement exégétique	
ξ	Concentration massique	
η	Efficacité du système	
Cop	Coefficient de performance	
Eff	Efficacité de l'échangeur	



Introduction Générale

Introduction générale

Le bilan thermique est une compatibilité entre entrée et sortie d'Energie du bâtiment pendant une période de temps donnée. Ce bilan doit être équilibré par conservation de l'Energie. Les sommes des gains et des pertes étant égales si la période de consommation est suffisamment longue (une année ou un mois, s'il n'existe pas de capacité de stockage particulièrement grande).

Un calcul rigoureux d'un bilan thermique permet de connaître la quantité d'Energie nécessaire pour chauffer ou refroidir un local afin de :

- ✓ Satisfaire les exigences de confort de l'occupant
- ✓ Satisfaire les exigences d'un procédé de fabrication d'un produit dans le local ou dans un laboratoire
- ✓ Économiser de l'Energie
- ✓ Choisir la paroi adéquate (couleur, confection, fenêtres.)

Pour atteindre cet objectif l'installation doit avoir une puissance suffisante qui est déterminée à partir des gains et des déperditions maximales réelles. Pour réaliser l'estimation des gains ou des déperditions avec une précision il est indispensable de savoir tous les éléments qui sont en relation avec le bilan thermique.

L'objectif de notre étude est le calcul de bilan thermique (les charges été/hiver) pour un local, avec l'utilisation de logiciel de calcul **Block Load**. Ce logiciel utilise la méthode des fonctions de transfert approuvée par l'ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers). Cette méthode adaptée pour le calcul des charges horaires.



Chapitre I : Généralité et revues bibliographiques

Chapitre I : généralité et revues bibliographie

I.1. Paramètres intervenant dans le bilan thermique

Le calcul des "pertes" d'une pièce, ou la quantité de production de chaleur perdue en watts à la température extérieure de base, est le processus d'équilibrage de la chaleur. La température extérieure de base, qui varie avec l'altitude, est la température extérieure la plus basse souvent enregistrée sur une région (exemples : Latitude Alger 36,7°, longitude -3,3°). Pour ce calcul, nous supposons des circonstances défavorables sans tenir compte des dons (solaire, occupants, etc.). En revanche, ces valeurs finales seront appliquées par la suite pour calculer la consommation annuelle de chauffage de la pièce. La puissance du générateur de chaleur et les puissances des émetteurs dans les pièces sont mesurées à l'aide de ce bilan

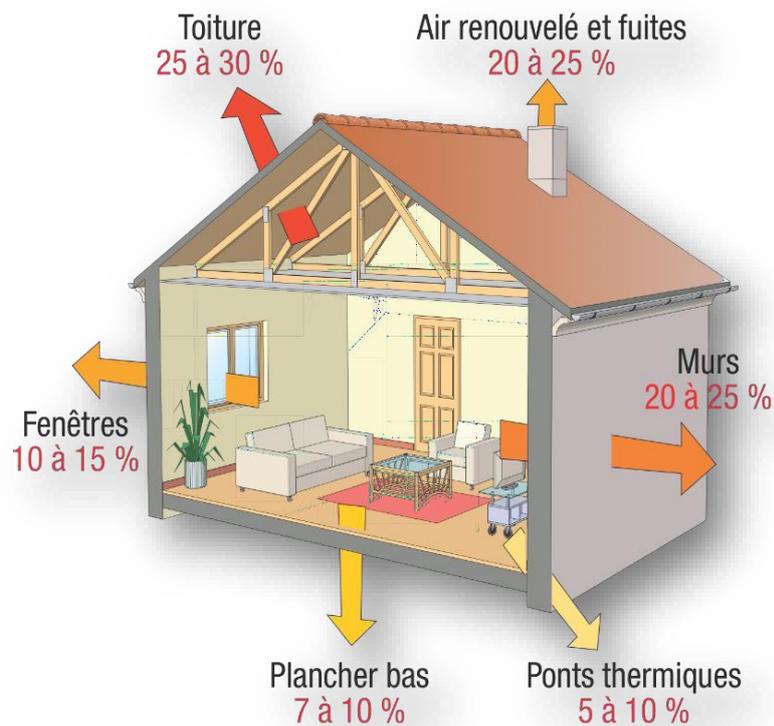


Fig. I.1: Répartition moyenne des déperditions dans une maison individuel [1]

I.2. Eléments de calculs du bilan thermique

Le calcul des **déperditions** d'une maison repose sur la formule :

$$\mathbf{P = P_t + P_a} \text{ (en W)} \quad (\text{I.1})$$

Avec

P_t = déperditions par conduction (parois)

P_a = déperditions aérauliques (ventilation + infiltrations)

a) Déperditions P_t par conduction par les parois

$$\mathbf{P_t = \Phi_{surf} + \Phi_{lin}} \text{ (en W)} \quad (\text{I.2})$$

Avec

Φ_{surf} = déperditions surfaciques par les parois vers l'extérieur, vers un local non chauffé ou vers le sol.

Φ_{lin} = déperditions linéiques par les parois vers l'extérieur

✓ Déperditions surfaciques par les parois

Pertes à travers un mur extérieur, un mur en contact avec un local non chauffé, un plancher en contact avec le sol... :

$$\mathbf{\Phi_{surf} = \Sigma (b.S.U). (\theta_i - \theta_{eb})} \text{ (en W)} \quad (\text{I.3})$$

Avec

θ_i = température intérieure en °C

θ_{eb} = température extérieure de base en °C

S = surface de la paroi en m² (cotes intérieures)

U = coefficient de transmission de la paroi en W.m⁻². K-1

b = coefficient de réduction de température (b donné par la réglementation thermique, $b = 1$ si contact avec l'extérieur, $b < 1$ si contact avec local non chauffé)

Le coefficient U représente la puissance calorifique perdue par m² de paroi et pour 1 °C d'écart de part et d'autre de la paroi.

✓ Déperditions linéiques par les parois

Les ponts thermiques, autre nom des déperditions de chaleur, sont des déperditions qui se produisent lorsque deux murs sont reliés. La continuité de l'isolation peut être rompue du fait de ces connexions. Il faut souligner que pratiquement tous les ponts thermiques sont éliminés en isolant un bâtiment « par l'extérieur ».

$$\Phi_{\text{lin}} = \Sigma (\mathbf{b.L.}\Psi). (\theta_i - \theta_{\text{eb}}) \text{ (en W)} \quad (\text{I.4})$$

Avec

L = longueur du pont thermique en m

Ψ = coefficient linéique du pont thermique en W.m-1. K-1 (donné par la réglementation thermique)

b) Déperditions aérauliques Pa (ventilation et infiltration) :

$$\mathbf{Pa} = \mathbf{0,34. (\theta_i - \theta_{\text{eb}}). \alpha. Q_{\text{rég}}} \text{ (en W)} \quad (\text{I.5})$$

Avec :

α = coefficient fonction du mode de ventilation : simple flux, simple flux, double flux, double flux avec échangeur (valeur de α dans réglementation thermique)

$Q_{\text{rég}}$ = débit réglementaire total du logement en m³/h (valeur dans réglementation thermique)

c) Réalisation pratique du bilan thermique :

Le bilan thermique de la maison sera réalisé à l'aide d'un logiciel qui évitera de nombreux calculs fastidieux :

- ✓ Archiwizard
- ✓ Ou consopac (tableur sous Excel téléchargeable sur le site du « costic » qui nous permettra également de calculer la consommation de la PAC et de la comparer avec celles d'autres modes de chauffage).

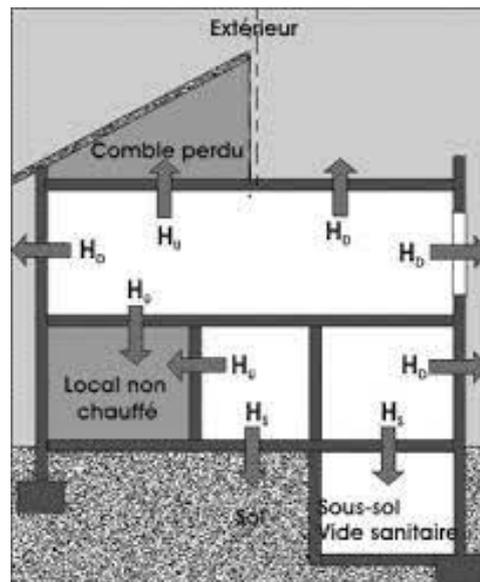


Fig. I.2: repérez parois déprédatives [2]

Les parois déprédatives (Fig.I-2) à prendre en compte pour les calculs du bilan thermique sont :

- ✓ Les parois intérieures ayant face à l'extérieur.
- ✓ Les parois intérieures ayant une face sur un local non chauffé.
- ✓ Les parois intérieures étant en contact avec le sol.

Ne sont pas prises en compte pour le bilan thermique les parois isolées ($U < 0,5 \text{ W(m}^2/\text{K)}$) des locaux chauffés donnant sur des volumes intérieurs.

Exemple de parois déprédatives :

- ✓ Murs de façade de l'habitation (murs ; pignons)
- ✓ Sol en contact avec le sol.
- ✓ Sol donnant sur vide sanitaire ou local non chauffé
- ✓ Plafond donnant sur comble perdu
- ✓ Plafond donnant sur terrasse ou toiture.
- ✓ Portes
- ✓ Fenêtres

I.3. Calculez la résistance thermique des parois

La résistance thermique est une mesure de la capacité d'une couche de matériau à isoler, plus une couche est isolante, plus la résistance thermique sera élevée. En plus de calculer la résistance thermique du mur, l'outil fournit également la quantité de perte de chaleur, également appelée coefficient de transmission thermique du mur. Le mur est d'autant plus isolant qu'il est bas.

La résistance thermique est mesurée en mètres carrés Kelvins par Watt ($m^2.K.W^{-1}$ ou $m^2.K/W$). Elle est égale au rapport entre l'épaisseur e en mètres (m) et la conductivité thermique du matériau λ en Watts par mètre et par Kelvin ($W.m^{-1}.K^{-1}$ ou W/mK). Elle est donnée par la formule :

$$R = e / \lambda \text{ [m}^2 \text{ K / W]} \quad (I.6)$$

La résistance thermique d'une paroi est égale à la somme des résistances thermique de l'ensemble des composants.

$$R_T = R_1 + R_2 + R \quad (I.7)$$

Avec

R = Résistance thermique [m^2K/W]

e = Epaisseur [mètre]

λ = conductivité thermique lambda [$W/m \text{ } ^\circ K$]

MurSud	Lambda	Epaisseur [cm]	R
Enduit ext	1,15	1	0,01
Parpaing	0,96	25	0,26
Lame d'air		5	0,15
Brique plâtrée	0,5	5	0,10
Enduit plâtre	0,35	1	0,03
Total		37	0,55
Resistance therm superficielle int Rsi			0,13
Resistance therm superficielle ext Rse			0,04
Total R			0,72

Tableau. I.1 la résistance thermique

Calculez ainsi l'ensemble des parois (murs, plancher, toiture et menuiseries). Rappelez l'ensemble des résultats sur un tableau récapitulatif par pièce. Calculez le coefficient de transmission thermique U [W/m^2K]

$$U = 1 / R \text{ [W/m}^2\text{K]} \tag{I.8}$$

		R	U [W/m ² .K]	Surface [m ²]	HT [W/K]	Qch [kWh]	R après travaux	H après travaux	Qch après travaux
Séjour									
Mur est	Mur type A	0,72	1,39						
Mur Nord	Mur type A	0,72	1,39						
Mur Sud	Mur type A	0,72	1,39						
Fenetre sud	Simple vitrage		4,08						
Fenetre Nord	Simple vitrage		4,08						
Porte entrée			2,79						
Total séjour									

Tableau. I.2 le coefficient de transmission thermique

➤ **Relevé des surfaces des parois déprédatives**

Le relevé des dimensions doit être fait avec précision. Seules les dimensions intérieures doivent être prises pour le calcul du bilan thermique.

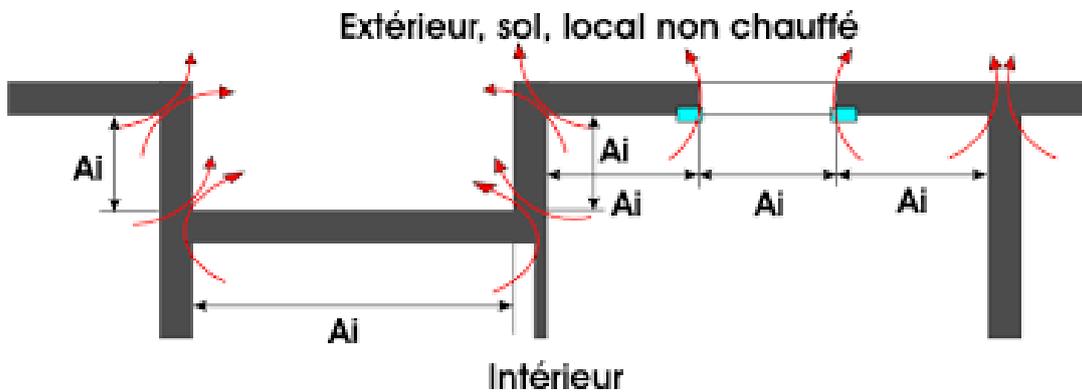


Fig. I.3: Relevé des dimensions des parois [3]

Rapportez les surfaces dans un tableaux :

		R	U [W/m ² .K]	Surface [m ²]	HT [W/K]	Qch [kWh]	R après travaux	H après travaux	Qch après travaux
Séjour									
Mur est	Mur type A	0,72	1,39	13,5					
Mur Nord	Mur type A	0,72	1,39	5,4					
Mur Sud	Mur type A	0,72	1,39	4,3					
Fenetre sud	Simple vitrage		4,08	0,5					
Fenetre Nord	Simple vitrage		4,08	1,0					
Porte entrée			2,79	1,5					
Total séjour				26,2					

Tableau. I.3 les rapports des surfaces

➤ **Calcul le coefficient H (W/K)**

Le coefficient H est le coefficient de déperdition du logement, en W/K

$$H = U * \text{Surface [W/K]} \quad (I.9)$$

		R	U [W/m ² .K]	Surface [m ²]	HT [W/K]	Qch [kWh]	R après travaux	H après travaux	Qch après travaux
Séjour									
Mur est	Mur type A	0,72	1,39	13,5	18,7				
Mur Nord	Mur type A	0,72	1,39	5,4	7,5				
Mur Sud	Mur type A	0,72	1,39	4,3	6,0				
Fenetre sud	Simple vitrage		4,08	0,5	2,1				
Fenetre Nord	Simple vitrage		4,08	1,0	4,0				
Porte entrée			2,79	1,5	4,3				
Total séjour				26,2	42,6				

Tableau. I.4 le coefficient H

➤ **Calcul le besoin en chauffage Qch [KW h]**

Afin de simplifier les calculs, nous allons calculer les d'éperditions à travers les parois pour une température de confort moyenne de 18°C qui est la température de confort moyenne d'un logement.

$$Qch = H * DJU * 24 / 1000$$

$$Qch = \text{besoin en chauffage [KWh]}$$

$$H = \text{coefficient de déperdition [W/°C]}$$

$$DJU = \text{Degré de jours unifié de votre région}$$

$$DJU \text{ Chartres} = 2882$$

		R	U [W/m ² .K]	Surface [m ²]	HT [W/K]	Qch [kWh]	R après travaux	H après travaux	Qch après travaux
Séjour									
Mur est	Mur type A	0,72	1,39	13,5	18,7	1 294			
Mur Nord	Mur type A	0,72	1,39	5,4	7,5	519			
Mur Sud	Mur type A	0,72	1,39	4,3	6,0	415			
Fenetre sud	Simple vitrage		4,08	0,5	2,1	146			
Fenetre Nord	Simple vitrage		4,08	1,0	4,0	274			
Porte entrée			2,79	1,5	4,3	296			
Total séjour					26,2	42,6	2 944		

Tableau. I.5 le besoin de chauffage

$$Qch \text{ Séjour} = 37,9 \cdot 2882 \cdot 24 / 1000 = 2621 \text{ KWh}$$

La consommation annuelle d'énergie du séjour est donc de 2621 KWh

I.4. Définissez les travaux d'amélioration

Vous pouvez déterminer les travaux à effectuer en priorité et évaluer leur effet sur votre consommation d'énergie en examinant chaque mur de votre maison une pièce à la fois.

Dans notre exemple, nous avons décidé d'insuffler de la ouate de cellulose dans le vide d'aire.

Avec :

$$\lambda \text{ Ouate de cellulose} = 0,041 \text{ [W/m } ^\circ\text{K]}$$

$$e = 0,05 \text{ m}$$

$$R = e / \lambda \text{ [m}^2 \text{ K / W]}$$

$$R = 0,05 / 0,041 = 1,22 \text{ [m}^2 \text{ K / W]}$$

		R	U [W/m ² .K]	Surface [m ²]	HT [W/K]	Qch [kWh]	R après travaux	H après travaux	Qch après travaux
Séjour									
Mur est	Mur type A	0,72	1,39	13,5	18,7	1 294	1,9	6,9	480
Mur Nord	Mur type A	0,72	1,39	5,4	7,5	519	1,9	2,8	192
Mur Sud	Mur type A	0,72	1,39	4,3	6,0	415	1,9	2,2	154
Fenetre sud	Simple vitrage		4,08	0,5	2,1	146		2,1	146
Fenetre Nord	Simple vitrage		4,08	1,0	4,0	274		4,0	274
Porte entrée			2,79	1,5	4,3	296		4,3	296
Total séjour					26,2	42,6	2 944		1 543

Tableau. I.6 les travaux d'amélioration

En insulant de la ouate de cellulose nous avons réduit les déperditions de 1400KWh / an

Cet exemple est un cas réel ou nous hésitions avant l'étude entre :

- Changer les fenêtres en double vitrage.
- Insuffler de la ouate de cellulose dans le vide du mur.
- Isoler avec 10 cm de laine de roche.

I.5. Etude bibliographiques

Al-Rabaghi, O. et K. Al-Johani [4] ont prédit la charge de refroidissement horaire due à différents types de murs, plafonds et fenêtres en utilisant la méthode de transfert (TFM), qui était programmée. Les résultats du programme ont également été comparés au programme. Ils ont également étudié l'effet du changement de couleur de surface sur la charge de refroidissement et la température de l'air du sol. Westphal, F. et Roberto L. [5] ont analysé la charge thermique des bâtiments non résidentiels sur la base de données simplifiées, en utilisant une méthode de transfert de fonds pour gérer les charges et valider les réclamations à ASHRAE 140. Ils ont constaté que la méthodologie utilisée a révélé une limitation pour les cas avec des enveloppes de masse molle et pour l'effet de l'inertie thermique sur les charges de refroidissement et de chauffage. Anderson, B et al. [6] Chauffage et refroidissement collectifs d'appartements dans différentes directions à l'aide d'une version améliorée du programme informatique BLAST Building Energy Analysis. Ils ont des informations selon lesquelles les taux totaux sont plus élevés ou plus bas au nord du sud, sauf pour les latitudes les plus méridionales des États-Unis. Sharia, A. et al [7] Utilisez les programmes de simulation Amman et Aqaba TRNSYS en Jordanie pour étudier les effets de l'absorption extérieure du bâtiment sur le chauffage, le refroidissement et la charge. Ils ont également calculé l'effet de l'absorption sur la charge énergétique d'un bâtiment isolé. Vous avez cela pour les bâtiments non isolés, une consommation d'énergie nulle et un impact énergétique total de 32 % pour les bâtiments et en baisse de 26 % à Oman où cette diminution était d'environ 47 % pour les bâtiments non isolés et de 32 % pour les bâtiments non isolés. Bâtiments isolés à Aqaba. Sait, H. [8] L'analyse de l'énergie et de la consommation d'énergie des bâtiments scolaires peut être réduite de 30 % si les étapes de l'audit énergétique sont suivies.



Chapitre II :

Méthode de calcul des bilans thermiques

Chapitre II : Méthode de calcul des bilans thermiques

II.1. Généralité

Un calcul des apports et/ou des pertes est la première étape de tout projet thermique. Les équipements à installer doivent résister à ces apports positifs afin de garantir une ambiance confortable car les bilans thermiques sont quasiment toujours positifs en été. Les bilans thermiques sont souvent négatifs en hiver, ainsi pour maintenir un environnement confortable, les équipements installés doivent tenir compte des pertes de chaleur. De nombreuses installations sont construites pour atténuer les pertes hivernales et les revenus estivaux. Les pompes à chaleur réversibles, les climatiseurs avec échangeurs d'eau de refroidissement et de chauffage, etc. en sont quelques exemples.

Les entrées et les pertes peuvent être calculées à l'aide de procédures simples ou complexes, bien que la tendance actuelle soit à l'utilisation plus fréquente de logiciels spécialisés. Pour avoir des moyennes personnelles, il est cependant plus pratique de calculer le bilan thermique. De plus, nous nous limitons aux soldes et aux dons qui peuvent être calculés à l'aide de l'approche simplifiée de Carrier, qui n'est utilisée qu'à des fins pratiques.

II.2. Rappels de base sur les échanges thermiques

Les matériaux ont un comportement thermique spécifique. Les thermiciens affectent à chaque matériau un coefficient de conductivité thermique dont le symbole est λ (**lambda**). La figure (II.1) donne l'explication du coefficient de conductibilité thermique

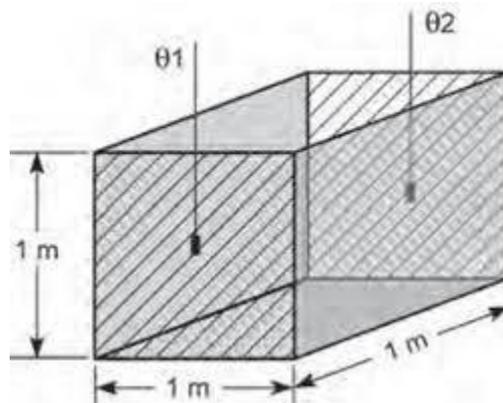


Fig. II.1: Élément de base permettant de définir le coefficient de conductibilité (λ)

Le flux thermique qui s'opère entre 2 faces opposées de surface 1 m^2 , distantes de 1 m et soumises à une différence de température $(\Theta_1 - \Theta_2)$ de $1 \text{ }^\circ\text{C}$ caractérise le coefficient de conductivité thermique du matériau.

$$\phi = \lambda \frac{sx\Delta\Theta}{d} \quad (\text{II.1})$$

Avec

Flux thermique en \mathbf{W} ,

\mathbf{S} : surface en \mathbf{m}^2 ,

\mathbf{d} : distance en \mathbf{m} ,

$\Delta\Theta$: différence de température en $^\circ\text{C}$,

λ est le coefficient de conductivité thermique spécifique du matériau.

$$\lambda = \frac{\phi d}{s\Delta\Theta} = \frac{wm}{m^2\text{ }^\circ\text{C}} = \frac{w}{m \text{ }^\circ\text{C}} \quad (\text{II.2})$$

Le coefficient de conductivité thermique s'exprime donc en $\mathbf{W}/(\mathbf{m}\cdot^\circ\text{C})$. Des tableaux donnent les coefficients de conductivité thermique de tous les matériaux avec les masses volumiques correspondantes (Dunod).

Diffusivité des matériaux de construction					
Rang	Matériau	Conductivité W/mK	Masse volumique kg/m ³	Chaleur spécifique J/kgK	Diffusivité x 10 ⁸ m ² /s
1	Fibre de bois SteicoTherm	0,04	160	2100	12
2	Laine de bois	0,1	400	1700	15
3	Panneau OSB	0,12	600	1150	17
4	Bois Sapin	0,15	500	1600	19
5	Bois Chêne	0,29	870	1600	21
6	Béton cellulaire	0,09	350	1000	26
7	Liège	0,05	120	1560	27
8	Plaque de plâtre	0,25	825	1000	30
9	Plâtre carreaux	0,25	820	1000	30
10	Brique pleine	0,74	1800	1000	41
11	Laine de roche	0,044	100	1030	43
12	Polyuréthane	0,03	34	1400	63
13	Béton plein	1,8	2300	1000	78
14	PSE extrudé	0,04	34	1450	81
15	Pierre	1,7	2000	1000	85
16	Laine de verre	0,04	25	1700	94
17	PSE expansé	0,04	26	1450	106
18	Acier	50	7800	450	1 425
19	Aluminium	230	2700	880	9 680
20	Cuivre	380	8900	380	11 236

Tableau.II.1 Caractéristique thermique de différents matériaux

La valeur des coefficients de conductivité thermique d'un même matériau peut varier légèrement, elle dépend des procédés d'élaboration, des masses volumiques (variables) par exemple.

Les transferts thermiques à travers une paroi dépendent :

- De la conductivité thermique du ou des matériaux constituant la paroi,
- De l'épaisseur des différents constituants,
- De la valeur de la convection (**h**) de part et d'autre de cette paroi,
- De l'ensoleillement.

Le coefficient de conductivité thermique prend comme référence le mètre d'épaisseur. Le flux thermique dû à la conduction est inversement proportionnel à l'épaisseur.

Le coefficient de transmission thermique de symbole « U » est égal à λ/e :

$$U = \lambda/e = \frac{w}{mc} / m = \frac{w}{m^2 c} \quad (\text{II.3})$$

Le coefficient d'échange thermique dû à la convection est d'autant plus important que la vitesse de l'air en contact avec la paroi est importante. Les coefficients d'échange thermique dus à la convection sont donc variables. Généralement, dans les cas classiques, on prend pour la convection intérieure $h_i = 8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ et pour la convection extérieure $h_e = 23 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$. Quant au rayonnement, les apports solaires sont donnés par des tableaux qui tiennent compte de la latitude, de l'exposition, de l'heure, de la nature des parois, etc.

Dans la pratique, le calcul des transferts thermiques est facilité par l'utilisation de la résistance au flux thermique (symbole R). R est l'inverse du coefficient de transmission thermique $R = 1/U$

II.2.1. Étude d'une paroi simple

Prenons l'exemple d'une paroi simple extérieure réalisée en parpaings pleins de **20 cm** d'épaisseur et dont le coefficient de conductivité thermique est $\lambda = 1,4 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$.

$$R = \frac{1}{u} = \frac{1/w}{M^2 c} = \frac{c \cdot m^2}{w} \quad (\text{II.4})$$

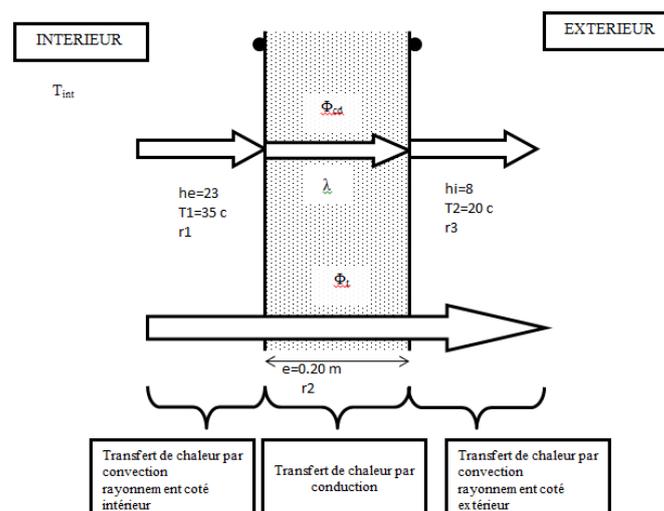


Fig. II.2 : Différentes résistances au flux thermique d'une paroi simple

Résistance totale au flux thermique de cette paroi :

$$R=r_1+r_2+r_3 = (1/23) +(0.2/1.4) +(1/8) [\text{m}^2 \cdot \text{c}/\text{w}] \quad (\text{II.5})$$

Coefficient d'échange global :

$$U=1/R=1/0.31=3.225 [\text{w}/\text{m}^2 \cdot \text{c}] \quad (\text{II.6})$$

II.2.2. Étude des températures

Chute de température due à la convection extérieure (**he**) :

$$\Delta\Theta = (15*0.125) /0.31=2\text{C}^\circ \quad (\text{II.7})$$

Chute de température due aux parpaings :

$$\Delta\phi = (15*0.153)/0.31 = 7\text{C}^\circ \quad (\text{II.8})$$

Chute de température due à la convection intérieure (**hi**) :

$$\Delta\phi = (15*0.125)/0.31 \quad (\text{II.9})$$

II.3. Principe du bilan thermique

Le bilan thermique permet d'estimer la puissance de chauffe à installer pour combattre les déperditions d'un local, celles-ci sont égales les déperditions à travers les parois et les déperditions par le flux d'air d'un local.

II.3.1. Calcul des déperditions

Calculer les déperditions thermiques c'est déterminer la quantité de chaleur à fournir pour le chauffage d'une pièce à température donnée. Cette chaleur fournie compense les pertes par les parois et l'aération du local, on peut synthétiser les différentes déperditions thermiques d'un bâti :

- Par transmission à travers les murs et parois,
- Par les liaisons entre murs et parois,
- Par les sols et planchers, - par la ventilation naturelle ou forcée.

II.3.2. Objectifs du calcul des déperditions

Le calcul des déperditions doit être effectué pour répondre à trois préoccupations :

- La plus évidente étant le dimensionnement : ce calcul nous fournira la puissance émise vers l'extérieur et donc la puissance des radiateurs nécessaire.
- Le calcul des déperditions est également un outil de vérification. En effet, il faut essayer de limiter les déperditions dans la mesure du possible (en choisissant des matériaux adaptés pour les parois), afin d'éviter le gaspillage d'énergie.
- Enfin, le calcul des déperditions nous permettra d'avoir accès au calcul des consommations d'énergie, celles-ci lui étant proportionnelles, et donc nous permettra de vérifier que ces consommations restent raisonnables et conformes à la Réglementation Thermique de (D.T.R C3-2)

II.3.3. Bases de calcul

II.3.3.1. Principe général

Le calcul des déperditions d'une maison repose sur :

- Définir les volumes thermiques,
- Calculer pour chaque volume thermique les pertes par transmission et les pertes par renouvellement d'air

II.3.3.2. Expression générale des déperditions

a) Déperditions totales d'un logement :

Les déperditions totales pour un logement, contenant plusieurs volumes thermiques, sont données par :

$$\mathbf{D} = \Sigma \mathbf{D}_i \text{ [W/}^\circ\text{C]} \quad (\text{II.10})$$

Où (Di) représentent les déperditions totales du volume i.

b) Déperditions totales d'un volume :

Les déperditions totales d'un volume i (figure 1.1) sont données par :

$$\mathbf{D}_i = (\mathbf{DT}) + (\mathbf{DR}) \text{ [W/}^\circ\text{C]} \quad (\text{II.11})$$

Où :

- (DT)_i représente les déperditions par transmission du volume i.

- $(DR)_i$ représente les déperditions par renouvellement d'air du volume i .

c) Déperditions par transmission d'un volume :

Les déperditions thermiques par transmission $(DT)_i$ d'un volume i sont données par :

$$(DT)_i = (Ds) + (Dli) + (Dsol) + (Dlnc)_i \text{ [W/°C]} \quad (II.12)$$

Où :

- $(Ds)_i$ représente les déperditions surfaciques à travers les parties courantes des parois en contact avec l'extérieur.
- $(Dli)_i$ représente les déperditions à travers les liaisons.
- $(Dsol)_i$ représente les déperditions à travers les parois en contact avec le sol.
- $(Dlnc)_i$ représente les déperditions à travers les parois en contact avec les locaux non chauffés

d) Déperditions par renouvellement d'air d'un volume

Les déperditions par renouvellement d'air d'un volume i $(DR)_i$ sont données par :

$$(DR)_i = (DRv) + (DRs) \text{ [W/°C]} \quad (II.13)$$

Où :

- $(DRv)_i$ représente les déperditions dues au fonctionnement normal des dispositifs de ventilation.
- $(DRs)_i$ représente les déperditions supplémentaires dues au vent.

e) Relation entre les déperditions de logement et les déperditions des volumes :

❖ Les déperditions par transmission du logement sont égales à la somme des déperditions par transmission des différents volumes i , soit $DT = (DT)_i$.

❖ Les déperditions par renouvellement d'air du logement sont égales à la somme des déperditions par renouvellement d'air des différents volumes i , soit $DR = (DR)_i$.

II.3.3.3. Vérification et déperditions de référence

a) Vérification réglementaire :

Les déperditions par transmission DT du logement doivent vérifier :

$$DT \leq 1.05 D_{réf}$$

- (DT) représente les déperditions par transmission du logement.
- (Dréf) représente les déperditions de référence.

b) Calculs des déperditions de référence :

Les déperditions de référence sont calculées par la formule suivante :

$$DT = a S1 + b S1 + c S1 + d S1 + e S1 \text{ [W/}^\circ\text{C]} \quad (\text{II.14})$$

Où :

Les Si en (m²), représente les surfaces des parois en contact avec l'extérieur, un comble, un vide sanitaire, un local non chauffé ou le sol, elles concernent respectivement :

- S1 La toiture.
- S2 Le plancher bas, y compris les planchers bas sur locaux non chauffés ou sur sols.
- S3 Les murs.
- S4 Les portes.
- S5 Les fenêtres et les portes-fenêtres S1, S2 et S3 sont comptées de l'intérieur des locaux, S4 et S5 sont comptées en prenant les dimensions du pourtour de l'ouverture dans le mur.

Pour le calcul des déperditions de référence, on ne prend pas en compte les déperditions de références par renouvellement d'air. Les coefficients (a, b, c, d, e) correspondent en fait à des coefficients K globaux bien entendus, ils ne représentent pas chacun une valeur limite intrinsèque à ne pas dépasser puisque seul le total de l'addition est caractéristique et que des compensations sont possibles.

II.3.3.4. Déperditions surfaciques par transmission à travers les parois

a) Expression générale

a.1. Parois séparant deux ambiances à des températures différentes

Les déperditions surfaciques par transmission à travers une paroi, pour une différence de température de 1C entre les ambiances qui séparent ces parois, sont données par la formule :

$$Ds = K \times A \text{ [W/}^\circ\text{C]} \quad (\text{II.15})$$

Où :

- K en [W/m²°C] est le coefficient de transmission surfacique (appelé aussi conductance).

- A en (m²) est la surface intérieure de la paroi

b.1. Paroi séparant deux ambiances à la même température

Dans le cas où une paroi sépare deux ambiances chauffées à la même température, les déperditions par transmission à travers cette paroi sont considérées nulles. Les flux de chaleur d'un volume à un autre, dans un logement, ne doivent pas être pris en compte, à condition que les pièces aient des températures différentes.

II.3.3.5. Limites de calcul

Pour les panneaux légers à parement et ossature conducteurs avec ou sans coupure isolante, pour les panneaux sandwichs, et d'une façon générale pour tous les procédés de construction non traditionnels, le coefficient K à utiliser dans les calculs est celui donné par le document d'avis technique. Ou à défaut celui fourni par le fabricant.

II.3.3.6. Coefficient d'échange global K des parois opaques

a) Principes de calcul

Si la paroi est homogène sur toute sa surface, le coefficient K à utiliser est celui calculé pour la partie courante.

b) Expression générale

Le coefficient d'échange global K est donné par la formule

$$\frac{1}{k} = \sum R + \frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_i} \quad [\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}] \quad (\text{II.16})$$

Où :

- $\sum R$ représente la somme des résistances thermiques des différentes couches de matériaux constituant la paroi. La détermination de la résistance thermique d'une couche de matériau dépend de la nature du matériau, c'est-à-dire s'il est homogène ou non

$1/h_e + 1/h_i$ représente la somme des coefficients d'échange superficiel, prise conformément aux conventions adoptées.

Pour une toiture, les matériaux de protection placés au-dessus de l'étanchéité ne sont pas pris en compte dans le calcul du coefficient K. Les résistances thermiques d'échanges superficiels extérieur $r_e = 1/h_e$ et intérieurs $r_{is} = 1/h_i$ sont données dans le tableau suivant :

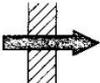
VALEURS DES RÉSISTANCES SUPERFICIELLES ($m^2 \cdot K/W$)							
Croquis	Sens du flux	Paroi en contact avec					
		☒ l'extérieur ☒ un passage ouvert ☒ un local couvert			☒ un local non chauffé ☒ un comble ☒ un vide sanitaire		
		R_{si}	R_{se}	$R_{si} + R_{se}$	R_{si}	R_{se}	$R_{si} + R_{se}$
	Horizontal	0,13	0,04	0,17	0,13	0,13	0,26
	Ascendant	0,10	0,04	0,14	0,10	0,10	0,20
	Descendant	0,17	0,04	0,21	0,17	0,17	0,34

Tableau.II.2 la résistance thermique d'change superficie [9]

c) Résistance thermique d'une couche homogène

La résistance thermique d'une couche est donnée par la formule suivante :

$$R_i = e_i / \lambda_i \quad [m^2 \cdot C/W] \quad (II.17)$$

- R_i représente la résistance thermique de la couche i .
- e_i en(m) représente l'épaisseur de la couche de matériau.
- λ_i en ($W/m \cdot ^\circ C$) représente la conductivité thermique du matériau

d) Résistance thermique d'une couche hétérogène

La résistance thermique d'une couche hétérogène est donnée directement en fonction de l'épaisseur de la couche de matériau. Les valeurs des résistances thermiques sont soit tirées des tableaux donnés en annexe, soit fournies par le document d'avis techniques, ou à défaut par le fabricant.

e) Résistance thermique d'une lame d'air

La résistance thermique d'une lame d'air est obtenue à partir du tableau II.3.

Épaisseur de la lame d'air mm	Résistance thermique R (m ² .K)/W		
	Flux ascendant	Flux horizontal	Flux descendant
0	0,00	0,00	0,00
5	0,11	0,11	0,11
7	0,13	0,13	0,13
10	0,15	0,15	0,15
15	0,16	0,17	0,17
25	0,16	0,18	0,19
50	0,16	0,18	0,21
100	0,16	0,18	0,22
300	0,16	0,18	0,23

- Ces valeurs correspondent à une température moyenne de la lame d'air de 10 °C.
- Les valeurs intermédiaires peuvent être obtenues par interpolation linéaire.

Tableau.II.3 résistance thermique pour lame l'air [10]

II.3.3.7. Coefficient K des parois vitrées

a) Limites du calcul

Les parois vitrées sont celles dont les menuiseries sont en bois, ou métallique, de fabrication courante. Pour tout autre type de menuiserie, on pourra se reporter aux avis techniques les concernant, ou à défaut se rapprocher du fabricant.

b) Expression générale

Le coefficient K des parois vitrées est donné par la formule suivante

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{K_{vn}} + r_v + r_{rid} + r_{occ} \text{ [m}^2 \cdot \text{°C/W]} \quad (\text{II.18})$$

Où :

- K_{vn} en (W/m². °C) représente le coefficient K du vitrage nu, voir tableau 1-4.
- r_v en (m². °C/W) représente la résistance supplémentaire des voilages éventuels, on adapte : $r_v = 0.025$.
- r_{rid} en (m². °C/W) représente la résistance supplémentaire des rideaux éventuels on adapte : $r_{rid} = 0.030$
- r_{occ} (m². °C/W) représente la résistance supplémentaire des occultations. La résistance des occultations ou des systèmes associés aux vitrages dans le but de constituer une isolation thermique nocturne (volet, stores,), r_{occ} est donnée par la formule :

$$r_{occ} = 0.16 + \frac{e_{occ}}{\lambda_{occ}} \text{ [m}^2 \cdot \text{°C/W]} \quad (\text{II.19})$$

Où :

- e_{occ} en (m) représente l'épaisseur de l'occultation.

- λ_{occ} en (W/m. °C) la conductivité thermique du matériau constituant l'occultation.

Type de fenêtres	Type de vitrage et épaisseur nominale de la lame d'air en vitrage double (mm)		K de la paroi vitrée nue (K_{η})	K moyen jour-nuit (K_{jn})			
				Sans fermeture	Avec fermeture de perméabilité		
				très forte	moyenne	faible	
Fenêtres battantes	Vitrage simple		5,05	4,20	3,90	3,55	3,20
	Vitrage double	6	3,30	2,90	2,75	2,55	2,30
		8	3,15	2,80	2,65	2,45	2,25
		10	3,05	2,75	2,60	2,40	2,20
		12	2,95	2,65	2,50	2,30	2,10
		15 et +	2,75	2,50	2,35	2,20	2,00
Double fenêtre (*)		2,60	2,35	2,25	2,10	1,90	
Portes-fenêtres battantes avec soubassement	Vitrage simple		4,90	4,10	3,80	3,45	3,10
	Vitrage double	6	3,25	2,90	2,70	2,50	2,30
		8	3,15	2,80	2,65	2,45	2,25
		10	3,05	2,70	2,60	2,40	2,20
		12	2,90	2,60	2,50	2,30	2,10
		15 et +	2,70	2,45	2,30	2,15	2,00
Double fenêtre (*)		2,50	2,30	2,15	2,05	1,85	
Portes-fenêtres battantes sans soubassement ou coulissantes	Vitrage simple		5,15	4,30	3,95	3,60	3,25
	Vitrage double	6	3,30	2,95	2,75	2,55	2,35
		8	3,15	2,80	2,65	2,45	2,25
		10	3,05	2,75	2,60	2,40	2,20
		12	2,95	2,65	2,50	2,30	2,10
		15 et +	2,80	2,50	2,40	2,20	2,05
Double fenêtre (*)		2,65	2,40	2,25	2,10	1,95	

(*) Cadres séparés

Tableau.II.4 coefficients de vitrage [11]

II.3.3.8 Coefficient K des portes

Les Coefficients K des portes courantes sont donnés dans le tableau suivant

	Portes donnant sur l'extérieur	Portes donnant sur un local non chauffé
Portes en bois		
-portes opaques	3.5	2
-portes avec une proposition de vitrage <30%	4.0	2.4
-portes avec une proposition de vitrage comprise entre 30% et 60%	4.5	2.7
Portes en métal		
-portes opaques	5.8	4.5
-portes équipé avec un vitrage simple	5.8	4.5

Tableau.II.5 Coefficient K des portes

II.3.3.9. Déperditions à travers les ponts thermiques

Les liaisons à la jonction des parois (entre deux parois extérieures, entre une paroi intérieure et une paroi extérieure) et les liaisons entre les murs et les menuiseries, appelées communément ponts thermiques (figure 1.2), constituent des sources supplémentaires de déperditions. En outre ces liaisons, points faibles thermiques, sont souvent à l'origine de désordres dans la construction (dus à la condensation principalement). Les déperditions à travers les liaisons, ou pont thermique, D_{li} pour une différence de température de 1°C , sont données par la formule :

$$D_{li} = k_l \times L \text{ [W/}^{\circ}\text{C]} \quad (\text{II.20})$$

Où :

k_l en $(\text{W/m} \cdot ^{\circ}\text{C})$ représente le coefficient de transmission linéique de la liaison. L en (m) représente la longueur intérieure de la liaison.

Type des liaisons :

On distingue trois types de liaisons :

- Les liaisons entre un mur et une menuiserie extérieure.
- Les liaisons de deux parois extérieures.
- Les liaisons entre une paroi intérieure et une paroi extérieure Les parois extérieures sont soit imbriquées (harpage), soit liées par une ossature (en béton armé ou métallique), tableau 1.6

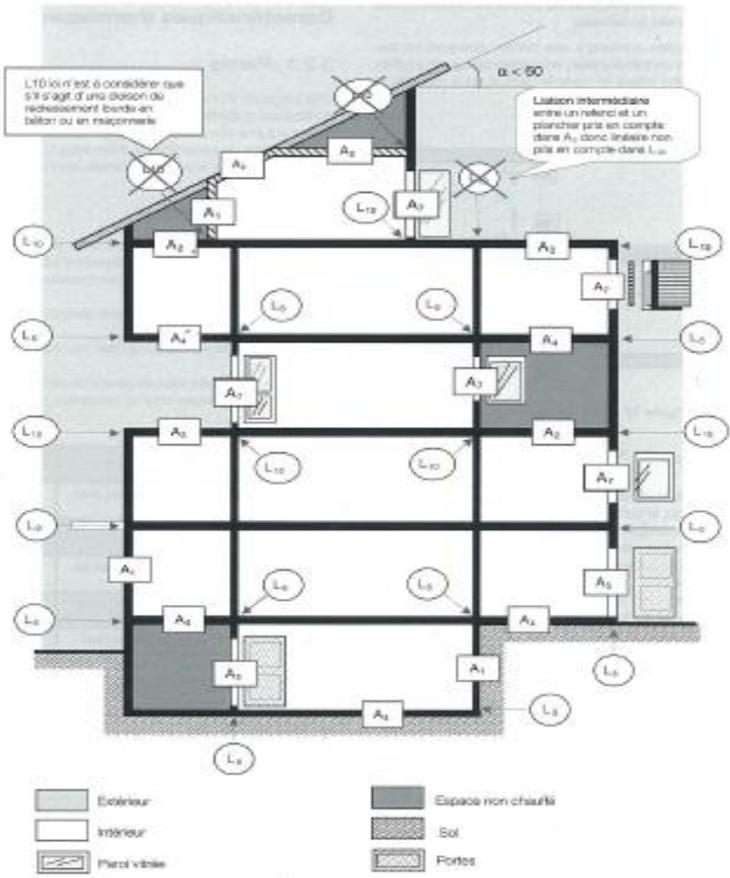


Fig. II.3 Ponts thermiques [12]

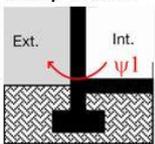
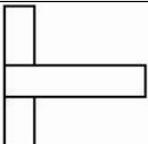
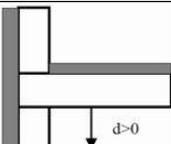
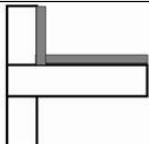
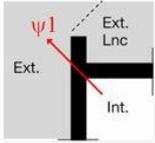
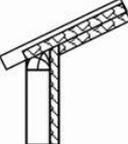
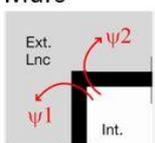
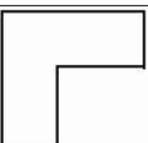
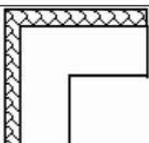
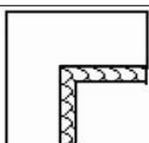
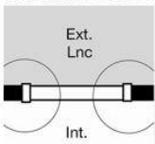
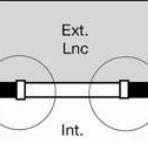
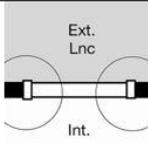
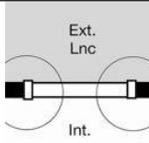
Exemple 1 : Bâtiment de plein pied				
	Longueur du Pont thermique	Bâtiment Non Isolé	Bâtiment avec Isolation par l'extérieure	Bâtiment avec Isolation par l'intérieure
Liaisons Plancher Bas / Murs 	40 m	 $\psi = 0,31$	 $\psi = 0,56$	 $\psi = 0,09$
Liaisons Plancher Haut / Murs 	40 m	 $\psi = 0,05$	 $\psi = 0,10$	 $\psi = 0,05$
Liaisons Murs / Murs 	10 m	 $\psi = 0,14$	 $\psi = 0,15$	 $\psi = 0,03$
Liaisons Menuiseries / Murs 	35 m	 $\psi = 0,33$	 $\psi = 0,05$	 $\psi = 0,05$
TOTAL DES PONTS THERMIQUES		27,35 W/K	29,65 W/K	7,65 W/K
ECART (par rapport au bâtiment Non Isolé)			- 8 %	72 %

Tableau.II.6 Ponts thermiques [13]

II.3.3.10. Déperditions à travers les parois en contact avec des locaux non chauffés

On entend par local non chauffé tout local pour lequel le chauffage n'existe pas ou risque d'être interrompu pendant de longues périodes, ainsi que tout local chauffé par intermittence. Les déperditions à travers les parois en contact avec des locaux non chauffés sont pondérées par un coefficient τ , sans dimension, dit « coefficient de réduction de température », La valeur de τ est comprise entre 0 et 1.

Les déperditions thermiques D_{lnc} par transmission par degré d'écart à travers une paroi en contact avec un local non chauffé sont données par la formule suivante :

$$D_{lnc} = [K.A + K_{l}.L] [W/^{\circ}C] \quad (II.21)$$

Où :

- $-K$ en ($W/m^2 \cdot ^\circ C$) est le coefficient de transmission surfacique de chaque partie.
- A en (m^2) est la surface intérieure de chaque partie surfacique.
- Kl en ($W/m^2 \cdot ^\circ C$) est le coefficient de transmission linéique de chaque liaison.
- L en (m) est la longueur intérieure de chaque liaison.
- τ est le coefficient de réduction de température, il est soit :
 - Calculé dans le cas général.
 - Déterminé forfaitairement.
 - Fixé par les pièces du marché.

Calcul de τ dans le cas général :

Le coefficient τ est obtenu en considérant le bilan énergétique du local non chauffé. Le coefficient τ est donné par la formule :

$$\tau = \frac{T_i - T_n}{T_i - T_e} \quad (II.22)$$

Où :

- T_i en ($^\circ C$) est la température intérieure.
- T_n en ($^\circ C$) est la température de l'espace non chauffé.
- T_e en ($^\circ C$) est la température extérieure.

II.3.3.11. Déperditions par renouvellement d'air

Les déperditions par renouvellement d'air doivent être prises en compte seulement lors du dimensionnement des installations de chauffage des locaux d'habitation. Par convention sont considérées, pour l'établissement du bilan thermique, les déperditions par renouvellement d'air moyennes, c'est-à-dire les plus probables. Les déperditions par renouvellement d'air tiennent compte :

- Des déperditions dues au fonctionnement des dispositifs de ventilation ; on associe à ces déperditions le débit spécifique de ventilation.
- Des déperditions supplémentaires par infiltration dues à l'effet de vent.

a) Calcul des déperditions par renouvellement d'air

Les déperditions par renouvellement d'air **DR** d'un logement ont pour expression :

$$\mathbf{DR = 0.34(QV + QS) [W/^{\circ}C]} \quad (\text{II.23})$$

- 0.34 en (Wh/m³. °C) est la chaleur volumique de l'air.
- QV en (m³/h) en est le débit spécifique de ventilation.
- QS en (m³/h) est le débit spécifique supplémentaire par infiltration dues au vent.
- 0.34xQV en (W/°C) représente les déperditions dues au fonctionnement normal des dispositifs de ventilation, notées **DR**
- 0.34xQs en (W/°C) représente les déperditions supplémentaires dues au vent, notées **DR**.

b) Débit spécifique de ventilation :

Le débit spécifique de ventilation **QV** est calculé par rapport au débit extrait de référence **QV_{réf}**, qui est déterminé en considérant que la ventilation est générale et permanente. Une ventilation est dite générale (système de ventilation le plus courant) lorsque l'extraction de l'air vicié s'effectue dans les pièces de services (SDB, WC, salle d'eau et cuisine). L'aération est considérée permanente car l'enveloppe d'un bâtiment n'est jamais parfaitement étanche à l'air. La détermination de débit spécifique de ventilation s'effectue de la même manière quel que soit le système de ventilation. En effet, ce débit est lié principalement aux exigences d'hygiène. Le débit spécifique de la ventilation **QV** pour un logement est donné par la relation suivante :

$$\mathbf{QV = \text{Max} [0.6 \times V_h ; Q_{v\text{réf}}] [m^3/h]} \quad (\text{II.24})$$

Où :

- -V_h en (m³) désigne le volume habitable.
- QV désigne le débit extrait de référence On admet qu'en hiver les dispositifs de ventilation calculés pour permettre un taux de ventilation de l'ordre de 0.6 fois le volume habitable par heure répondent aux exigences contradictoires de confort thermique, d'hygiène et d'économie d'énergie. Le débit extrait de référence **Q_{v_{réf}}** est donné par la formule suivante :

$$\mathbf{QV_{\text{réf}} = \frac{5 Q_{v\text{min}} + Q_{v\text{max}}}{6} [m^3/h]} \quad (\text{II.25})$$

Où :

- QV_{min} est le débit extrait minimal de référence.
- QV_{max} est le débit extrait maximal de référence. Le débit extrait de référence est égal à la valeur pondérée par rapport au temps d'un débit extrait maximum de référence établi 4h par jour, et d'un débit extrait maximal de référence établi le reste du temps.

Les valeurs du débit extrait minimal de référence QV_{min} en fonction du nombre du logement, sont données dans le tableau suivant :

Nombre de pièces principales	1	2	3	4	5	> 5
QV_{min} en m ³ /h	25	50	75	100	110	On ajout 10 m ³ /h par pièces supplémentaire

Tableau.II.7 Débit extrait minimale de référence

Le débit extrait maximum QV_{max} est la somme des débits extrait de chaque pièce de service de logement, dont les valeurs sont données dans le tableau suivant :

Nombre de pièces principales par logement	Q_{vmax} (en m ³ /h)			
	Cuisine	Salle de bains	Autre salle d'eau	Cabinet d'aisance
1	75	15	15	15
2	90	15	15	15
3	105	30	15	15
4	120	30	15	30
5 et plus	135	30	15	30

Tableau.II.8 Le débit extrait maximum QV_{max}

c) **Débit supplémentaire par infiltration due au vent :**

d) Le débit supplémentaire par infiltration dû au vent est donné par la relation suivante :

$$QS = (PPI \cdot eVi) [m^3/h] \quad (II.26)$$

Où :

- PPI est la perméabilité à l'air de la paroi i sous une différence de pression $\Delta P=1$ (Pa).
- eVi est le coefficient adimensionnel d'exposition au vent affecté à la paroi i .

La perméabilité d'une paroi P_{Pi} est donnée par la relation suivante :

$$P_{Pi} = (P_{0j} \cdot A_j) \text{ [m}^3\text{/h]} \quad (\text{II.27})$$

Où :

- P_{0j} en ($m^3 / h \cdot m^2$) sous $\Delta P = 1(\text{Pa})$ est la perméabilité surfacique à l'air de l'ouvrant j c'est-à-dire le débit d'air traversant $1(m^2)$ de paroi sous une pression $\Delta P = 1(\text{Pa})$; les valeurs de P_0 pour les ouvrant courant sont regroupées dans le tableau suivant :

•

Type de parois	Valeur de p_0 ($m^3/h \cdot m^2$ sous $\Delta p = 1 \text{ pa}$)
Fenêtre ou porte fenêtre	4.0
Porte avec seuil joint d'étanchéité	1.2
Port	6.0
Double fenêtre	2.4

Tableau.II.9 Perméabilité surfacique de l'air

Le coefficient d'exposition au vent e_V est tiré du tableau suivant :

Hauteur H (m)	Classes de rugosité				
	V	IV	III	II	I
$H \leq 4$	0,40	1,47	2,71	4,06	6,36
$4 < H \leq 7$	1,10	2,30	3,51	4,82	7,08
$7 < H \leq 11$	1,76	3,00	4,19	5,46	7,67
$11 < H \leq 18$	2,57	3,87	4,97	6,17	8,32
$18 < H \leq 30$	3,50	4,80	5,80	6,93	9,02
$30 < H \leq 50$	4,47	5,78	6,66	7,71	9,72

Tableau.II.10 Coefficient d'exposition au vent

La hauteur H correspond à la moyenne de la distance entre le sol et la mi-hauteur des ouvrants de la paroi considérée. Les classes de rugosité du site d'implantation du bâtiment sont définies ci-dessous :

- Rugosité de classe I : bord de mer.

- Rugosité de classe II : rase campagne, aéroport.
- Rugosité de classe III : zone rurale avec arbre, haies, zones faiblement urbanisées.
- Rugosité de classe IV : zone urbaine ; zones industrielles ; forêts.
- Rugosité de classe V : centre des grandes villes.

Le coefficient d'exposition au vent caractérise le rapport entre le débit d'air pour la différence de pression due au vent, et le débit d'air dû aux infiltrations pour une différence de pression de 1 pascal.

II.3.3.12. Déperdition par transmissions à travers les parois en contact avec le sol

Les déperditions D_{sol} pour un plancher, sont données par la formule :

$$D_{sol} = k_s \cdot P \text{ [W/°C]} \quad (II.27)$$

Où :

- P en [m] est le périmètre intérieur
- K_s en [W/m. °C] est le coefficient de transmission linéique dont les valeurs sont données dans le tableau suivant :

Z en m	Inf. a -6	De -6 à -4	De -4 à -2.5	De -2.5 à -1.85	De -1.80 à -1.25	De -1.20 a -0.75
K en (w/m.c)	0	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
Z en m	De -0.70 à -0.45	De -0.40 à -0.25	De -0.20 à 0.20	De 0.25 à 0.40	De 0.45 à 1.00	De 1.05 à 1.50
K en (w/m.c)	1.20	1.40	1.75	2.10	2.34	2.55

Tableau.II.11 Le coefficient de transmission linéique

Les valeurs des coefficients k_s sont données en fonction de la différence niveau, notée z



Chapitre III :

Description de local et l'environnement de simulation block-load

Chapitre III : Description de local et l'environnement de simulation block-load

III.1. Introduction

L'objectif de ce chapitre est de mettre en évidence les dimensions de notre local et le modèle mathématique des besoins thermiques de ce local, qui va être simulé, grâce au logiciel **Block Load** 4.15, sur une année météorologique type.

- Les facteurs pouvant affecter l'évaluation de bilan thermique :

Orientation de la pièce : L'emplacement de la pièce climatisée par rapport à : Points cardinaux, géographie (latitude, longitude), climat, Bâtiments près de l'ombre, Surface réfléchissante : eau, sable, parking, etc.

Plans architecturaux, détails montrant la structure du bâtiment, croquis dessinés à la main

- ✓ Dimensions de la pièce : longueur, largeur, hauteur sous plafond,
- ✓ Matériaux de construction : type de matériau, mur, plafond, épaisseur du sol
- ✓ Couleur du matériau : couleur des murs et du toit,
- ✓ Conditions hors site : site adjacent, avec ou sans climatisation, température du site non climatisé, rez-de-chaussée ou vide sanitaire, ensoleillement sur site,
- ✓ Conditions maintenues à l'intérieur (température et humidité relative),
- ✓ Destinations d'installations : bureaux, hôpitaux, commerces, magasins, ateliers, etc.
- ✓ Fenêtres : dimensions et emplacement, cadre en bois ou en métal, type de verre, type de store, taille de l'abat-jour et du porte-à-faux,
- ✓ Porte : emplacement, type, taille, fréquence d'ouverture,
- ✓ Occupants : activités et nombres, durée d'occupation du local,
- ✓ Appareils ménagers, moteurs : emplacement, puissance nominale ; durée de fonctionnement.

III.2. Description du local

Les conditions initiales sont illustrées dans le tableau I. ce local est situer au zones côtières (Bouira). Le plan du local est présenté plans sur figure III.1

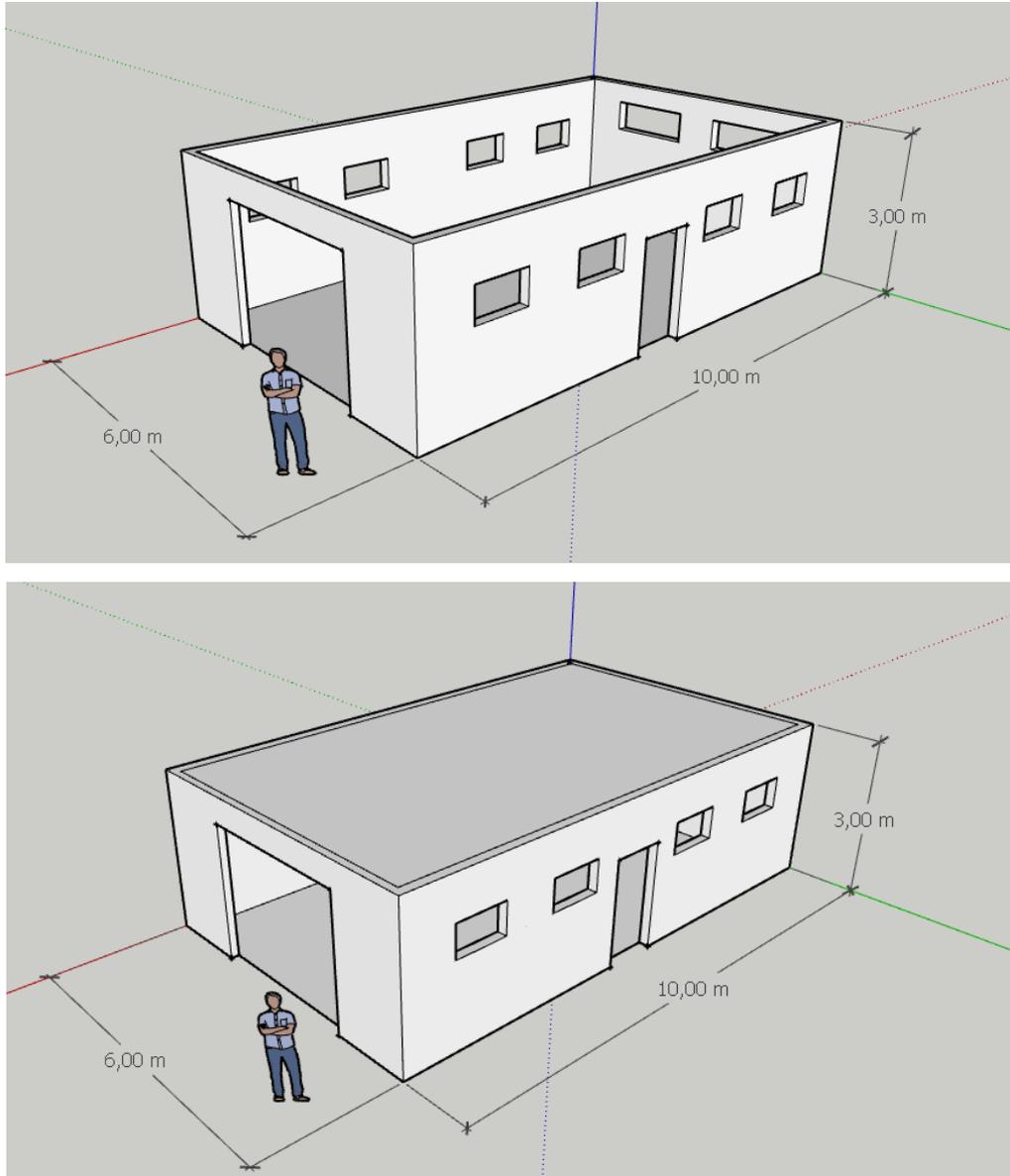


Fig.III.1: description de local

DESCRIPTION			
Dimensions de local	Surface de 10*6=60 m²	Hauteur 3m	
MUR EXPOSÉ AU SOLEIL Colorié moyenne absorptivité=0.675 Le coefficient de transmission thermique U=0.93 W/m ² k	West	10X3m ²	Comporte une porte de 1X2m ² et 4 fenêtres de 1*0.60m ²
MUR EXPOSÉ AU SOLEIL Colorié moyenne absorptivité=0.675 Thermique U=0.93 W/m ² k	Sud	6X3m ²	Comporte un garage de 3X2.5m ²
MURS EXPOSÉ AU SOLEIL Colorié clair absorptivité=0.45 U=0.317 W/m ² k	Nord	6X3m ²	Comporte 2 fenêtres de 1.5*0.60 m ²
(Partition) MUR NON EXPOSÉ AU SOLEIL adjacentes à un local non conditionné Température max de l'espace Non conditionné 30°C Température MIN de l'espace Non conditionné 8°C U=2 W/m ² k	Ouest	10X3m ²	Comporte 04 fenêtres de 1*0.60 m ²
PLAFOND ou TOITURE Local non climatisé au-dessus absorptivité=0.9 U=2W/m ² k	Horizontal	10X6m ²	Isolé
PORTE EXPOSÉE AU SOLEIL U =2W/m ² k , Vecteur solaire 0.6	West	1X2m ²	
Fenêtres expose au soleil U =2W/m ² k , Vecteur solaire 0.6	Est et West	1*0.6 m ²	8 fenêtres comportent une surface double vitrage
FENETRE EXPOSÉE AU SOLEIL U=2.5W/m ² k	Nord	1.5*0.60 m ²	Double vitrage
PLANCHER Local non conditionné au-dessous plancher sur sol U=0.9W/m ² k	Périmètres exposé ver l'exterieur 15m ²	10X6m ²	
OCCUPANTS (Comprend le renouvellement d'air passant dans l'appareil)	Débit d'air=7.4L/personne	5 personne	Hangar
ECLAIRAGE ET APPAREILS ELECTRIQUES (en fonctionnement) Encastré non ventilé	Puissance d'éclairage 20W/m ²	Eclairage avec lampes à incandescence	
System Température de soufflage pendant la période d'été 15°C Température souhaitable pendant la période d'été 22°C Température soufflage pour le chauffage 30°C Température souhaitable pour le chauffage 20°C	Fonctionnement 24h Climatisation et chauffage à air chaud	Zone côtière (Alger) Latitude Alger 36.7 deg, longitude-3.3 deg).	

Tableau III.1: Les conditions initiales

III.3. L'environnement de simulation Block Load

III.3.1. Le progiciel

Un logiciel appelé Block Load est utilisé pour déterminer les charges d'été et d'hiver pour les structures commerciales. Le calcul d'une seule zone ou de plusieurs zones est simple. La méthode du facteur de réponse est utilisée dans ce logiciel pour déterminer la charge. En tant que méthode appropriée pour estimer la charge temporelle, cette approche a reçu l'approbation de l'ASHRAE. Le manuel ASHRAE Handbook of Fundamentals de 1993 décrit l'approche du facteur de réponse ou la méthode de la fonction de transfert pour les calculs de charge.

Le premier programme CAREER 20II à être transféré vers Windows est BlockLoad 4.15. L'interface utilisateur graphique de Windows est pleinement utilisée dans cette nouvelle édition. Rapide et simple à utiliser. La nomenclature, l'organisation des données et la méthode de calcul utilisées dans Blockload 4.15 avec Dos ou HAP et Advanced Load sont les mêmes que celles de la version 4.15. Lorsque les nouveaux utilisateurs utilisent ce logiciel de manière intuitive et sans difficulté, les utilisateurs plus âgés ne se sentiront pas mal à l'aise. L'interface utilisateur graphique, ou GUI en abrégé, est toute nouvelle. Vous pouvez voir toutes les données du projet et leurs connexions grâce à cela. La fenêtre principale de chargement de bloc 4.15 est illustrée dans l'image. Les nombreux symboles représentent les informations météorologiques, les différents systèmes climatiques et les zones géographiques. Quatre systèmes, chacun desservant une ou plusieurs zones, sont utilisés dans ce scénario. Les lignes montrent comment les zones se rapportent au système climatique. L'espace sur la gauche est destiné au stockage des zones qui ne sont pas connectées au système.

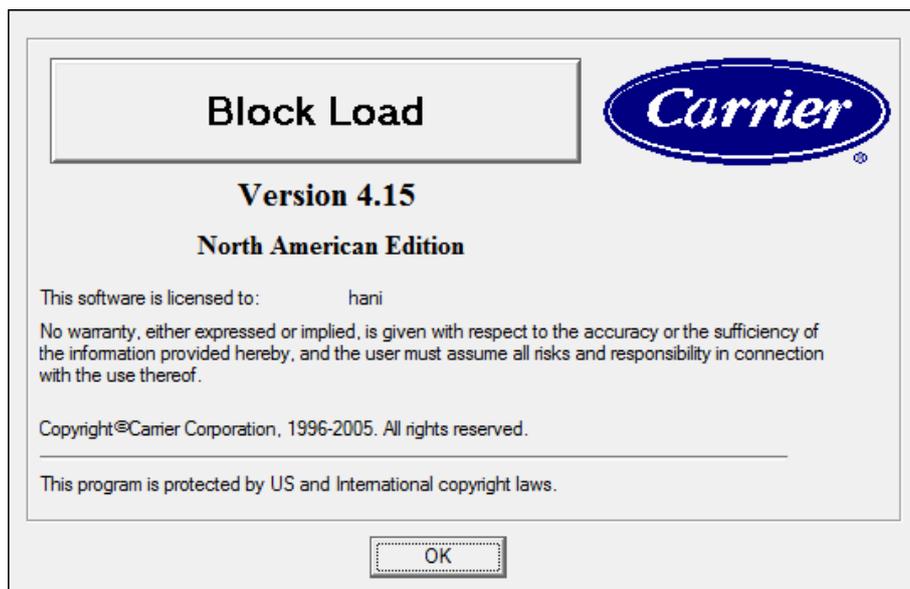


Fig. III.2: Block Load version 4.15

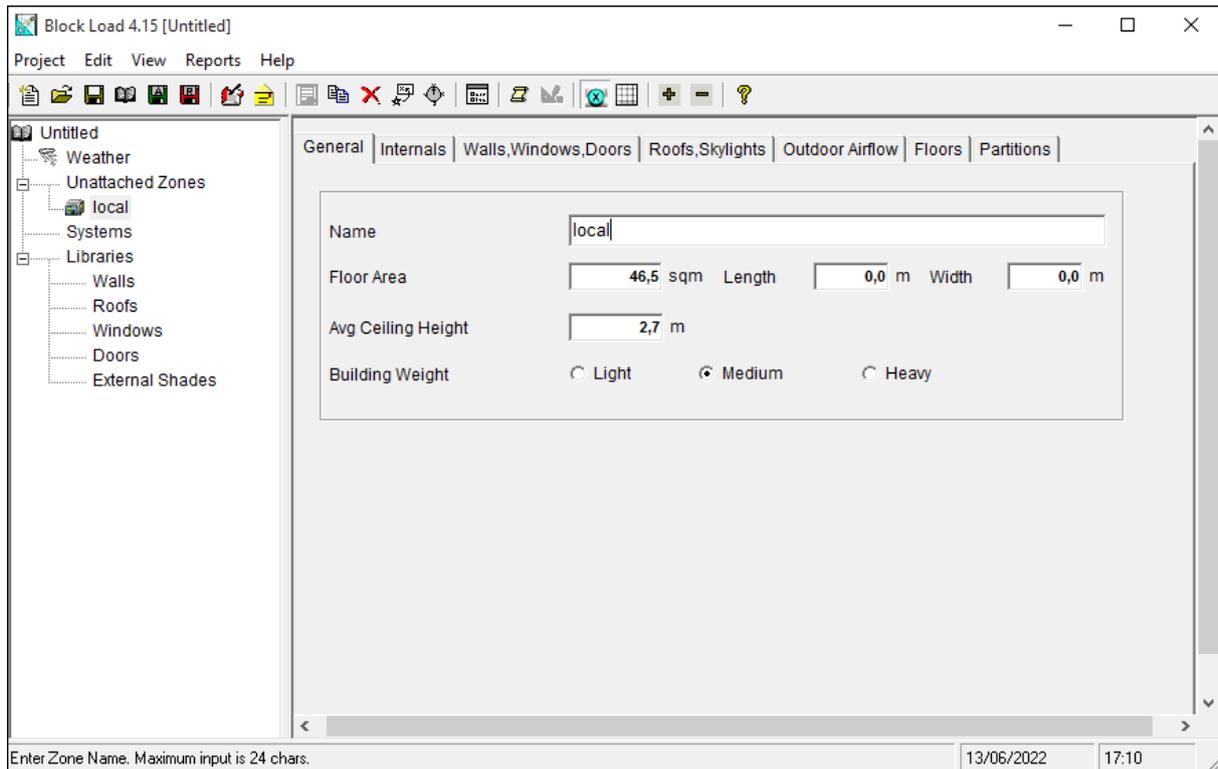


Fig.III.3 : Nouveau projet (Local d'un restaurant)

Pour assister l'utilisateur, l'interface graphique permet une manipulation directe de la saisie et de la modification des données. Les fonctions de cette interface sont les suivantes :

Pour modifier les données, double-cliquez sur l'objet concerné. Pour afficher les données d'une zone particulière, par exemple, cliquez simplement sur la zone et choisissez "Mug 1". Après cela, vous pouvez les modifier. Utilisez les options de la barre de menus pour copier, imprimer et supprimer l'objet sélectionné avec la souris. Pour attacher une zone au système, sélectionnez-la et faites-la glisser. Gardez à l'esprit que le système peut configurer ou déplacer des zones assez rapidement grâce à cette fonctionnalité. Il existe toujours une ou plusieurs façons d'accomplir une tâche, comme avec n'importe quel logiciel Windows. L'un des avantages de la programmation orientée objet est le suivant.

Les autres avantages de BlockLoad 4.15 sous Windows sont :

- ✓ Même interface que tous les programmes Windows
- ✓ Impression sur toutes les imprimantes utilisant les polices Windows
- ✓ Capacité à travailler simultanément avec BlockLoad 3.01, écrire des lettres, utiliser des feuilles de calcul et créer des plans ou des diagrammes dans AutoCAD Windows

- ✓ Une interface a été créée entre TTH2000 et BlockLoad. Cela permet de calculer la perte de contrôle en fonction du DTU puis de la climatisation. Cette interface s'appelle E2iBLK. Blockload 4.15 est surtout attendu par de nombreux utilisateurs du logiciel CARRIER de la série E20II, dont l'interface DOS était trop modeste

III.3.1.2. Définitions

- ✓ **ASHRAE** American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- ✓ **DTU** Document Technique Unifié édité par le CSTB, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment,
- ✓ **CVC** Chauffage Ventilation et Climatisation

III.3.1.3. Unité de mesure

Les unités de mesure dans Block Load peuvent être soit Métriques/S.I (kW, m,..). soit Anglaises (BTU, ft, ...). Par défaut les unités de base sont Métriques. Il est possible dans le programme de passer des unités Métriques aux unités Anglaises.

III.3.1.4. Préparation des données

Vous devez connaître les informations sur le bâtiment et les caractéristiques du système de chauffage et de refroidissement prévu avant de commencer l'enquête. Le dossier de planification et de spécifications techniques contient la majorité de ces données. Vous pouvez entrer toutes les données nécessaires étape par étape à l'aide de cette application logicielle. Ces faits sont:

- ✓ Climat du site. Vous pouvez facilement obtenir des données de localisation à partir de la base de données météo fournie avec ce progiciel. Vous pouvez également spécifier directement la latitude, l'altitude et divers paramètres de température.
- ✓ Types de murs, toits, vitres et cloisons dans les espaces non chauffés ou non climatisés.
- ✓ Dimensions du bâtiment, y compris les murs, les toits, la surface et l'exposition (direction) du vitrage (y compris le contrôle solaire et les propriétés des murs/LNC).
- ✓ Le nombre ou la densité des personnes et le niveau de leur activité.
- ✓ Informations sur les performances et les caractéristiques des systèmes d'éclairage et divers équipements électriques.

- ✓ Stratégie de zone : un thermostat pour l'ensemble du bâtiment ou un thermostat pour chaque zone (ou pièce).
- ✓ Types de systèmes CVC : par exemple, chauffage et climatisation, climatisation uniquement, ...
- ✓ Nature de l'équipement de chauffage par exemple : air chaud, chauffage électrique,
- ✓ Point de consigne du thermostat pour le chauffage et la climatisation.
- ✓ Critère de calcul pour la ventilation, l'air neuf, le rejet et les bases du système de chauffage.
- ✓ Conception avec un plénum pour le retour de l'air à la centrale.
- ✓ Les caractéristiques du ventilateur et la position de la batterie froide par rapport à ventilateur (avant et arrière).

III.3.2. Le site

La base des estimations de charge est l'information météorologique par emplacement. Choisissez le site préféré dans la liste des options. Les données de cette source deviendront alors les données météorologiques actuelles après sélection. Vous pouvez choisir un site Web différent à tout moment.

III.3.2.1. Ecran de saisie : Site

Region	Africa		
Location	Algeria		
City	Bouira		
Latitude	36,7 deg	Longitude	-3,3 deg
Elevation	25,0 m		
Summer Design DB	36,0 C		
Summer Coincident WB	21,7 C		
Summer Daily Range	11,6 K		
Winter Design DB	2,2 C		
Winter Coincident WB	-0,9 C		
Atmospheric Clearness Number	1,00		
Design Clg Calculation Months	Jan	thru	Dec

Fig.III.4 Ecran de saisie : Zone Données-1

III.3.2.2. Latitude

Le rayonnement solaire est calculé en utilisant la latitude de l'emplacement. Il établit la direction et l'intensité du rayonnement solaire généré par le logiciel. Pour plus d'informations sur la latitude des différentes villes du monde, consultez le chapitre 24 du manuel ASHRAE de 1989. Sur une carte du globe, cette valeur est également perceptible. Une latitude dans l'hémisphère nord est indiquée par une valeur positive. Une latitude dans l'hémisphère sud est indiquée par une valeur négative positive.

III.3.2.3. L'altitude

L'élévation du site considéré est sa hauteur au-dessus de l'océan. La densité de l'air, qui affecte les charges de refroidissement et de chauffage, est calculée à l'aide de celui-ci. Pour des informations sur l'élévation de différents sites, consulter le chapitre 24 du manuel ASHRAE ou tout autre texte pertinent sur le sujet. Une altitude élevée est indiquée par une valeur positive. Une altitude au-dessus du niveau de la mer est indiquée par une valeur négative.

III.3.3. Les zones

III.3.3.1. Ecran de saisie : Zone Données

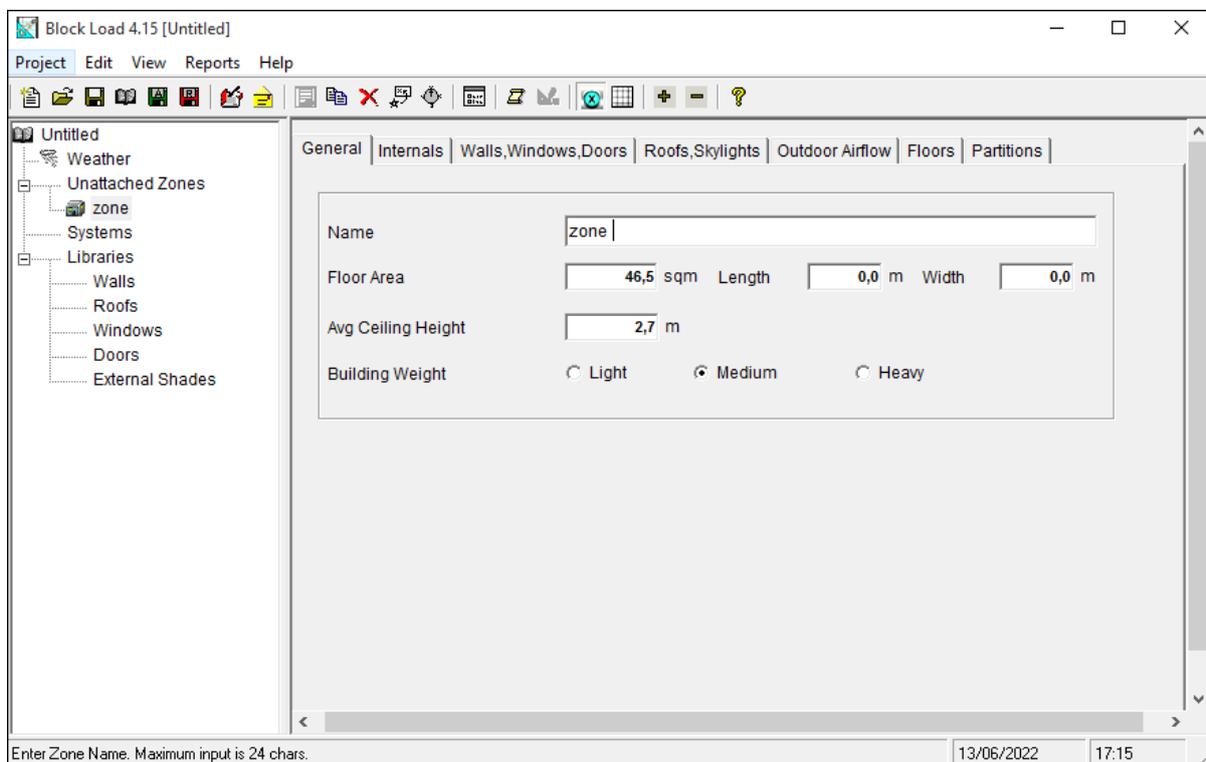


Fig.III.5 Ecran de saisie : Zone Données-2

III.3.3.2. Zone

Une zone peut être une zone, une pièce ou une pièce. Une zone est comparable à un espace de base plutôt qu'à un espace complexe pour les utilisateurs HAP ou Advanced Load. Une région d'un bâtiment qui possède son propre thermostat est appelée une zone. L'espace peut être un bâtiment entier pour un projet simple. Le bâtiment est divisé en un certain nombre de zones en général. Notez que le nom de la zone ne contient pas d'apostrophe, par exemple, Office 10 est incorrect. Bureau 10a, cependant, est acceptable.

Block Load peut avoir 20 systèmes et chaque système peut contenir un maximum de 75 zones. Block Load 4.15 peut avoir 1000 systèmes et chaque système peut contenir un maximum de 1000 zones.

III.3.3.3. Nom de la Zone

Les données de chaque zone sont identifiées par un nom de zone. Ce nom est visible sur les sorties imprimées, la fenêtre de projet et les écrans de sélection de chaque zone. La longueur d'un nom de zone ne doit pas dépasser 20 caractères. De plus, vous devez vous assurer que vos noms de zone diffèrent les uns des autres.

III.3.3.4. Surface de plancher

Ce graphique affiche la totalité de la surface au sol de l'espace climatisé. Ces informations sont utilisées pour déterminer les charges internes, y compris les lumières, le nombre de personnes, les autres charges électriques, les autres apports rationnels et cachés et l'apport d'air.

III.3.3.5. Poids du bâtiment

Le refroidissement par air d'un bâtiment est influencé par son inertie. Il est logique que les zones à construction lourde retiennent la chaleur plus longtemps que les zones à structure légère. Il existe trois types d'inertie du bâtiment énumérés ci-dessous. Vous pouvez saisir l'une des trois catégories ou le poids précis au mètre carré. Poids équivalent d'inertie.

Catégories	lb/ft ²	Kg/m ²
<L>Léger	30	146.5
<M>moyen	70	341.8
<H>Lourd	130	634.7

Tableau III.2: Poids des bâtiments

III.3.3.6. Coefficient d'inoccupation de l'Éclairage

Un faible éclairage est le résultat de la quantité d'appareils qui sont utilisés lorsqu'il n'y en a pas assez. Il est clair que la quantité de lumière présente à un moment affecte la charge à un moment ultérieur de la journée. L'introduction de ce coefficient est une copie du fait réel. En fonctionnement typique, un éclairage complet est utilisé. En HAP, ce pourcentage ne peut pas être modifié pendant la journée. Nous vous demandons de fournir la quantité exacte d'énergie qui sera utilisée pendant le temps de charge maximum afin de rendre le résultat plus précis. L'apport lumineux est impacté d'un coefficient infime en mode réduction..

Fig.III.6 Ecran de saisie, Bâtiment et Matériaux

III.3.3.7. Coefficient K des Murs

Le coefficient K des murs est donné en $W/m^2 \cdot ^\circ C$. C'est le coefficient de perméabilité Mur thermique. Pour son calcul, on se réfère au calcul du coefficient de transmission des parois opaques. Utilisé pour les calculs de chauffage et de refroidissement. Pour plus de précision, voir Règles DTU Th-K publiées dans le CSTB ou Carrier Manual, Partie 1, Bilan thermique, Tableau 27, pages 1-62 et suivantes, Ou ASHRAE Fundamentals 1989, Chapitre 26.

III.3.3.8. Calcul du coefficient de transmission des parois opaques

Les résistances thermiques de tous les matériaux composants doivent être multipliées par les coefficients de résistance de surface afin de déterminer le coefficient de perméabilité

d'une paroi opaque. En divisant 1 par le total des résistances précitées, on peut déterminer le coefficient K.

III.3.3.9. Poids des murs

Le poids des murs est exprimé en kilogrammes par mètre carré. Cette phrase dénote l'inertie. L'inertie des murs joue un rôle dans le stockage et la transmission de la chaleur au sein d'une structure. Par poids exact ou catégorie d'inertie, cette inertie peut être décrite. Poids équivalent à l'inertie.

Catégories	lb/ft ²	kg/m ²
<V> Très Léger	6	29.3
<L> Léger	20	97.6
<M> Moyen	60	292.9
<H> Lourd	140	683.5

Tableau III.3: Poids des murs

III.3.3.10. Couleur

La quantité d'énergie solaire absorbée dépendra de la couleur des murs ou du toit. Choisissez une couleur pour la zone de liste déroulante. La directive ASHRAE conseille d'utiliser une teinte sombre pour les espaces industriels en raison de la fumée et de la saleté qui s'accumulent sur les murs. Si une autre teinte est plus susceptible de conserver son apparence au fil du temps, allez-y.

III.3.3.11. Coefficient K des Toitures

En W/m²-°C, le facteur de toit K est exprimé. C'est le coefficient de transfert de chaleur du mur. Le calcul du coefficient de transmission des parois opaques sert de modèle à ce calcul. Utilisé lors du calcul du chauffage et du refroidissement. Voir les Règles DTU Th-K dans le Manuel du Transporteur, Partie 1, Bilan thermique, Tableau 27, pages 1-67 et suivantes. Pour plus d'informations. Ou Chapitre 26 de ASHRAE Fundamentals, 1989.

III.3.3.12. Poids de la toiture

Le calcul des charges est directement impacté par le poids de la toiture et par conséquent son inertie. Il est simple de réaliser que le poids du toit affecte la quantité de chaleur stockée et

transmise. Trois catégories d'inertie de toit sont énumérées ci-dessous. Vous pouvez choisir l'un des trois paramètres ou le poids précis en kilogrammes par mètre carré.

Catégories	lb/ft ²	kg/m ²
<L> Léger	10	48.8
<M> Moyen	30	146.5
<H> Lourd	55	268.5

Tableau III.4: Poids des toitures

III.3.3.13. Exposition

L'exposition correspond à l'orientation des murs extérieurs et des vitrages. Les choix offerts sont : N, E, S, O et NE, SE, SO, NO Surface brute de mur On indique ici la surface brute des murs en m²

(Ouvertures incluses) pour chaque orientation. Cette difficulté sera corrigée dans les versions.

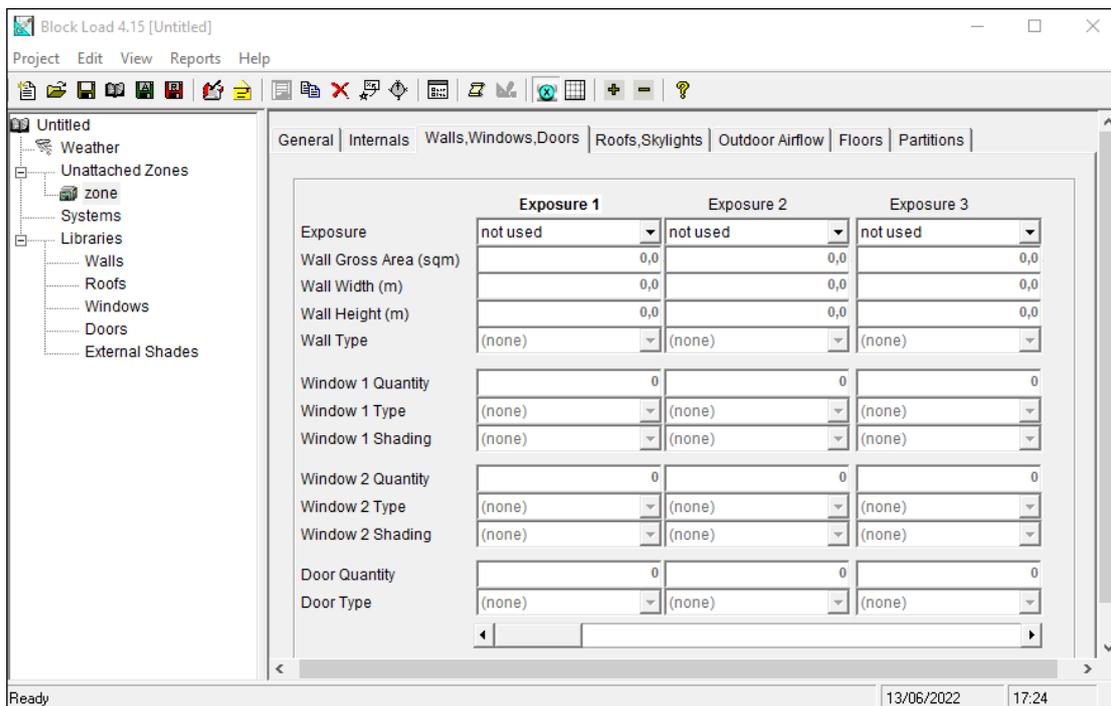


Fig.III.7 Ecran de saisie, Exposition ultérieures

III.3.3.14. Parois/LNC

Les parois sur Local Non Chauffé ou Non Climatisé peuvent être des murs, des planchers ou des plafonds. Exemple la paroi d'une zone climatisée adjacente à une chaufferie ou un hangar non climatisé.

III.3.3.15. Surface nette d'une paroi/LNC

Cette section spécifie la surface nette du parois/LNC. Aux fins du calcul des charges, cette valeur est requise.

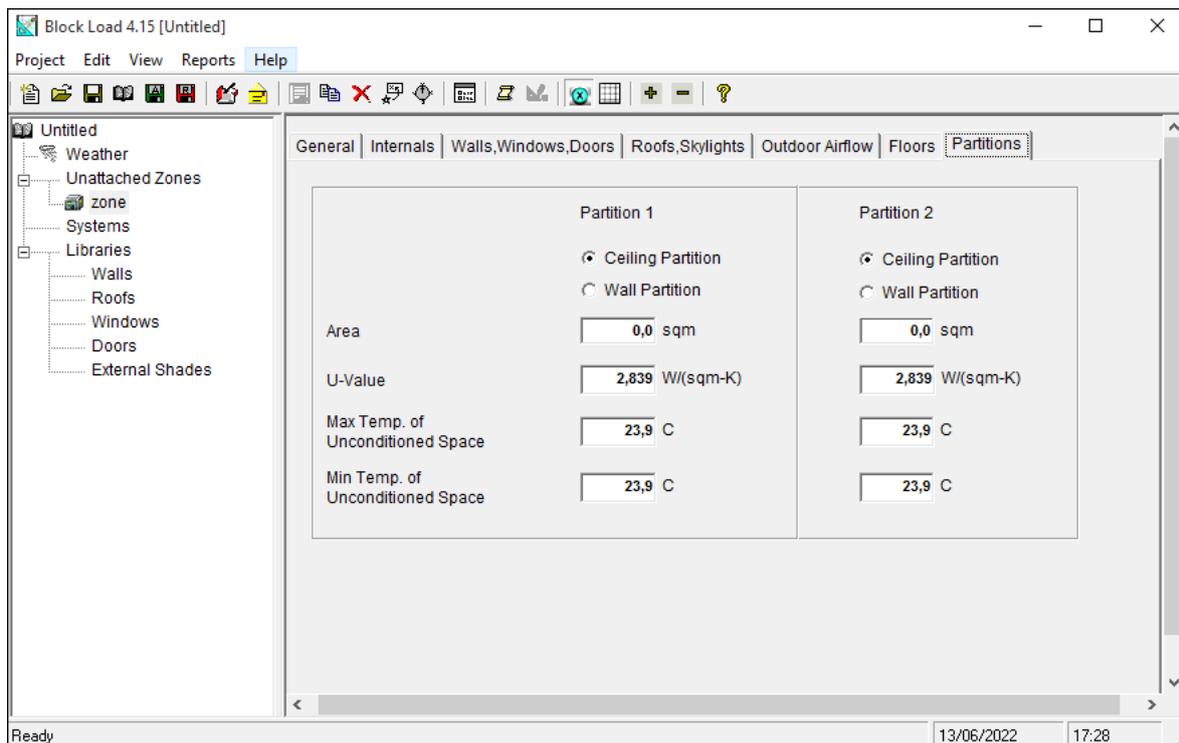


Fig.III.8 Ecran de saisie, Parois

III.3.4. Système cvc

III.3.4.1. Définition

Chauffage Ventilation Climatisation **est** un ensemble de domaines techniques qui regroupe les spécialités des **systèmes** de climatisation et de chauffage pour tous types de bâtiments (habitation, industrie, bureaux). L'équivalent anglais **est** HVAC : Heating Ventilation Air-Conditioning.

Block Load 4.15 peut contenir 1000 Systèmes et chaque Système on peut inclure au maximum 1000 Zones.

III.3.4.2. Ecran de Saisie, Système CVC Données 1

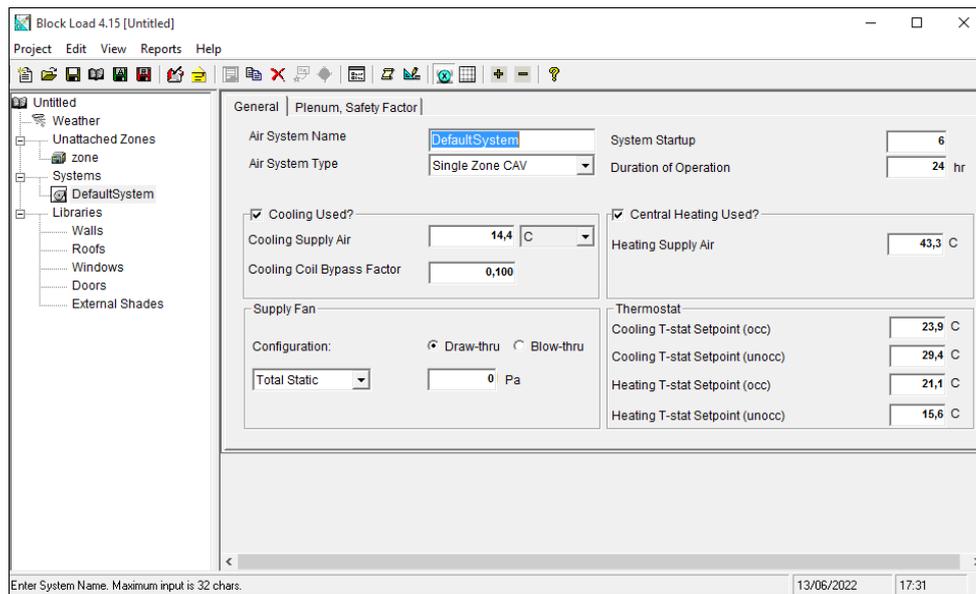


Fig.III.9 Ecran de saisie, Système CVC Données 1

III.3.4.3. Nom du système

Il est identifié par son nom de système. Sur les écrans de saisie et les impressions, ce nom sera affiché.

III.3.4.4. Type de système

Le principe du système cvc est déterminé par le type de système. Les calculs utilisant des tailles nécessitent ces informations.

On recense dans ce progiciel 7 types de système :

1. Climatisation et chauffage à air chaud
2. Climatisation et chauffage central
3. Climatisation et chauffage électrique direct
4. Climatisation seule
5. Chauffage à air chaud seul
6. Chauffage central seul
7. Chauffage électrique direct



Chapitre IV :

Résultats et discussion

Chapitre IV : Résultats et discussion

IV. Résultats et discussion

L'objectif de ce chapitre est d'attirer l'attention sur l'importance de l'analyse des besoins thermiques d'un local. Le programme Block Load 4.15 a été utilisé pour modéliser le comportement thermique de deux variations d'un même espace de bureaux tout au long d'une année météorologique normale.

- ✓ Local de toiture horizontal.
- ✓ Local de toiture incliné.

IV.1. Spécification de construction

Local est à 36° de latitude nord et 3° de longitude est à Alger, la capitale de l'Algérie, sur la rive sud de la mer Méditerranée. L'emplacement considéré a 60 m² et une hauteur H=3 m. Ce bâtiment est fait de tuiles en aluminium. La toiture est constituée d'une dalle en béton de 10 cm de long qui a été coulée sur la tôle fixée au plafond au-dessus des poutres. Les murs extérieurs sont en blocs de béton noir. Une isolation thermique de 5 centimètres est présente au-dessus de la dalle béton. Les fenêtres sont en double vitrage et panneaux sans cadre. Toutes les fermetures sont fixées avec des cadres métalliques et sont constituées de plaques en plastique. La zone est occupée par 2 personnes.

Le tableau (IV.1) donne les résistances thermiques des matériaux utilisés pour les murs, le toit et le verre. Voir les plans sur Figure (IV.1).

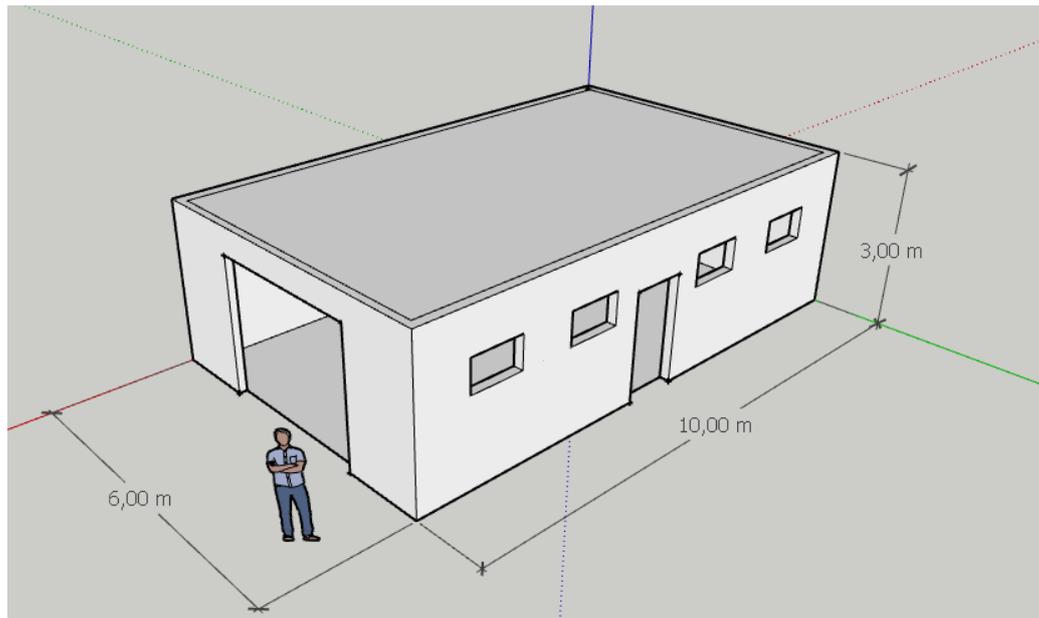


Fig. IV.1: Le plan de local

1	Espace intérieur total (volume)	180 m ³
2	Surface totale des murs extérieurs	81m ²
3	Surface totale du toit	60 m ²
4	Surface totale de verre / fenêtres / porte	6.5m ²
5	Nombre total estimé d'employés / de personnel (estimé)	5
6	Nombre total estimé de visiteurs par jour (estimé)	0
7	Résistance totale pour le mur	5.2W/m ² k
8	Résistance totale pour le toit	2W/m ² k
9	Résistance totale pour les fenêtres	2W/m ² k

Tableau IV.1: Résumé des spécifications de construction

IV.2. Charge de climatisation

Alors qu'en été, l'air est refroidi et l'humidité est éliminée, en hiver, l'air est chauffé et l'humidité est ajoutée. Les charges internes et externes qui composent la charge de refroidissement d'été de la pièce. Les deux doivent quitter la pièce afin d'atteindre le niveau de confort idéal pour les personnes, soit une température ambiante d'environ 22°C et une humidité relative d'environ 50%.

IV.2.1. Gains de chaleur

L'énergie transférée thermiquement de l'environnement extérieur chaud à la pièce représente les gains de chaleur externes. Le transfert de chaleur se produit par conduction via les murs extérieurs, le dernier étage et le sol, l'intensité solaire à travers les fenêtres et les portes, l'infiltration et la ventilation. Les personnes, les équipements électriques et la lumière sont quelques-unes des autres sources de chaleur acquise.

Les données nécessaires pour calculer la charge thermique d'un lieu

- ✓ Zones d'enveloppes et de verre
- ✓ Facteurs U pour les enveloppes
- ✓ Facteurs de transmission du verre
- ✓ Densité d'éclairage et facteurs connexes
- ✓ Moteurs et autres sources de chaleur avec facteurs connexes
- ✓ Nombre de personnes et type d'activités
- ✓ Taux de ventilation et enthalpie de l'air à l'intérieur et à l'extérieur

IV.2.2. Analyse de transfert de chaleur

La chaleur est transférée vers et depuis la pièce principalement par les murs extérieurs, les portes et les fenêtres et le toit supérieur. La chaleur est également transférée à travers la dalle de plancher. La chaleur Q transférée à travers ces coques solides se fait par conduction, convection et rayonnement. La différence de température pour un transfert de chaleur constant doit être ajoutée avec des facteurs de correction pour l'intensité solaire et le transfert de chaleur instable. Les charges de refroidissement des pièces dépendent des conditions météorologiques locales, des propriétés thermiques des matériaux utilisés pour l'enveloppe du bâtiment et de la fonction du bâtiment. Afin de calculer avec précision la charge de refroidissement d'un bâtiment, un programme informatique de simulation énergétique volumineux et complexe tel que Block Load 4.15 est généralement requis, qui utilise respectivement la méthode de transfert et la méthode du bilan thermique.

IV.2.3. Calcule la charge thermique pour local d'hangar

a) Cas de local avec toiture horizontal

L'estimation de la charge de refroidissement est une autre fonction du logiciel Block Load 4.15 développé par Carrier. Les résultats ont été comparés à des calculs effectués manuellement,

et il a été constaté qu'il y avait une similitude significative entre les deux. Cela nous a convaincus de nous fier à un logiciel pour nos calculs et l'estimation de la charge thermique locale. La figure IV.2 et le tableau de cet article illustrent les températures moyennes et maximales dans la ville d'Alger (IV.2). Avec une température moyenne de 25,2 °C, le mois d'août est le mois le plus chaud de l'année. Le mois le plus froid de l'année est janvier, avec une température moyenne de 11,5 °C.

Le tableau IV.3 présente la charge de refroidissement totale est de 2,7 kW et la charge maximale de chauffage est de 2,0 kW, sachant que la charge se produit au mois d'août 16h00

Le rapport de chaleur sensible pour le local est de près 0,972, ce qui signifie que le programme tenait compte de la chaleur latente des personnes et des infiltrations, en particulier par temps humide. Le débit d'air de la batterie est de 2290 L / s

Le tableau (IV.3) représente les données de dimensionnement de l'espace. La surface de plancher est de 25, m² avec un débit d'air maximal réel par unité de surface de 38.17L / m².

La capacité maximale de refroidissement sensible est de 2,1 kW et le prélèvement d'air réel maximal est de 2290 l/s. La charge de chauffage maximale est de 1,5 kW. Le moment de la conception est de 17 heures en août. Même si les mois d'été sont courants, il y a toujours un risque d'orage, en particulier dans les climats plus chauds où l'angle du soleil varie plus que les circonstances ambiantes. En effet, le jour de conception du rafraîchissement est le jour le plus défavorable pour vos dépenses de climatisation. La capacité de l'équipement, la taille des ventilateurs et finalement la taille des conduits sont déterminées par l'heure la moins favorable de la journée. Cela influence considérablement le coût initial. Le moment de la conception a également un impact sur la demande de puissance maximale, qui a souvent un impact considérable sur la facture de services publics.

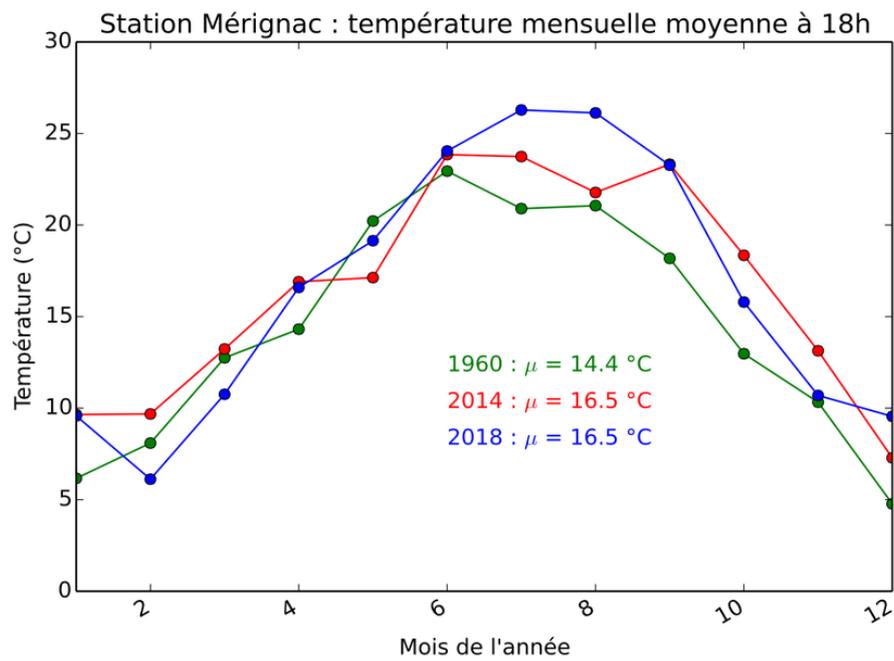


Fig. IV.2: Température moyenne mensuelle pendant l'année [14]

	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sep	Oct.	Nov	Déc
Température moyenne (°C)	11.5	12.1	13.5	15.5	18.2	21.5	24.3	25.2	23.3	19.4	15.1	12.3
Température minimale moyenne (°C)	8.1	8.3	9.7	11.3	14	17.4	20.2	21	19.6	15.7	11.5	9
Température maximale (°C)	14.9	15.9	17.3	19.7	22.5	25.6	28.5	29.5	27	23.2	18.8	15.6

Tableau IV.2. Tableau climatique de Bouira centre [15]

Informations sur le système d'air

Nom de système : **System 01**
 Type de système : **Single Zone CAV**

Nombre de zones : **1**
 Surface de plancher : **60,0** sqm
 Lieu : **Bouira, Algeria**

Information de calcul de la taille

Mois de calcul : **Jan to Déc.**

Method de calculations :Méthode de la fonction de transfert

Données de dimensionnement de refroidissement central

Charge totale : **34,6** kW
 Charge de la batterie : **34,6** kW
 Charge de la batterie sensible : **33,6** kW
 Débit d'air de la batterie : **2290** L/s
 Rapport de chaleur sensible : **0,972**
 Surface par unité de charge : **1,7** sqm/kW
 Surface unitaire : **577,0** W/sqm

La charge se produit à : **Aug 1500**
 OA DB / WB : **32,8/23,3**
 Saisie DB / WB : **32,8/23,3**
 Quitter DB / WB : **20,6/19,7**
 Bobine ADP : **19,2** C
 Facteur de dérivation : **0,100**
 RH résultant : **85** %
 Temporisation de conception : **15,0** C

Données de dimensionnement des serpentins de chauffage central

Charge maximale de la batterie : **63,8** kW
 Débit d'air de la batterie : **2290** L/s
 Surface unitaire : **1063,2** W/sqm

La charge se produit à : **Jan 500**
 Ent DB / Lvg DB : **-3,1/20,0**

Données de dimensionnement du ventilateur d'alimentation

Débit d'air maximum réel : **2290** L/s
 Débit d'air standard : **2283** L/s
 Débit d'air maximum réel par unité de surface : **38,17** L/(s-sqm)

Moteur de ventilateur BHP : **0,00** BHP
 Moteur de ventilateur kW : **0,00** kW
 Ventilateur statique : **0,00** Pa

Données d'air de ventilation extérieure

Débit d'air design : **2290** L/s
 Débit d'air par unité de surface : **38,17** L/(s-sqm)
 Débit d'air par personne : **1145,00** L/s/Person
 WB Température humide (Wet Bulb)
 DB Température sèche (Dry *Bulb*)

Données de dimensionnement de l'espace

Nom de l'espace	Refroidissement maximum sensible kW	Conception débit d'air L / s	Temps de charge de pointe	Charge de chauffage maximal KW	Espace Surface de plancher m2	Espace L / (s.m2))
Local	4,1	2290	Jul 900	3,4	60,0	38,17

Tableau IV.3: Dimensionnement de l'espace (local avec toiture horizontal)

Location: Bouira, Algeria
 Altitude: 25,0 m
 Data for: Aug DESIGN COOLING DAY, 1500

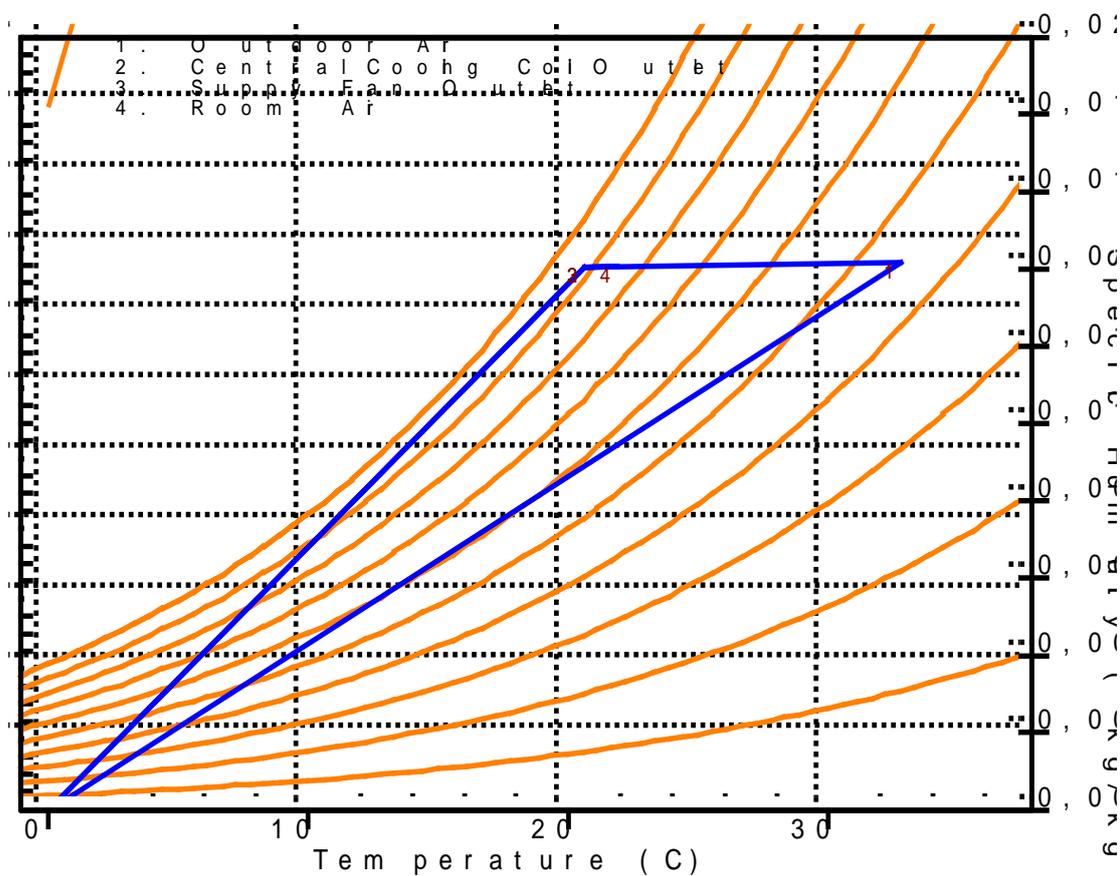


Fig. IV.3: Le diagramme psychrométrique (air humide) (local avec toiture Horizontal)

	La conception de refroidissement			La conception de chauffage		
	Aug 1500 OA DB / WB 32,8 C / 23,3 C			Journée de conception de chauffage OA DB / WB 2,2 C / -0,9 C		
Charges de zone basées sur TFM	Details	Sensible W	Latent W	Details	Sensible W	Latent W
Charges solaires de fenêtres et de puits de lumière	7 sqm	486	-	7 sqm	-	-
Transmission murale	74 sqm	805	-	74 sqm	1359	-
Transmission de toit	60 sqm	387	-	60 sqm	729	-
Transmission de fenêtre	7 sqm	117	-	7 sqm	235	-
Transmission de puits de lumière	0 sqm	0	-	0 sqm	0	-
Charges De Porte	27 sqm	414	-	27 sqm	833	-
Transmission de sol	60 sqm	0	-	60 sqm	279	-
Partitions / Plafonds	0 sqm	0	-	0 sqm	0	-
Éclairage aérien	1200 W	1200	-	0 W	0	-
Équipement électrique	0 W	0	-	0 W	0	-
Gens	2	144	120	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Divers	-	0	0	-	0	0
Facteur de sécurité	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Charge totale de la zone	-	3552	120	-	3436	0
Réglage du thermostat et du pull down	-	90	0	-	59	0
Charge du mur de plénum	0%	0	-	0	0	-
Charge de toit en plénum	0%	0	-	0	0	-
Charge d'éclairage du plénum	0%	0	-	0	0	-
Charge de ventilation	2290 L/s	29996	860	2290 L/s	49568	0
Charge du ventilateur d'alimentation	2290 L/s	0	-	2290 L/s	0	-
>> Total System Loads	-	33638	980	-	53063	0
Serpentin de refroidissement central	-	33638	980	-	0	0
Serpentin de chauffage central	-	0	-	-	53063	-
>> Total des charges de bobine	-	33638	980	-	53063	0
Clé :	Les valeurs positives sont des charges de clg Les valeurs négatives sont les charges htg			Les valeurs positives sont les charges htg Les valeurs négatives sont des charges de clg		

Tableau IV.4: Conception des systèmes de refroidissement et de chauffage

➤ **Charges externes**

- ✓ **Radiatives** : par transmission à travers les vitrages exposés au rayonnement solaire, les surfaces internes du local recevant le flux radiatif vont s'échauffer et élever la température de l'air ambiant. Ces apports d'énergie dépendent de :

1. L'intensité du rayonnement solaire (fonction de la latitude, de l'altitude, de
2. L'orientation, de l'inclinaison, de la saison ...)
3. Le type de vitrage et de la protection solaire choisie
4. Les ombres projetées sur le vitrage
5. L'inertie thermique des matériaux internes recevant le flux radiatif

- ✓ **Conductives** : la température à l'intérieur du local est différente de la température extérieure. Par conduction à travers les parois et huisseries il y a un apport de chaleur l'été ou des déperditions l'hivers. La somme de ces charges correspond aux charges externes (généralement sensibles) :

$Q_{es} > 0$ en conditions d'été

$Q_{es} < 0$ en condition d'hiver

➤ **Charges interne**

- ✓ **Charges sensibles** : apport de chaleur des occupants, de l'éclairage, des machines (moteurs, ordinateurs, étuves, sources froides ...). On note ces charges Q_{is}

Q_{is} peut être positif ou négatif

- ✓ **Charges latentes** : apport d'humidité par expiration et sudation des occupants, évaporation (cuisine, piscine). On note ces charges par la grandeur Q_{iL}

Les apports d'humidité sont directement reliés à par la chaleur latente de l'eau : Q_{iL}

$$Q_{iL} = h_v \cdot m_e$$

$$\text{Charge sensible totale } Q_{Ts} = Q_{es} + Q_{is}$$

$$\text{Charge latente totale } Q_L = Q_{iL} = h_v \cdot m_e$$

Sur la figure (IV.3) nous avons présenté le soufflage en condition d'été en obtient les résultats suivants

1 -Air extérieur, $T=33^\circ\text{C}$

2- Air mélange, $T=20.5^\circ\text{C}$

3-Sortie de bobine de refroidissement centrale, $T=20.4^\circ\text{C}$

4-soufflage Sortie ventilateur, $T=22^\circ\text{C}$

Avec un taux unité de l'humidité spécifique de 0.011 (Kg H₂O/kg_air_sec)

Pour une installation confort, la température de soufflage doit être :

- 8 à 12 K en dessous de l'ambiante en été
- 10 à 20 K au-dessus de l'ambiante en hiver

L'humidité de l'air influe considérablement la sensation de confort, quelle que soit la température, et la saison, il faut veiller à la limiter dans les deux sens

b) Cas de local avec toiture incliné

Dans ce cas l'effet d'une toiture incliné sur la charge totale. Le tableau (IV.4) présente la charge de refroidissement totale est de 2,6 kW, dans le cas d'une toiture incliné d'angle 30°. En remarque une diminution par rapport au de toiture horizontale. La charge maximale de chauffage est de 2,0 kW, donc elle reste constante par rapport au de toiture horizontale. Le rapport de chaleur sensible pour le local est de près **0,891** m, ce qui signifie que le programme tenait compte de la chaleur latente des personnes et des infiltrations, en particulier par temps humide. En remarque une diminution pour le débit d'air de la batterie qu'est de 237 L / s

Le tableau (IV.5) représente les données de dimensionnement de l'espace pour le cas de local avec toiture incliné d'angle 30°.

La surface de plancher est de 25, m² avec un débit d'air maximal réel par unité de surface de 9,74L / (m²). Le refroidissement maximum sensible 2,1kW et le débit d'air maximal réel 243L /s. La charge de chauffage maximal est de 1,5kW pour l'heure de la charge pic qui situe en juillet à 17h00.

En augmentant l'inclinaison jusqu'a 80°, en remarque que la charge de refroidissement totale augmente jusqu'a 2,9 kW. La charge maximale de chauffage augmente aussi 2,1 kW, par rapport au de toiture horizontale.

Le rapport de chaleur sensible pour le local est de près **0,908**, ce qui signifie que l'inclinaison jusqu'à 80°, diminue la chaleur latente des personnes et des infiltrations. En remarque une augmentation pour le débit d'air de la batterie qu'est de 275 L / s. Les différentes données pour ce cas est illustré sur le tableau (IV.8)

Informations sur le système d'air

Nome de système arien :	System 01	Nombre de zones :	1
Type de système arien :	Single Zone CAV	Surface de plancher :	60,0sqm
		Lieu :	Bouira, Algeria

Information de calcul de dimensionnement

Mois de calcul :	Jan to Déc.	Méthode de calculations :	Transfer Function Method
------------------------	--------------------	---------------------------------	---------------------------------

Données de dimensionnement du serpentin de refroidissement central

Charge totale :	28.4 kW	La charge se produit à :	Aug 1500
Charge totale de la batterie :	28.4 kW	OA DB / WB :	32,8/23,3
Charge de batterie sensible :	27.8 kW	Entrer DB / WB :	32,8/23,3
Débit d'air de la batterie :	2290 L/s	Sortie DB / WB :	22,6/20,5
Rapport de chaleur sensible :	0,998	Bobine ADP :	21,2 C
Surface par unité de charge :	2.1 sqm/kW	Bypass Factor :	0,100
Surface unitaire :	482,4 W/sqm	Résultante Rh\$:	77 %
		Température d'alimentation de conception :	14.4 C

Données de dimensionnement des serpentins de chauffage central

Max charge de la bobine :	68,6 kW	La charge se produit à :	Jan 500
Circulation d'air :	2290 L/s	Ent DB / Lvg DB :	-3,1/20,6
Charge par unité de surface :	1147,8 W/sqm		

Données de dimensionnement du ventilateur d'alimentation

Débit d'air maximum réel :	2290 L/s	Moteur de ventilateur BHP :	0,00 BHP
Débit d'air standard :	2283 L/s	Moteur de ventilateur kW :	0,00 kW
Débit d'air maximal réel par unité de surface :	38,17 L/(s-sqm)	Statique ventilateur :	0,00 Pa

Données d'air de ventilation extérieure

Flux d'air de conception :	2290 L/s	Débit d'air par personne :	1145,00 L/s/Person
Débit d'air par unité de surface de plancher :	38,17 L/(s-sqm)		

Données de dimensionnement de l'espace

Nom de l'espace	Refroidissement maximum sensible kW	Conception débit d'air L / s	Temps de charge de pointe	Chauffage maximal Charge kW	Espace Surface de plancher m ²	Espace L / (m ²)
Local	3,	2290	Jul 1100	3,4	60,0	38,17

Tableau d'analyse de ventilation

Nom de l'espace	Superficie en m ²	Nombre maximum d'occupants	Air maximum d'approvisionnement L / L/s	Obligatoire Air extérieur L / s	Personne Obligatoire Air extérieur L / (m ²)	Obligatoire Air extérieur L / s	Obligatoire Air extérieur (% d'alimentation)	Air extérieur non corrigé L / s
Local	60,0	2,0	2290,0	2,00	38,10	0,0	0,0	2290,0
Total			2290,0					2290,0

Tableau IV.5: Dimensionnement de l'espace (local avec toiture incliné d'angle 30°).

CONCEPTION DE REFROIDISSEMENT, Jour Aout 16:00

TABLEAU 1: DONNÉES DE SYSTÈME

Component	Emplacement	Temp-Ampoule	Humidité spécifique kg/kg	Débit d'air L / s	Chaleur Sensible W	Chaleur Latente W
Ventilation Air	Entrer	32,8	0,01418	2290	25024	-120
Vent - Mélange Retour	Sortie	32,8	0,01418	2290	-	-
Serpentin de refroidissement central	Sortie	22,5	0,01418	2290	28379	0
Serpentin de chauffage central	Sortie	22,5	0,01418	2290	0	-
Ventilateur d'approvisionnement	Sortie	22,5	0,01418	2290	0	-
Zone Air	-	23,7	0,01420	2290	3355	120
Retour Plénum	Sortie	23,7	0,01420	2290	0	-

TABLEAU 2: ZONE DE DONNÉES

Zone Name	Zone de charge sensible W	Mode T-stat	Zone Température	Zone Flux d'air L/s	Réchauffer la bobine Load W
local	3187	REFROIDISSEMENT	23,7	2290	0

Tableau IV.6: Conception de Refroidissement (local avec toiture incliné d'angle 30°)

CONCEPTION DE CHAUFFAGE D'HIVER

TABLEAU 1: DONNÉES DE SYSTÈME

Component	Emplacement	Temp-Ampoule C	Humidité spécifique Kg/kg	Débit d'air L/s	Chaleur Sensible W	Chaleur Latente W
Ventilation Air	Entrer	2,2	0,00222	2290	-52010	0
Vent - Mélange Retour	Sortie	2,2	0,00222	2290	-	-
Serpentin de refroidissement central	Sortie	2,2	0,00222	2290	0	0
Serpentin de chauffage central	Sortie	22,4	0,00222	2290	55684	-
Ventilateur d'approvisionnement	Sortie	22,4	0,00222	2290	0	-
Zone Air	-	21,1	0,00222	2290	-3674	0
Retour Plénum	Sortie	21,1	0,00222	2290	0	-

TABLEAU 2: ZONE DE DONNÉES

Zone Name	Zone de charge sensible W	Mode T-stat	Zone Temp C	Zone Flux d'air L/s	Réchauffer la bobine Load W
Local	-3650	Chauffage	21,1	2290	0

Tableau IV.7: Conception de Chauffage (local avec toiture incliné d'angle 30°).

Sur la figure (IV.4) nous avons présenté le soufflage en condition d'été en obtient les résultats suivants

- 1 -Air extérieur, T=33°C
- 2- Air mélange, T=20,4°C
- 3-Sortie de bobine de refroidissement centrale, T=20,3°C

4-soufflage Sortie ventilateur, T=22.3°C

Avec un taux unité de l'humidité spécifique de 0.011 (Kg H2O/kg_air_sec)

Location: Bouira, Algeria
 Altitude: 25,0 m
 Data for: Aug DESIGN COOLING DAY, 1500

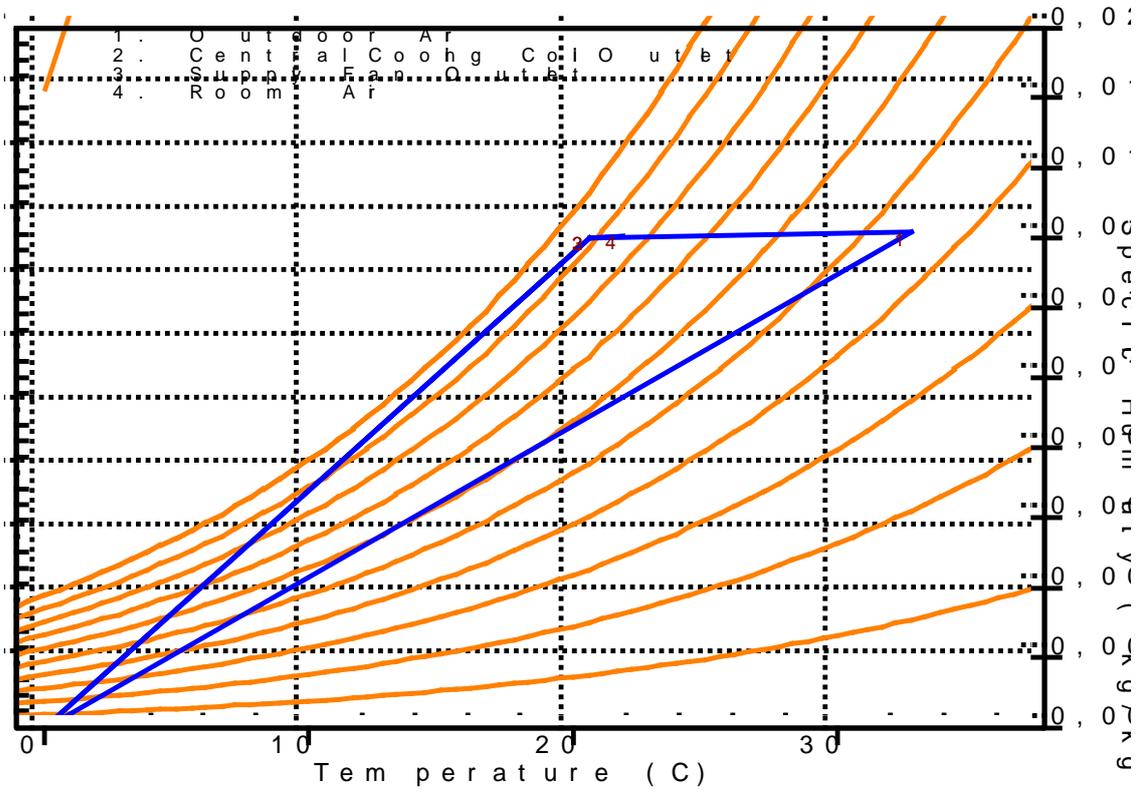


Fig. IV.4: Le diagramme psychrométrique (air humide) (local avec toiture incliné d'angle 30°)



Conclusion

Conclusion

Une étude de bilan thermique a été menée pour un local situé à BOUIRA, à la longitude de 36° N et latitude de 3°E.

Le logiciel Block load est un logiciel sous Windows de carrier sa pour le calcul des charges de climatisation des locaux tertiaires. D'une utilisation simple et intuitive, block load utilise la méthode des facteurs de réponse, méthode approuvée par l'Ashrae pour le calcul des charges horaires. Les zones (espaces ou locaux) sont décrites en 3 pages principales de saisie sous forme d'onglets [17]

1. une page pour les données générales de la zone, l'éclairage et les autres apports électriques.
2. une page pour l'activité, les autres apports sensibles et latents et la ventilation.
3. une page pour les coefficients k des parois et vitrages, les facteurs solaires, les protections solaires

Le calcul manuel a été utilisé pour vérifier les résultats. L'effet de l'inclinaison de la toiture (0°, 30°) a été discuter. Selon l'analyse de charge, on obtient

- ✓ La simulation informatique du comportement du local nous fournit d'un côté les apports du local, et de l'autre, sa demande d'énergie.
- ✓ L'inclinaison du toit d'un angle de 30° permet de diminuer la demande d'énergie du local.
- ✓ L'énergie consommé en été et toujours plus qu'en hiver.
- ✓ L'heure de conception a également une incidence sur la demande de puissance maximale, qui a souvent un impact considérable sur la facture totale.

Bibliographies

- [1] <https://www.systemed.fr/isolation-interieure/isoler-sa-maison-prealableincontournable,1700.html>
- [2] http://neanne.univ-tln.fr/IMG/pdf/cours_Bilan_thermique_LP_MIE_Etudiant.pdf
- [3] https://bilan-thermique-28.fr/bilan_thermique_chartres.html
- [4] Al-Rabghi, O. and Khalid A., " Utilizing transfer function method for hourly cooling load calculations" Energy Conversion and Management,1997; 38: 319-332
- [5] Westphal, F.S. and Roberto L, " The use of simplified weather data to estimate thermal loads of non-residential buildings" Buildings,2004; 36: 847-854
- [6] Andersson, B., Wayne P. and Ronald K., " The impact of building orientation on residential heating and cooling», Energy and Buildings,1985; 8: 205-224.
- [7] Shariah, A., Bassam S., Akram R. and Brhan T., " Effects of absorptance of external surfaces on heating and cooling loads of residential buildings in Jordan" Energy Conversion and Management,1998;39: 273-284.
- [8] Convergent and Management,2013;66 :143-152
- [9] <https://e.20-bal.com/law/474/index.html>
- [10] COURS SUR LE TRANSFERT THERMIQUE C. TEDOLDI / M. LE GUAY
- [11] <https://www.thermexcel.com/french/ressourc/deperdit.htm>
- [12] <https://professionnels.promotelec.com/fiche-dossier/ponts-thermiques-residentiel/>

[13] <https://www.alec27.fr/les-ponts-thermiques-dans-les-calculs-thermiques/>

[14] https://www.researchgate.net/figure/En-haut-evolution-de-la-temperature-moyenne-au-mois-daout-en-fonction-de-lannee_fig5_334317985

[15] Robert Parsons, *ASHRAE HANDBOOK: Fundamentals*. Amer Society of Heating; 2005.

[16] www.worldweatheronline.com

[17] <https://www.batirama.com/produit/9968-logiciels-de-thermique-chauffage-ventilation-climatisation/13837-block-load-page-1.html>