REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA

Faculté des Sciences et de Technologie

MEMOIRE
Pour l'obtention du diplôme de

MAGISTER

Spécialité : Génie Mécanique Ecole doctorale mécanique et ingénierie des systèmes

Option : énergétique et transfert

THEME

ELABORATION D'UN LOGICIEL POUR LE CALCUL DES SYSTÈMES THERMIQUES

Présenté par:
AZIZOU MOHAMED

Devant le jury composé de :

Pr S. Hanini	**Professeur, UYFM**	**Président**
Dr M. N. Bouaziz	**Maître de conférences A, UYFM**	**Co-Promoteur**
Pr S. Abudura	**Professeur, UYFM**	**Examinateur**
Dr M. Announ	**Maître de conférences A, UYFM**	**Examinateur**
Dr B. Laribi	**Maître de conférences A, CUKM**	**Promoteur**

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

DÉDICACE

Je dédié ce modeste travail à mes chers parents, et mon frère et mes sœurs.

A tous ceux que j'aime et qui m'aime.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

REMERCIEMENTS

Je tiens de à remercie tous ceux qui contribué des prés de loin à l'élaboration de ce travail en particulier mon promoteur DR/B.LARIBI ET CO-promoteur DR/MED NADJIB BOUAZIZ et mon frère MR.B.HAMID pour l'aide.

Je remercie également l'encadrement pédagogique d'Université yahia farès de médéa

Surtout PR /S.HANINI, DR/ M.ANOUN ET PR/SALAM ABOUDERA, DR/ DEKAR, PR/NADJI MOULAY. ET DR/BIRRAN

Je remercie le président du jury, les membres du jury.

En fin je remercie mes cher amis surtout : M.MOKRANE, A. RIDAH.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Introduction générale

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Chapitre I

La recherche bibliographique

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Chapitre II

Les méthodes du calcul

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Chapitre III

Elaboration du logiciel

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Chapitre IV

Validation

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Conclusion générale

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Bibliographie

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Annexes

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

ملخص

الهدف من هذا العمل هو تطوير برنامج جديد لحساب الأنظمة الحرارية (التكييف والتدفئة و التبريد)، وبعبارة أخرى، حساب الحصيلة الطاقوية من اجل تعويض الخسارة والأحمال الحرارية أي تحديد احتياجات الطاقة الحرارية لتعويضها في فصل الشتاء واستخراجها في فصل والصيف من كل غرفة واختيار المعدات المناسبة. هذا البرنامج هو أداة للمهندسين لتقييم دراسة التصميم بالاختيار الصحيح للمبدأ أو المعيار المناسب. استخدمنا مبدأ EN 12831 لحساب الحصيلة الشتوية و مبدأ DTR لحساب الحصيلة الصيفية وABC لتقييم الحصيلة الطاقوية من اجل التبريد.كما استخدمنا JAVA لصنع برنامجنا.

كلمات المفاتيح : برنامج , التكييف, التدفئة, التبريد .

Résumé

Le but de ce travail est le développement d'un nouveau logiciel de simulation pour les systèmes thermiques (chauffage, climatisation, froid), en d'autres termes, le calcul du bilan thermique pour compenser la perte et les charges thermiques et à définir les besoins en l'énergie thermique pour compenser en hiver et d'extraire en été pour chaque local et pour choisir l'équipement adapté à l'installation. Ce logiciel est un outil pour les ingénieurs d'évaluer l'étude de conception par le bon choix de la norme ou la réglementation appropriée. Nous avons utilisé les normes EN 12831 pour le calcul de chauffage qui consiste à calculer la perte de chaleur, le DTR normes pour le calcul de la climatisation qui est consiste dans le calcul des charges thermiques et l'ABC du froid pour le calcul de l'évaluation de réfrigération. Nous avons utilisé JAVA comme langage de programmation.

Mots clés : Logiciel, climatisation, chauffage, froid.

Abstract

The purpose of this work is the development of a new software of simulation for thermal Systems (heating, air conditioning, cold), in other words, the calculation of the heat balance to compensate the loss and the thermal loads and to define the requirements in thermal energy to compensate in winter, on the other hand to extract in summer for each roorn

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

and to choose the suitable equipment for the installation. This software is a tool for the engineers to evaluate the design study by the good choice of the standard or the suitable regulation. We used the standards EN 12831 for the calculation of heating that consists in calculating the loss heat, the standards DTR for the calculation of air-conditioning which east consists in calculating the thermal loads and the ABC of the cold for the calculation of the refrigerating assessment. We used JAVA like programming language.

Keywords: Software, air conditioning, heating, cold.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Sommaire

Introduction générale ---- (01)

Chapitre I: Recherche bibliographie

I.1. Introduction ---- (03)
I-2 Historique sur la climatisation ---- (03)
I-3 Historique sur le chauffage ---- (04)
I-4 Historique sur le froid ---- (06)
I-5 Revue sur les logiciels existants ---- (08)
I-6 Conclusion ---- (14)

Chapitre II : méthodes du calcul

II.1. Introduction ---- (15)
II.2. Calcul de climatisation ---- (15)
II.2.1. Généralités ---- (15)
II.2.1.1. Objet DTR ---- (15)
II.2.1.2. Domaine d'application ---- (15)
II.2.1.3. Référence ---- (15)
II.2.2. Définitions ---- (16)
II.2.3. Calcul des apports calorifiques ---- (16)
II.2.3.1.Apportes à travers les parois opaques ---- (16)
II.2.3.2 Apports à travers les parois vitrées ---- (24)
II.2.3.3. Apports des chaleurs internes ---- (30)
II.2.3.4 Apports de chaleur par introduction d'air extérieur ---- (40)
II.3. Calcul de chauffage ---- (44)
II.3.1. But de la norme ---- (44)
II.3.1.1. Champ d'application ---- (44)
II.3.2. Méthode de calcul ---- (45)
II.3.3. Calcul des déperditions de chaleur par transmission ---- (46)
II.3.3.1 Définitions des déperditions ---- (46)
II.3.3.2. Transmission vers l'extérieur ---- (46)
II.3.3.3. Transmission vers les locaux non chauffés ---- (48)
II.3.3.4.Transmission vers les locaux chauffés ---- (50)
II.3.3.5. Transmission vers le sol ---- (51)
II.3.4. Déperditions par renouvellement d'air ---- (54)
II.3.5. Puissance de relance ---- (60)
II.3.5.1 Intermittence du chauffage ---- (60)
II.3.6. Charge thermique nominale d'un local ---- (62)
II.3.7. Charge thermique nominale totale ---- (62)
II.4. Calcul frigorifique ---- (63)
II.4.1 Généralités ---- (63)
II.4.2. Apports calorifiques ---- (63)
II.4.2.1.Apport par les parois ---- (63)
II.4.2.2. Apport par les denrées ---- (64)
II.4.2.3.Apport dû au service ---- (65)
II.4.2.4.Apport par le personnel ---- (65)
II.4.2.5. Apport par les ventilateurs ---- (66)
II.4.2.6. Apport par l'éclairage ---- (66)
II.4.2.7. Apport par les résistances ---- (66)
II.4.2.8. Apport par le vitrage ---- (67)
II.4.2.9.Apport total ---- (67)

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

II .6 Conclusion ---------- (67)

Chapitre III : Elaboration du logiciel

III.1. Introduction ---------- (68)
III.2.Climatisation ---------- (68)
III.2.1.Interface principale ---------- (68)
III.2.2.Interface local ---------- (69)
III.2.3. Interfaces des charges internes ---------- (71)
III.2.3.1.Interface des charges dus aux occupants ---------- (71)
III.2.3.2.Interface des charges dus aux machines ---------- (72)
III.2.3.3.Interface des charges dus à l'éclairage ---------- (72)
III.2.3.4.Interface des charges dus au appareil à gaz ---------- (73)
III.2.3.5.Interface des charges par évaporation ---------- (74)
III.2.3.6.Interface des charges par introduction de vapeur vive ---------- (74)
III.2.3.7.Interface des charges dus au conduites d'air ---------- (75)
III.2.3.8.Interface des charges dus au tuyautées ---------- (75)
III.2.3.9.Interface des charges dus au moteur électrique ---------- (76)
III.2.3.10.Interface des charges dus au réservoir ---------- (77)
III.2.4. Interface des murs externes ---------- (79)
III.2.5. Interface des murs internes ---------- (80)
III.2.6. Interface du plancher/plafond ---------- (82)
III.2.5. Interface des charges de local ---------- (84)
III.3. Chauffage ---------- (85)
III.3.1.Interface principale ---------- (85)
III.3.2.Interface local ---------- (86)
III.3.3.Interface des parois opaques ---------- (87)
III.3.3.1. Interface des murs ---------- (88)
III.3.3.2.Interface plafond /plancher ---------- (90)
III.3.3.Interface de déperdition totale d'un local ---------- (92)
III.4.Frigo ---------- (93)
III.4.1.Interface principale ---------- (93)
III.4.2. Interface des apports calorifiques ---------- (93)
III.4.2.1.Apports dus aux denrées ---------- (93)
III.4.2.2.Apports dus aux personnes ---------- (95)
III.4.2.2.Apports dus aux résistances ---------- (95)
III.4.2.3.Apports dus aux ventilateurs et l'éclairage ---------- (96)
III.4.2.4.Apports dus aux parois ---------- (97)
III .6 Conclusion ---------- (99)

Chapitre -IV- : Validation

IV.1. Introduction ---------- (100)
IV-1.Climatisation ---------- (100)
IV-2.Chauffage ---------- (107)
IV-3.Frigo ---------- (110)
IV -6 Conclusion ---------- (112)

Conclusion générale ---------- (113)

Annexe ---------- (115)

Bibliographie ---------- (141)

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Liste des tableaux

Tableau II.1 : Valeurs des coefficients d'échange superficiel (18)
Tableau II.2: Rayonnement de base (19)
Tableau II-3 Valeurs de Zlim(en m) (22)
Tableau II-4: Cros en fonction de la zone climatique (26)
Tableau II.5. : Gains dus aux occupants (33)
Tableau II.6: Valeurs de Ccr (35)
Tableau II.7: Gains latents par évaporation (37)
Tableau II.8 Le supplément du pont thermique fC. (48)
Tableau II.9: Valeurs de n_{min} pour différents locaux du EN 12831. (56)
Tableau II.10: Le taux horaire de renouvellement d'air n50 selon la norme DIN EN 12831, Allemand. (57)
Tableau II.11: Coefficient d'exposition au vent ei selon la norme DIN EN 12831, Allemand. (58)
Tableau II.12: Facteur correctif de hauteur εi selon la norme DIN EN 12831, Allemand. (58)
Tableau II.13– Facteur correctif de relance fRH avec un taux de 0.05m3/h. (61)
Tableau II.14– Facteur correctif de relance fRH avec un taux de 0.1m3/h. (62)
Tableau II.15– Puissance thermique dégagée Par le personnel présent dans la chambre froide (66)
Tableau IV-1 : Le cahier de charge pour les locaux concernés (101)
Tableau IV-2 : Coefficient de transmission thermique de mur double cloison (102)
Tableau IV-3 : Coefficient de transmission thermique Plafond terrasse (102)
Tableau IV-4 Coefficient de transmission thermique Mur simple (103)
Tableau IV-5 : Coefficient de transmission thermique du Plancher étage (103)
Tableau IV-6 : Coefficient de transmission thermique du Plancher sol (104)
Tableau(A1) La différence de température équivalente pour les murs extérieurs (115)
Tableau(A2) La différence de température équivalente pour les toits (116)
Tableau(A3) Facteur de correction CΔte (117)
Tableau (A4): Facteurs d'absorption (118)
Tableau (A5): Valeurs de Clnc pour une température de base supérieure ou égale à 46°C (118)
Tableau (A6): Valeurs de Clnc pour une température de base égale à 41°C (118)
Tableau (A7):Valeurs de Clnc pour une température de base égale à 37°C (119)
Tableau (A8):Valeurs de Clnc pour une température de base égale à 34°C (119)
Tableau (A9): Valeurs de Clnc pour une température de base égale à 30,5°C (120)
Tableau(A10) Le coefficient d'amortissement NPVI(t)pour 24hde fonctionnement –sans protection (121)
Tableau(A11) Le coefficient d'amortissement NPVI(t)pour 24hde fonctionnement –avec protection (122)
Tableau(A12) Le coefficient d'amortissement NPVI(t)pour 16hde fonctionnement –sans protection (123)
Tableau(A13) Le coefficient d'amortissement NPVI(t)pour 16hde fonctionnement –avec protection (124)
Tableau(A14) Le coefficient d'amortissement NPVI(t)pour 12hde fonctionnement (125)
Tableau (A15): Facteur solaire des dalles, pavés de verre (130)

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tableau (A16). Facteur solaire des vitrages spéciaux en simple épaisseur (125)
Tableau (A17) : Facteur solaire des vitrages doubles (126)
Tableau (A18), Facteur solaire des vitrages avec protection intérieure (127)
Tableau (A19), Facteur solaire des vitrages avec protections extérieures (127)
Tableau (A20), Facteur solaire des parois vitrées avec protection entre deux vitrages (128)
Tableau (A21): Coefficients de simultanéité des gains internes (128)
Tableau (A22) Coefficient d'amortissement (N Al.j) relatif à l'apport interne j (129)
Tableau (A23): Apports calorifiques dus aux appareils ménagers et de restaurant (130)
Tableau (A24): Apports calorifiques dus aux machines de bureau (131)
Tableau (A25): Apports calorifiques dus à divers appareils (131)
Tableau (A26). Apports calorifiques dus aux appareils à gaz (132)
Tableau (A27): Principales caractéristiques des combustibles gazeux (132)
Tableau (A28) : Détermination des surfaces S i et de re (132)
Tableau (A29) Coefficient linéique k des tuyauteries en acier non calorifugée (133)
Tableau(A30) Coefficient linéique k des tuyauteries calorifugées (133)
Tableau (A31) Coefficient linéique k des tuyauteries en cuivre non calorifugée (134)
Tableau (A.32) Le débit d'air neuf (134)
Tableau (A33): Infiltrations par les portes et fenêtres (135)
Tableau (A34) Température intérieure de base selon la norme DIN EN 12831, Allemand. (136)
Tableau (A35) Valeurs du coefficient de réduction de température bu selon la norme DIN EN 12831, Allemand. (137)
Tableau (A36): Uequiv pour z = 0 m (138)
Tableau (A37): Uequiv pour z = 1.5 m (139)
Tableau (A38): Uequiv pour z = 3m (140)

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Liste des figures

Figure (II-1): Zone d'apports pour des parois en contact avec le sol (23)
Figure (II.2) Logigramme de calcul de la norme EN 12831 (45)
Figure (II-3): Diagramme d'Uequiv pour z = 0 m (53)
Figure (II-4): Diagramme d'Uequiv pour z = 1,5 m (53)
Figure (II-5): Diagramme d'Uequiv pour z = 3 m (54)
Figure (III.1) Interface principale de logiciel (68)
Figure (III.2) Interface principale de climatisation (69)
Figure (III.3) Interface local (70)
Figure (III.4) Tableau de débit d'infiltration (71)
Figure (III.5) Interface des charges dus aux occupants (71)
Figure (III.6) Interface des charges dus aux machines (72)
Figure (III.7) Interface des charges dus à l'éclairage (73)
Figure (III.8) Interface des charges dus à l'appareil à gaz (73)
Figure (III.9) Interface des charges par évaporation (74)
Figure (III.10) Interface des charges par introduction de vapeur vive (74)
Figure (III.11) Interface des charges dus à la conduite d'air (75)
Figure (III.12) Interface des charges dus au tuyautées (76)
Figure (III.13) Interface des charges dus au moteur électrique (77)
Figure (III.14) Interface des charges dus au réservoir (78)
Figure (III.15) Interface des murs externes (80)
Figure (III.16) Interface des murs internes (81)
Figure (III.17) Interface de plancher/plafond (83)
Figure (III.18) Interface des charges de local (84)
Figure (III-19) Interface principale de chauffage (85)
Figure (III-20) Insertion des locaux (86)
Figure (III-21) Interface local (86)
Figure (III-22) Insertion des parois opaques (88)
Figure (III-23) Insertion des murs (89)
Figure (III-24) Interface des parois opaques (89)
Figure (III-25) Interface de toutes parois opaques d'un local (90)
Figure (III-26) Insertion du plafond/plancher (90)
Figure (III-27) Validation des calculs et l'insertion d'interface de déperdition totale (91)
Figure (III-28) Interface plafond /plancher (91)
Figure (III-29) Interface de déperdition totale d'un local (92)
Figure (III-30) Interface principale du frigo (93)
Figure (III-31) Interface des apports dus aux denrées (94)

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Figure (III-32) Interface de chois des denrées (95)
Figure (III-33) Interface des apports du aux occupants (95)
Figure (III-34) Interface des apports dus aux résistances (96)
Figure (III-35) Interface des apports dus aux ventilateurs (96)
Figure (III-36) Interface des apports dus au l'éclairage (97)
Figure (III-37) Interface du tableau des résistances thermiques (98)
Figure (III-38) Interface des apports du aux parois (murs) (98)
Figure (III-40) Interface des apports dus aux parois (plancher, plafond) (99)
Figure (IV-1) : Plan architectural de l'étage 1 (RDC) (100)
Figure (IV-2) Interface des charges en détail du BR3 (106)
Figure (IV-3) Interface finale pour la climatisation (107)
Figure (IV-4) Interface des déperditions en détail du BR3 (109)
Figure (IV-5) Figure IV-3 Interface finale pour le chauffage (110)
Figure IV-6 Interface finale pour le froid (112)

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Chauffage

a/Notations

Symbole	Désignation	Unité
A	Surface	[m^2]
B'	Coefficient qui caractérise la géométrie du plancher	[-]
b	Coefficient de réduction de la température	[-]
c	Capacité de chaleur spécifique de l'air	[kJ/kgK]
D	Déperditions thermiques	[W]
e	Epaisseur	[m]
e_i	Facteur correctif de l'exposition	[-]
f	Facteur de réduction de température	[-]
f	Facteur correctif de température	[-]
f_c	Le supplément du pont thermique	[-]
f_{RH}	Facteur correctif en fonction du temps de relance et de la chute de température pendant le ralenti	[W/m²]
G_w	Facteur de correction a la considération de la nappe phréatique	[-]
H	Coefficient de déperdition	[W/K]
h	Hauteur	[m]
I	Longueur de la liaison	[m]
L	Longueur	[m]
l	Largeur	[m]
n	Le minimum de renouvellement d'air	[h^{-1}]
n_{50}	Taux horaire de renouvellement d'air	[h^{-1}]
p	Périmètre de la dalle respective	[m]
Φ	Des pertes de chaleur	[W]
R	Résistance thermique total	[m^2.K/W]
r	Résistance thermique	[m^2.K/W]
U	Coefficient de transmission surfacique	[W/ m^2.K]
V	Débit volumique d'air	[m^3/h]
V_l	Volume du local	[m^3]
Y	Coefficient de transmission linéique	[W/ m^2.K]
Z	Hauteur de la dalle	[m]
λ	Conductivité thermique	[W/m.K]
θ	Température	[°C]
Ψ	Coefficient de transmission linéique	[W/ m^2.K]

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

ρ	Densité de l'air	[kg/m³]
ε	Facteur correctif de hauteur	[-]

b/Indices :

Symbole	**Désignation**
air	Lame d'air
D	Déperditions
e	Extérieur
ex	Extrait
équi	Equivalent
int	Intérieur
i,j	Local i, local j
inf	Infiltration
m	Moyenne
min	Minimal
mech	Mécanique
u	Local non chauffé
RH	Relance
su	Introduit dans le local chauffé
T	Transmission
V	Ventilation

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Climatisation

a/Notations :

Symbole	Désignation	Unité
A	Apports calorifiques	[W]
AE	Apports calorifiques effectifs	[W]
AI	Apports calorifiques internes	[W]
APO	Apports calorifiques par une paroi opaque	[W]
AREN	Apports calorifiques dus au renouvellement d'air	[W]
AINF	Apports calorifiques dus aux infiltrations d'air extérieur	[W]
AT	Apports calorifiques totaux	[W]
AV	Apports calorifiques à travers les parois vitrées	[W]
AVE	Apports par rayonnement solaire à travers les parois vitrées	[W]
AVT	Apports par transmission à travers les parois vitrées	[W]
a	Coefficient réglementaire	[W/m². °C]
alt	Altitude	[m]
BF	Facteur de by-pass	[-]
C	Coefficient de correction	[selon les cas]
CS	Coefficient de simultanéité	[m]
c	Réglementaire	[W/m².°C]
D	Diamètre	[m]
Eb	Ecart diurne	[C°]
e	Epaisseur	[m]
e'	Coefficient réglementaire	[W/m².°C]
DH	Degré hygrométrique	[-]
ENT	Entropie	[kJ/kg]
EAT	Ecart annuel de température	[C°]
FS	Facteur solaire	[-]
HR	Humidité relative	[%]
HS	Humidité spécifique d'air	[g_{vap}/kg_{as}]
h	Coefficient d'échange superficiel	[W/m².°C]
I	Rayonnement	[W/m²]
K	Coefficient surfacique de transmission calorifique	[W/m². °C]

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

k	Coefficient linéique d'émission calorifique	[W/m. °C]
L	Latitude	[m]
M	Masse rapportée à la surface du plancher	[kg/m²]
m	Masse	[kg]
N	Coefficient d'amortissement	[-]
PA	Pression atmosphérique	[Pa]
PC	Pouvoir calorifique	[J/m³]
PP	Pression partielle de vapeur d'eau	[Pa]
PS	Pression partielle de vapeur saturante	[Pa]
qm	Débit massique	[kg/s]
qv	Débit volumique	[m³/s]
qve	Débit volumique d'air extrait	[m³/s]
qvo	Volumique d'infiltration pour un ouvrant	[m /h.m²]
R	Résistance thermique d'une couche de matériau	[m². °C/W]
r	Résistance thermique d'échanges superficiels	[m².°C/W]
S	Surface d'une paroi opaque	[m²]
SV	Surface vitrée	[m²]
SHFT	Longitude	[Degré]
TH	Température humide de l'air	[°C]
TO	Temps officiel	[h]
TR	Température de rosée	[°C]
TS	Température sèche de l'air	[°C]
TSV	Temps Solaire Vrai	[h]
V	volume	[m³]
Vs	Volume spécifique	[m³/kg]
W	Puissance	[W]
z	Différence de niveau (paroi en contact avec le sol)	[m]
ΔTS	Différence de températures sèches	[°C]
Δte	Différence de température équivalente	[°C]
Δtes	Différence de température équivalente non corrigée (Conditions standard) pour une paroi à l'ombre	[°C]

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Δtem	Différence de température équivalente non corrigée (Conditions standard) pour une paroi ensoleillée	[°C]
Δtlnc	Ecart de température sèche entre un espace non conditionné et un local conditionné	[°C]
α	Facteur d'absorption	[-]
λ	Conductivité thermique	[W/m.°C]
η	Rendement	[-]
θ	Température	[°C]

b/Indices :

Symbole	Désignation
AI	Apports internes
a	Absorbé
as	Air sec
an	Air neuf
b	Base
d	Diffus
e	Extérieur
eff	Effectif
f	Fluide
h	Habitable
i	Intérieur
inf	Air d'infiltration
l	Latent
lim	Limite
lnc	Local non climatisé
m	Moyen
max.	Maximal
min.	Minimal
n	Nominal
PH	Paroi horizontale
PV	Paroi verticale
PVI	Paroi vitrée
réf.	Référence

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

s	Sensible
sf	Soufflage
sup.	Supérieur
t	Total
vap.	Vapeur

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Frigo

Symbole	Désignation	unité
Cml	Capacité thermique massique du produit avant congélation.	[kJ/kg.K]
Cl	Chaleur latente de congélation	[kJ/kg]
Cm2	Capacité thermique massique du produit après congélation	[kJ/kg.K]
Cm	Capacité thermique massique des denrées	[kJ/kg.K.]
e	Epaisseur de la paroi considérée	[m]
he	Coefficient de convection par rayonnement extérieur	[W/m^2K]
hi	Coefficient de convection par rayonnement intérieur	[W/m^2K]
K	Coefficient de transmission thermique total de la paroi	[W/ m². K]
M	Masse des denrées ou des marchandises	[kg]
P	Puissance	[kw]
Ph	Puissance du compresseur	[W]
Qd	Quantité de chaleur apportée par les denrées introduites journellement	[kJ/24h]
Qe	Quantité de chaleur dégagée par l'éclairage	[kJ/24 h]
Qm	Quantité de chaleur dégagée par les moteurs des ventilateurs	[kJ/24 h]
Qp	Quantité de chaleur passant à travers les parois en 24 h	[kj/24 h]
Qr	Quantité de chaleur dégagée par les résistances de dégivrage	[kJ/24 h]
Qs	Quantité de chaleur apportée par le renouvellement d'air dû aux ouvertures de la porte	[kJ/24h]
QT	Bilan thermique ou quantité totale de chaleur à extraire par 24 heures	[kJ/24 h]
Qv	Quantité de chaleur passant à travers le vitrage	[kJ/24 h]
S	Surface intérieure de la paroi	[m²]
Δθ	Différentiel de température entre la température extérieure et la température de consigne à l'intérieur de la chambre froide	[k]
φ_p	la puissance dégagée par la personne	[W]
λ	Conductivité thermique	[W/m.°C]

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

$\Delta\theta$	Différentiel de température entre la température d'entrée de la marchandise et la température de conservation	[k]

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Introduction générale

Une grande partie de consommation d'énergie est utilisée à des fins de chauffage et de climatisation pour le bien être de l'homme .Ces installations ont pour rôle principal d'assurer son confort et sa santé .Or nous savons qu'une installation de chauffage limite la température des locaux à une certaine valeur en hiver, ou bien d'une façon plus précise, elle compense les déperditions à travers les parois et le renouvellement d'air. Mais l'utilisation des installations de climatisation est beaucoup plus étendue puisqu' elle permet de contrôler les différents paramètres qui agissent sur l'état de l'air d'un local (température, humidité…..etc.) avec en plus la compensation des charges thermiques en été.

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

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

C' est dans ce contexte que nous avons pensé à élaborer un logiciel du calcul des systèmes thermiques (chauffage, climatisation, froid) c'est à dire le calcul du bilan thermique pour compenser la déperdition et les charges thermiques , outils pour l' ingénieur concepteur par lequel on peut évaluer l'étude économique par le bon choix de la norme ou bien la réglementation à utiliser .C'est pour cela qu' on a utilisé la norme EN 12831(Européenne Norme) pour le calcul de chauffage qui est consiste à calculer la déperdition, le DTR (Document Technique Réglementaire) pour le calcul de climatisation qui est consiste à calculer les charges thermiques et L'A,B,C du froid (ouvrage européen pour le calcul rapide des besoin calorifiques) plus le technique d'ingénieur pour le calcul du bilan frigorifique.

Nous avons utilisé JAVA comme langage de programmation pour illustrer nos résultats. Comme premier chapitre nous avons présenté un historique sur la climatisation, le chauffage puis le froid pour avoir une idée sur ces systèmes thermiques. Après cela nous avons exposé les logiciels qui ont touché ces domaines (clim, chauffage, froid) et leur description tout cela avant celle de notre travail.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Dans le deuxième chapitre nous avons illustré les méthodes de calcul pour estimer les trois différents bilans.

Dans le troisième chapitre on expose les différentes étapes pour l'élaboration du logiciel avec son mode d'exécution: c'est à dire l'introduction des données que nous avons jugé très intéressants de les injecter d'une manière interactive.

En fin une validation du code, par la comparaison entre les résultats du calcul par ce dernier et les résultats existants dans le littérateur.

Ce travail fera l'objet d'une conférence internationale sur les systèmes thermiques au USA, COLORADO pour novembre 2011.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

I-1 Introduction

Dans ce chapitre nous présentons un historique sur la climatisation, le chauffage puis le froid pour avoir une idée sur ces systèmes thermiques. Après cela, nous devons passer en revue les logiciels qui touchent ces domaines (clim, chauffage, froid) et leurs inconvénients avant d'aborder notre travail proprement dit.

I-2 Historique sur la climatisation

Les premières installations de conditionnement d'air apparaissent au début du 20emesiècle aux Etats-Unis sous l'impulsion de Willis Havilland Carrier (1876-1950) qui est universellement considéré comme le véritable père du conditionnement d'air d'abord puis de la climatisation ensuite. L'essor industriel nécessitait déjà dans de nombreuses branches telles que l'industrie du tabac, celle du textile etc. des conditions de température et d'humidité aussi stables que possible.

Les installations de climatisation, quant à elles, commencent à apparaître, toujours aux Etats-Unis, à partir de 1920 mais c'est seulement une dizaine d'années plus tard que, grâce à l'apparition des fluides frigorigènes de la catégorie des chlorofluorocarbures et de compresseurs de type centrifuge que la climatisation commence à être souhaitée dans de nombreuses constructions publiques.

Notons que c'est dès 1911 que W.H. Carrier mettait au point le diagramme de l'air humide encore actuellement dénommé diagramme de Carrier.

En Europe, la même évolution eut lieu avec une dizaine d'années de décalage.

Les premières installations tant de conditionnement d'air que de climatisation étaient assez rudimentaires: c'est ainsi par exemple que la centrale de traitement d'air n'était nullement réalisée à partir de caissons spécialisés juxtaposés les uns aux autres ainsi que cela se fait actuellement, mais était constituée d'une simple chambre maçonnée de l'intérieur de laquelle on rapportait différents éléments tels que filtre (si primitif qu'il s'agissait plutôt d'une simple toile tendue ne piégeant que les poussières les plus grosses qui tombaient d'ailleurs dans un bac de récupération en partie basse du filtre), ventilateur, humidificateur etc.

L'évolution des installations de climatisation et de conditionnement d'air a suivi ensuite les progrès technologiques : c'est ainsi que dès que l'électricité a été disponible, on a pu utiliser

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

des moteurs électriques (synchrones aux Etats-Unis et asynchrones en Europe) qui ont permis d'actionner les ventilateurs à la place des machines à vapeur ou des moteurs à combustion.

En 1930 la technique s'est développée, car il à été question de fabriquer des appareils composés de caissons contenant tous les éléments nécessaires pour le traitement de l'air (filtre, batterie (chaude et froide), ventilateur).

Et en 1945, le développement est devenu plus rapide dans le domaine de la climatisation. Partir de 1973, date de la première crise de l'énergie, et pour faire face au renchérissement du coût de l'énergie, de nouveaux produits sont apparus sur le marché parmi lesquels on peut citer :

- ✓ Les récupérateurs de chaleur qu'ils soient du type à récupération ou à régénération.
- ✓ Le matériel de régulation électronique du type DDC (systèmes de régulation numérique).
- ✓ Les bouches de soufflage permettant d'obtenir un « indice d'efficacité de la ventilation » élevé.
- ✓ Les plafonds rafraîchissants associés à des systèmes de ventilation du type source
- ✓ Les hottes de sécurité en poste de travail confirmé ponctuel permettant d'éviter la ventilation ou le conditionnement d'air de tout un local.
- ✓ Les hydro chlorofluorocarbures (HCFC) puis les hydrofluorocarbures (HFC) à faible coefficient de potentiel de réchauffement global de l'atmosphère (Global Warming Potential ou GWP) et faible coefficient de potentiel d'appauvrissement en ozone (Ozone Depletion Potential ou ODP) en remplacement des fluides frigorigènes à action négative sur l'environnement qu'étaient les chlorofluorocarbures (CFC) [3,4].

I-3Historique sur le chauffage

Depuis qu'il a domestiqué le **feu** : l'homme sait réchauffer son lieu de vie :

- ✓ Il a d'abord utilisé le **bois**, les mousses et autres végétaux secs. En cas de pénurie de bois, les déjections d'animaux herbivores peuvent remplacer le bois.
- ✓ Depuis l'antiquité, le charbon de bois et le charbon extrait de la terre, ont avantageusement remplacés le bois sec.
- ✓ Sous la Révolution, il existait des chauffages à crottin d'animaux ruraux.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

- ✓ Le début du 20eme siècle est marqué par la maîtrise des techniques autour de la vapeur et les premières chaudières vapeur viennent équiper les immeubles d'habitation. L'énergie primaire du bois puis du charbon plus industrialisé, est remplacée par les énergies fossiles comme le fioul et le gaz naturel qui marqueront fortement le 20eme siècle.
- ✓ Les systèmes de chauffage central remplaceront petit à petit les chauffages utilisant la vapeur ce dernier remonte à la Rome antique, c'est ainsi que l'on peut voir dans les hypocaustes romains des cavités creusées sous le plancher des thermes, dans lesquelles passait de l'air chaud. Une des premières tentatives de chauffage central eut lieu à la fin du 19 siècle, par l'anglais James Watt, en effet, ce dernier s'appuyait sur les travaux de ses compatriotes le colonel Cooke en 1745, et des deux physiciens Dalton et Leslie, James Watt qui installa le premier chauffage central à vapeur d'eau dans son usine près de Birmingham. Watt fut très vite copié par la France, par Rumford de Paris, Montgolfier à Annonay, etc... Bonnemain, installa pour sa part, en 1877, un chauffage à eau chaude au Château de Pecq. En 1851, soit plus de vingt ans avant, le baron Mayer Amschel, un grand magnat de la Banque, avait fait construire dans le Buckinghamshire, sa très belle résidence de Ment more, cette demeure privée avait été la première au monde à avoir bénéficié d'un chauffage central d'un tout nouveau système de plomberie moderne. C'est en 1899, qu'apparait aux Etats-Unis, le radiateur fait d'éléments assemblés. En France, la firme Chappée adopte ce système, en 1900. Le radiateur en fonte avait été précédé par le modèle Bundy, qui était en fer et en acier, importé de l'Amérique par Henry Hamelle en 1892. Le Chauffage central a bien évolué, depuis ce temps, on trouve de nos jours le chauffage central qui utilise toutes les énergies, chauffage central au gaz, chauffage central au charbon, chauffage central au bois, chauffage central au fioul, chauffage central solaire, chauffage central électrique etc.... Il faut reconnaître que le chauffage central est bien utile dans les maisons et appartements, il chauffe toutes les pièces à température voulue, grâce au progrès qui ont été réalisés. Il est beaucoup

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

plus facile, avec le chauffage central, de conserver une demeure, des bureaux, etc... bien chauffés durant les périodes hivernales. Une bonne installation de chauffage central est réalisée par un professionnel du chauffage, qui installe une chaudière, des radiateurs, des thermostats d'ambiance etc...., il existe aussi le chauffage central par le sol, qu'il est bon et doux de rentrer dans une maison bien chauffée.

- ✓ La rareté des énergies fossiles font que des systèmes de chauffage intégrant les énergies gratuites ou renouvelables comme le solaire, la géothermie, font une apparition marquée au début de notre 21eme siècle. La nécessité de réduire la consommation d'énergie émettant des polluants et notamment du CO_2, est reliée à la conservation des ressources de la planète pour les générations futures. La notion de développement durable apparaît alors [16,18].

I-4Historique sur le froid

Vers 2500 ans avant J.-C., les Égyptiens avaient découvert le moyen de maintenir de l'eau à température fraîche en la plaçant dans des récipients en argile, matière qui, après cuisson appropriée, devient poreuse. Ainsi l'eau pouvait filtrer lentement à travers des pores minuscules puis s'évaporait en surface, une partie de la quantité de chaleur nécessaire à cette évaporation étant prélevée à l'eau d'où son refroidissement.

L'homme des pays tempérés s'est rapidement rendu compte que les denrées périssables pouvaient être conservées dans de bien meilleures conditions l'hiver que l'été. L'utilisation du " froid naturel " s'est faite très tôt et aussi très longtemps puisqu'au début du 20ème siècle le marché de la glace naturelle était encore plus important que celui de la glace artificielle. La glace produite naturellement, sans machines, était :

- ✓ Soit issue, de façon permanente, de régions froides et transportée sur de longues distances.
- ✓ Soit issue, de manière discontinue, des pièces d'eau des régions tempérées gelées par le froid hivernal. Il était nécessaire de conserver cette glace dans des édifices particuliers les « glacières » dont les parois devaient être thermiquement isolantes.
- ✓ Soit produite, toujours de manière naturelle, mais à l'instigation de l'homme, quand cela était possible. Ainsi, dans les pays au ciel très clair, on a pu produire de la glace dans des

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

bassins largement ouverts vers le ciel. Le rayonnement thermique de l'eau permettait, dans certaines conditions atmosphériques, un refroidissement suffisant pour former de la glace.

Mais les frais engagés deviennent rapidement prohibitifs et le prix de vente de la glace au détail s'en ressent d'autant plus que la commercialisation de ce produit nécessite tout un réseau de revendeurs qui doivent eux-mêmes investir dans divers dispositifs parfois très ingénieux en vue de conserver la glace le plus long temps possible. Et c'est alors que des chercheurs vont se mettre au travail pour tenter de résoudre ce fantastique défi : " fabriquer " du froid artificiel.

C'est au cours d'une période vedette de 25 ans (1834-1859) que sont nées les trois filières principales de production de froid : après la machine à compression de Jacob Perkins qui apparaît en 1834, l'Américain John Gorrie met au point en 1844 la machine à compression et détente d'air.

C'est le français Charles Tellier qui est considéré comme le "Père du froid". En effet, en 1856, il construit la première armoire de conservation à absorption. Cette armoire produisait du froid par liquéfaction du gaz ammoniac. En 1876, il transporta, à bord de son bateau "le Frigorifique", une cargaison de viande de Buenos Aires à Rouen.

Un autre français, Ferdinand Carré, met au point en 1859 une machine capable de fabriquer les glaçons et, en 1862, il présente à l'Exposition Internationale de Londres un appareil à absorption à marche continue. L'appareil est adopté par le monde entier pour produire de la glace industrielle.

1873, Gramme crée le moteur électrique, grâce à cela, on disposait d'un nouveau moyen d'entraînement des compresseurs et bien entendu l'essor des machines frigorifiques ne fait que s'accroître.

1913 à Chicago, fabrication du Domelre, le premier réfrigérateur domestique fonctionnel. Il utilise une unité de réfrigération montée sur une glacière [17].

L'apparition des divers systèmes frigorifiques, deux familles se détachent :

Systèmes à compression de vapeur liquéfiables

Le fluide actif du cycle frigorifique, le frigorigène, se vaporise dans un évaporateur en produisant le froid utile. La vapeur produite est aspirée et comprimée par un compresseur mécanique. Elle est refoulée dans un condenseur où elle se liquéfie. Le liquide formé retourne vers l'évaporateur en traversant un régleur (ou détendeur). Ce système est, de très loin, le plus répandu [17].

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Systèmes utilisant des cycles à gaz

Ici le fluide actif ne change pas d'état au cours du cycle frigorifique mais reste gazeux. Comprimé, le gaz s'échauffe, on le refroidit alors, sous pression, jusqu'à la température ambiante puis on le détend ce qui entraîne un abaissement de sa température. Le développement de ces systèmes fut moindre que celui des machines à compression de vapeur car leur efficacité est plus réduite dans le domaine courant de la réfrigération, de la congélation et de la climatisation. Elles sont, par contre, à l'origine de la plupart des cycles cryogéniques pour la liquéfaction des gaz et la production des basses températures [17].

I-5 Revue sur les logiciels existants

Dans ce chapitre nous présentons la description de quelques logiciels qui existent avec leurs caractéristiques :

EASYTAIRM

Pour le calcul de chauffage, les caractéristiques de ce logiciel sont:

Le calcul de déperditions globales, le calcul de déperditions détaillées, le calcul de déperditions en fonction consommation, déperditions d'une pièce d'habitation, diamètre tuyauterie (eau, gaz),- débit (eau, gaz), capacité (tampon gaz, vase expansion, tuyauterie), diamètre cheminée, puissance émetteurs en fonction température de distribution et la température [19].

Visual TTH 2008

Visual TTH est un logiciel intégré développé par des ingénieurs spécialistes des calculs en thermiques du bâtiment et connaissant parfaitement la réglementation. Visual TTH a déjà permis de calculer des dizaines de milliers de logements ainsi que de très nombreux immeubles tertiaires.

Depuis le 8 août 2006 Visual TTH inclut la **RT2005** selon l'Arrêté du 24 mai 2006 applicable au 1er septembre 2006. Avec Visual TTH il possible de faire un calcul en RT2000/2004 puis en changeant la date du permis de construire au de là du 1er septembre 2006 de faire un **calcul**

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

RT2005 et ainsi de connaitre précisément de combien de pourcent la nouvelle réglementation est contraignante [20,21].

La présentation et les détails des calculs sont strictement conformes aux consignes du CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment). La dernière évaluation du logiciel par le CSTB pour la RT 2000 révisée en 2004 en date du 23 novembre 2004 sous leN°CNRT-2004-04.

La configuration minimale du **Visual TTH 2008** [20,21]**:**

- ✓ Processeur Pentium IV 1.4 Mhz, 512 Mo RAM.
- ✓ Disque dur avec au minimum 100 Mo de place disponible.
- ✓ Un lecteur de CD-Rom.

Fisa-éco-PTZ Pro

Inclut en plus lescalculs de déperditions selon la RT91 ou la norme européenne EN12831 et NF P 52-612/CN pour tous types de locaux (habitat ou tertiaire). Pour l'habitat, possibilité de calculer les déperditions suivant les normes PROMOTELEC [22].

La compatibilité du **Fisa-éco-PTZ Pro**:

- ✓ Tient compte des derniers systèmes d'exploitation comme Windows XP, Vista et Windows 7.

La configuration minimale du **Fisa-éco-PTZ Pro** [20,22] :

- ✓ Processeur Pentium IV 1.4 GHz, 512 Mo RAM.
- ✓ Disque dur avec au minimum 500 Mo de place disponible.
- ✓ Un lecteur de CD-Rom.

ConsoDJU

Convient particulièrement aux Bureaux d'Etudes et Entreprises en Génie Climatique qui ont besoin de déterminer très rapidement la consommation d'un système de chauffage [20,22].

Est un progiciel sous Windows. Son utilisation est extrêmement simple.

Il suffit de connaître :

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

- ✓ la destination des locaux (habitat, bureaux, etc.).
- ✓ le mode de chauffage (radiateurs, convecteurs, etc...).
- ✓ le site météo (département, ville).
- ✓ l'énergie utilisée (fioul, gaz, électricité, etc...).

Pour les nouveaux bâtiments il faut connaître soit le G1, le volume habitable et le renouvellement d'air soit le GV. Ces coefficients peuvent être déterminés avec **Visual TTH** ou **Vit'Déper** [20, 22].

VIT'DEPER

Convient pour les installateurs et les entreprises de chauffage ayant besoin de calculer rapidement les déperditions pour villas, maisons et petits bâtiments sans connaissance particulière. Est un logiciel sous Windows simple à utiliser.

Il se présente sous la forme d'un tableur, semblable à Excel, dans lequel il suffit de saisir des données simples tel que : Nom de la pièce, Surface habitable, Hauteur sous plafond, mur, plancher, plafond (isolé, non isolé), simple ou double vitrage, fonction d'insertion et suppression de ligne, fonction de copie de ligne ou de bloc avec la souris, possibilité de majorer les déperditions des pièces exposées au nord, ratio en W/m2 et W/m3. Impression des notes de calcul sous Windows.

Convient aussi bien pour les projets rapides que pour les dossiers d'exécution des utilisateurs non spécialistes tout en augmentant considérablement la productivité. Il faut moins de 5 minutes pour calculer les déperditions d'une villa moyenne. Avec **VIT'DEPER**, c'est plus simple et plus rapide de calculer les déperditions [20,22].

DELTA-ZERO

Est un moyen de calcul sur micro-ordinateur permettant de thermo-équilibrer rationnellement les installations de chauffage à eau chaude. Ce logiciel convient tout particulièrement pour la réhabilitation thermique des immeubles d'habitation ainsi que des bâtiments tertiaires. Les paramètres pris en compte sont des valeurs simples relevées sur l'installation et dans les catalogues fournisseurs. Une base de données associée au logiciel **DELTA-ZERO** regroupe les catalogues des matériels courants de chauffage [20].

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Le **DELTA-ZERO** est associé à un calcul de déperditions suivant les règles TH. Pour les immeubles anciens faiblement isolés thermiquement il est possible de tenir compte de l'exposition au NORD ou à l'EST de certaines façades. Prend bien entendu en compte l'émission des tuyaux qui concourent avec les corps de chauffe à compenser les déperditions. Effectue un nombre d'itérations variables qui s'ajustent automatiquement en fonction du déséquilibre de l'installation. En compte la rugosité intérieure des tuyaux pour obéir à la loi définie par COLEBROOK [20].

Prend une valeur de la rugosité qui est prise par défaut mais il sera toujours possible de vérifier ce paramètre en prélevant un échantillon de tuyauterie sur chantier. Permet de prendre en compte 999 sortes d'organes de réglage différents dont les noms apparaissent en clair sur les sorties imprimés. Prend en compte l'effet thermosiphon non négligeable pour les immeubles hauts. Les réglages sont donnés en fonction des caractéristiques de la pompe idéale et de la pompe existante. L'opérateur aura ainsi tous les éléments permettant d'effectuer correctement l'ensemble des réglages. Permet de pouvoir calculer simultanément 4 réseaux avec des régimes de température d'eau différents pour un même bâtiment. Il est donc aisé d'équilibrer un immeuble avec un réseau NORD et un réseau SUD sans manipulation fastidieuse de données. Permet également de globaliser les déperditions d'une même zone et les affecter à plusieurs corps de chauffe proportionnellement à leur puissance et à celles des tuyaux qui s'y rattachent. Prend en compte la présence d'organes de réglage en pied de colonne s'il y en a. s'interface naturellement avec EXCEL 97 et 2000 pour une saisie de données particulièrement efficace et rapide [20].

NOVAMULTITAIRM

Le menu climatisation du logiciel NOVAMULTITAIRM, vous permet de réaliser les calculs suivants: Bilan climatique, Devis climatisation (résidentiel et tertiaire) [14].

FisaClim

Calcul de la climatisation et simulation [20,21] :

- ✓ Permet de calculer la climatisation dans l'environnement de **Visual TTH** avec calcul d'infiltration et de déperditions conformes à la norme EN 12831 incluant la prise en compte des ponts thermiques.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

- ✓ Interface de saisie simple et conviviale destyle Excel.
- ✓ Possibilité de créer des variantes.
- ✓ Détermine la puissance foisonnée nécessaire pour le ou les groupes froids
- ✓ Nombreux assistant de saisie pour décrire toutes les caractéristiques du bâtiment (par défaut) ou local par local, Les calculs sont réalisés heure/heure sur toute l'année.
- ✓ Création de scénarios d'usage détaillés pouvant être mis en bibliothèque personnelle.
- ✓ Calcule la température opérative (température ressentie). Information très intéressante pour par exemple les locaux non climatisés avec ou sans sur-ventilation la nuit, les locaux partiellement rafraichis par planchers rafraichissants, etc...
- ✓ Inclus le traitement des parois inclinées
- ✓ Résultats sous forme de tableau Excel avec représentation graphique des courbes de température et de puissance pour une vision plus claire des résultats.

HAP4

Est un logiciel sous Windows de **CARRIER** pour le calcul des charges de climatisation et de consommation énergétique des locaux tertiaires [20].

D'une utilisation très professionnelle et intuitive, **HAP4** utilise la méthode des facteurs de réponse, méthode approuvée par l'**ASHRAE** pour le calcul des charges horaires [20].

Les espaces ou locaux sont décrits en 7 pages de saisie sous forme d'onglets [20]:

1. Une page pour les données générales d'espace : surface, hauteur moyenne sous plafond, masse du bâtiment.
2. Une page pour les apports internes : éclairage général, éclairage des postes de travail, équipement électrique, densité de personne et activité, charges diverses en sensible et latent. Chaque charge interne peut-être affectée d'une intermittence.
3. Une page pour décrire les murs, vitrages, et portes. Les coefficients K de parois sont décrits dans un fichier séparé de manière très détaillée avec épaisseur, masse, résistance thermique, chaleur spécifique, couleur. Les coefficients des vitrages sont également décrit dans un fichier distinct avec de nombreux paramètres tel que nature du châssis (bois, pvc, alu...), nature des rideaux intérieurs (15 types), type de vitrage permettant de définir les coefficients de transmission, de réflexion et d'absorption.
4. Une page pour la toiture et les fenêtres de toit.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

5. Une page pour décrire dans le détail les infiltrations
6. Une page pour décrire les planchers (4 solutions).
7. Une page pour les parois vers locaux non climatisés.

La configuration minimale du **HAP4** [20]**:**

Pentium 100 % compatible, Windows 95, 98 ou NT, RAM 32 Mo, place sur disque dur 15Mo.

CLIMATIC

Logiciel qui permet par simulation d'acquérir des notions de climatisation d'un édifice commercial. Permet de répondre aux plaintes et d'essayer de les résoudre tout en respectant un budget [17].

COMFIEversion3.1

Calcul des besoins en kWh et des charges en W sur un été type par simulation, prise en compte du multizone [15].

FRILOG

Le logiciel frigoriste FRILOG a été développé dans le but d'apporter une aide rapide dans l'établissement d'un devis pour l'équipement d'une installation frigorifique. Il permet d'effectuer le calcul des bilans thermiques, la conception de l'installation et la sélection des matériels pour une installation à simple circuit ou à double circuit (fluide frigoporteur) [18].

C'est un logiciel intégré de haut niveau, alliant puissance et convivialité grâce à l'utilisation de menus déroulants et d'icônes graphiques, accessibles par le clavier ou la souris. Une aide en ligne permanente, aussi bien sur l'utilisation du programme que sur les données même de la composition de l'installation, apporte un très grand confort d'utilisation [15].

La modularité de ce logiciel permet d'interrompre ou de reprendre une étude en cours à n'importe quelle phase du calcul du bilan ou de la sélection du matériel. Elle offre en plus la

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

possibilité d'ajouter des nouveaux modules ainsi que de nouvelles bibliothèques de sélection de matériel au fur et à mesure de leurs disponibilités ou du besoin de l'utilisateur [15].

La structure générale du logiciel se compose des sous-ensembles suivants [15]:

- ✓ Les OFFRES DE COMMERCIALISATION vous donneront toutes les informations sur les tarifs et comment passer votre commande.
- ✓ N'oubliez pas de vérifier la configuration minimum des équipements informatiques. FRILOG fonctionne sur tous les systèmes 32 bits sous Windows, que ce soit une station de travail, un ordinateur portable ou un serveur.

BILANSLOCAUXFRIGORIFIQUESversion2.5

Logiciel destiné au calcul de la puissance frigorifique des chambres froides classiques, salles de conservation, première réfrigération, ressuage lent, rapide. 240 denrées peuvent être prises en compte [15].

Les calculs se font heure par heure et permettent de dégager un histogramme. Conditions extérieures définies à partir du fichier des sites mondiaux [15].

I-6 Conclusion

On citant les différents inconvénients de ces logiciels, nous distinguons donc:

- ❖ L'incompatibilité : C'est à dire la plus par de ces logiciels fonctionnent sous Windows.
- ❖ La visualisation rudimentaire : L'utilisation de l'EXCEL pour l'introduction des données et l'illustration des résultats.
- ❖ La complexité d'utilisation : De nombreuses étapes afin d'atteindre l'objectif par exemple le **HAP4.**
- ❖ Ces logiciels calculent uniquement un seul système thermique que ce soit le chauffage comme **Visual TTH**et**VIT'DEPER** ou bien climatisation comme **FisaClim** ou froid comme **FRILOG.**
- ❖ L'utilisation des configurations puissantes, par exemple pour la marche du logiciel **Fisa-éco-PTZ Pro** on a besoin d'un pentium 4 avec une RAM de 512 Mo et un espace mémoire de 500Mo.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

II.1. Introduction

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

II.2. Calcul de climatisation

II.2.1. Généralités

II.2.1.1. Objet DTR

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

- les méthodes de détermination des apports calorifiques des bâtiments,
- la méthode de vérification de la conformité à la réglementation thermique d'été des bâtiments [7].

II.2.1.2. Domaine d'application

Les méthodes de détermination des apports calorifiques du présent DTR s'appliquent aux locaux : à usage d'habitation, d'hébergement (chambres collectives, dortoirs, salles de repos, ...). à usage de bureaux d'enseignement (classes, salles d'études, ...) d'accueil (bibliothèques, bureaux de poste, banques, ...) de réunion (salles de spectacle, lieux de culte, ...) de vente (boutiques, supermarché, ...) de restauration (café, restaurant, cantine, ...) à usage artisanal (salon de coiffure, laboratoire de boulangerie, petit atelier, etc.) [7].

II.2.1.3. Référence

Le présent DTR fait référence au document technique réglementaire C 3-2 «Réglementation thermique des bâtiments d'habitation - Règles de calcul des déperditions» (principalement pour la détermination des résistances thermiques, et pour la détermination du débit d'air neuf des logements) [7].

II.2.2. Définitions

- Les apports calorifiques (appelés aussi gains) d'un local sont égaux à la somme des apports de chaleur sensible et latente, provenant d'une source intérieure ou

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

extérieure du local, pour des conditions extérieures et intérieures déterminées, en ne tenant pas compte des apports dus à l'installation.

- Les apports calorifiques effectifs sont égaux aux gains du local augmentés, d'une part, des quantités de chaleur correspondant au débit d'air qui passe à travers l'installation sans être affecté, et augmentés, d'autre part, des quantités de chaleur provenant de l'installation elle-même (gains dits supplémentaires : échauffement dans les conduits d'air, fuites d'air éventuelles, etc.).
- Les apports calorifiques totaux (ou puissance frigorifique) sont égaux aux gains du local augmentés, d'une part des quantités de chaleur correspondant au débit d'air total qui passe à travers l'installation, et augmentés, d'autre part, des quantités de chaleur provenant de l'installation elle-même.
- Les apports calorifiques sensibles, ou gains sensibles, sont les apports de chaleur qui affectent directement la température sèche de l'air du local considéré.
- Les apports calorifiques latents, ou gains latents, sont les apports d'humidité sous forme de vapeur d'eau qui affectent le local considéré [7].

II.2.3. Calcul des apports calorifiques

II.2.3.1.Apportes à travers les parois opaques

II.2.3.1.1.Parois aériennes

II.2.3.1.1.1. Principes

- Les parois opaques aériennes sont celles qui sont en contact direct avec l'air extérieur (parois verticales ou horizontales).
- Le calcul est mené en régime variable.
- Pour estimer le flux à un instant donné pour une paroi en contact avec l'extérieur, on a recours à la notion de «différence de température équivalente « (en °C) notée Δ te(t). La différence de température équivalente à un instant donné est une différence de température fictive qui produirait au même instant, en régime permanent, le même apport de chaleur dans le local que celui produit par le régime variable [7].

II.2.3.1.1.2. Expression générale

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

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

la formule suivante [7]:

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

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

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

-Sint (en m²) est la surface intérieure totale de la paroi considérée ; pour les toitures en pente, on prendra la projection horizontale de la surface.

-Δ te(t) (en °C) est la différence équivalente de température à l'heure t.

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

$$\frac{1}{\text{Kété}} = \rangle\ R + \frac{1}{\text{hi}} + \frac{1}{\text{he}} \qquad \text{(II-2)}$$

-R (en m².C°/W) représente la somme des résistances thermiques des différentes couches de matériaux constituant la paroi.

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

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tableau II.1 : Valeurs des coefficients d'échange superficiel, [7].

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

II.2.3.1.1.3. Différence de température équivalente Δte(t)

❖ différence de température équivalente Δte(t) est donnée par [7]:

*paroi ensoleillée : $\Delta te(t) = \Delta tes(t) + C_{\Delta te} + \alpha/0.9 \times [\Delta tem(t) - \Delta tes(t)] \times I_{t,b} / I_{t,b(40)}$ (II-3)

*paroi à l'ombre 24h/24 : $\Delta te(t) = \Delta tes(t) + C_{\Delta te}$ (II-4)

-tes(t) (en °C) est la différence de température équivalente à l'heure t en considérant que la paroi est à l'ombre ; les valeurs de Δ tes(t) sont données par le tableau (A1) pour les parois verticales, et par le tableau(A2) pour les parois horizontales [7,13].

-C Δte (en °C) est un facteur de correction dû, d'une part, à la différence maximale ΔTSmax de la température sèche de l'air entre l'extérieur et l'intérieur pour le mois considéré, et d'autre part à l'écart diurne de base E b pour le mois considéré; les valeurs de C Δte sont données dans le tableau (A3).

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

-tem(t) (en °C) est la différence équivalente de température à l'heure t pour l'orientation de la paroi considérée ; les valeurs de Δ tem(t) sont données par le tableau (A1) pour les parois

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

verticales, et par le tableau(A2) pour les parois horizontales [7,13].

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

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

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

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

Le rayonnement diffus de base, Id,b (en W/m²), correspond aux apports de chaleur non amortis dus au rayonnement solaire à travers un vitrage de référence à l'ombre (c'est à dire pour la direction Nord) dans les conditions de référence.

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

Tableau II.2: Rayonnement de base, [7].

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

- La différence de température équivalente $\Delta te(t)$ peut être positive (apports dans le local considéré), ou négative (déperditions). Dans le cas où la différence de température équivalente est négative, on n'en tiendra pas compte dans les calculs.
- Le facteur d'absorption α des parois extérieures est donné ci-après selon que la paroi est peinte ou non.
- Le facteur d'absorption α d'une paroi extérieure peinte est donné en fonction de la couleur de la face extérieure de la paroi :

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

- ✓ face extérieure de couleur sombre (bleu foncé, rouge foncé, brun foncé), $\alpha = 0{,}90$.
- ✓ face extérieure de couleur moyenne (vert clair, bleu clair, gris clair), $\alpha = 0{,}70$.
- ✓ face extérieure de couleur claire (blanc, crème), $\alpha = 0{,}50$.
- ✓ face extérieure de couleur noire mat, $\alpha = 1$.

❖ Le facteur d'absorption α d'une paroi extérieure non peinte est donné dans le tableau (A4) en fonction du facteur d'absorption du matériau constituant la face extérieure de la paroi. Pour des matériaux ne figurant pas dans le tableau (A4), on adoptera comme coefficient d'absorption celui correspondant à la couleur de la face extérieure.

II.2.3.1.2. parois intérieures

II.2.3.1.2.1. Formules générales

❖ Les apports de chaleur à un instant t, APO(t), traversant une paroi opaque en contact avec deux locaux conditionnés sont donnés par la formule suivante [7] :

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

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

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

-TSa (en °C) est la température sèche de l'air intérieur du local adjacent.

-TSb,i (en °C) est la température sèche de l'air intérieur du local considéré.

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

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

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

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

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

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Δ tlnc est donné par la formule suivante :

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

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

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

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

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

II.2.3.1.2.2. Valeurs du coefficient correcteur Clnc

❖ C_{lnc} est égal à 0 :

- Dans le cas où la masse rapportée à la surface de plancher du local non conditionné est inférieure à 150 kg/m².
  - Pour les combles et les vides sanitaires fortement ventilés.
- Dans le cas où la masse rapportée à la surface de plancher du local non conditionné est supérieure à 150 kg/m², les valeurs de C_{lnc} sont données dans les tableaux (A5) à (A5) pour différentes températures de base (on interpolera pour les autres valeurs). On distingue pour la détermination de C_{lnc} :

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

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

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

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

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

II.2.3.1.3.parois en contacte avec le sol

II.2.3.1.3.1. Principes

- ❖ Les apports par transmission à travers les parois en contact avec le sol sont calculés en fonction de la différence de niveau z. La différence de niveau z est :
  - pour un plancher, la différence comptée positivement entre le niveau de la face supérieure du plancher et le niveau du sol (voir figure II-1).
  - pour un mur enterré, la différence comptée positivement entre le niveau du sol et le niveau considéré du mur [7].
- ❖ Les apports par transmission pour une paroi en contact avec le sol, plancher ou mur enterré, sont considérés comme nuls au delà de $z = z_{lim}$ ($z > z_{lim}$) dont les valeurs sont données dans le tableau II-3.

Tableau II-3 : valeurs de Zlim(en m), [7].

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

- ❖ Les apports a travers un plancher en contacte aves le sol n'ont lieu que sur une bande de largeur égale à 5 mètres. Comptée à partir de périmètre interier.au delà de cette bande les apports par transmission sont considérés comme nuls, [7].

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

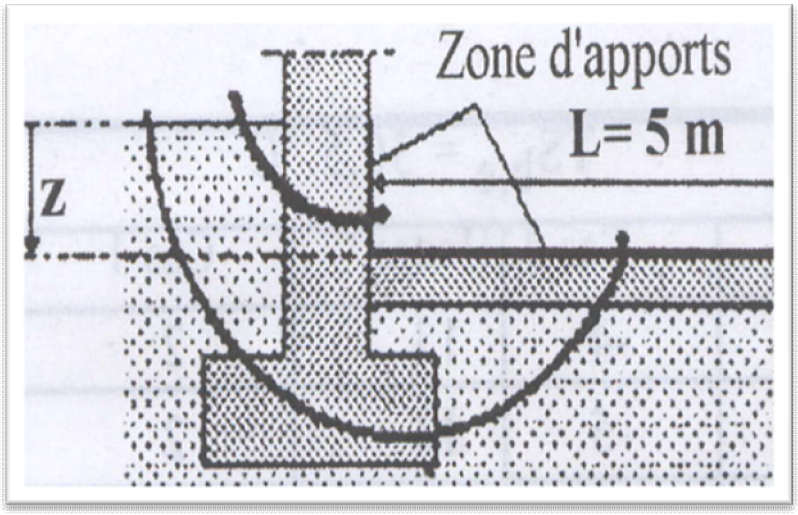


Figure II-1: Zone d'apports pour des parois en contact avec le sol, [7].

II.2.3.1.3.2 Formules générales

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

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

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

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

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

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

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

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

II.2.3.2 Apports à travers les parois vitrées

II.2.3.2.1. Principe de calcul

II.2.3.2.1.1. Formules générales

❖ Les apports à travers les parois vitrées intérieures AVT(t) sont dus uniquement à la différence de température de part et d'autre de la paroi. Ils sont donnés par [7] :

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

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

-Souv (en m²) est la surface de l'ouverture dans la paroi opaque.

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

-C_{lnc} est un coefficient correcteur.

-$TS_{b,i}$ (en °C) est la température intérieure sèche de base pour le local considéré.

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

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

AVT(t) (en W) représente les gains dus au gradient de température à travers les parois vitrées,

AVE(t) (en W) représente les gains dus au rayonnement solaire à travers les parois vitrées.

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

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

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

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

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

-S_{ouv} (en m²) est la surface de l'ouverture dans la paroi opaque.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Le rayonnement total maximal réel I_t et le rayonnement diffus maximal réel I_d sont donnés par [7] :

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

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

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

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

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

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

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

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Le coefficient de correction C_{cadre} est donné ci-après [7]:

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

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

Le coefficient de correction C_{limp} est donné ci-après [7]:

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

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

C_{limp} = 0,87 pour une atmosphère obscure ; on pourra adopter une atmosphère obscure pour le centre des grandes villes, les zones industrielles, à proximité d'industries polluantes.

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

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

Tableau II-4: C_{ros} en fonction de la zone climatique, [7].

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

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

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

$$C_{ros} = 1+ ((19.5 -TR) / 10)) \times 0.13 \text{ si le point de rosée TR(en C°) } \leq 19.5 \text{ C°} \quad \text{(II-16)}$$

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

II.2.3.2.1.2. Détermination du coefficient d'amortissement

- Le coefficient d'amortissement $N_{PVI}(t)$ est donné dans les tableaux (A4) à (A8) en fonction de la durée de fonctionnement des installations, de la présence ou non de protections (stores, volets, rideaux, etc.), de la masse M rapportée à la surface du plancher, de l'orientation de la paroi vitrée et de l'heure solaire vraie.
- Les durées de fonctionnement de l'installation doivent être choisies parmi ces trois valeurs : 12 h, 16 h et 24 h. Pour 12 heures et 16 heures de fonctionnement, l'installation est considérée mise en marche à 6 h (l'installation fonctionne donc soit de 6 h à 18 h pour 12 heures de fonctionnement de l'installation, soit de 6 h à 22 h pour 16 heures de fonctionne- ment de l'installation).
- Pour l'utilisation des tableaux (A9) à (A13) toute paroi vitrée sans protection intérieure est considérée comme une paroi vitrée sans protection (même si elle comporte une protection extérieure, ou si elle est protégée de l'ensoleillement direct par des saillies).
- La masse M rapportée à la surface du plancher est donnée par [7]:

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

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

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

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

-S_{pl} (en m^2) est la surface de plancher pour la zone thermique considérée ; si une zone thermique a été définie sur plusieurs niveaux, S_{pl} est la somme des surfaces de plancher.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

- Le coefficient d'amortissement $N_{PVI}(t)$ est donné en % par les tableaux (A9) à (A13) [7]:

  Tableau (A9): coefficient d'amortissement pour 24 heures de fonctionnement de l'installation, pour des parois vitrées sans protection.

  Tableau (A10): coefficient d'amortissement pour 24 heures de fonctionnement de l'installation, pour des parois vitrées avec protection.

  Tableau (A11): coefficient d'amortissement pour 16 heures de fonctionnement de l'installation, pour des parois vitrées sans protection.

  Tableau (A12): coefficient d'amortissement pour 16 heures de fonctionnement de L'installation, pour des parois vitrées avec protection.

  Tableau (A13): coefficient d'amortissement pour 12 heures de fonctionnement de l'installation, pour des parois vitrées sans protection ou avec protection.

Pour l'utilisation des tableaux (A9) à (A13) on interpolera pour les valeurs intermédiaires.

II.2.3.2.1.3. Facteur solaire

II.2.3.2.1.3. 1. Généralités

- On appelle vitrage antisolaire des vitrages constitués :

  De glaces de forte épaisseur simples ou doubles, absorbantes ou non [7].

  De vitrages, simples ou doubles, équipés de stores, de volets, persiennes, de rideaux intérieurs ou extérieurs [7].

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

  En d'autres termes, FS = 1 pour un vitrage ordinaire, FS < 1 pour un vitrage antisolaire [7].

  Pour réduire le coût de la climatisation, on est donc amené à installer des vitrages antisolaires [7].

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

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

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

- Les valeurs des facteurs solaires des dalles et pavés de verre appelés communément (Névada, Prismalith) sont données dans le tableau (A14) :

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

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

  Le facteur solaire des coupoles d'éclairage en matière plastique translucide doit être pris égal à 0,88 [7].

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

- Les vitrages spéciaux sont ceux dont la proportion du flux solaire transmise est diminuée pour les raisons suivantes : le verre utilisé a une forte épaisseur, le verre peut être coloré dans la masse (ce qui a pour effet d'augmenter le facteur d'absorption du vitrage), la face extérieure du vitrage peut être traitée pour réfléchir une partie importante de l'énergie solaire incidente (vitrages réfléchissants).
- Les valeurs du facteur solaire des vitrages spéciaux en simple épaisseur sont données dans le tableau (A15).

II.2.3.2.1.3. 4. Facteur solaire des vitrages doubles

- Les vitrages doubles sont constitués de deux épaisseurs de verre ou de glace qui sont généralement séparés par une lame d'air déshumidifiée.
- Les valeurs du facteur solaire des vitrages doubles sans stores, ni rideaux sont données dans le tableau (A16).
- Les valeurs du facteur solaire des vitrages avec protection intérieure, protection extérieure et protection entre deux vitrages sont données dans les tableaux (A17) à(A19).

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

II.2.3.3. apports des chaleurs internes

II.2.3.3.1. Principe généraux

II. 2.3.3.1.1. Généralités

- On désigne par apports de chaleur internes, ou gains internes, les quantités de chaleur dégagées sous forme latente ou sensible à l'intérieur des locaux conditionnés [7].
- Les gains internes prévus par ce DTR sont ceux ayant pour origine les occupants, les machines entraînées par des moteurs électriques, les appareils électriques, l'éclairage, les appareils à gaz, les réservoirs l'évaporation libre, l'introduction de vapeur vive, les tuyauteries et les conduits d'air intérieurs [7].
- Les pièces du marché doivent fournir avec précision les informations nécessaires pour la prise en compte des apports internes (par exemple le nombre de moteurs électriques, leur emplacement et celui des tuyauteries, etc.)[7].

II. 2.3.3.1.2. Principes de calcul

- Les apports internes, lorsqu'ils existent, sont calculés en les considérants constants pendant la durée de fonctionnement de l'installation de climatisation.
- Les apports internes sont calculés en considérant un amortissement des gains sensibles. On utilise pour les besoins du calcul un coefficient dit d'amortissement noté $N_{AI}(t)$. Le coefficient d'amortissement $N_{AI}(t)$ est à affecter séparément pour chaque apport interne.
- Les apports internes sont déterminés en multipliant, pour chaque apport, les gains maxima par un coefficient de simultanéité (noté CS) spécifique à chaque apport.

II.2.3.3.1.3. Formule générale

Les apports de chaleur internes AI(t) à l'instant t sont donnés par la formule [7]:

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

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

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

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

-CS_j est le coefficient de simultanéité relatif à l'apport interne j ; en l'absence d'une formation, les valeurs à considérer pour les coefficients de simultanéité sont celles du tableau (A20).

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

II.3.3.1.4. Coefficient d'amortissement

❖ Pour la détermination de N_{Al}, par convention, on distingue les quatre types d'apports suivants [7]:

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

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

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

Type IV : introduction de vapeur vive, évaporation libre.

❖ La valeur de $N_{Al}(t)$ est déterminée comme indiqué ci-dessous [7]:

- ✓ pour les apports de type IV, la valeur de $N_{Al}(t)$ est égale à 100%.
- ✓ pour les apports de type I, II ou III, la valeur de $N_{Al}(t)$ est égale à 100% dans le cas où la durée de l'apport interne est supérieure à la durée de fonctionnement de l'installation.
- ✓ pour les apports de type I, II ou III, dans le cas où la durée de l'apport interne est inférieure à la durée de fonctionnement de l'installation, la valeur de $N_{Al}(t)$ est donnée dans le tableau (A21) en fonction :

De la durée des apports internes,

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

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

Du type d'apport.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

De la durée de fonctionnement de l'installation.

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

• Si la durée des apports internes est moins de 10 heures (j heures) [7].

1. Si l'installation fonctionne 24 heures

Utiliser les valeurs du tableau 5.1 jusqu'à la j^{éme} heure [7].

Décaler les valeurs du tableau 5.1 correspondant à la fin des apports internes pour les insérer à partir de la (j + l) ^{éme}heure [7].

Extrapoler en prenant le même taux de variation des trois dernières valeurs pour obtenir les valeurs manquantes [7].

2. Si l'installation fonctionne 16 ou 12 heures

Établir le tableau correspondant à un fonctionnement de 24 heures de l'installation.

Établir un nouveau tableau en prenant comme nouvelles valeurs entre l'heure de départ et l'heure d'arrêt la somme des valeurs suivantes :

- pour 0 heure, somme des valeurs pour l'heure repérée 0 et la 16e heure,
- pour 1 heure, somme des valeurs pour l'heure repérée 1 et la 17e heure,' et ainsi de suite jusqu'à l'heure où les apports internes se terminent.

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

Si l'installation fonctionne 12 heures, on procède de la même manière, mais les valeurs entre heure de départ et l'heure d'arrêt seront données pour 0 heure par la somme des valeurs pour1 heure repérée 0 et 12 heures, et ainsi de suite...

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

1. Si l'installation fonctionne 24 heures

Insérer les valeurs du tableau 5.1 jusqu'à la l0^{éme}heure,

Extrapoler de la 11^{éme} à la j^{éme} heure en prenant le même' taux de variation des trois dernières valeurs.

Décaler les valeurs du tableau 5.1 correspondant à la fin des apports internes pour les

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

insérer à partir de la (j + l) éme heure ; ne pas tenir compte des dernières valeurs.

2. Si l'installation fonctionne 16 ou 12 heures

Établir le tableau correspondant à un fonctionnement de 24 heures de l'installation,

Établir un nouveau tableau en prenant comme nouvelles valeurs entre l'heure de dé part et l'heure d'arrêt la somme des valeurs suivantes :

- pour 0 heure, somme des valeurs pour l'heure repérée 0 et la 16e heure,
- pour 1 heure, somme des valeurs pour l'heure repérée 1 et la 17e heure, en extrapolant pour les heures supérieures à la 8éme,

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

Si l'installation fonctionne 12 heures, on procède de la même manière, mais les valeurs entre l'heure de départ et l'heure d'arrêt seront données pour 0 heure par la somme des valeurs pour l'heure repérée 0 et 12 heures, et ainsi de suite…. [7]

II.2.3.3.2.Calcul des gains

II.2.3.3.2.1. Gains dus aux occupants

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

Tableau II.5: Gains dus aux occupants, [7].

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

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

II.2.3.3.2.2. Gains dus aux machines électriques

- ❖ Les appareils peuvent constituer à la fois une source de chaleur sensible et latente, ou seulement une source de gains sensibles.
- ❖ Une machine électrique utilisée dans un local dégage intégralement l'équivalent calorifique de la puissance électrique moyenne absorbée.

Pour la détermination des apports dus aux machines électriques, on utilisera les valeurs des tableaux (A22) à (A24) [7].

II.2.3.3.2.3. Gains dus à l'éclairage

- ❖ Les appareils d'éclairage constituent une source de chaleur sensible.
- ❖ Si l'on connaît la puissance installée pour l'éclairage, les gains dus à l'éclairage sont donnés par la formule suivante [7]:

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

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

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

1,2 pour les lampes à incandescence.

1,25 pour les tubes fluorescents.

-$\mathbf{C_{cr}}$ est le pourcentage de chaleur résiduelle correspondant à la part d'énergie restant dans la sale [7]:

C_{cr} est :

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

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

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tableau II .6: Valeurs de Ccr, [7].

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

II.2.3.3.2.4. Gains dus aux appareils à gaz

- ❖ Les appareils à gaz sont une source de chaleur sensible et latente.
- ❖ Pour la détermination des apports dus aux appareils à gaz, on utilisera soit les formules (II-20) et (II-21) soit les valeurs du tableau (A25).
- ❖ Les apports sensibles et latents AI_s et AI_l dus aux appareils à gaz sont donnés par [7]:

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

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

-qv_n (en m3/h) débit nominale de l'appareil.

-PC_{sup} (en J/m) est le pouvoir calorifique supérieur du combustible ; les valeurs des caractéristiques des principaux combustibles gazeux sont données dans le tableau (A26).

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

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

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

II.2.3.3.2.5. Gains dus à un réservoir

- ❖ Les réservoirs fermés sont une source de chaleur sensible. S'ils sont ouverts, ils constituent une source de chaleur sensible et latente.
- ❖ Les gains sensibles dus à un réservoir AIs contenant un liquide maintenu à une certaine température sont donnés par la formule suivante [7]:

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

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

-θ_f (en °C) est la température du liquide.

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

-S_i (en m²) est la surface de la paroi considérée en contact avec l'air intérieur ; les surfaces se calculent comme indiqué dans le tableau (A27).

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

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

-r_e (en m². °C/W) désigne la résistance superficielle extérieure (voir tableau A27).

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

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

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

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

II.2.3.3.2.6. Gains par évaporation

- ❖ L'évaporation est une source de chaleur latente.
- ❖ Les gains latents, en W/m² de surface, provenant de l'évaporation d'un plan d'eau

(Piscines, bassin, plonge de restaurant, etc.) Sont donnés par la formule suivante [7]:

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

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

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

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

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tableau II.7: Gains latents par évaporation, [7].

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

II.2.3.3.2.7. Gains par introduction de vapeur vive

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

❖ Les gains sensibles dus à l'introduction de vapeur vive AIs sont donnés par [7] :

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

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

-$\boldsymbol{\theta_{vap}}$ (en °C) est la température de la vapeur d'eau à l'entrée du local.

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

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

❖ Les gains latents dus à l'introduction de vapeur vive AI_l sont donnés par [7] :

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

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

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

II.2.3.3.2.8. Apports par les tuyauteries

❖ Les tuyauteries sont une source de chaleur sensible.

❖ L'apport calorifique par les tuyauteries AI_S est donné par la relation suivante [7]:

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

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

-λ(en m) désigne la longueur totale de tuyauterie mesurée à l'intérieur du local climatisé.
-k (en W/m) est le coefficient linéique d'émission de la tuyauterie ; k est donné par les tableaux (A28) à (A30) en fonction du type de tuyauteries.

II.2.3.3.2.9. Apports par les conduits d'air

❖ Les conduits d'air sont une source de chaleur sensible. Les apports AI_S par les Les conduits d'air sont donnés par [7] :

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

-l (en m) désigne la longueur totale du conduit mesurée à l'intérieur du local climatisé,
-$\theta_{a,c}$ (en °C) est la température moyenne de l'air circulant dans le conduit.
-$TS_{b,i}$ (en °C) est la température sèche de l'air du local climatisé.
-k (en W/m.°C) est le coefficient linéique de transmission thermique du conduit d'air calculé selon la forme du conduit (pour les conduits de forme rectangulaire, pour les conduits de forme circulaire).

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

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

❖ Un moteur électrique est caractérisé par :

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

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

Un rendement **η** [7]:

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

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

- On distingue les cas suivants [7]:

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

  Seul le moteur est dans le local climatisé.

  Seule la machine entraînée est dans le local climatisé.

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

$$AL=Wa=weff / \eta \quad (II.29)$$

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

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

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

- S'il s'agit d'une pompe ou d'un ventilateur véhiculant un fluide à l'extérieur du local, l'apport calorifique AI dans le local correspond à [7]:

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

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

Si le moteur électrique est positionné dans le local :

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

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

q_{vm} :(en m^3/s) est le débit volumique moyen du fluide.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

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

En attendant l'élaboration d'un document technique réglementaire concernant la ventilation des locaux, on utilisera les méthodes de calculs proposées par le présent DTR et données ci-après [7].

II.2.3.4.1. Principes

II.2.3.4.1.1. Généralités

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

- On distingue :

  Les apports dus aux infiltrations qui interviennent directement dans le bilan du local; ces apports sont à associer au débit d'infiltrations qvinf [7].

  Les apports dus à l'introduction d'air neuf qui interviennent dans le bilan calorifique total; on associe à ces apports le débit d'air neuf q_{Van} [7].

II.2.3.4.1.2. Expression générale

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

$$ARENs\ (t) = 0{,}320 \times qv_{an} \times (TSe(t) - TSb,i) \qquad \text{(II-34)}$$

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

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

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

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

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

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

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

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

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

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

-0,797 (en $J.kg_{air} / g_{vap}.m^3_{air}$) représente le produit de la masse volumique moyenne de l'air (1,15 kg/m^3) par la chaleur de vaporisation de l'eau (2498 J/g) et par un facteur de conversion (1/3600).

-qv_{an} (en m^3/h) représente le débit d'air neuf.

-qvi_{nf} **(**en m^3/h) représente le débit dû aux infiltrations.

-HSbe (en $Jg_{air}/g_{vap}.m3_{air}$) représente l'humidité spécifique de base de l'air extérieur.

-HSb,i (en $J.kg_{air}/g_{vap}.m3_{air}$) représente l'humidité spécifique de base de Pair intérieur .

On utilisera le diagramme psychrométrique pour transformer l'humidité relative (en : %) et humidité spécifique (en en g_{vap}/ kg_{as}), [7].

II.2.3.4.2.Débit d'air neuf

II.2.3.4.2.1 Convention

- Le débit d'air neuf correspond au débit minimal d'air neuf qui assure le maintien d'une teneur acceptable en oxygène et en gaz carbonique de l'air ambiant.
- Le débit d'air neuf est considéré permanent et constant.
- Le débit d'air neuf pour les locaux à usage autre que d'habitation est donnée principalement en fonction de destination des locaux et le nombre des occupants.
- Cas du logement voir le tableau (A.31) **[9]**

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

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

II.2.3.4.3. Débit d'air du aux infiltrations

II.2.3.4.3.1 Convention

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

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

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

Il' est possible d'éliminer les infiltrations en mettant le local en surpression, c'est à dire si le débit d'air soufflé est supérieur au débit d'air extrait. Cependant, ce procédé est onéreux : en effet, le débit d'air soufflé doit être tel qu'il provoque une surpression égale au moins à la pression dynamique du vent [7].

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

II.2.3.4.3.2. Calcul du débit d'infiltration

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

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

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

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

-qvOinf.i (en m^3 /h.m^2) désigne le débit d'infiltration correspondant à l'ouvrant i considéré, les valeurs de qvoinf doivent être fournies soit par le fabricant, soit par l'Avis Technique ; à défaut, on utilisera les valeurs du tableau (A32)

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

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

En général, les valeurs de qvoinf fournies par le fabricant (ou l'Avis Technique) correspondent à des directions de vent perpendiculaires à la paroi. Dans le cas où le fabricant (ou l'Avis Technique) ne fournit pas d'informations concernant la valeur de qvoinf pour une direction de vent oblique, pour la déterminer, on multipliera par 0,60 la valeur de qvoinf correspondant à un vent perpendiculaire [7].

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

III.1.Introduction

Le troisième chapitre concerne l'utilisation du JAVA pour la conception du notre logiciel, car celui-ci nous permet de donner une bonne visualisation graphique .Avec le concours des logiciels qui sont construits par ce dernier, et qui sont des logiciels portatifs, on n'aura plus besoin d'un grand espace dans la mémoire. Nous expliquons également, dans ce chapitre comment fonctionne notre logiciel par illustration des différentes interfaces et le mode de fonctionnement.

III.2.Climatisation

III.2.1. Interface principale

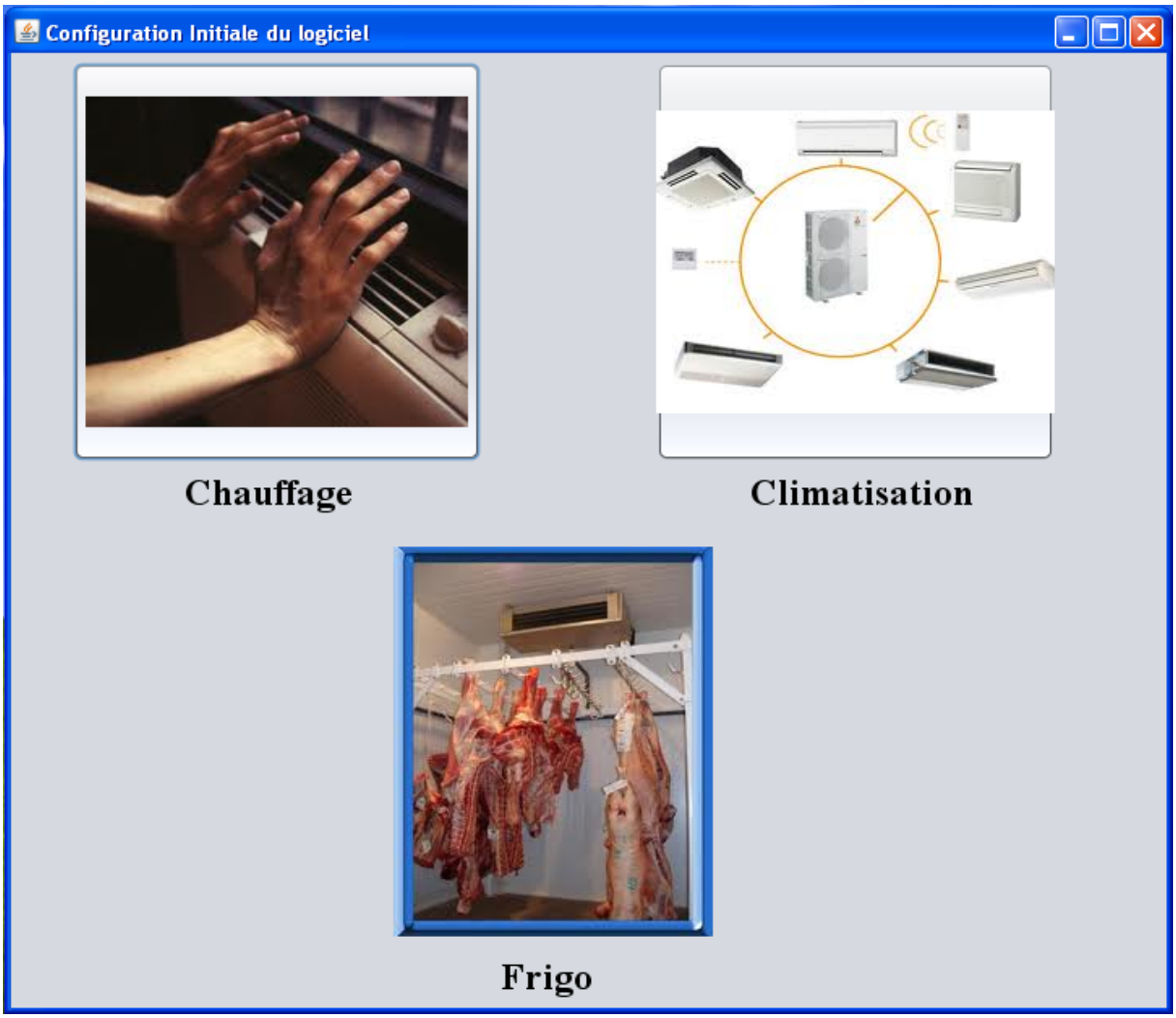


Figure (III.1) Interface principale du logiciel

Au début, en choisissant le bilan thermique, nous calculons l'interface principale de notre logiciel (exemple :le cas de la climatisation). Par le bouton qui donne l'interface principale de climatisation, nous distinguons le bilan de climatisation.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

En injectant dans cette interface les caractéristiques principales telles que : la température extérieure, la température moyenne annuelle, l'humidité extérieure, l'altitude et la latitude Nord(°) , et en choisissant la zone climatique (A, B, B', C, D1, D2, D3) et le type d'atmosphère (limpide, peu limpide, obscur) ainsi que l'heure et le mois de calcul , la destination de locaux par le combo box, le nombre d'occupants, le débit d'air neuf seront remplis automatiquement.

Finalement, en insérant le nombre d'étages des constructions et le nombre de locaux dans chaque étage, dans le tableau de l'interface ci-dessous, le tableau fonctionne dynamiquement en fonction du nombre d'étages et en nombre de locaux (le nombre des colonnes = f(le nombre d'étages)).

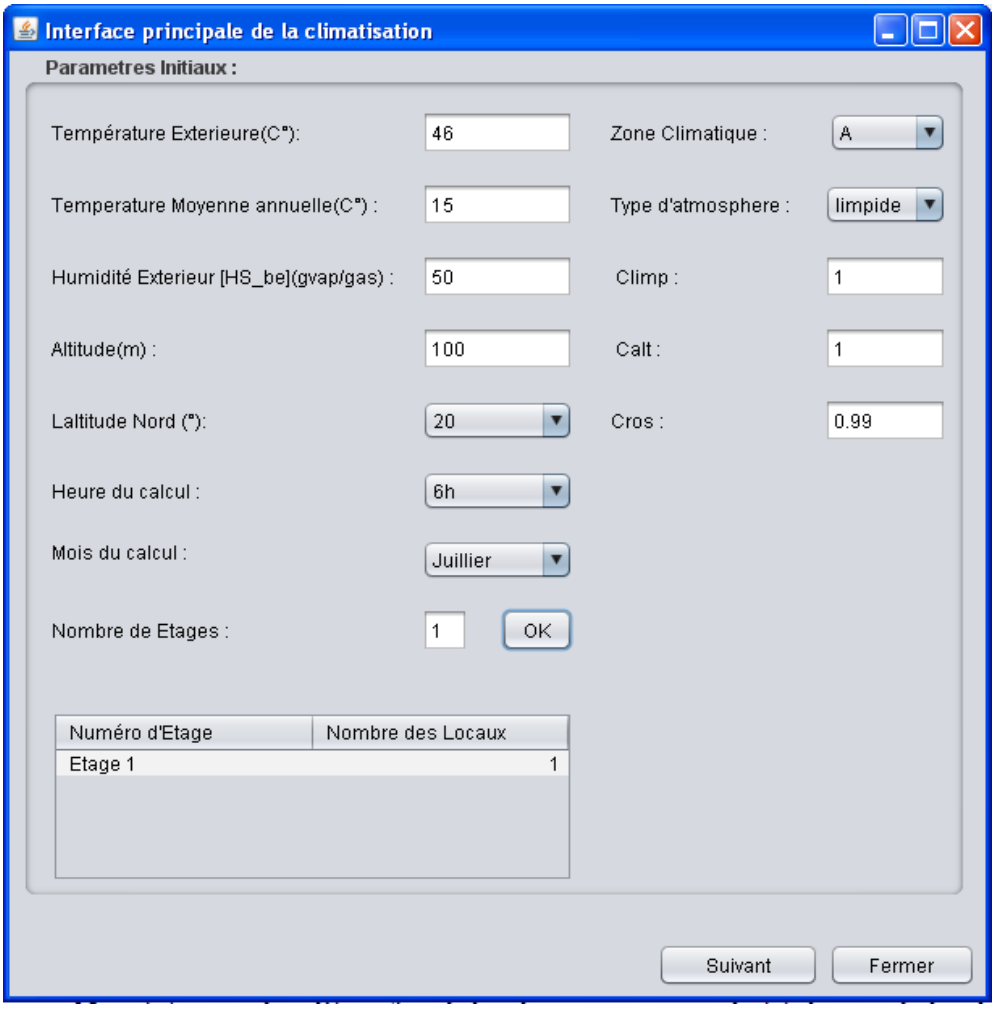


Figure (III.2) Interface principale de climatisation

III.2.2.Interface local

Le bouton suivant de l'interface principale donne l'interface qui contient les étages et les locaux de chaque étage ; c'est ce qui se fait par le calcul (voir la figure (III.20)).

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Nous injectons dans l'interface de local que nous avons choisi: le nom du local, la température et l'humidité intérieure ; la masse des murs extérieurs et ainsi intérieurs et toutes les masses fixes et le M seront calculées automatiquement d'après la formule (II-17).

Nous choisissons **OUI** par le combo box d'interdiction de fumer s'il y'a une plaque interdisant de fumer. Si non nous choisissons **NON**, ainsi que la destination des locaux par le combo box de **destination des locaux.** Bien sûr, d'après la destination du local et le nombre des occupants, le débit d'air neuf sera rempli automatiquement.

Pour remplir le débit d'infiltration, nous activons le tableau de débit d'infiltration par le bouton q_{vo_inf} .Dans ce tableau il suffit juste cochez le type de vent (perpendiculaire, oblique) et la surface des ouvertures extérieures, et l'on clique sur le bouton **OK** pour valider les valeurs et remplir la cellule de q_{vo_inf}, puis l'on clique sur le bouton **annuler** pour annuler.

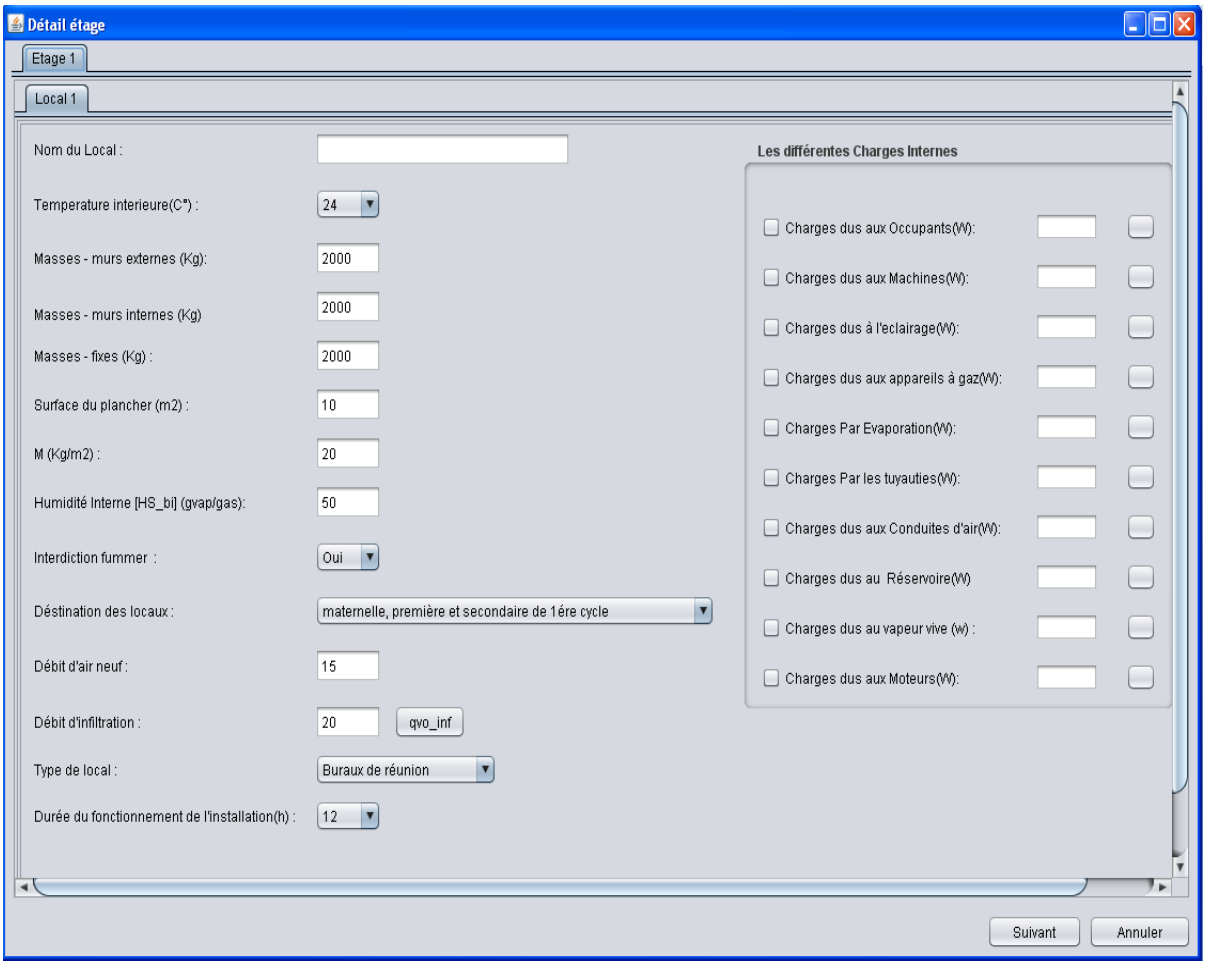


Figure (III.3) Interface local

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

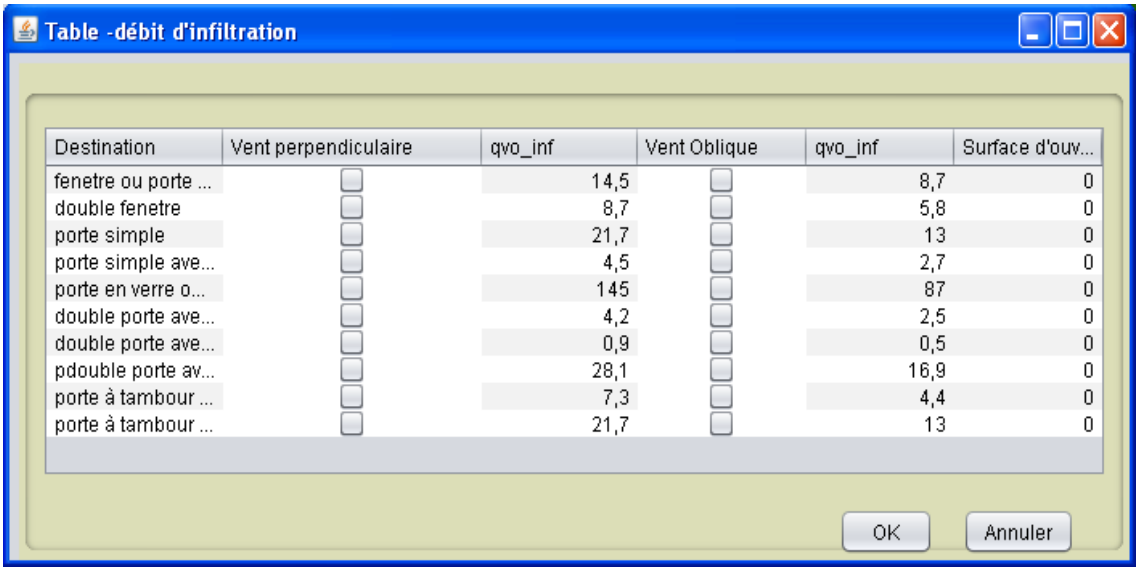


Figure (III.4) Tableau de débit d'infiltration

III.2.3.Interfaces des charges internes

Pour activer le bouton de chaque charge interne, nous devons cocher la charge au début.

III.2.3.1.Interface des charges dues aux occupants

Dans cette interface, nous injectons le nombre des occupants en choisissant la température intérieure, la position d'occupant et le type de local par les combos box qui sont à coté de chaque écriture, (Voir la figure (III.5))

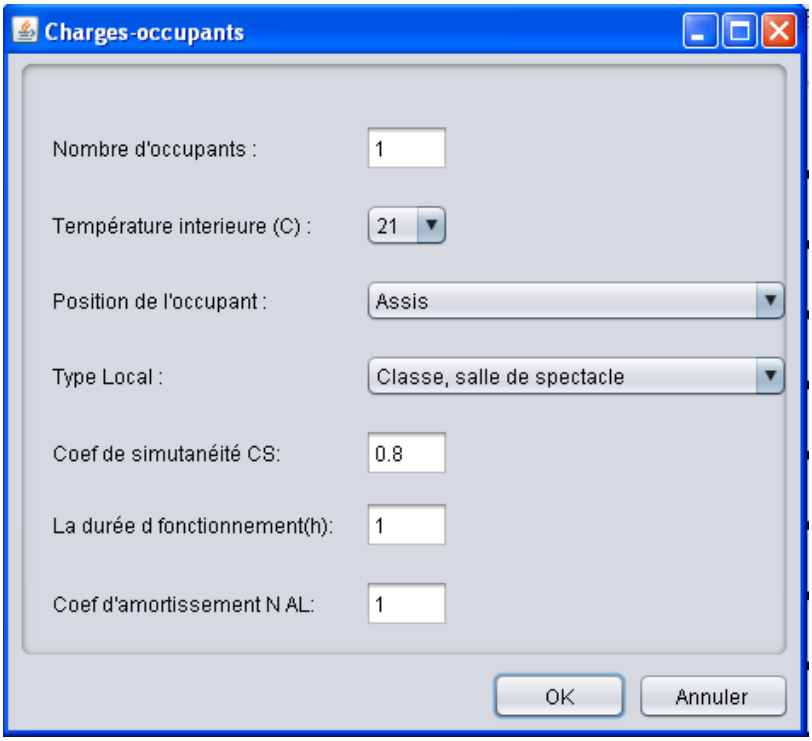


Figure (III.5) Interface des charges dus aux occupants

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

III.2.3.2.Interface des charges dus aux machines

Dans cette interface ou le tableau on coche le type, le nombre d'occurrences et la durée de fonctionnement du composant, (Voir la figure (III.6))

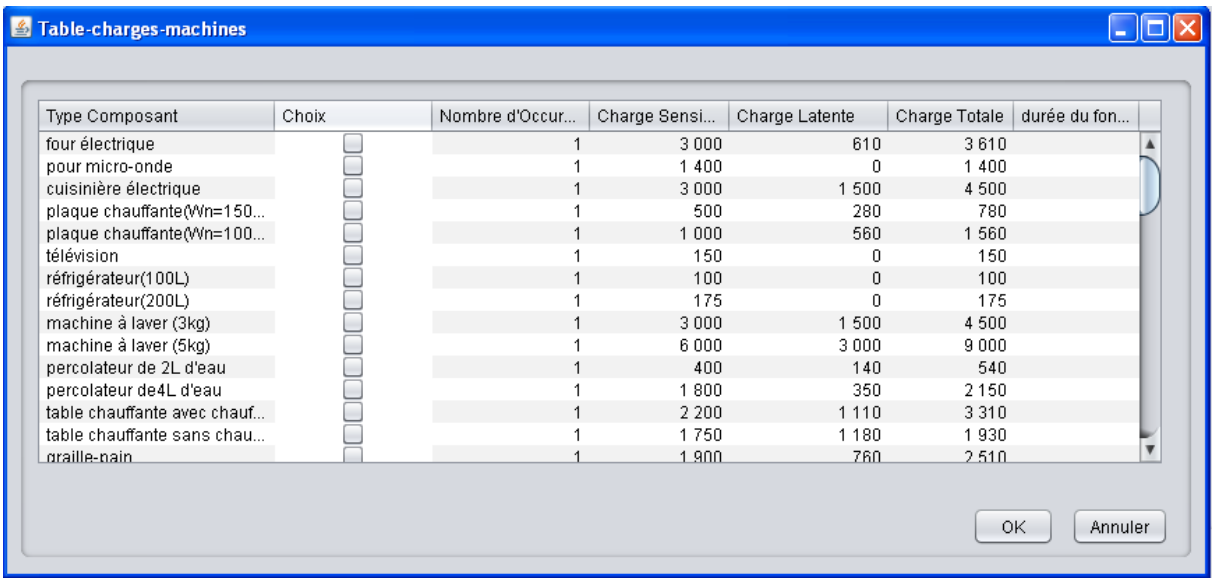


Figure (III.6) Interface des charges dus aux machines

III.2.3.3.Interface des charges dus à l'éclairage

Dans cette interface, en choisissant le type d'éclairage, le C_{me} sera rempli automatiquement.

Pour l'injection de la puissance nominale des lampes ou des tubes, si on active le **NON** dans le combo box de raccordement au système d'extraction, le C_{cr} sera rempli, et =1.Sion active le **OUI** on doit choisir le débit d'air extrait par le combo box comme indiqué dans le tableau II.6 ((Voir la figure (III.7)).

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

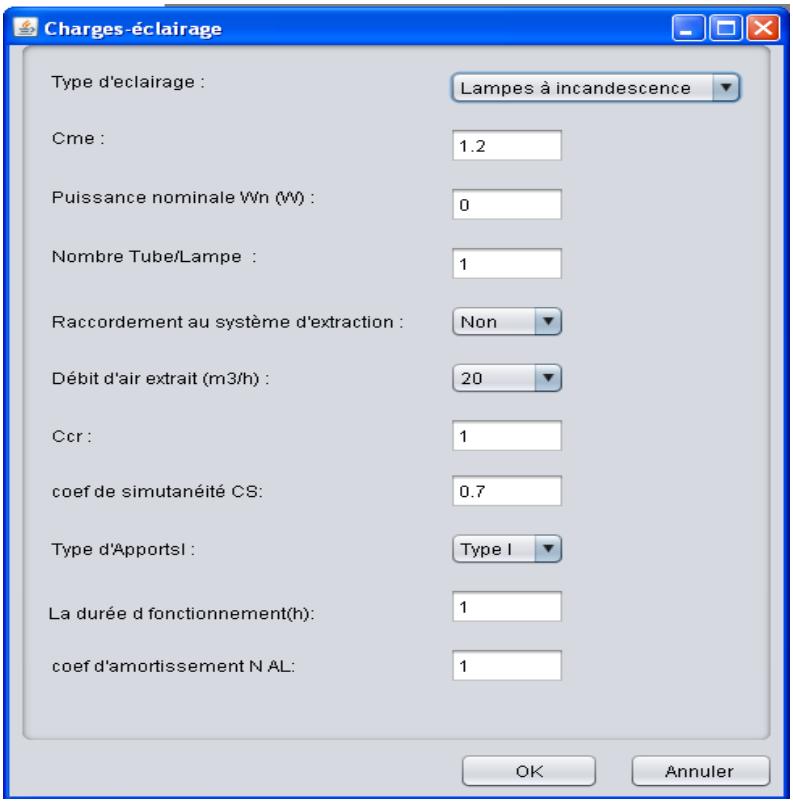


Figure (III.7) Interface des charges dus à l'éclairage

III.2.3.4.Interface des charges dus aux appareils à gaz

Dans cette interface, en sélectionnant le type de combustible, le Pcsup et Mvap seront remplis automatiquement d'après le tableau (A25) lorsque nous injectons le débit volumique d'air neuf, (Voir la figure (III.8).

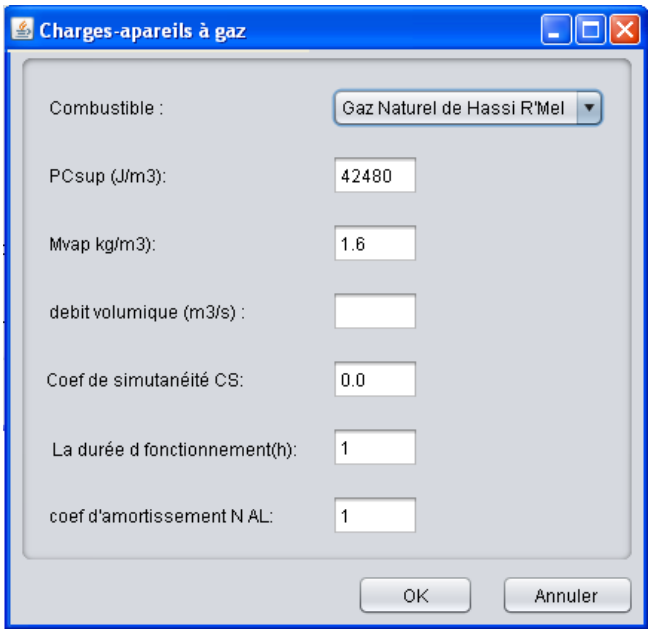


Figure (III.8) Interface des charges dus à l'appareil à gaz

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

III.2.3.5. Interface des charges par évaporation

Nous injectons dans cette interface la pression de vapeur saturante(PS_eau) et la pression partielle de vapeur d'eau (PP).(Voir la figure (III.9)).

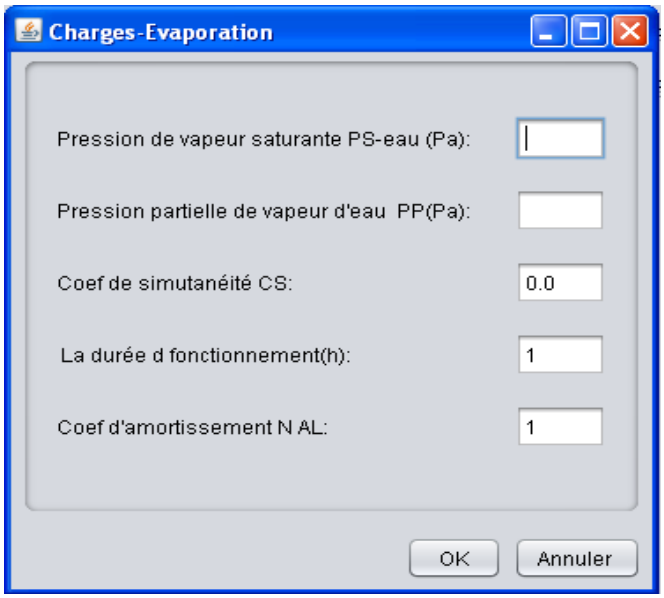


Figure (III.9) Interface des charges par évaporation

III.2.3.6.Interface des charges par introduction de vapeur vive

Nous injectons dans cette interface la température intérieure du local, la température de la vapeur d'air introduit dans le local et le débit massique de vapeur introduit.) (Voir la figure (III.10))

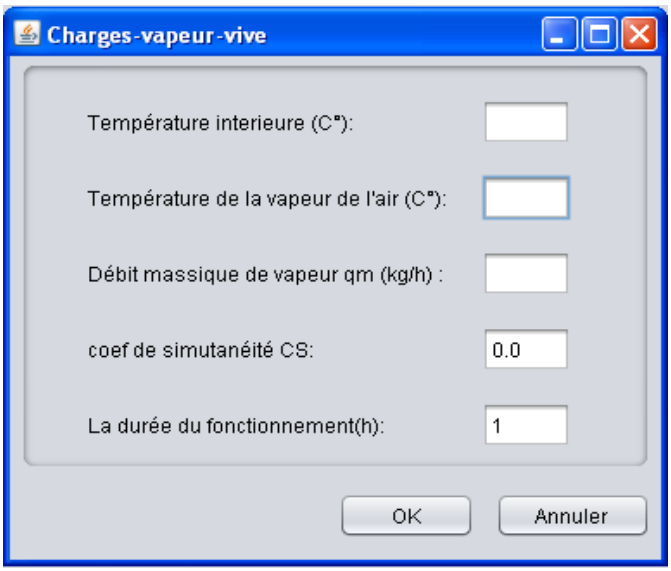


Figure (III.10) Interface des charges par introduction de vapeur vive

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

III.2.3.7.Interface des charges dus aux conduites d'air

Dans cette interface nous injectons la longueur de la conduite d'air, la température moyenne de l'air dans la conduite, la température intérieure de local et le coefficient linéique du conduit d'air.((Voir la figure (III.11))

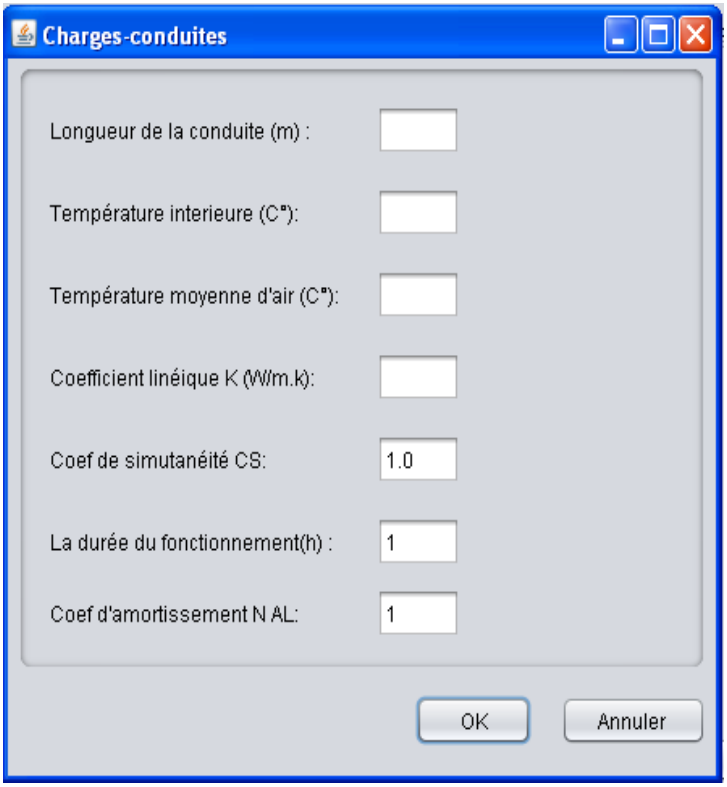


Figure (III.11) Interface des charges dus à la conduite d'air

III.2.3.8.Interface des charges dus au tuyautées

Dans cette interface nous injectons la longueur du tuyau et nous choisissons le type d'isolation , l'épaisseur du calorifuge , le type de tuyauteries , le diamètre et le coefficient linéique du tuyau avec l'écart de température entre le vapeur ou l'eau transportée avec l'ambiance par les combos box qui sont à côté de leur écriture pour effectuer le calcul d'après les tableaux (A28) et (A29), (A30), (Voir la figure (III.12)

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

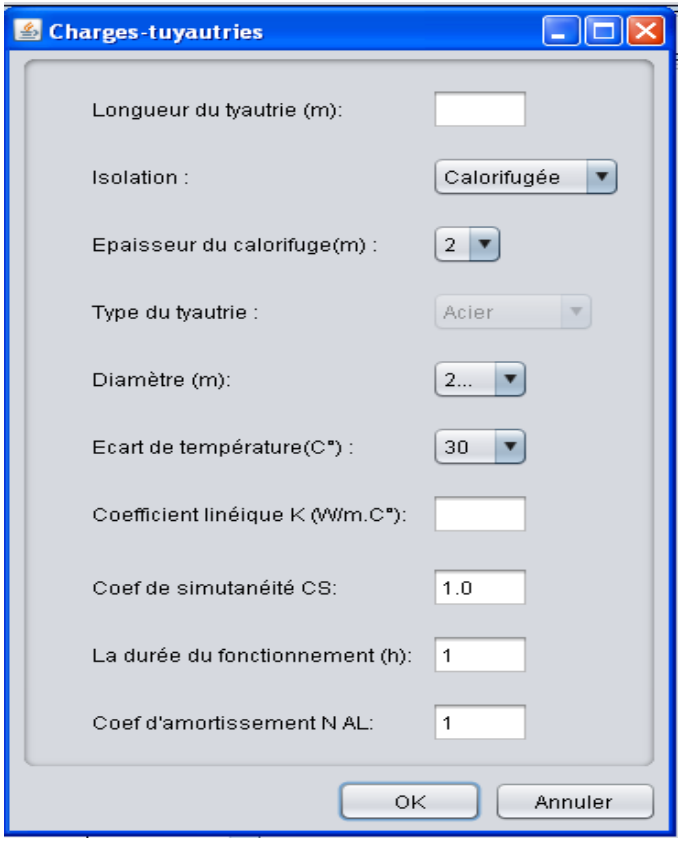


Figure (III.12) Interface des charges dus au tuyautées

III.2.3.9.Interface des charges dus au moteur électrique

Pour commencer, si nous retenons une machine quelconque par le combo box du type de machine, le combo box de localisation des moteurs électriques par rapport à la machine offre trois choix : pour le premier choix, les cellules Weff et le rendement seront activées dans le local climatisé où se trouve la machine ; pour le deuxième choix, seuls les Wa et Weff qui s'activent ; pour le troisième choix, le Weff s'active seulement.

Nous injectons dans les 3 cas les valeurs des cellules qui sont activées pour calculer les charges sensibles d'après les formules ((II.28)) à ((II.30)).

Si nous utilisons une pompe comme machine, le combo box de localisation des moteurs électriques donnera deux choix :

Premier choix : la machine étant placée dans un local climatisé, les cellules du Weff et le rendement avec AP au débit volumique s'activent ; Deuxième choix : les cellules de Wa avec ΔP avec le débit volumique s'activent.

Nous injectons alors dans les deux cas où les valeurs des cellules qui sont activées pour calculer les charges sensibles d'après les formules ((II.31)) et ((II.32)). (Voir la figure (III.13))

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

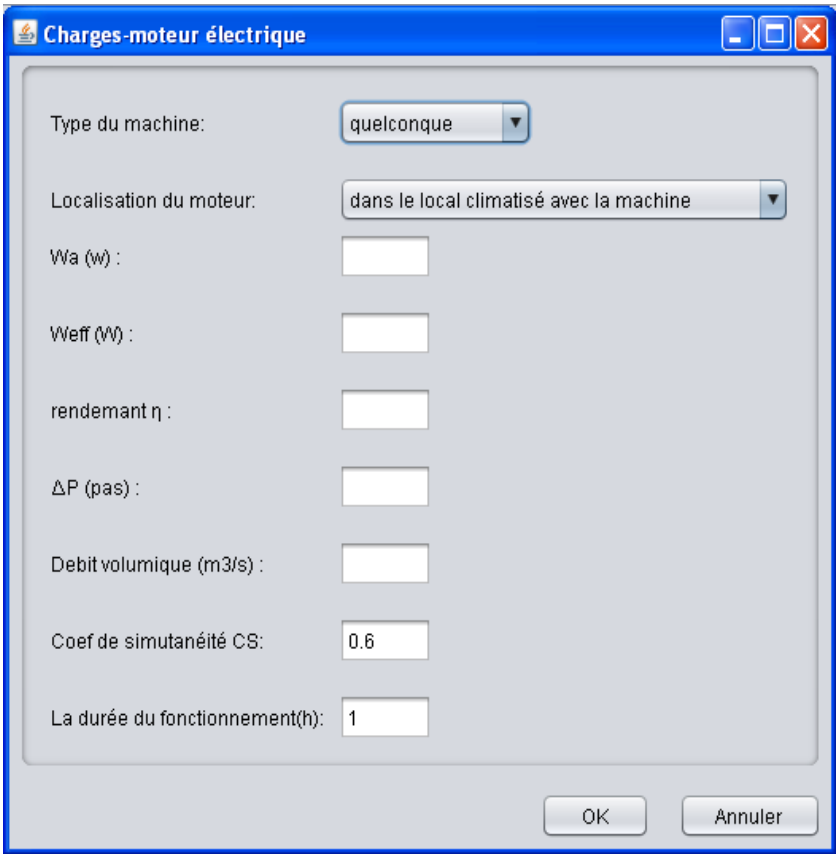


Figure (III.13) Interface des charges dus au moteur électrique

III.2.3.10.Interface des charges dus au réservoir

Pour calculer la surface d'un réservoir, il faut, tout d'abord, connaître par le premier combo box le type de réservoir. Chaque type et ses cellules spéciales s'activent, comme par exemple, le type rectangulaire dont la longueur et la largeur s'activent seulement et sans les autres ainsi de suite (voir le tableau (A21) et la colonne de surface Si). Nous choisissons le type de flux pour remplir la cellule de résistance superficielle **re** automatiquement d'après le tableau (A27) et la colonne de **re** ; et nous injectons la température de liquide.

Le **re** , avec la valeur du tableau qui est situé en bas et qui fonctionne dynamiquement (le nombre des colonnes=f (nombre des couches). Nous injectons au début le nombre de couches dans la cellule des nombres de couches et nous cliquons sur **ok** pour écarter le tableau selon le nombre des couches de réservoir. Nous injectons aussi l'épaisseur et la conductivité thermique de chaque couche ; grâce à ces derniers (le **re** et le tableau) en peut calculer le dénominateur de la formule (II-22), (Voir la figure (III.14).

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

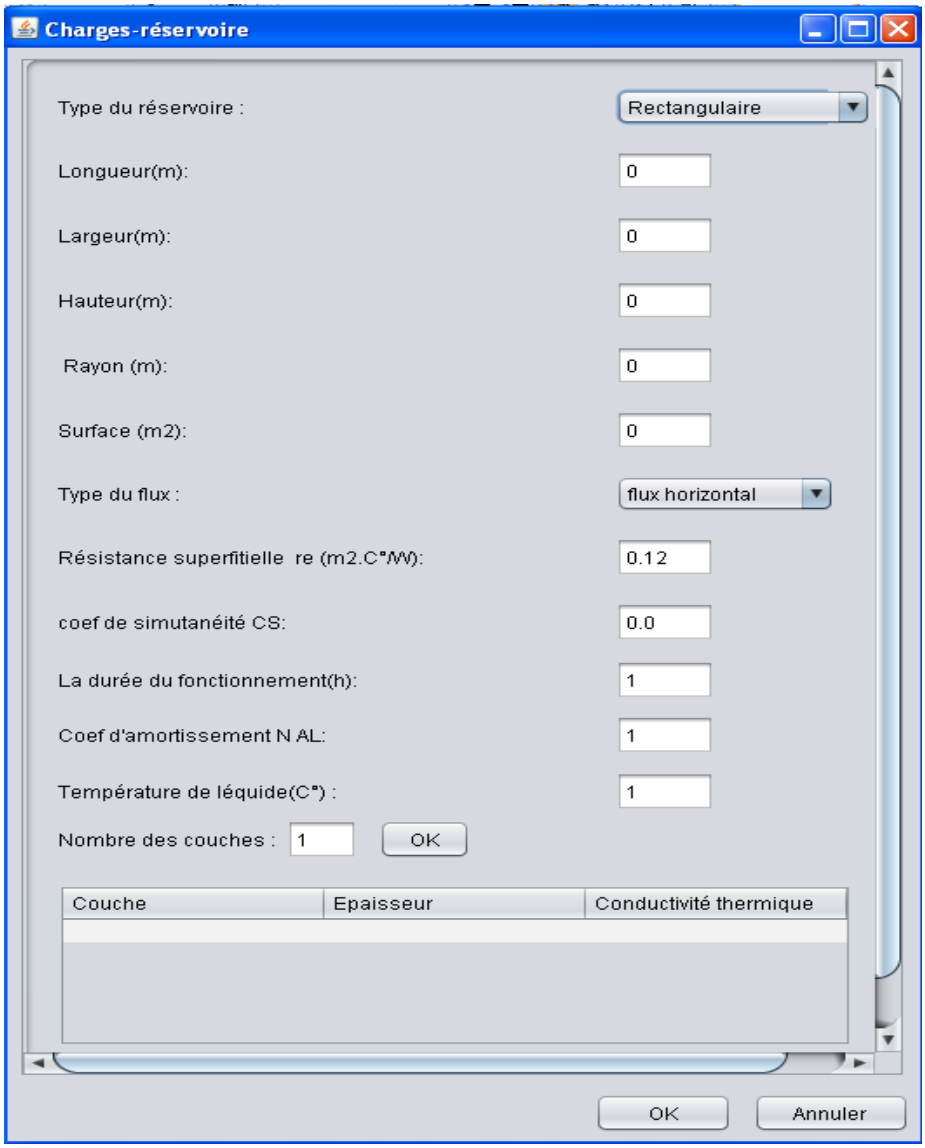


Figure (III.14) Interface des charges dus au réservoir

NB : dans toutes les interfaces des charges internes, d'après le type de local et le type d'apport du coefficient de simulation, Cs sera rempli automatiquement. Il en est de même pour le coefficient d'amortissement. Mais d'après la durée de fonctionnement de l'installation et de l'apport, les trois cellules sont activées toujours.

Enfin, l'on clique sur le bouton **OK** dans chaque interface des charges internes valides avec toutes les valeurs calculées, et **Annuler** pour annuler les valeurs.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

III.2.4. Interface des murs externes

Les cellules qui sont situées à droite de cette interface concernent le mur et ceux qui sont situés sur la gauche concernent le vitrage de ce mur. Il faudra au début choisir l'orientation du mur d'après le premier combo box d'orientation. Dans toutes les orientations les cellules droites sont activées, sauf pour le Nord où cellules de m et Delta_tes ,Delta_TSmax et Eb :(pour le calcul de C_Delta_Te et en fin le Delta_Te d'après la formule(II-4)) sont activées. Dans ce cas nous injectons sur le côté du mur dans le **m** et **Eb**. Sur le côté du vitrage la surface d'ouverture et la surface vitrée ensoleillée, nous distinguons le type de cadre par le combo box (type de cadre).Pour le facteur solaire, nous utilisons les combos box qui sont au-dessus ce dernier (sous forme d'image d'après les tableaux(A14) à(A19))de manière à prendre une idée sur le facteur solaire).Ainsi que le coefficient U de vitrage , les autres seront remplis automatiquement.

Nous injectons aussi les coefficients 1/Hi et 1/He (les résistances thermiques par convection) ces deux derniers coefficients pour le calcul du coefficient de transmission thermique U d'après la formule (II-2) : nous utilisons donc le tableau des résistances thermiques (voir la figure (III-37) pour injecter les autres résistances thermiques. Le bouton qui est situé juste à côté de la cellule de la valeur du coefficient de transmission thermique U active l'interface de tableau des résistances thermiques. Dans ce tableau, il suffit juste de cocher le type de composant et le nombre d'occurrences de composants (Exemple : dans le mur à double cloison le nombre d'occurrences de briques creuses et enduites de ciment et de plâtre 2 fois , nous injectons l'épaisseur de chaque composants en (m) enfin nous cliquons sur le bouton **OK** pour valider toutes les valeurs ou calculs et **Annuler** pour annuler les valeurs.

En cas d'une ouverture (portes) dans ce mur on saisit le nombre dans la cellule qui est située juste à coté de l'écriture du nombre des portes et des fenêtres. Le tableau qui est au dessous sera écarté automatiquement selon le nombre d'ouvertures (nombre de lignes=f (nombre d'ouverture). Dans ce tableau nous injectons la surface et le coefficient de transmission de chaque ouverture.

Finalement nous injectons la longueur et la hauteur du mur, et la surface sera calculée automatiquement par la soustraction des surfaces des ouvertures (vitrage, porte) bien sûr.

Dans les autres orientations, toutes les cellules droites et gauches sont activées et le remplissage est le même (injection des coefficients et le calcul automatiquement).

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

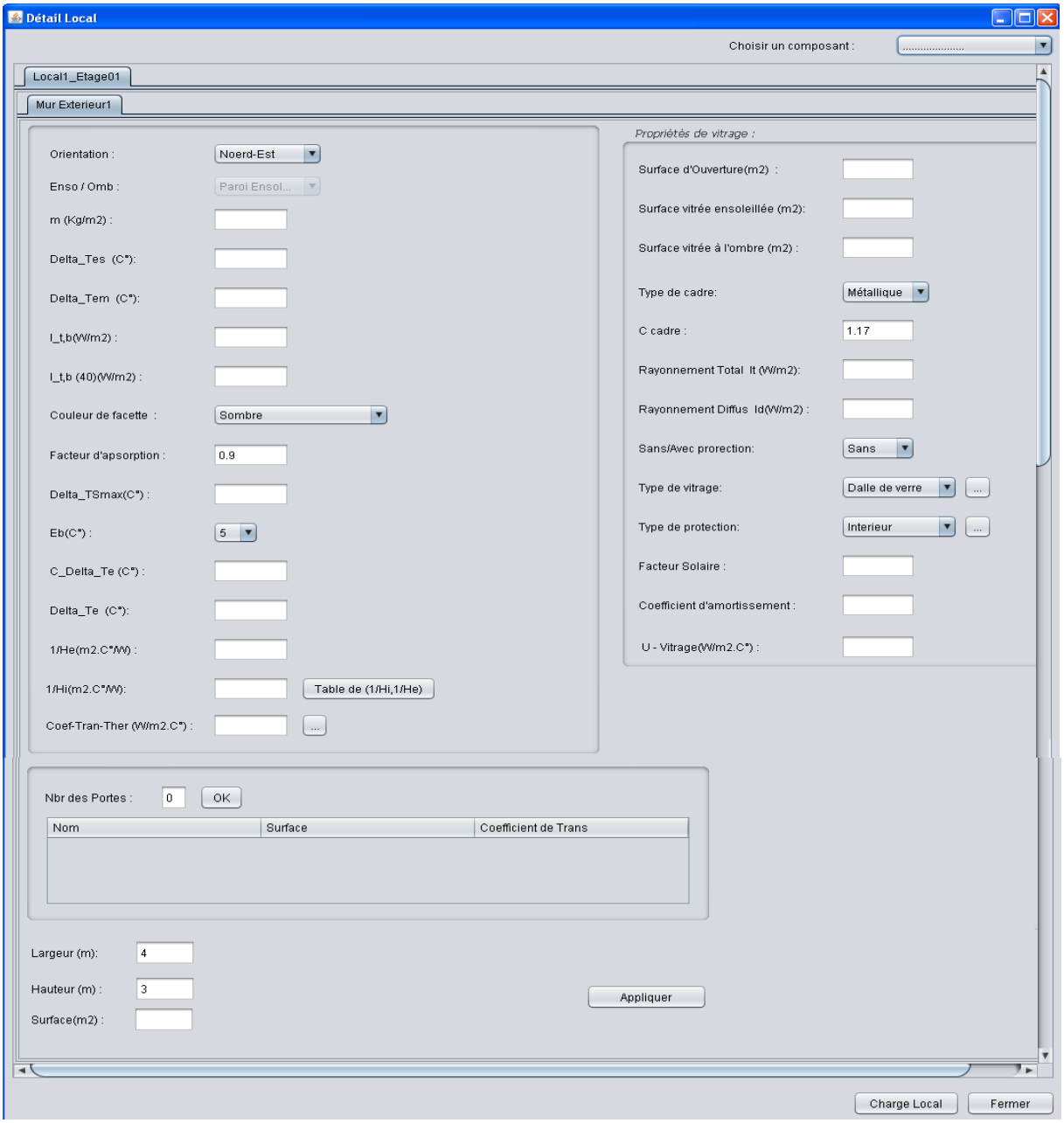


Figure (III.15) Interface des murs externes

III.2.5. Interface des murs internes

Si nous insérons un mur interne, nous choisissons au début la position du mur en contact avec un local conditionné ou non conditionné par le premier combo box.

Si, en choisissant un mur interne adjacent au local non conditionné, la cellule de température de local adjacent sera désactivée et la cellule de Masse rapportée sera remplie d'après l'interface du local selon le **Cas** par le combo boxe (**les cas**) pour le calcul automatique de coefficient correctif C_lnc d'après les tableaux (A5à A9).

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Nous injectons les coefficients 1/Hi et 1/He (les résistances thermiques par convection) dans leurs cellules ces deux derniers coefficients pour le calcul du coefficient de transmission thermique U d'après la formule (II-2) par le tableau des résistances thermiques (voir la figure (III-37) pour injecter les autres résistances thermiques comme pour le mur extérieur.

En cas d'une ouverture dans ce mur, en saisissant le nombre dans la cellule qui est située juste à coté de l'écriture du nombre de portes et de fenêtres, le tableau qui est au de-sous sera écarté automatiquement selon le nombre d'ouvertures (nombre de lignes=f (nombre d'ouverture. Dans ce tableau on injecte la surface et le coefficient de transmission de chaque ouverture. Finalement on injecte la longueur et la hauteur du mur et la surface sera calculée automatiquement par la soustraction des surfaces des ouvertures.

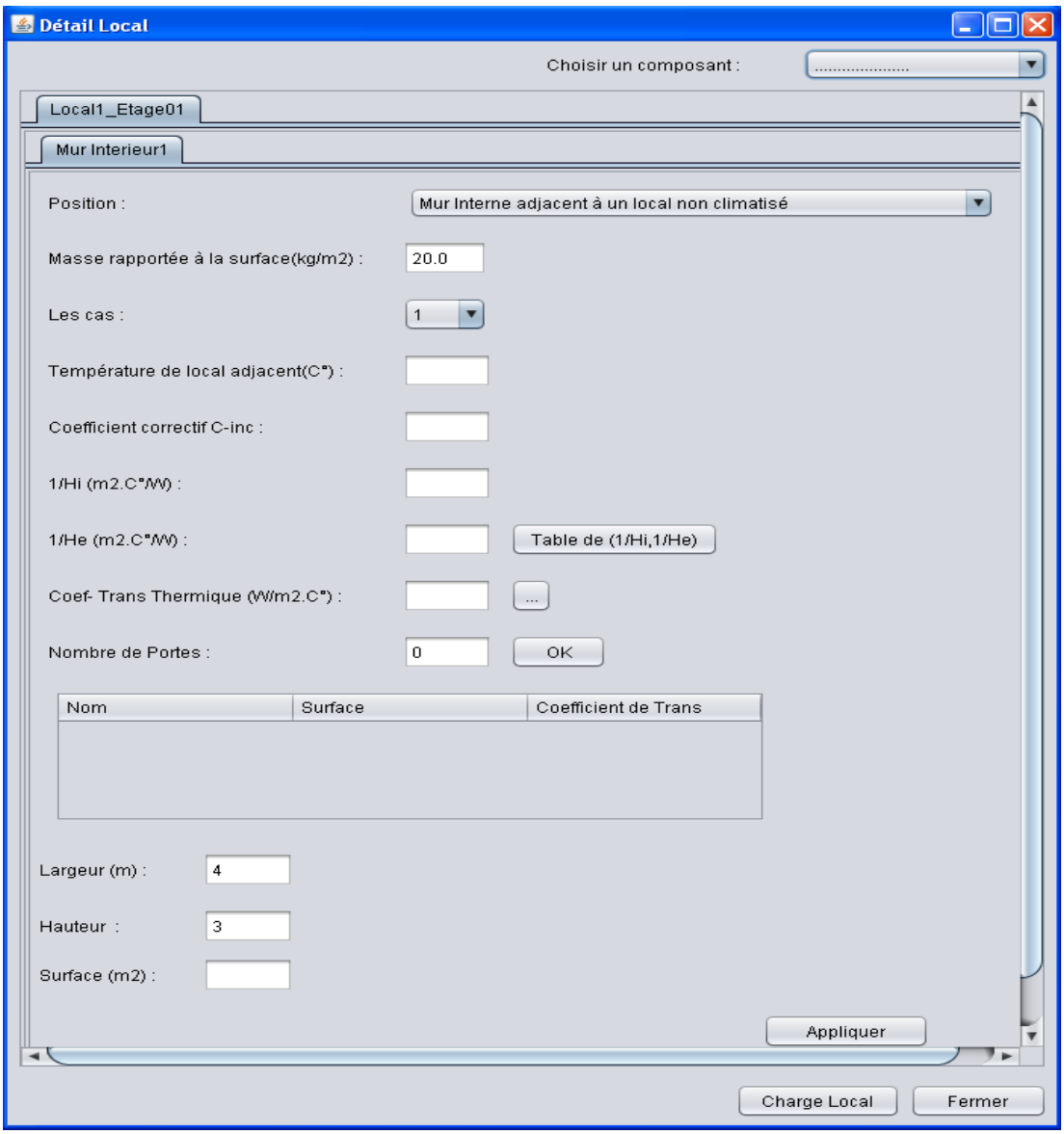


Figure (III.16) Interface des murs internes

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Si, en choisissant un mur interne adjacent au local conditionné à une température différente, les cellules de Masse rapportée et C_lnc et par le combo boxe des **Cas** seront désactivées. L'injection se réalise dans ce cas sauf si la température de local adjacent et les autres opérations sont les mêmes (le calcul de coefficient de transmission et si on a une ouverture….)

III.2.6. Interface du plancher/plafond

Si nous insérons un plafond, nous choisissons tout d'abord le type de plafond par le combo box type. Exemple:

- ✓ Si nous choisissons un plafond terrasse, le 2 éme combo box sera désactivé. Alors, nous devons maintenant être obligé de choisir si le plafond est ensoleillé ou ombragé par le 3éme combo box. Mais si nous choisissons un plafond ensoleillé, les cellules qui seront activées seront les mêmes que celles d'un mur extérieur dans toutes les orientations sauf le Nord Et si nous choisissons un plafond ombragé, les cellules qui seront activées seront les mêmes que celles d'un mur extérieur dans l'orientation **Nord** ; l'injection et les opérations sont les mêmes aussi dans les deux cas.
- ✓ Si nous choisissons un plafond à étage, le 3éme combo box sera désactivé. Et en choisissant, par le 2 éme combo box, la position en contact avec un local non conditionné ou bien un local conditionné à une température différente même si les cellules seront activées ou non, l'injection et les opérations seront les mêmes comme pour un mur interne .

Maintenant si nous insérons un plancher, nous choisissons aussi au début le type parle combo box type toujours :

- ✓ Si en choisissant un plancher sol, toutes les cellules droites seront désactivées sauf la cellule de coefficient 1/Hi, nous injectons la valeur de ce coefficient, la profondeur de dalle **Z**, la longueur et la largeur du sol dans le panel qui concerne le sol , la surface sera calculée automatiquement et le coefficient u-sol sera calculé par la même méthode comme si on a un mur (par le tableau des résistances thermique et …etc.).
- ✓ Si nous choisissons un plafond à étage, le 3éme combo box sera désactivé. Nous choisissons par le 2 éme la position s'il est en contact avec un local non conditionné ou un local conditionné , à une température différente avec les cellules qui seront activées ou désactivées, l'injection et les opérations seront les mêmes que pour un mur interne .

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

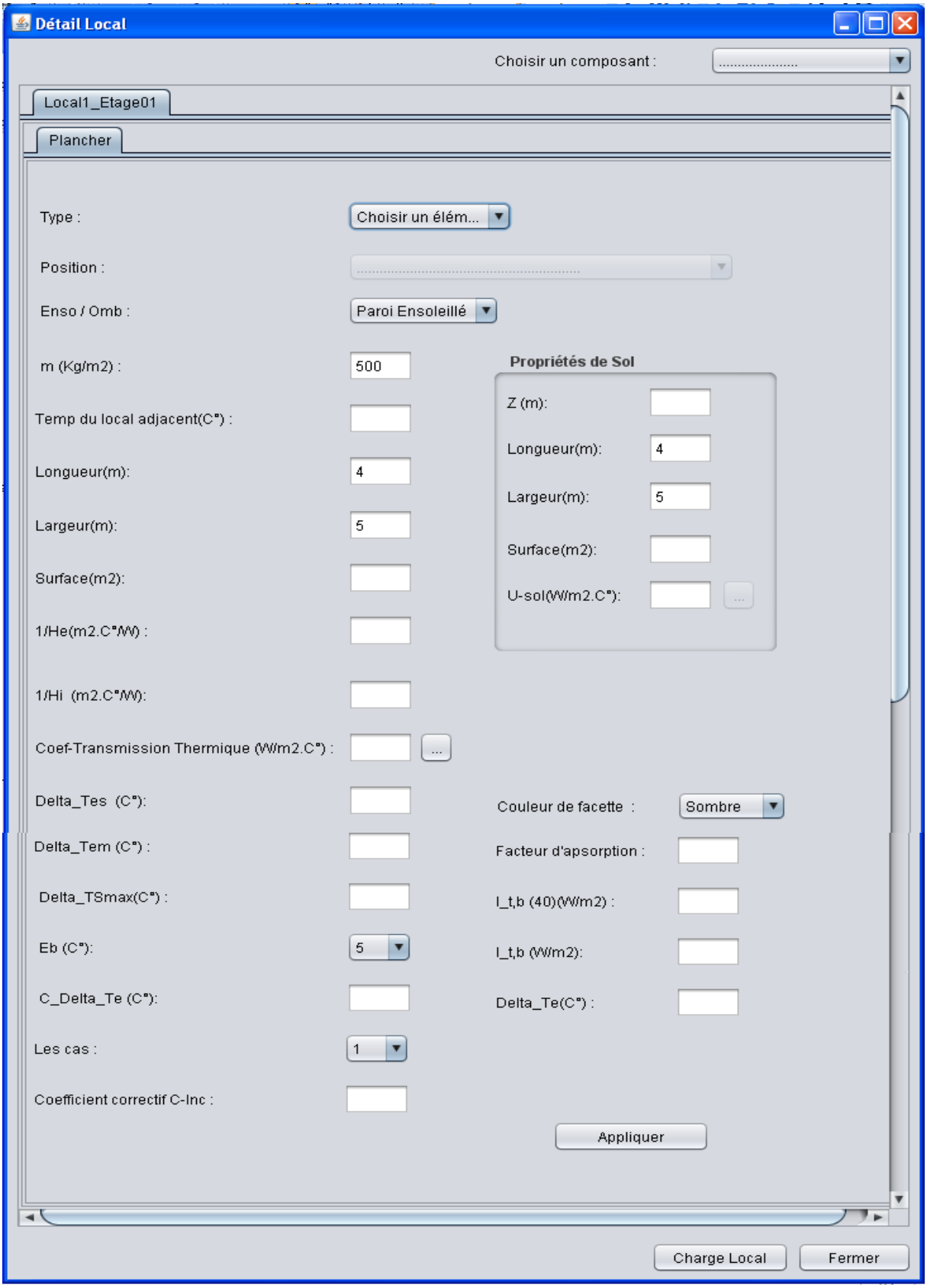


Figure (III.17) Interface du plancher/plafond

NB : Le bouton appliquer qui est au-dessous de chaque paroi opaque pour valider tous les calculs.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

III.2.5. Interface des charges de local

Dans cette interface on trouve les différents types de charges qui seront remplies automatiquement en (W) et les charges totales du local concerné grâce aux calculs des interfaces précédentes.

Le bouton charge totale dans cette interface qui est situé au-dessous du dernier local donne l'interface finale du calcul voir la figure (IV-1)

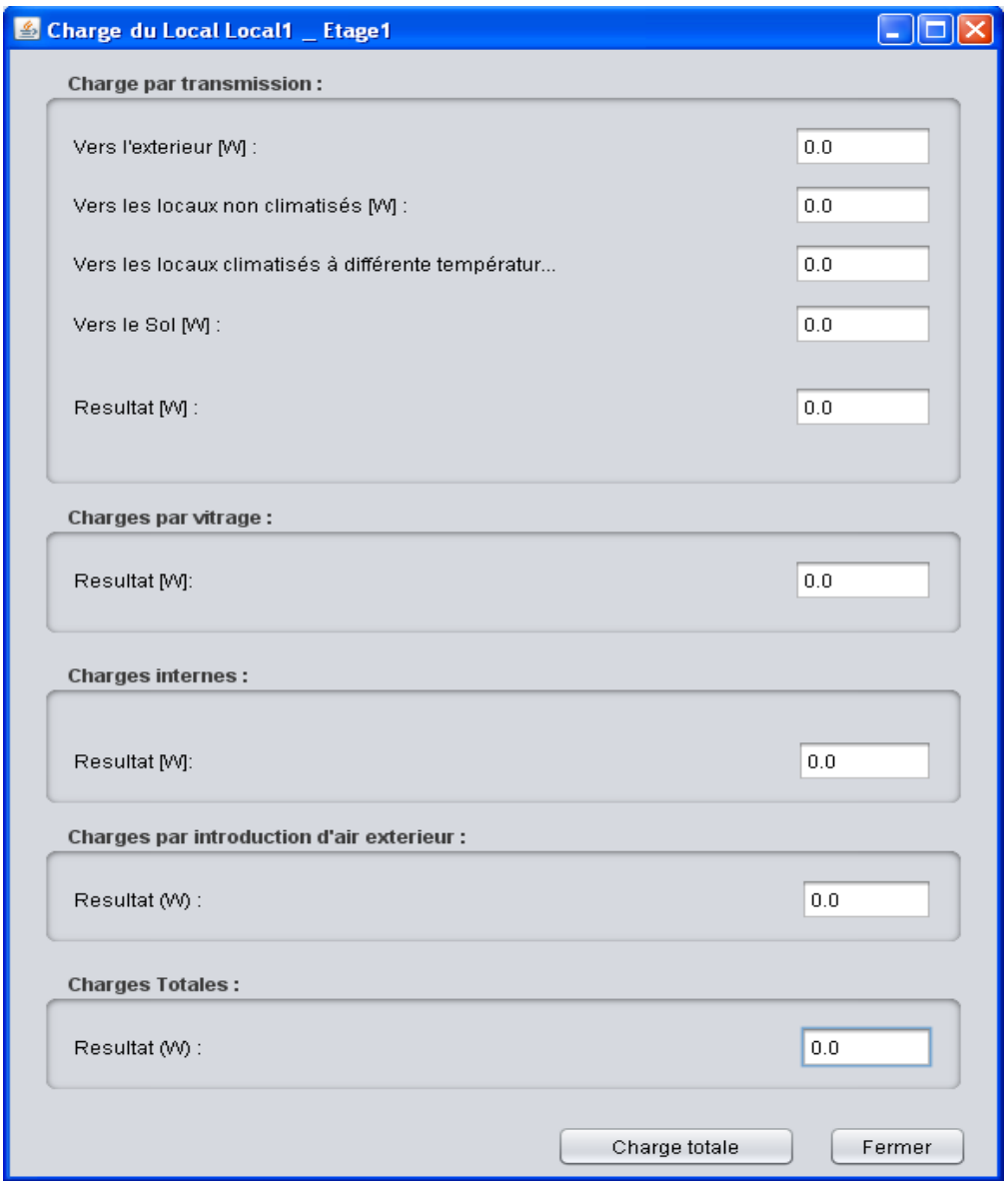


Figure (III.18) Interface des charges de local

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

III.3.Chauffage

III.3.1.Interface principale

Après le choix du bilan thermique de chauffage dans l'interface initiale de notre logiciel par le bouton de chauffage -ce bouton donne l'interface principale de chauffage -nous injectons dans cette interface les caractéristiques principales : la température extérieure, la température moyenne annuelle et la profondeur de la dalle Z (0,1.5, 3)et l'emplacement (constructions isolées en bord de mer ou en rase campagne, constructions situées dans les villes petites et moyennes ou à la périphérie, constructions situées à l'intérieur des grands centres urbains) ,le type de logement (individuel ,bâtiment),le nombre d'étages dans notre construction et le nombre de locaux dans chaque étage dans le tableau qui est situé au-dessous de l'interface (ce tableau sera rempli comme pour la climatisation) (voir la figure(III-19)).

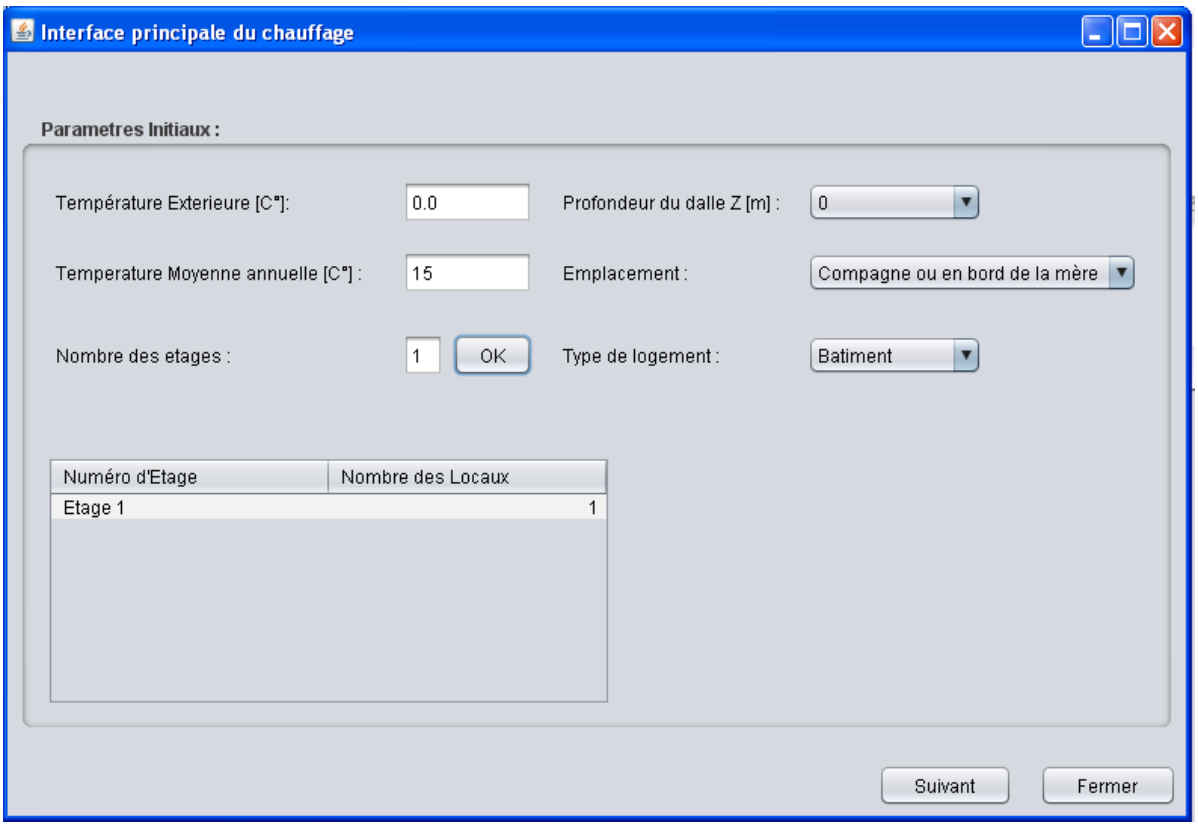


Figure (III-19) Interface principale du chauffage

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

III.3.2.Interface local

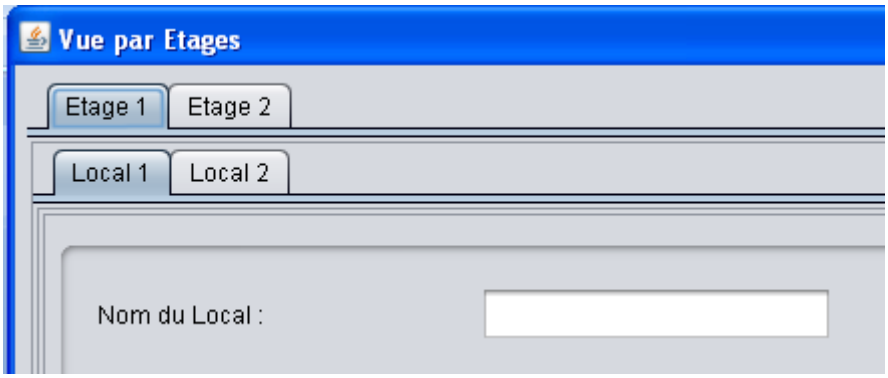


Figure (III-20) Insertion des locaux

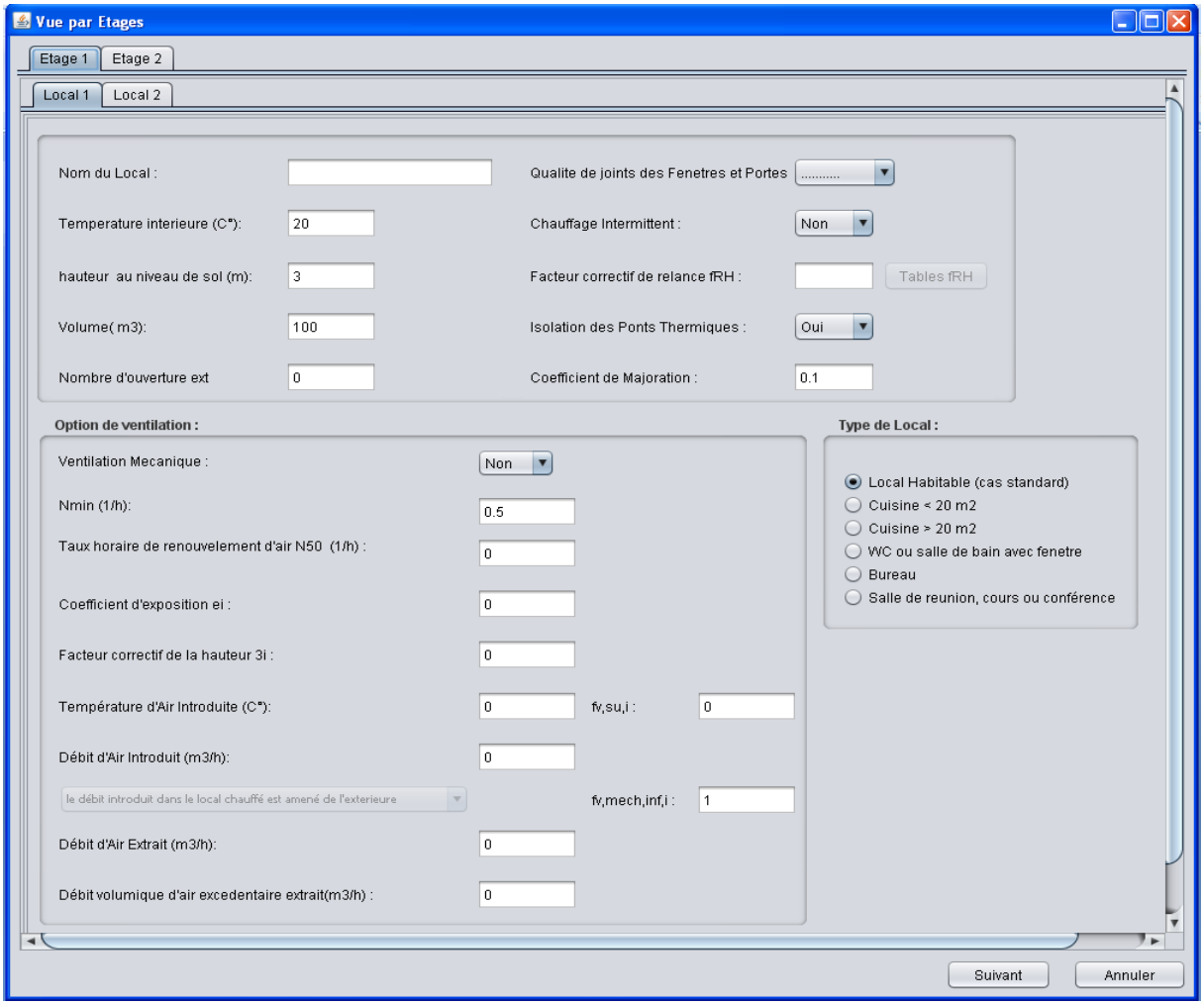


Figure (III-21) Interface local

Le bouton suivant de l'interface principale donne l'interface qui contient les étages et les locaux de chaque étage ; c'est ce qu'on est en train de calculer (voir la Figure (III-20)).

Nous injectons dans cette interface le nom du local que nous avons choisi : la température intérieure. Dans le cas de préséance de chauffage intermittent, le bouton qui donne les tables

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

de f_{RH} sera activé. Nous choisissons le **OUI**, par le combo boxe de chauffage intermittent pour lire directement la valeur de f_{RH} à l'aide de ces tableau, si non nous choisissons **NON** et le bouton qui donne les tables de f_{RH} sera désactivé.

Le coefficient de majoration f_C =0.1, si nous choisissons le **OUI** dans le combo boxe d'isolation des pentes thermique, et =0.05, si nous choisissons **NON.**

La hauteur au niveau de sol qui donne automatiquement le coefficient **εi** automatique d'après la table (Tableau II.12).

La qualité des joints des portes et des fenêtres, et le type de logement qui est dans l'interface principale donne automatiquement le coefficient n50 d'après la table (Tableau II.10).

Le nombre d'ouvertures extérieures dans cette interface et l'emplacement du logement qui est dans l'interface principale donne le coefficient **ei** d'après la table (Tableau II.11) automatiquement, ainsi que le choix du type de local qui donne n_{min} automatiquement.

On aura besoin des 4 derniers coefficients (εi, n50, ei , n_{min})pour le calcul de la déperdition par renouvellement d'air d'après les formules (II-48) à (II-52) et dans le cas d'absence de ventilation mécanique, c'est-à-dire le combo box de ventilation mécanique= **NON.** Dans le cas de présence de ventilation mécanique, le combo boxe **=OUI.**Les cellules de température d'air introduit, le débit d'air introduit et le débit d'air extrait, le débit volumique excédentaire d'air extrait $f_{v,su,i}$,$f_{v,mech,inf,i}$ seront activés. Il est donc nécessaire de saisir le 3 premières valeurs et les autres seront calculées automatiquement, sauf que $f_{v,mech,inf,i}$ =1 si nous choisissons le débit introduit dans le local chauffé et amené de l'extérieur dans le dernier combo boxe, avec =$f_{v,su,i}$si nous choisissons le débit introduit dans le local chauffé et amené d'un autre local .

Le bouton suivant qui est situé au-dessous de l'interface de chaque local donne l'interface des parois opaques pour le calcul de ces déperditions (dues aux parois opaques : plafond, plancher, les murs)

III.3.3.Interface des parois opaques

Nous insérons un composant par le combo box **choisir un composant** que ce soit le mur, le plafond ou bien le plancher (voir la figure (III-22)).

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

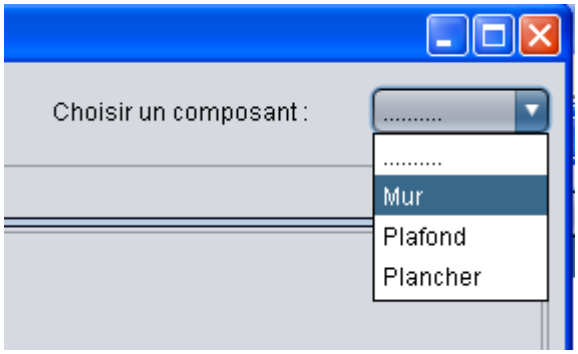


Figure (III-22) Insertion des parois opaques

III.3.3.1.Interface des murs

Le combo box de position active les cellules du mur - c'est ce qu'on est en train de calculer - ; si nous choisissons le mur extérieur, les cellules de T_L_ non chauffées et le facteur bu et T_L_différents temps et le facteur fij serontdésactivés.Nous injectons dans ce cas les coefficients 1/Hi et 1/He (les résistance thermique par convection) dans leurs cellules pour le calcul du coefficient de transmission thermique U d'après la formule(II-2)par le tableau des résistances thermiques (voir la figure *III-37*)pour injecter les autres résistances thermiques comme la partie de climatisation ,même si on a une ouverture (portes, fenêtres) .On fait la même chose pour les autres murs extérieurs.

Si en choisissant le mur qui est en contact avec un local non chauffé par le combo box de position, voire la figure (III-23) les cellules T_L_différent temp et le facteur **fij**aurontdésactivés, nous injectons dans ce cas T_L_non chauffé et le facteur **bu**sera calculé automatiquement d'après la formule (II-40).

Si nous choisissons le mur qui est en contact avec un local chauffé à une température différente par le combo box de position, les cellules de T_L_ non chauffées et le facteur bu serontdésactivés ; nous injectons T_L_différent temps et le facteur **fij** sera calculé automatiquement d'après la formule (II-43).

NB : dans les 2 derniers murs, les autres opérations sont les mêmes comme pour le mur extérieur (injection des coefficients 1/Hi et 1/He, ainsi le cas ou il y'a des ouvertures…Etc.).

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

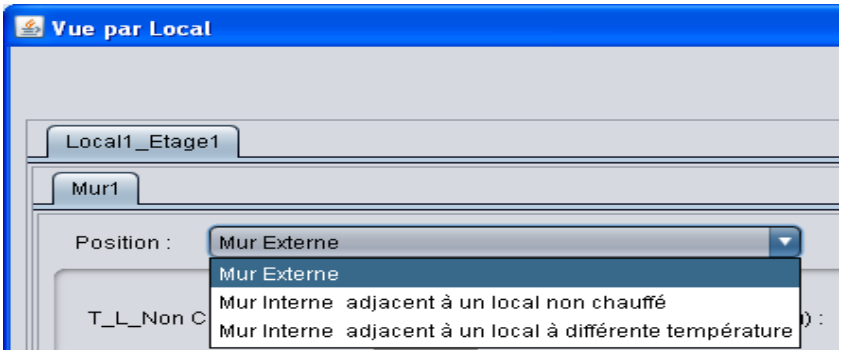


Figure (III-23) Insertion des murs

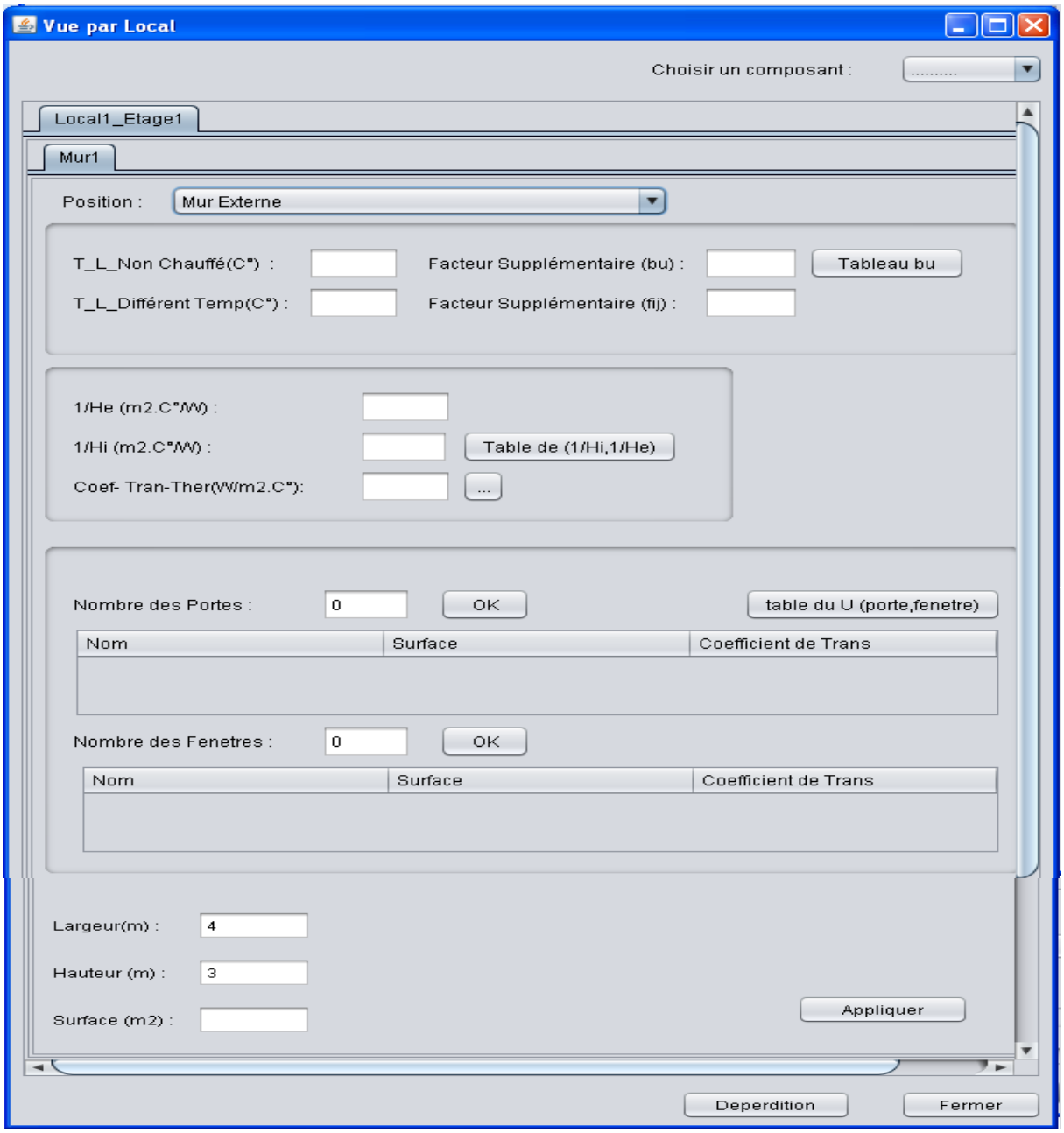


Figure (III-24) Interface des parois opaques

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

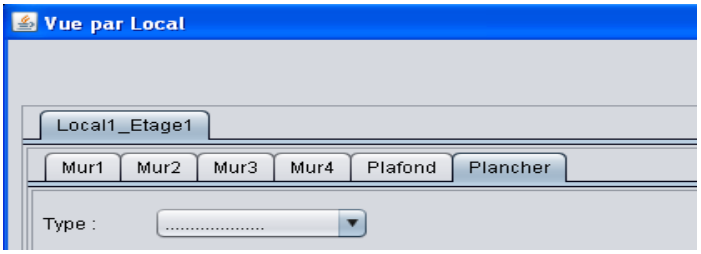


Figure (III-25) Interface de toutes parois opaques d'un local

III.3.3.2.Interface plafond /plancher

Nous insérons un plafond ou bien un plancher par le combo box pour choisir un composant (voir la figure III-22). On doit donc choisir le type de plafond ou bien plancher par le combo box **type** voir la figure (III-26).

Si on choisit un plafond ou un plancher à étage en précisant la position par le combo boxe **position** (en contact avec un local non chauffé, en contacte avec un local chauffé a une température différente) (voir la figure (III-37)) le panel de propriétés de sol sera désactivé et les opérations sont les mêmes comme pour un mur interne, la même chose si nous choisissons un plafond terrasse les opérations sont les mêmes comme pour un mur externe.

Si nous insérons un plancher sol toutes, les cellules de gauche seront désactivées sauf la cellule de 1/Hi, et toutes les cellules du panel de propriétés de sol qui seront activées. Alors nous injectons dans ce cas :le 1/Hi ,et le profondeur de la nappe phréatique le Gws era remplie automatiquement, et f_{g2} aussi d'aprés (II-46) , de même pour le z d'aprés l'interface principale (la profondeur de la dalle). Le calcul automatique du B' se fera également de façon automatique pour la longueur, la largeur, le périmètre du sol qui est en contact direct avec l'extérieur et d'aprés la formule (II-47) et le calcul de U_sol comme le U des murs .

En fin, nous utilisons le B'et U_sol pour le calcul de U_eq d'après les figures (II-2), (II-3), (II-4) et par interpolation si les valeurs n'appartiennent pas aux courbes.

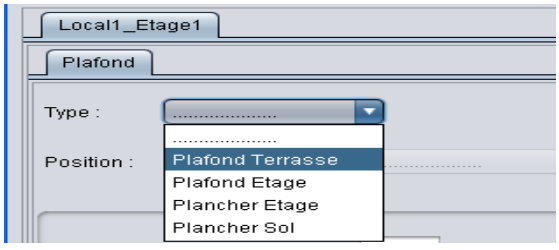


Figure (III-26) Insertion du plafond/plancher

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

NB : La clique sur le bouton déperdition qui est situé au dessous de chaque composant donne l'interface de déperdition de local (voir la figure III-27)

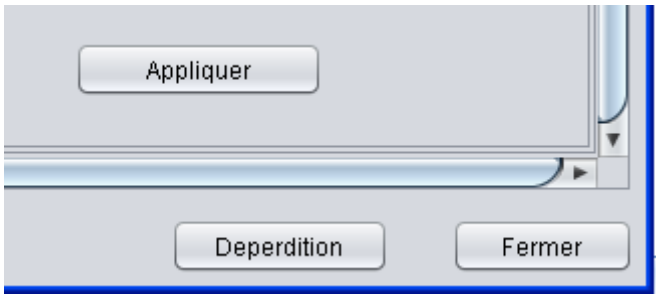


Figure (III-27) Validation des calculs et l'insertion d'interface de déperdition totale

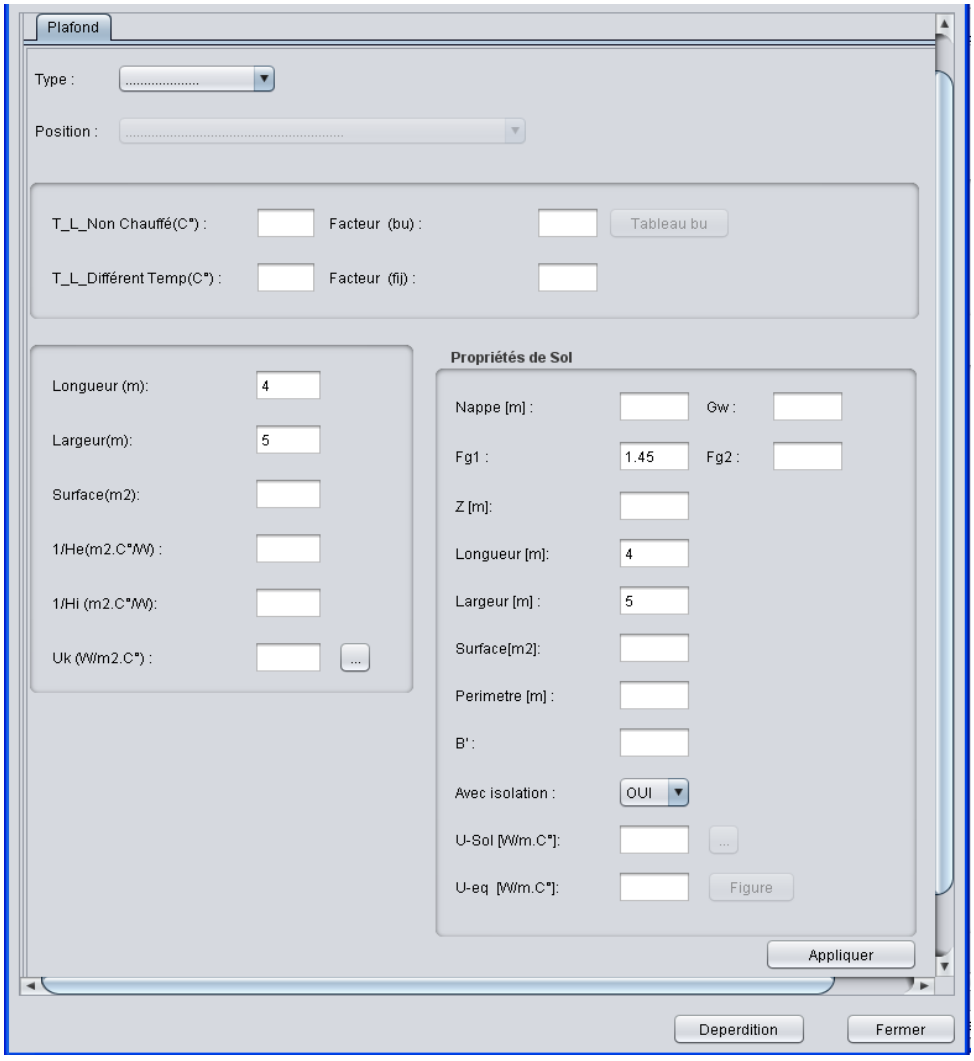


Figure (III-28) Interface plafond /plancher

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

III.3.3.Interface de déperdition totale d'un local

Dans cette interface, on trouve les différents types de déperdition qui sont remplis automatiquement en (W) et déperdition totale du local concerné.

Le bouton déperdition totale dans cette interface donne ce qui est en bas du dernier local donne l'interface finale du calcul voir la figure (IV-2).

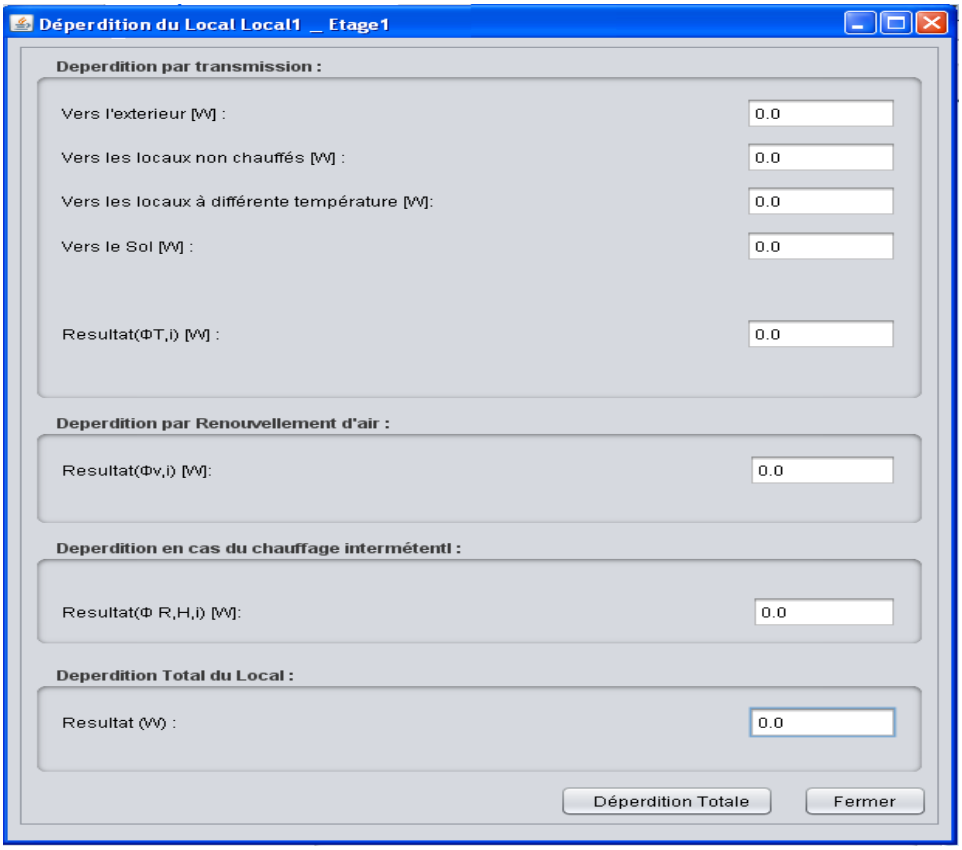


Figure (III-29) Interface de déperdition totale d'un local

NB : Le clic sur le bouton appliquer dans les interfaces des parois opaques pour valider toutes les valeurs ou les calculs.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

III.4.Frigo

III.4.1.Interface principale

Si on veut utiliser notre logiciel pour calculer un bilan frigorifique (chambre froide) nous cliquons sur le bouton frigo dans l'interface principale (voir la figure (III-1). Ce bouton donne l'interface principale du frigo (voir la figure (III-30)) ; tous les calculs seront faits dans cette interface. Nous injectons tout d'abord : la température interne de la chambre froide dans la première cellule et le type de service par le premier combo box sans l'interface principale. Puis le calcul des apports dus au service sera fait automatiquement après le calcul des apports des parois, d'après la formule (II-72)

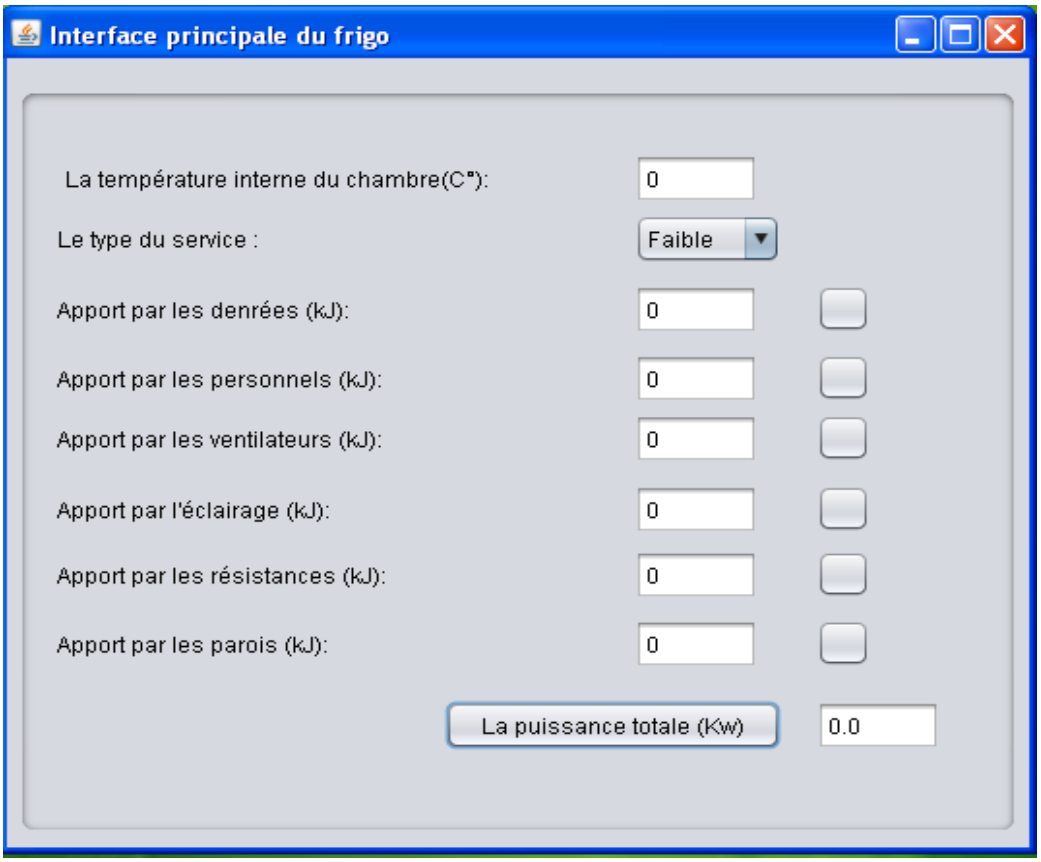


Figure (III-30) Interface principale du frigo

III.4.2.Interface des apports calorifiques

III.4.2.1.Apports dus aux denrées

Pour calculer les apports par les denrées d'après les formules (II-68) à (II-71),nous cliquons sur le bouton juste à droite des apports par les denrées. Ce bouton donne l'interface qui concerne les denrées (voir la figure (III.31)) dans la quelle on congèle notre produit en choisissant le **Oui** par le combo box qui est juste à coté de **congélation**. Si non, nous choisissons **NON,**

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

dans les autres cellules de l'interface -les écritures y sont juste à droite des cellules - et expliquent ce qu'on est en train de saisir, sauf pour remplir les cellules de CM1et CM2 et CL automatiquement. Le bouton de help simplifie les choses lors qu'on doit choisir le produit à refroidir (voir la figure III-32).Pour le CM d'emballage, nous choisissons la type d'emballage par le combo box d'emballage (en matière plastique ou bien en bois…etc).La valeur de CM sera remplie automatiquement.

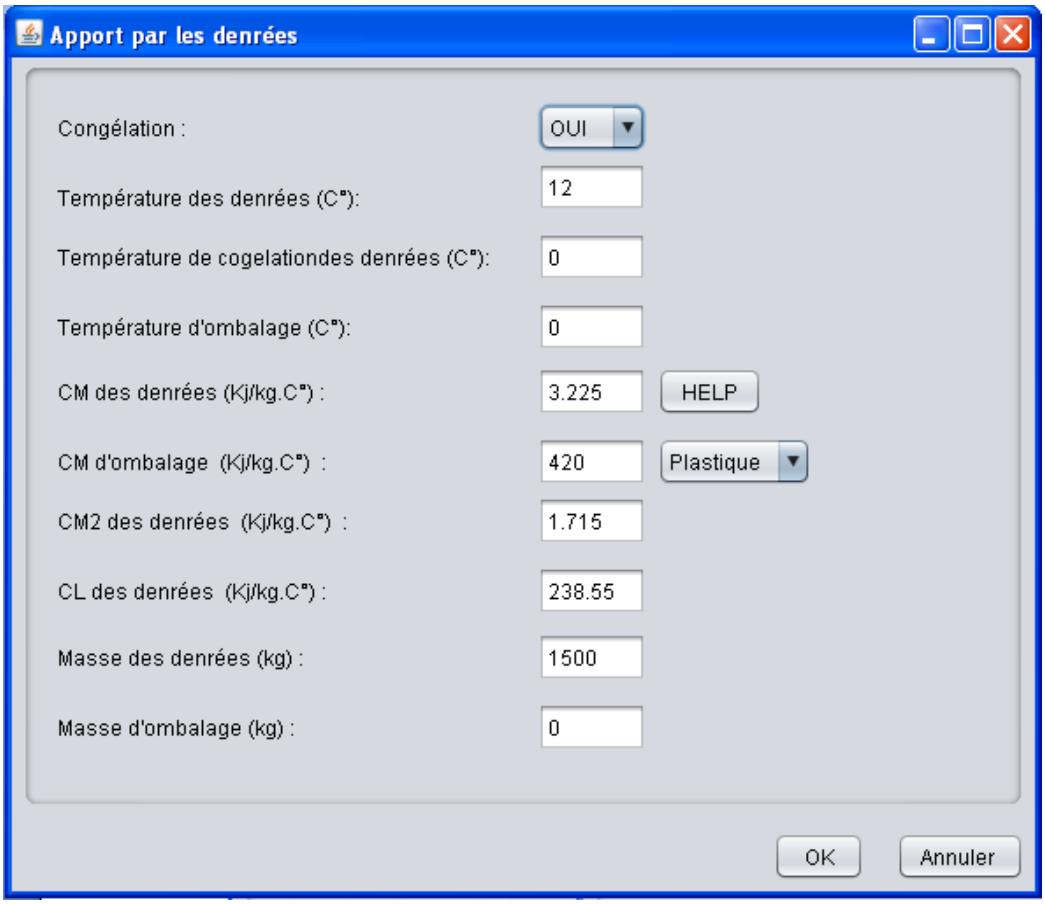


Figure (III-31) Interface des apports dus aux denrées

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

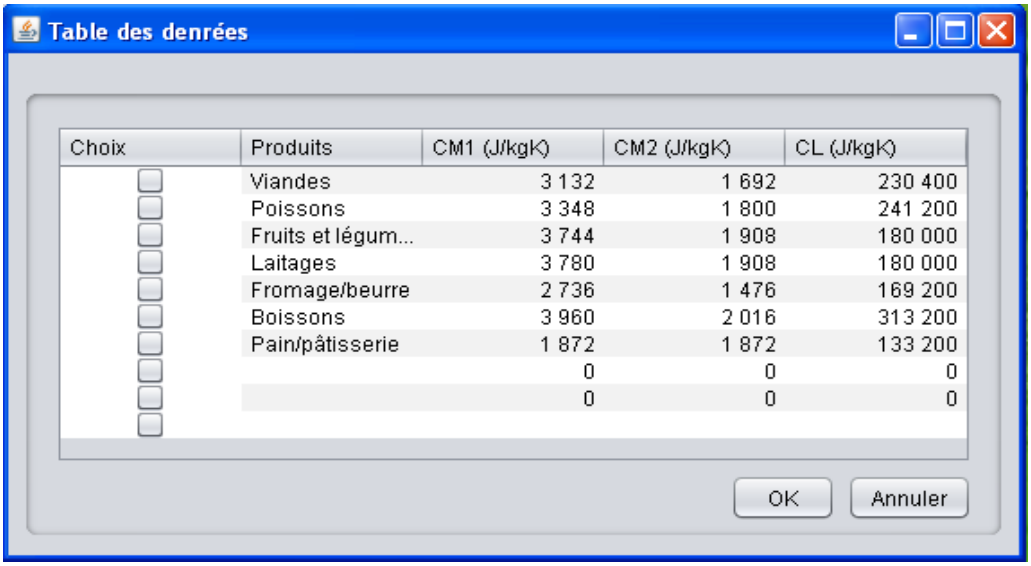


Figure (III-32) Interface de chois des denrées

III.4.2.2.Apports dus aux personnes

Pour calculer les apports par les personnes ou par les occupants, d'après la formule (II-73) nous cliquons sur le bouton juste à droite des apports par les occupants. Ce bouton donne l'interface qui concerne les occupants, voir la figure (III-33*)*.Dans cette interface, nous injectons le nombre d'occupants et nous choisissons la position des personnes. D'après ce dernier, la puissance dégagée sera remplie automatiquement (d'après le tableau (*II.15)*). A partir du dernier combo box nous choisissons la durée de fonctionnement des occupants.

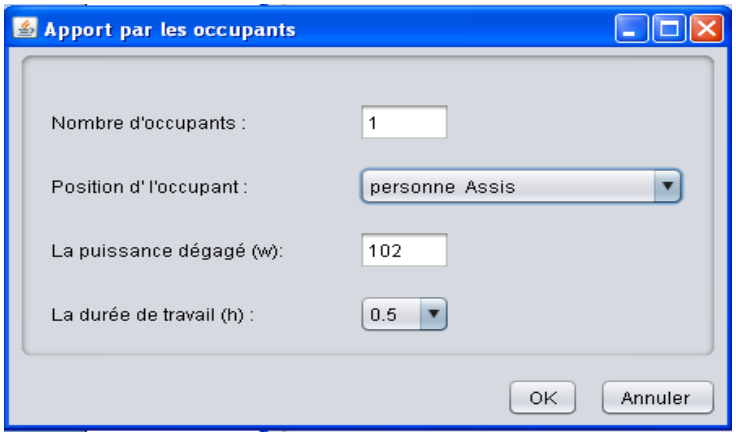


Figure (III-33) Interface des apports du aux occupants

III.4.2.2.Apports dus aux résistances

Pour calculer les apports par les résistances, d'après la formule (II-76), nous cliquons sur le bouton juste à droite des apports par les résistances. Ce bouton donne l'interface qui concerne les résistances - voir la figure (III-34) - Dans cette interface, nous injectons le nombre de

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

résistances, la puissance dégagée de chaque résistance et la durée de fonctionnement des résistances à partir le dernier combo box.

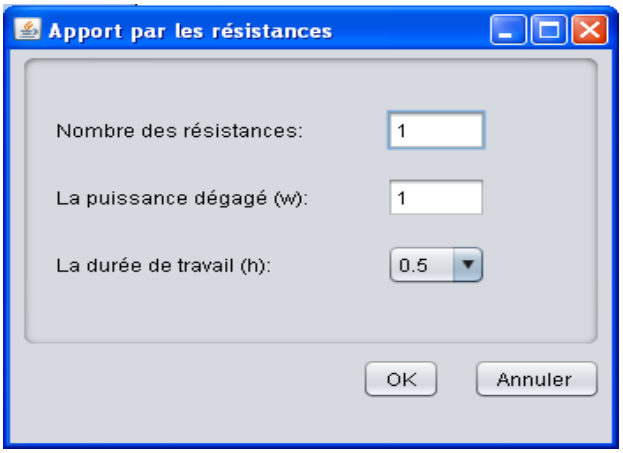


Figure (III-34) Interface des apports dus aux résistances

III.4.2.3.Apports dus aux ventilateurs et l'éclairage

La même chose pour calculer les apports dus aux ventilateurs et à l'éclairage ; à la place du nombre des résistances, on a le nombre de ventilateurs et de lampes -voir les figures (III-35) et (III-36) –Le calcul en sera fait d'après les formules (II-74) et (II-75).

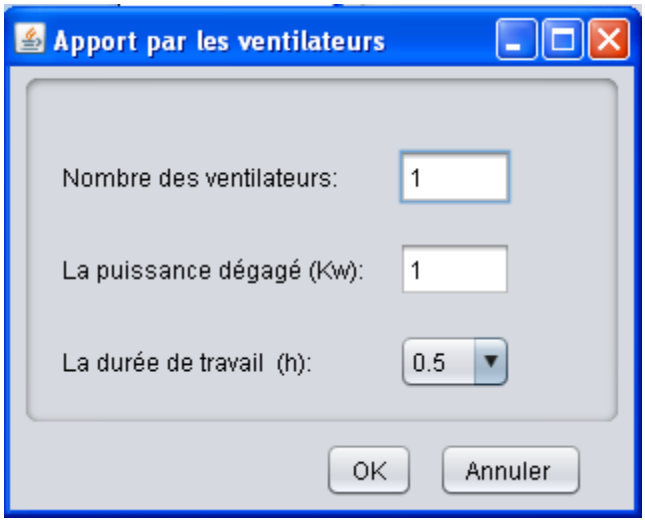


Figure (III-35) Interface des apports dus aux ventilateurs

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

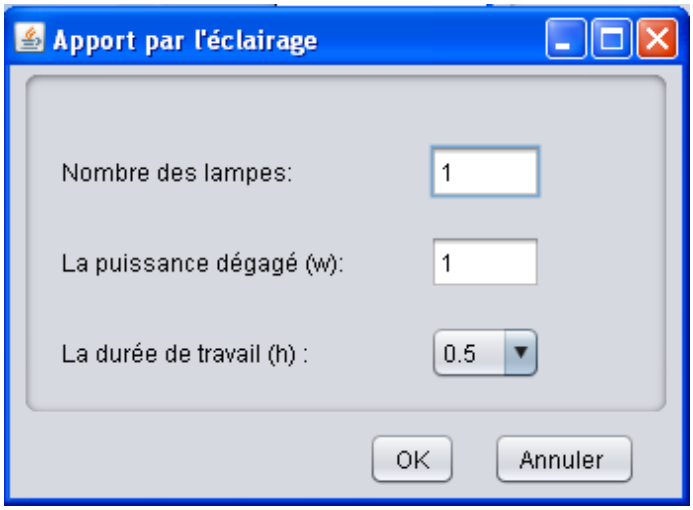


Figure (III-36) Interface des apports dus au l'éclairage

NB : cliquer sur le bouton **OK** dans ces apports pour valider toutes les valeurs qui seront remplies dans l'interface principale ; pour annuler les valeurs, cliquer sur le bouton annuler.

III.4.2.4.Apports dus aux parois

Pour calculer les apports dus aux parois (opaques et vitrage) d'après la formule (II-66), nous cliquons sur le bouton juste à droite des apports par les parois. Ce bouton donne l'interface qui concerne les parois opaques. Dans cette interface, nous choisissons le composant que ce soit le mur, plancher ou le plafond à partir du combo box **choisir un composant** qui est situé au-dessus. Si nous choisissons, par exemple, un mur comme le montre la figure (III-38).Dans cette interface nous injectons la température extérieure et les coefficients 1/Hi et 1/He (les résistances thermique par convection). Ces deux derniers coefficients, serviront pour le calcul de coefficient de transmission thermique U d'après la formule (II-2) par le tableau des résistances thermiques toujours (voir la figure (III-37)).

Avec une ouverture (portes, fenêtres) ce sera la même procédure utilisée pour la climatisation et le chauffage. On clique enfin sur le bouton **appliquer** pour valider toutes les valeurs ou les calculs. On fera la même chose pour les autres murs.

Quant au plancher et au plafond, ce sera presque la même chose, sauf que , dans ce cas, on aura besoin de la température au-dessus du plafond lorsque celle du sol sera désactivée, et vice visa dans le cas du sol (on aura besoin de la température de sol lorsque celle du plafond sera désactivée), (voir la figure (III-40)).

Enfin, si nous insérons tous les composants (les murs, plancher, plafond) nous cliquons sur le bouton OK dans le dernier composant pour faire la somme de tous les composants. La valeur

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

des apports des parois sera ainsi remplie automatiquement dans la case qui concerne les parois opaques dans l'interface principale.

Le bouton de puissance totale dans l'interface principale donne la valeur finale de puissance du compresseur de notre chambre froide.

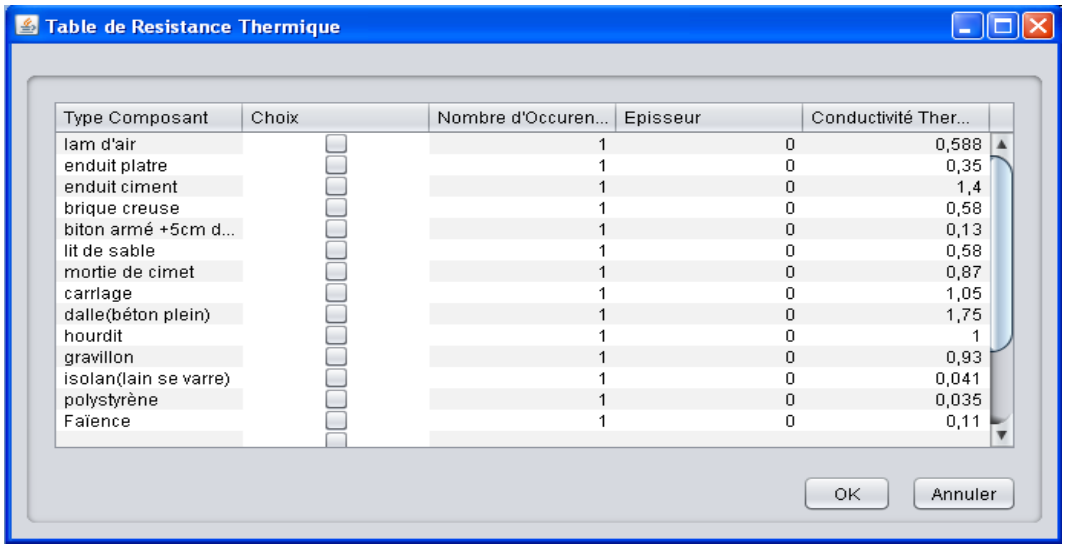


Figure (III-37) Interface du tableau des résistances thermiques

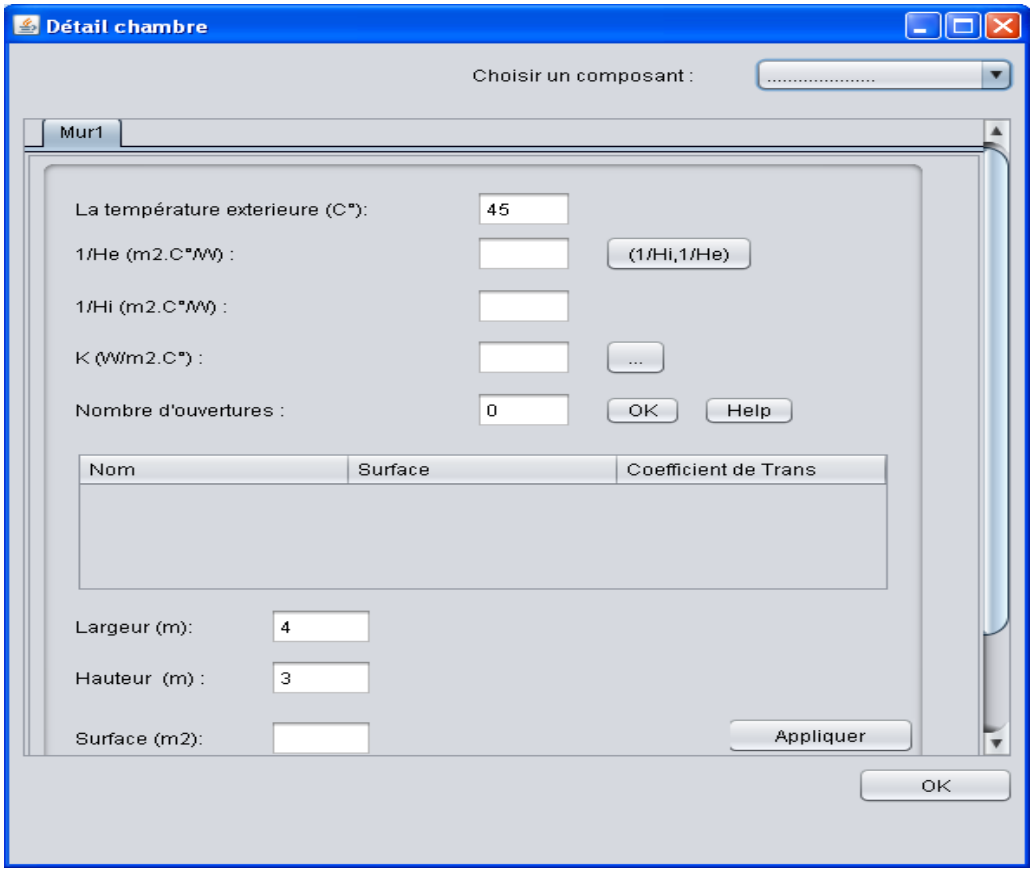


Figure (III-38) Interface des apports dus aux parois (murs)

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

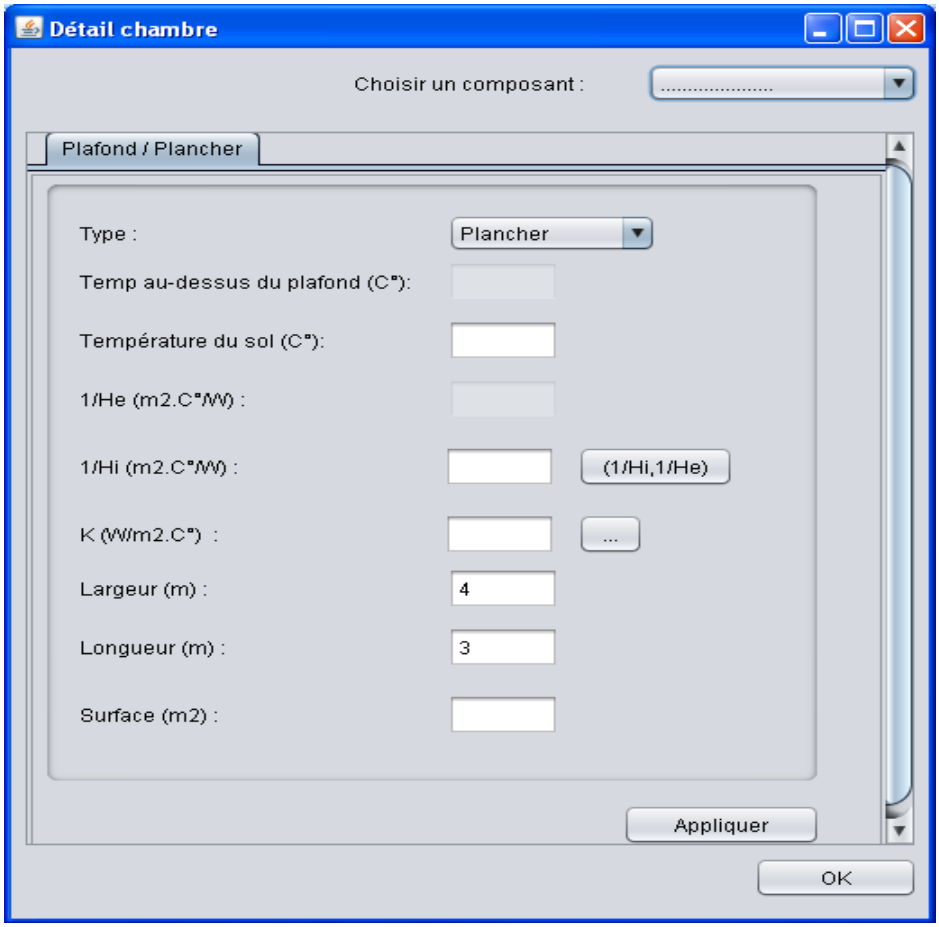


Figure (III-40) Interface des apports dus aux parois (plancher, plafond)

NB : Le remplissage automatique par l'utilisation de l'événement de **« mouseClicked »** : il faut mettre le curseur dans la cellule et cliquer par le bouton droit de la souris dans cette cellule pour que la valeur soit remplie.

III.5.Conclusion

Nous avons utilisé une méthode simple pour explication du notre logiciel que ce soit pour la climatisation, chauffage ou bien froid pour facilité d'emploi. Dans la première interface, nous choisirons le système que nous voulons calculer pour le chauffage, la climatisation ou le froid. On insère les données globales dans la deuxième interface. La troisième interface donne le détail pour chaque local et les paramètres pour le calcul des déperditions ou les charges par renouvellement d'air. La quatrième interface donne le détail de déperdition ou bien de charge par transmission pour chaque local. La dernière interface récapitule les résultats.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

IV-1.Introduction

Pour ce chapitre, nous prenons des exemples et nous faisons les calculs manuellement et par logiciel. Ensuite, les résultats apparaîtront dans deux procédures ; pour le calcul du chauffage et de la climatisation nous prendrons l'exemple d'un bureau (BR3) de l'étage 1(RDC) d'un laboratoire de recherche se situe au centre universitaire de Khemis Miliana. Pour le frigo nous prendrons l'exemple d'une chambre froide:

IV-2.Climatisation

IV-2.1.Plans architecturaux du labo

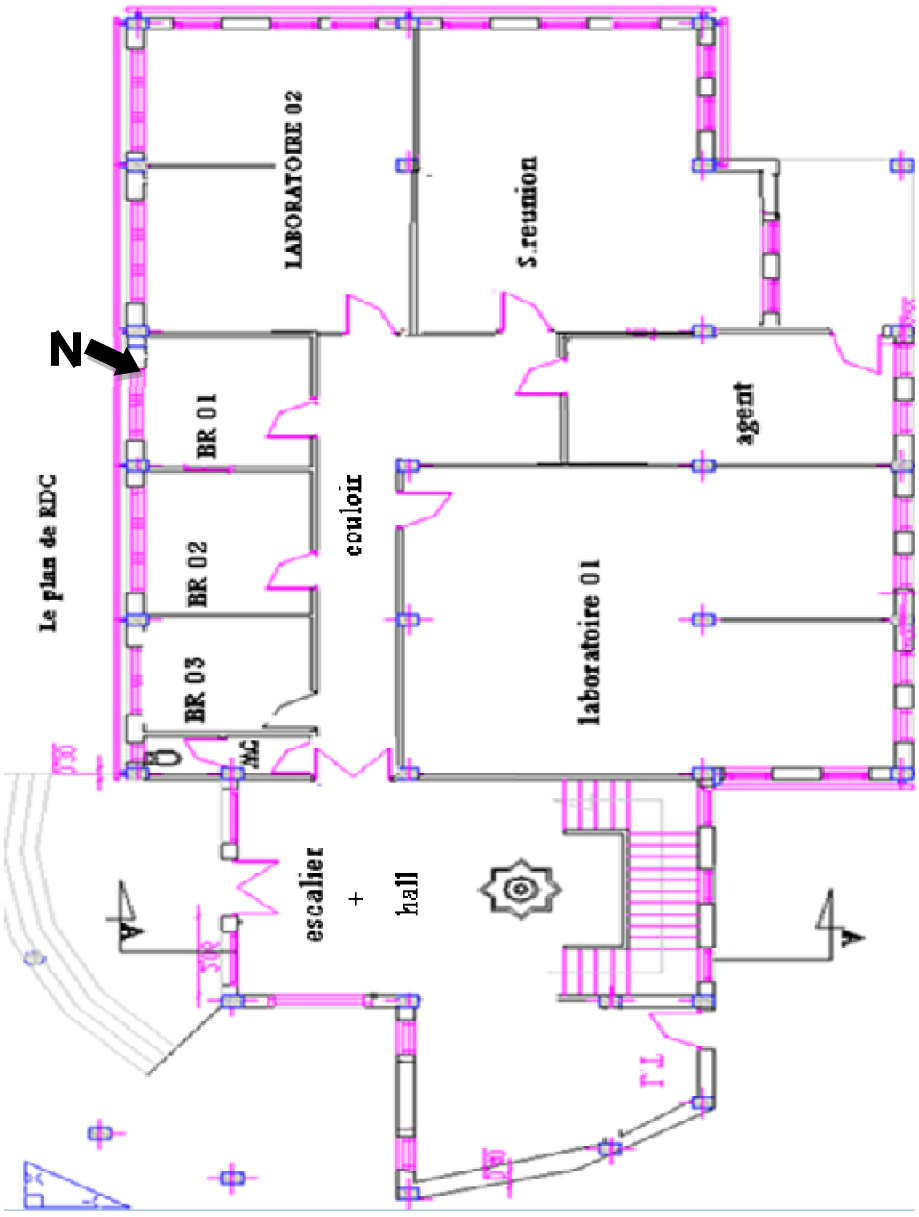


Figure (IV-1) : Plan architectural de l'étage 1 (RDC)

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

IV-2.2. Caractéristiques estivales du labo

- ✓ La zone climatique : B’
- ✓ Altitude : 273m.
- ✓ Mois de calcul : aout.
- ✓ L’heure de calcul : 14h.
- ✓ La durée de fonctionnement de l’installation est 12h.
- ✓ Latitude nord : 20°.
- ✓ Clim : 0.92 (peu limpide).
- ✓ Calt=1(alt<300).
- ✓ Cros=1.05 (la zone B’ et alt<300m).
- ✓ α = 0.5 (la couleur de la facette est blanche).
- ✓ Eb=8C°.
- ✓ ΔTsmax=Tsbe- Tsbi.= (45-25)=20C°.
- ✓ Température moyenne annuelle =30C°
- ✓ Humidité externe=65%

IV-2.3.Cahier de charge pour les locaux concernés

Tableau IV-1 : Le cahier de charge pour BR3

DESIGNATION DE LOCAL	Repère	Nombre D'occupants	Hauteur (m)	Surface (m^2)	Températures (hive/esti)	Nombre d’ouverture extérieur	Φi (%)
couloir	CL	00	3.2	27.90	15/30	/	50
Bureau 03	BR3	02	3.2	12.00	20/25	2	50
Sanitaire	WC	/	/	/	7/30	/	/

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

IV-2.4.Calcul de K pour les différents murs et plancher et plafond

IV-2.4.1.Mur double cloison

Tableau IV-2 : Coefficient de transmission thermique de mur double cloison

	Mur double cloison	e[m]	λ[w/m.k]	Rth [m^2K/w]	K[w/m^2K]
/	Air intérieur			0.11	
1	Enduit plâtre	0.005	0.35	0.014	
2	Enduit ciment	0.015	1.4	0.01	
3	Brique creuse	0.1	0.58	0.172	**1.4**
4	Lame d'air	0.1	0.588	0.17	
5	Brique creuse	0.1	0.58	0.172	
6	Enduit ciment	0.015	1.4	0.01	
/	Air **extérieure**			0.06	

IV-2.4.2.Toiture (plafond térrace)

Tableau IV-3 : Coefficient de transmission thermique Plafond terrasse

	Plafond terrasse	e[m]	λ[w/m.k]	Rth[m^2K/w]	K[w/m^2K]
	Air extérieur			0.05	
1	gravillon	0.03	0.93	0.032	
2	Carte bitumé	0.01	0.17	0.058	
3	Laine de verre (isolant ou polystyrène)	0.04	0.041	0.97	0.68
4	dalle	0.08	1.75	0.046	
5	hourdit	0.15	1	0.15	
6	Enduit ciment	0.015	1.4	0.0107	
7	Enduit plâtre	0.02	0.35	0.057	
	Local de dessous		0.09		

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

IV-2.4.3.Mur simple

Tableau IV-4 : Coefficient de transmission thermique Mur simple

	Mur simple	e[m]	λ[w/m.k]	Rth[w/m^2.k]	K[w/m^{2}K]
	Air intérieur			0.11	
1	Enduit plâtre	0.005	0.35	0.014	
2	Enduit ciment	0.015	1.4	0.01	
3	Brique creuse	0.1	0.58	0.172	**2.27**
4	Enduit ciment	0.015	1.4	0.01	
2	Enduit plâtre	0.005	0.35	0.014	
	Air extérieure			0.11	

IV-2.4.4.Plancher entre étage

Tableau IV-5 : Coefficient de transmission thermique du Plancher étage

	Plancher étage	e[m]	λ[w/m.k]	Rth[w/m^2.k]	K[w/m^{2}K]
	Local de dessus			0.09	
1	carrelage	0.02	1.05	0.019	
2	Mortier en ciment	0.02	0.87	0.023	
3	Lit de sable (terre sèche)	0.02	0.58	0.034	**1.92**
4	Dalle (béton plein)	0.08	1.75	0.046	
5	hourdis	0.15	1	0.15	
6	Enduit ciment	0.015	1.4	0.0107	
7	Enduit plâtre	0.02	0.35	0.057	
	Local de dessous			0.09	

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

IV-2.4.5.Plancher sol :

Tableau IV-6 : Coefficient de transmission thermique du Plancher sol

	Plancher sol	e[m]	λ[w/m.k]	Rth [m^2K/w]	K[w/m^2K]
1	Biton armé +5cm de liège	0.125	0.13	0.96	**0.83**
2	Lit de sable (terre sèche)	0.02	0.58	0.034	
3	Mortier de ciment	0.02	0.87	0.023	
4	carrelage	0.02	1.05	0.019	
	Air de local			0.17	

IV-2.5.Calcul des charges totales pour les différents locaux

IV-2.5.1.Charges du BR3 (RDC)

IV-2.5.1.1.Charges du mur externe

m =500 kg/m^2

delta_Tes=1.1

deta_Ts max=20 :($T_{b,e}$– $T_{b,i}$)

Eb =8

C_delta_Te=11.7 d'prés les tableaux (A3)

NB :en 'interpole si les valeurs n'existe pas dans les tableaux ci-dessus.

delta_Te =12.79d'prés les tableaux (A1) à (A3)

NB :en 'interpole si les valeurs n'existe pas dans les tableaux ci-dessus.

Id=38.427d'prés le tableau (II-2) et l'équation (II-14)

It=0 d'prés le tableau (II-2) et l'équation (II-13)

Facteur solaire=1

Coef amortissement=0.954

✓ La charge du mur externe est de :

AOP(t)=1.2x8.8x1.4x12.79=189.08W (d'après l'équation **(II-1)**).

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

IV-2.5.1.2.Charges du vitrage

AVT(t)=1.2x3x4x20=288W ((d'après l'équation (II-11))

AVE(t)=4x38.427x1x0.954=146.63 W (d'après l'équation (II-12))

Alor les charges du vitrage=146.63 +288=434.63W

IV-2.5.1.3.Charge du mur interne (en contacte avec un local climatisé à différente température)

AOP= (2.27x10.6+2.2x3)x(30-25)=153.31W (d'après l'équation (II-5))

IV-2.5.1.4.Charges du mur interne (on contacte avec un local non climatisé WC) :

C_inc=7

AOP= (2.27x3.2x3)x(45-7-25)=283.29 W (d'après l'équation (II-6))

IV-2.5.1.5.Charge du sol

AOP=12x0.83x (30-25)=49.8W (d'après l'équation (II-8))

IV-2.5.1.6.Charges internes

- Nombre des occupants=2 ils sont travaillés 8h par jours et le travail assis alors :

Cs=0.8 (d'après la table (A21)).

Coef d'amortissement =0.98 (d'après la table(A15)) et la méthode Dans le cas où la durée des apports internes est différente de10 h)

La charge dus aux occupants=207.327W d'après (II-18) et la table(II.12).

- Il 'y à 2 micro ordinateur et une photocopieuse de 1000copie/h et une imprimante de 300 à 600 copie /h avec une durée de fonctionnement de 8h alors la charge des 3 dernies =1808.68W d'après les tableaux(A22) à (A24)
- On' a 2 tube fluorescents de puissance de 40 w et durée de fonctionnement de 8h, Cs=0.8 et coef d'amortissement=0.98 alors : (d'après la table(A15) : et la méthode Dans le casoù la durée des apports internes est différente de10 h)

La charge dus au éclairage =68.6W d'après (II-19)

La charge interne totale du BR1=68.6+1808.68+207.327=2084.607 W

IV-2.5.1.7.Charges par renouvellement d'air

- ✓ La surface des fenêtres est de $4m^2$.
- ✓ Le vent est oblique.

D'après la table (II.15) le débit d'air neuf est de 36 m^3/s

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

D’après la table (II.16) et la formule (II-32) le débit d’air d’infiltration est de 34.8 m3/s

D’après les formules ((II-24) et (II-25)) (les charges sensibles) et les formules ((II-36) et (II-37)) (les charge latentes) :

Les charges par renouvellement d’air =1299.533W

Alors la charge totale du BR3est de :

189.08+434.63+283.29+153.31+49.8+1299.533+2084.607=4494.25W

IV-2.6.Calculs du logiciel

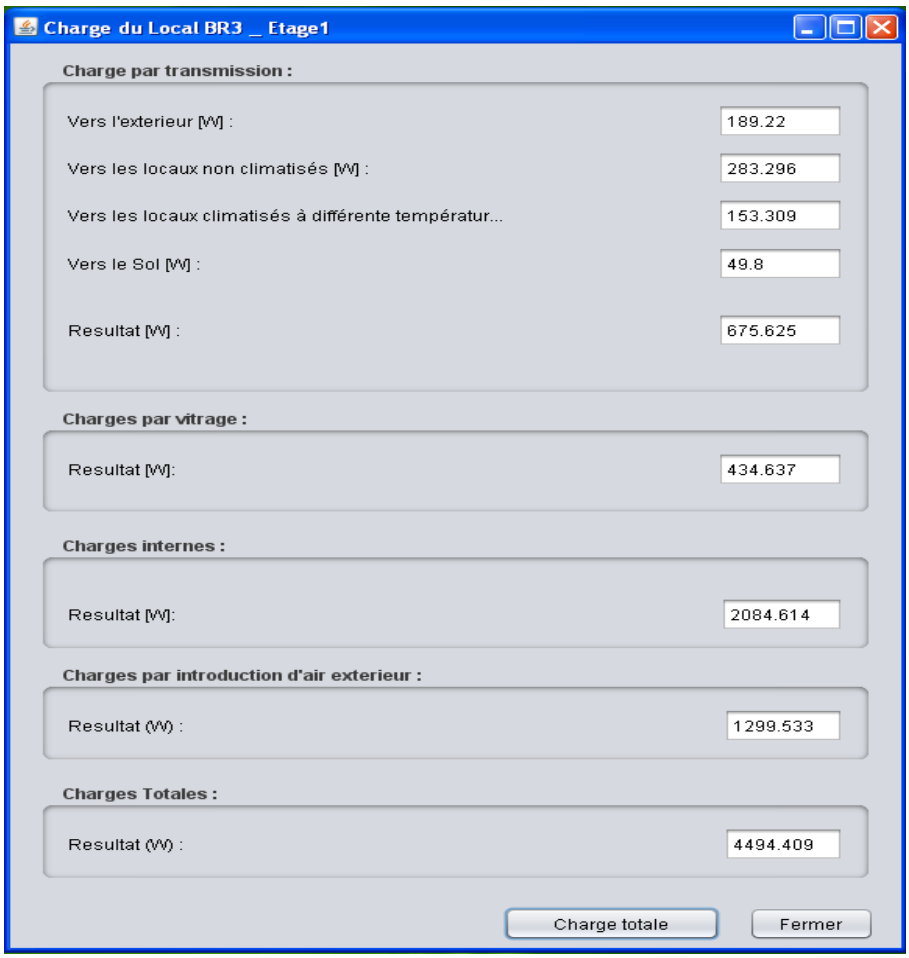


Figure (IV-2) Interface des charges en détail du BR3

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com



Figure (IV-3) Interface finale pour la climatisation

IV-3.Chauffage

IV-3.1. Caractéristiques hivernales du labo

Le même exemple que la climatisation par les paramètres suivants :

- ✓ Le type de logement : bâtiment.
- ✓ L'emplacement : petit ville.
- ✓ La profondeur du dalle de RDC est 0 (Z=0).
- ✓ La distance entre la nappe phréatique éventuelle et la dalle de plancher > à 1 m alors G_w= 1.00.
- ✓ Il existe une isolation thermique alors le coefficient de majoration = 0.1.
- ✓ La hauteur au niveau de sol <10 alors εi =1.
- ✓ NB d'ouvertures externe =3 alors ei=0.09.
- ✓ Qualité des joints des portes et fenêtres moyenne alors N50=1.

IV-3.5.Calcul de déperdition le BR3

NB : Le calcul sera fait par l'absence de ventilation mécanique et chauffage intermittent.

IV-3.5.1.Calcul de BR1 (RDC)

IV-3.5.1.1.Déperdition par transmission thermique

- ✓ Il existe un seul mur extérieur de surface ((3.2x4)-(2x2))=8.8 m^2.
- ✓ 4 m^2Pour les fenêtres.

Alors la déperdition de mur extérieur est :

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

$U_{k=}$ 1.4W/m².°C ;f_c = 0.1 W/m².°C ; $\mathbf{A_{k=}}$ 8 m² ; θ_{int} =20 C° ;θ_e = 0 C°.

AN:$\Phi_{T,ie=}$(1.4+0.1)x8.8x20=264W(d'après (II-41) et (II-43))

La même chose pour la déperdition par les fenêtres sauf U_k : 3 W/m². C°

alors $\Phi_{T,ie=}$(3)x4x20=240 W

Alors déperdition vers l'extérieur=504W

IV-3.5.1.2.Déperdition vers un local chauffé à une température différente (couloir)

✓ Mur simple:Avec :$U_{k=}$ 2.27 W/m². C° ,$f_{i,j=}$0.25

$\Phi_{T,ij}$ =2.27x0.25x((4x3.2)-(2.20))x20=120.31d'après (II-47) et (II-48) .

✓ Porte simple :avec :$U_{k=}$ 3 W/m². C°

$\Phi_{T,ij}$ =3x0.25x(2.20)x20=33W

Alors la déperdition vers un local chauffée à une température différente=153.31W

IV-3.5.1.3.Déperdition vers un local non chauffée

Le mur qu'est en contacte avec WC (local non chauffée):

$\Phi_{T,iue}$(2.27+0.1) x(3.2 x3) x20 x0.65=295.77 W

Alors la déperdition vers un local non chauffée =295.77W

IV-3.5.1.4.Déperdition vers le sol

Avec :f_{g1} = 1.45;f_{g2}= 0.25;G_w= 1.00

$U_{equiv.k}$ = f (U_{sols} , B' et z)

U_{sols}= 0.83W/m². C°

B'= 4

} $U_{equiv.k}$= 0.437 (par Interpolation)

$\Phi_{T,ig}$=1.45x0.25x1.00x20x12x0.437=38.019WD'après (II-50) et (II-51).

IV-3.5.1.5.Déperdition par renouvellement d'air

$V_{min,i=}$1x38.4=38.4m³/het$V_{inf,=}$2x38.4x4x0.09x1=27.648 m³/h

Alors :$H_{v,i}$=0.34x38.4=13.056

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

$\Phi_{V,i=}$13.056x20=261.12W D'après (II-54) à (II-58).

Q total (BR3) =504+153.31+261.12+295.77+38.019+=1252.149W

IV-3.6.Calculs du logiciel

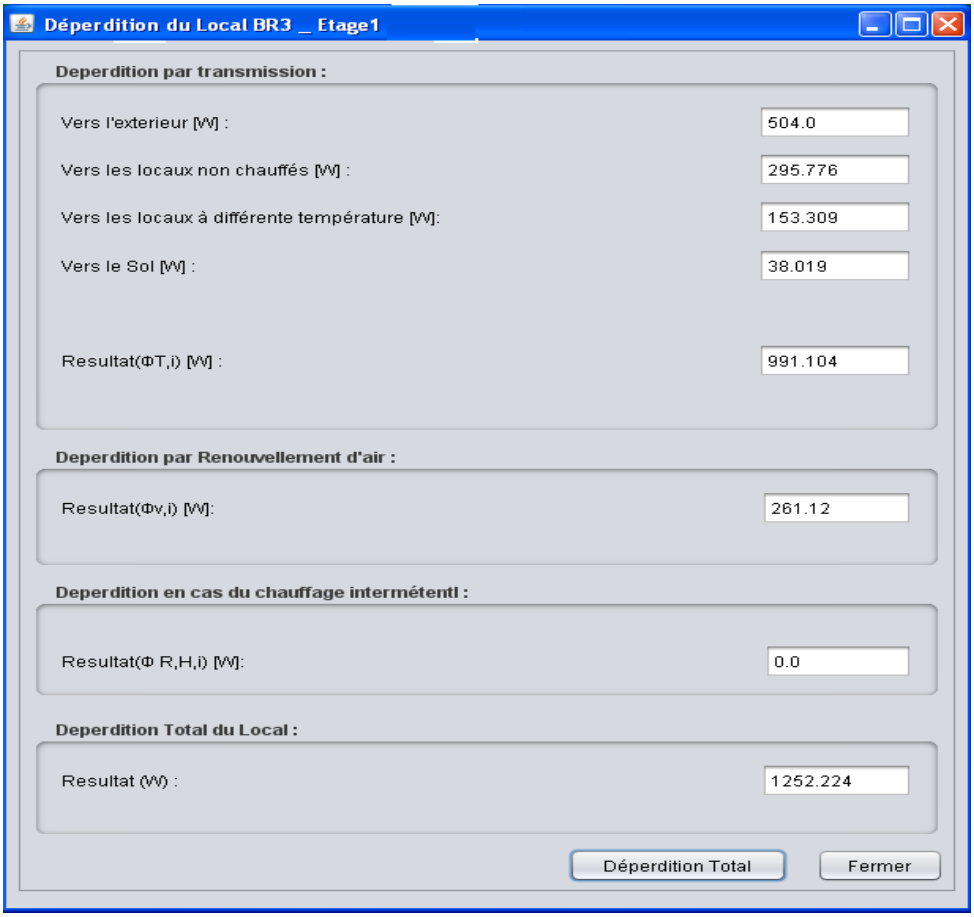


Figure (IV-4) Interface des déperditions en détail du BR3



Figure (IV-5) Figure IV-3 Interface finale pour le chauffage

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

IV-4.Frigo

IV-4.1.Exemple du calcul

Une chambre froide négative de -18C°/-20C° reçoit chaque jour 1500kg de viande à12C°.elle mesure 8m de langueur et 5 m de largeur et 3 de hauteur.la surface du porte accès 3m^2 le service est fort ,il y a 2 personnes travaillent dans cette (travail légèrement) ;il y a 2 ventilateurs chaque' un a une puissance de 220 w le temps de travail des deux derniers est 17h/24h.il existe 20 lampes dans cette chaque lampe a une puissance de 75w sont allumées 18h/24h

La capacité thermique massique de la viande avant congélation est de 3,225 kJ/kg K

La chaleur latente de la viande pendant la congélation est de 238 55 kJ/kg

La chaleur massique de la viande après congélation est de 1 715 kJ/kg K

Le coefficient de transmission des parois et du plafond est de 0,32 W/m^2 K

Le coefficient de transmission de la porte est de 0,45W/m^2 K.

Le coefficient de transmission du sol est de 0,23 W/m^2 K.

La température à l'extérieur des parois est de 25 °C.

La température au-dessus du plafond est de 32 °C.

La température sous le sol est de 16 °C.

Calculer :

- Le bilan frigorifique journalier.
- La puissance frigorifique de compresseur pour un fonctionnement de 17 h/24 :

IV-4.2.Solution

IV-4.2.1.Apport de chaleur par le sol

Qsol= 0,23 x (5 m x 8 m) x (16 °C - -20 °C)d'après (II-66)

= 0,23 x 40 x 36= 331,2W/h

IV-4.2.2.Apport de chaleur par le plafond

Qplaf= 0,32 x (5 m x 8 m) x (32 °C - - 20 °C) d'après (II-66)

= 0,32x40x52= 665,6 W/h

IV-4.2.3.Apport de chaleur par les parois latérales

Surface = ((5 m + 8 m + 5 m + 8 m) x 3)-3 m^2 (surface de porte)

= 78 m^2-3 m^2=75m^2

Qparois= 0,32 x 75 x (25 °C - - 20 °C)d'après (II-66)

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

= 0,32 x 75 x 45= 1 080 W/h

IV-4.2.4.Apport de chaleur par la porte

Qporte= 0,45 x 3 x (25 °C - - 20 °C) d'après (II-66)

= 0,45 x 3 x 45= 60,75 W/h

Total des apports par les parois :

Qtotal p = Qsol + Qplafond + Qparois latérales + Qporte

=331,2W+665,6W+1080W+60,75 W

=2137,55 W/heure

La valeur des déperditions sur une période de 24 heures exprimée en kJ est la suivante

= 2137,55 x24*3600/1000= 184 684,32 kJ

IV-4.2.5.Apport par la viande avant congélation:

Qvian.1 = 1500kgx3, 225kJ/kgx (12C°-OC°) d'après (II-61) ou (II-69)

= 1500x3, 225x12=58050 kJ

IV-4.2.6.Apport par la viande pendant congélation:

Qvian.2 = 1500x238, 55=357 825 kJd'après (II-70)

IV-4.2.7.Apport par la viande après congélation

Qvian.3 = 1 500 kgx 1,715 kJ/kgx (OC°--20 C°) d'après (II-71)

= 1500x1, 715x20=51450kJ

Total des apports par la viande :

Qtotal v = Qvian.1 + Qvian.2 + Qvian.3

= 58 050 kJ + 357 825 kJ + 51 450 kJ= 476 325 kJ

IV-4.2.8Apport dû au service

Qservice= 184 684,32 kJ x0.25=46171.08KJd'après(II-72)

IV-4.2.9Apport par les ventilateurs

Qventilateur=220x2x17x3600/1000=26928KJ d'après (II-74)

IV-4.2.10Apport par le personnel

Qpersonne=2x220x17x3600/1000=26928KJ d'après (II-73)

IV-4.2.11Apport par l'éclairage

Qéclairage =20*75*18*3600/1000=97200KJ d'après (II-75)

IV-4.3.Les apports calorifiques totaux :

QT = Qparois+Qviande+ (+Qventilateur+Qéclairage...) d'après (II-78)

= 184 684,32 + 467 325 + 26928 + 26928+97200+46171.08

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

=849236.4 kJ

IV-4.4.Puissance du compresseur

P=849236.4/17x3600 =13.8764KW d'après (II-79)

IV-4.5.Les calcul de logiciel

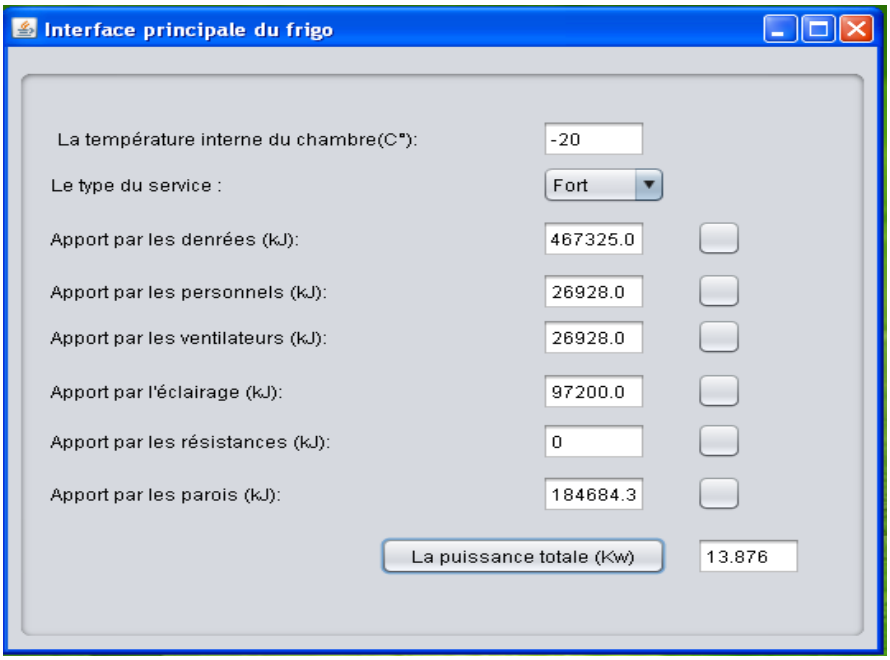


Figure IV-6 Interface finale pour le froid

IV-5.Conclusion

Cette validation s'est faite en calculant les différents systèmes manuellement, puis en les comparants à notre logiciel, l'erreur qui est < 2 % donne une idée sur la précision de ce dernier. Cette valeur dépend d'un certain nombre significatif que nous avons pris après la virgule.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Conclusion générale

Pour contrôler les différents paramètres agissant sur l'état de l'air d'un local (température, humidité et pureté de l'air….), l'utilisation des installations de climatisation, de chauffage et de froid est une priorité pour définir les besoins en énergie thermique à compenser en hiver et à extraire en été.

Vu les difficultés qu'on peut rencontrer pour faire un bilan thermique en tenant compte des différents paramètres climatiques et l'inexistence d'une méthode universelle, nous avons réfléchi à élaborer un logiciel de simulation des installations thermiques.

Pour atteindre notre objectif, en premier chapitre, nous avons fait une recherche bibliographique et en deuxième chapitre nous avons illustré les méthodes de calcul pour estimer les trois différents bilans. On est passé ensuite à l'élaboration du logiciel en troisième chapitre par une illustration des différentes interfaces du logiciel avec le mode de fonctionnement .Et pour finir, nous avons procédé à une validation de nos résultats.

Nous avons utilisé JAVA comme langage de programmation pour illustrer nos résultats. Dans la première interface nous choisirons le système que nous voulons simuler pour le chauffage, la climatisation ou le froid. On insère les données globales dans la deuxième interface. La troisième interface donne le détail pour chaque local. La quatrième interface donne le détail de déperdition ou bien de charge pour chaque local. La dernière interface récapitule les résultats.

Ce travail est la suite de plusieurs travaux antérieurs faits dans ce domaine en vue d'ajouter quelques propriétés qui n'ont pas été prises en considération par les autres travaux et qui font les points forts de notre logiciel:

- Le regroupement des 3 logiciels (climatisation, chauffage et froid) dans un seul logiciel.
- La rapidité d'exécution pour le calcul d'un projet.
- La compatibilité avec plusieurs systèmes d'exploitations : linux, mac, Windows 95 et 98, XP ,7 ……etc.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

- Notre logiciel n'a pas besoin :
  - D'une configuration puissante pour leur fonctionnement.
  - D'un grand espace dans la mémoire parce que sa taille ne dépasse pas 2 Méga.
- L'étude technique par utilisation de la norme ou bien la réglementation pour faire le calcul.
- L'option d'enregistrement du nos résultats dans un fichier texte.

La validation du notre code donne une idée sur la précision de ce dernier ; à savoir une marge d'erreur < 2 % que nous avons enregistrée sur les paramètres principaux du calcul thermique. Cette valeur dépend de certain nombre significatif nous avons pris après la virgule. Cette validation s'est faite en calculant les différents systèmes manuellement, puis en les comparants à notre logiciel.

Si on intègre à l'avenir des plans architecturaux et les réseaux aérauliques et hydrauliques de construction que nous souhaitons dimensionner ou bien simuler avec logiciel on peut dire que nous aurons obtenu un code du calcul général pour les études des systèmes thermiques.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

II.4. Calcul frigorifique

II.4.1 Généralités

Une chambre froide est un local servant à conserver à basse température des aliments, échantillons, etc. selon usage.

Les chambres froides sont classées en 2 catégories :

- froid positif : au-dessus de 0 °C (généralement statué à 3 °C mais cela est variable selon les aliments stockés au froid positif) ;
- froid négatif : en dessous de 0 °C (généralement statué à –18 °C mais cela peut descendre plus bas).

Etablir un bilan frigorifique (C'est la quantité totale de chaleur à extraire de la chambre froide en 24 h), c'est faire l'inventaire des quantités de chaleur à extraire de l'intérieur d'une chambre froide, pour maintenir constante la température à cœur des produits, [5, 6,14].

Les apports de chaleur se font par :

II.4.2. Apports calorifiques

II.4.2.1.Apport par les parois (Qp)

$$Qp = K \times S \times \Delta\theta \times 86400 \qquad \text{(II-66)}$$

-Qp = Quantité de chaleur passant à travers les parois en 24 h (kj/24 h).

-K = Coefficient de transmission thermique total de la paroi (W/m^2K).

-S = Surface intérieure de la paroi [m^2].

-Δθ = Différentiel de température entre la température extérieure et la température de consigne à l'intérieur de la chambre froide (exprimé en "kelvin "K")

86 400 = 24 heures x 3 600 secondes (dans une heure).

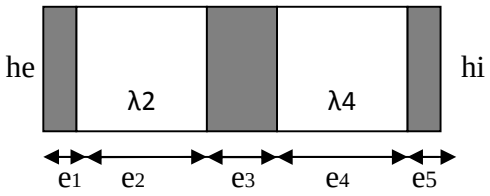
Ce calcul doit être effectué pour chaque paroi, pour le sol, le plafond et la porte (déduction faite de la paroi de cette porte) [6].

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

K (coefficient de transmission thermique total de la paroi) doit avoir une valeur de :

- Pour une chambre positive est de 0,360 W/m^2K.
- Pour une chambre négative est de 0,220 W/m^2K
- Pour produits surgelés : 0,160 W/m^2K
- Pour un panneau de sol en positifs : 0,280 W/m^2K
- Pour un vantail en positifs : 0,350 W/m^2K
- Pour un vantail en négatifs : 0,190 W/m^2K

K pour une paroi composée est égal à :



k=1/(1/ he +$\sum e/\lambda$ +1/he)

k= Coefficient de transmission thermique totale des parois (W/m^2K)

he= Coefficient de convection par rayonnement extérieur (W/m^2K.)

hi= Coefficient de convection par rayonnement intérieur (W/m^2K)

$\sum e/\lambda$= Somme des rapports $e_1/\lambda_1 + e_2/\lambda_2 + e_3/\lambda_3 + \ldots\ldots\ldots$

λ= Coefficient de Conductivité thermique de la paroi considérée (W/m.°C)

e= Epaisseur de la paroi considérée[m]

II.3.2.2. Apport par les denrées (Qd)

$$Qd = MxCmx\Delta\theta \qquad \text{(II-67)}$$

-Qd = Quantité de chaleur apportée par les denrées introduites journellement (kJ/24h).

-M = Masse des denrées ou des marchandises (kg).

-Cm = Capacité thermique massique des denrées (kJ/kg.K.).

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

-Δθ = Différentiel de température entre la température d'entrée de la marchandise et la température de conservation exprimé en Kelvin (K) [6].

Pour une chambre de congélation [6] :

$$Qd = Qdl + Qd2 + Qd3 \quad \text{(II-68)}$$

$$Qdl = M \times Cml \times \Delta\theta \quad \text{(II-69)}$$

$$Qd2 = M \times Cl \quad \text{(II-70)}$$

$$Qd3 = M \times Cm2 \times \Delta\theta \quad \text{(II-71)}$$

-Cml : Capacité thermique massique du produit avant congélation (kJ/kg.K.).

-Cl : Chaleur latente de congélation (kJ/kg).

-Cm2 : Capacité thermique massique du produit après congélation (kJ/kg.K.).

II.4.2.3.Apport dû au service (Qs)

$$Qs = Qp \times 10 \text{ à } 25\ \% \quad \text{(II-72)}$$

-Qs= Quantité de chaleur apportée par le renouvellement d'air dû aux ouvertures de la porte (kJ/24h) [6].

-Qp: Déperdition par les parois.

-10 % = Quand le service est faible.

-25 % = Quand le service est fort.

II.4.2.4.Apport par le personnel (Qh)

$$Qh = \varphi p \times \text{Nbre personnes} \times \text{temps de travail} \quad \text{(II-73)}$$

-Qh = Quantité de chaleur apportée par le personnel (KJ/24 h)

-φp =la puissance dégagée par la personne (w).

Temps de travail en secondes [6].

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tableau II.15 : Puissance thermique dégagée Par le personnel présent dans la chambre froide**, [9].**

Puissance thermique dégagée par le personnel présent dans la chambre froide	
Activité	Puissance dégagée φp par personne (W)
Personne assise	102
Personne marchant lentement	131
Personne travaillant légèrement	220
Personne dansant	249
Personne travaillant intensément	426

II.4.2.5. Apport par les ventilateurs (Qm)

$$Qm = P \times \text{Nbre de ventilateurs} \times 86\,400 \quad \text{(II-74)}$$

-Qm : Quantité de chaleur dégagée par les moteurs des ventilateurs (kJ/24 h)

-P : Puissance du moteur du ventilateur (kW).

-86 400 :Si le temps de fonctionnement est de 24 h/24 ,[6].

II.4.2.6. Apport par l'éclairage : (Qe)

$$Qe = P \times \text{Nbre de lampes} \times \text{temps de fonctionnement} \quad \text{(II-75)}$$

-Qe : Quantité de chaleur dégagée par l'éclairage (kJ/24 h).

-P : Puissance d'une lampe (kW).

-Temps de fonctionnement en secondes,[6].

II.4.2.7. Apport par les résistances (Qr)

$$Qr = P \times \text{Nbre de résistances} \times \text{temps de fonctionnement.} \quad \text{(II-76)}$$

-Qr: Quantité de chaleur dégagée par les résistances de dégivrage (kJ/24 h).

-P: Puissance d'une résistance (kW).

Temps de fonctionnement en secondes. [6]

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

II.4.2.8. Apport par le vitrage (Qv)

$$Qv = K \times S \times \Delta\theta \times 86\,400 \quad \text{(II-77)}$$

-Qv: Quantité de chaleur passant à travers le vitrage (kJ/24 h).

-K : Coefficient de transmission thermique du vitrage.

-S : Surface du vitrage (m^2).

-Δθ: Différentiel de température entre chaque côté du vitrage, [6].

II.4.2.9.Apport total (QT)

$$QT = Qp+Qd+Qs+Qh+Qm+Qe+Qr+Qv\ldots\ldots \quad \text{(II-78)}$$

QT= Bilan thermique ou quantité totale de chaleur à extraire par 24 heures.

Puissance frigorifique horaire (ph) [6] **:**

$$Ph = QT / \text{temps de marche du compresseur} \quad \text{(II-79)}$$

-Ph = Puissance du compresseur

-QT = Bilan thermique en 24 h

Temps de marche du compresseur :

- 14 à 16 heures pour les chambres positives
- 16 à 18 heures pour les chambres négatives

II.5. Conclusion

Le bon choix de la norme ou de la réglementation utilisée nous a permis de faire un bilan thermique très précise .Pour cela nous avons utilisé le DTR et la EN12831 et ABC de froid parce que ce sont des nouvelles normes et qui sont très employées en Algérie ,en l'occurrence le DTR (document technique réglementaire).

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

II.3. Calcul de chauffage

II.3.1. But de la norme

La norme EN 12831 a pour but d'unifier le calcul des déperditions thermiques entre les pays européens, et d'économiser l'énergie, par conséquent les équipements de production du chauffage seront moins importants et moins couteux.

Cette norme tient compte des faibles besoins énergétiques des bâtiments actuels, ce qui implique que l'importance des puissances du réchauffage nécessaires sera mise en évidence. La puissance totale à installer pour le chauffage d'un local sera calculée sur la base de la somme des puissances nécessaires pour la transmission par les parois (Φ_T), la ventilation (Φ_V) et la surpuissance (Φ_{RH}) [1]:

II.3.1.1. Champ d'application

II.3.1.1.1 Cas standard

Données

- Les plans du bâtiment.
- Le cahier des charges techniques particulières (CCTP) où l'on trouve la composition des parois, les températures à respecter, la situation géographique….
- La règlementation.
- Bâtiments avec une hauteur de secteur limitée à 5m.
- Supposant que les bâtiments chauffants sont dans un régime stationnaire.
- La température dans la pièce est uniforme [11].

II.3.1.1.2. Cas particuliers

- Bâtiment de grandes hauteurs sous plafond ou grands volumes.
- Bâtiments dans lesquels la température de l'air et la température radiante moyenne diffère sensiblement [11].

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

II.3.2. Méthode de calcul

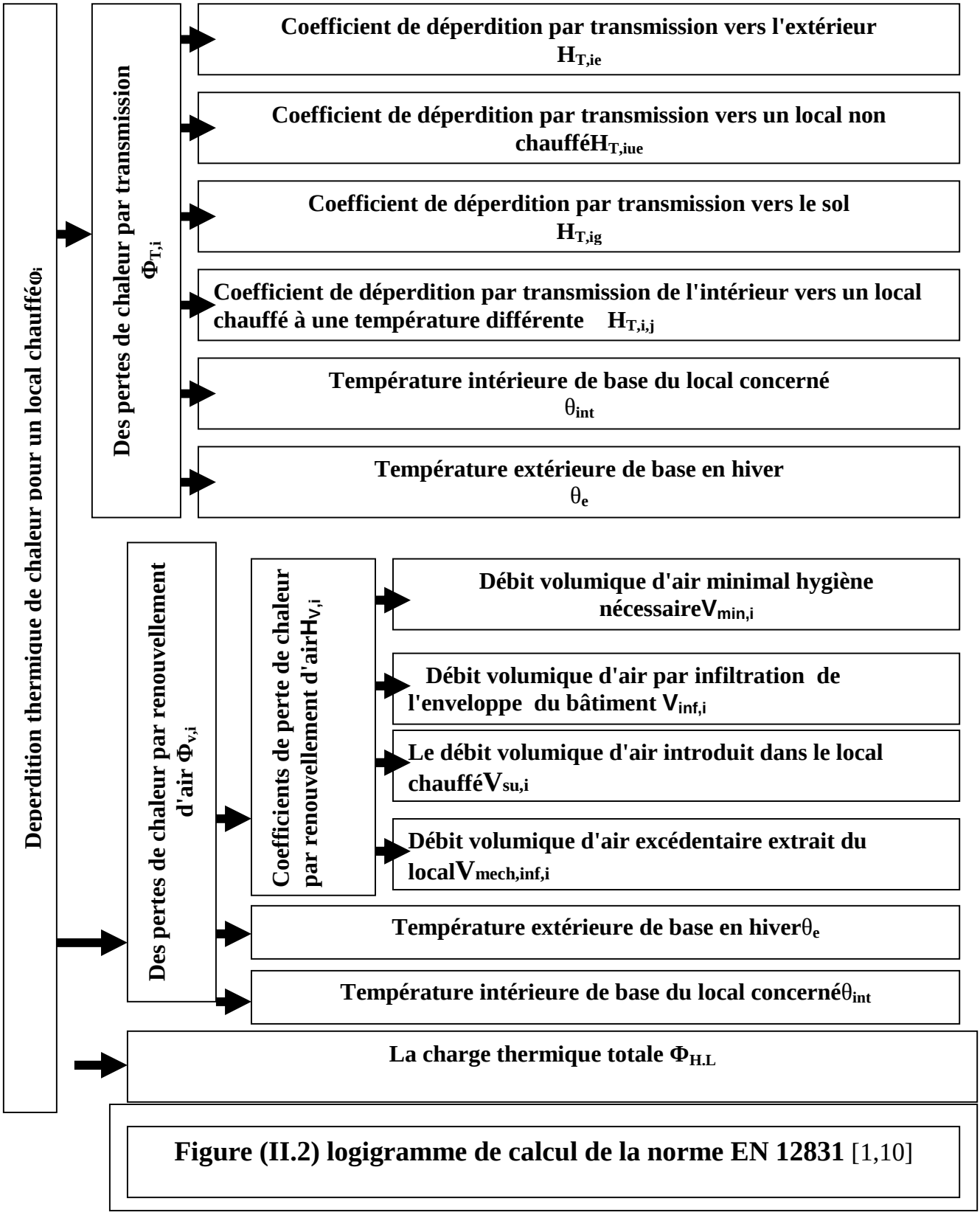


Figure (II.2) logigramme de calcul de la norme EN 12831 [1,10]

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

II.3.3. Calcul des déperditions de chaleur par transmission

II.3.3.1Définitions des déperditions

Ensemble des flux de chaleur orientés de l'intérieur vers l'extérieur ou vers un local non chauffé du bâtiment à travers les parois, le plancher et la toiture en hiver[1,11].

- La relation qui détermine ces déperditions est la suivante:

$$\Phi_{T,i}= (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig}+H_{T,i,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad \text{(II-40)}$$

-$\Phi_{T,i}$: Les pertes de chaleur par transmission de chaque locale exprimé en [W] **.**

-$H_{T,ie}$: Coefficient de déperdition par transmission vers l'extérieur du local concerné exprimé en [W/K] .

-$H_{T,iue}$: Coefficient de déperdition par transmission vers un local non chauffé du local concerné exprimé en [W/K] .

-$H_{T,ig}$: Coefficient de déperdition par transmission vers le sol du local concerné exprimé en [W/K] .

-$H_{T,i,j}$: Est le coefficient de déperdition par transmission du local chauffé vers un autre local chauffé à une température différente en [W/K] .

-θ_{int} : Température intérieur de base du local concerné en [°C] .

-θ_e : Température extérieure de base en hiver en [°C].

II.3.3.2.Transmission vers l'extérieur

Ce sont des pertes de chaleur du local chauffé vers le milieu extérieur à travers [1, 11]:

- ✓ les murs.
- ✓ Les menuiseries portées dans des murs.
- ✓ Les toitures (rampantes ou terrasses).
- ✓ Les planchers.
- ✓ Les ponts thermiques.

Elles sont déterminées par la somme des coefficients des déperditions par transmission vers l'extérieur multipliée à la différence de température de base intérieure et extérieure en hiver.

$$\Phi_{T,ie}= \sum H_{T,ie} . (\theta_{int} - \theta_e) \quad \text{(II-41)}$$

-$H_{T,ie}$ est le coefficient de déperdition par transmission vers l'extérieur, il est calculé par:

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

$$H_{T,ie} = \sum_k A_K \cdot U_K \cdot e_k .+ \sum_v \Psi_v \cdot I_v \cdot e_l \qquad \text{(II-42)}$$

-$\mathbf{A_K}$: surface en [m^2].

-$\mathbf{U_K}$: coefficient de transmission surfacique en [W/ m^2.K]

-$\mathbf{e_k}$: facteur correctif de l'exposition [-].

-$\mathbf{\Psi_v}$: coefficient de transmission linéique en [W/ m^2.K].

-$\mathbf{I_v}$: longueur de la liaison en [m].

-$\mathbf{e_l}$: facteur correctif de l'exposition [-].

II.3.3.2.1Coefficient de transmission surfacique

Le coefficient de transmission surfacique U_k est le flux thermique en régime stationnaire par unité de surface, pour une différence de température entre les milieux situés de part et d'autre d'un système [1,11].

- La valeur par défaut pour les facteurs correctifs e_k et e_l est 1,0.

II.3.3.2.2 Ponts thermiques

On appelle pont thermique toute discontinuité dans la qualité de l'isolation thermique de l'enveloppe. Ils peuvent être linéaires, comme par exemple une dalle ou un mur de refend traversant l'isolation intérieure, ou ponctuelle, comme une patte de fixation ou une poutre traversant l'enveloppe.

Généralement, toute façade, toute dalle, toute toiture, toute fenêtre comprend des ponts thermiques. On considère qu'il est tenu compte de ceux dus aux angles du bâtiment du fait que les données géométriques sont toujours mesurées à l'extérieur des murs. Les autres ponts thermiques, dus par exemple à l'interruption de l'isolation pour la tête de dalle ou à la jonction entre le vitrage et le cadre d'une fenêtre ou celle entre le cadre et le mur, doivent être introduits séparément.

Les ponts thermiques linéaires sont caractérisés par leur longueur et leur coefficient linéique de transmission de chaleur (coefficient ψ linéique en [W/m K]) [1, 11].

Seuls les ponts thermiques linéaires sont pris en compte dans le calcul, les ponts thermique traditionnels (ou encore appelées ponctuels) n'intervient pas dans le calcul des déperditions.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Et on a d'autre part :

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot (U_k + f_c) \qquad \text{(II-43)}$$

-$\mathbf{A_K}$: surface en [m^2].

-$\mathbf{U_K}$: coefficient de transmission surfacique en [W/ m^2.K].

-$\mathbf{f_C}$: Le supplément du pont thermique, il est donné dans le tableau II.8.

Tableau II.8 : Le supplément du pont thermique $f_{C,}$ [1,11].

Cas des ponts thermique	**$f_C$en [W/m².K]**
Pour les ponts isolés	0,10
Pour les ponts non isolés	0,05
Dans le cas général	$\mathbf{f_C} = \dfrac{\sum_v \Psi_v \cdot I_v \cdot e_l}{\mathbf{A_k}}$

II.3.3.3.Transmission vers les locaux non chauffés

- Ces déperditions concernent [11]:
  - ✓ Les murs donnant sur un espace non chauffé.
  - ✓ Les menuiseries portées dans des murs donnant sur l'espace non chauffé.
  - ✓ Les plafonds donnant sur un comble.
  - ✓ Les planchers donnant sur l'espace non chauffé (hors vide sanitaire et sous-sol non chauffé).
  - ✓ Les ponts thermiques donnant sur l'espace non chauffé.

II.3.3.3.1 Définition d'un local non chauffé

On entend par local non chauffé tout local pour le quel le chauffage n'existe pas ou risque d'être interrompu pendant de longues périodes, ainsi que tout local chauffé par intermittence.

Dans le cas du logement, les locaux non chauffés sont généralement les combles, les vides sanitaires, les caves, les greniers, les celliers, les garages et les circulations communes.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Les déperditions à travers une paroi en contact avec un local non chauffé sont pondérées par un coefficient $\mathbf{b_u}$, sans dimension, dite " coefficient de réduction de la température", la valeur de $\mathbf{b_u}$ comprise entre 0 et 1 [11].

Ces déperditions sont calculées par la relation suivante:

$$\Phi_{T,iue} = \sum H_{T,iue} \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \qquad \text{(II-44)}$$

-$\mathbf{H_{T,iue}}$ est le coefficient de déperdition par transmission vers un local non chauffé, il est calculé par la relation suivante:

$$H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_v \Psi_v \cdot l_v \cdot b_u \qquad \text{(II-45)}$$

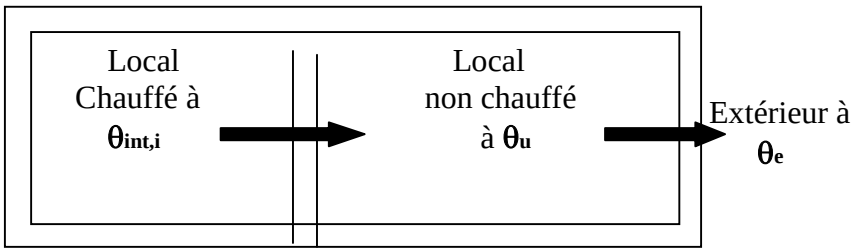
-$\mathbf{b_u}$: coefficient de réduction de la température, sans dimension [-].

II.3.3.3.2 Calcul du coefficient de réduction de la température

Le coefficient de réduction de la température b_u est le coefficient de réduction de température prenant en compte la différence de température entre le local non chauffé et la température extérieure [1,12].
Il s'obtient en faisant le bilan thermique du local non chauffé.

$$\mathbf{b_u} = \frac{\boldsymbol{\theta_{int} - \theta_u}}{\boldsymbol{\theta_{int} - \theta_e}} \qquad \text{(II-46)}$$

Où d'autre part :



-$\boldsymbol{\theta_u}$: température de local voisin non chauffé.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Si les paramètres qui déterminent la valeur du $\mathbf{b_u}$ sont inconnus, Alors la valeur du $\mathbf{b_u}$ est tirée à partir du tableau(A35).

Ces valeurs du $\mathbf{b_u}$ dans le tableau(A35) sont prises de la norme EN 12831, pour différentes pièces d'un local non chauffé (sous-sol, espace sous toiture, vide sanitaire), elles sont différentes d'un pays à l'autre, tout dépend des températures de bases intérieure et extérieure en hiver et la température du local non chauffé.

II.3.3.4.Transmission vers les locaux chauffés

Ce sont des pertes de chaleur d'un local chauffé vers un autre local chauffé avec des températures différentes, ils sont donnés par la relation suivante **[**1]:

$$\Phi_{T,ij} = \sum H_{T,ij} \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \qquad \text{(II-47)}$$

-$H_{T,ij}$ est le coefficient de déperdition par transmission du local chauffé vers un autre local chauffé à une température différente, il est donné par:

$$H_{T,ij} = \sum_k f_{i,j}.A_k.U_k \qquad \text{(II-48)}$$

-fi,j : facteur de réduction de température, entre la température du local chauffé et la température de base extérieure, il est calculé par la formule suivante:

$$f_{i,j} = \frac{(\theta_{int,i} - \theta_{\text{ du local voisin chauffé}})}{(\theta_{int,i} - \theta_e)} \qquad \text{(II-49)}$$

-$\theta_{\text{du local voisin chauffé}}$: C'est la température du local voisin chauffé en [°C]

- les ponts thermiques ne sont pas considérés dans ce calcul.

II.3.3.5. Transmission vers le sol

Les transmissions vers le sol sont des déperditions de chaleurs du local vers le sol qui concernent, les planchers sur terre-plein, les planchers sur vide sanitaire et les planchers sur sous-sol non chauffé, ils sont calculés par la formule suivante [1, 11]:

$$\Phi_{T,ig} = \sum H_{T,ig} \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \qquad \text{(II-50)}$$

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

-$\mathbf{H_{T,ig}}$ **:**Coefficient de déperdition par transmission vers le sol qui est égal**:**

$$H_{T,ig}= f_{g1} \cdot f_{g2}.(\sum_k A_k \cdot U_{equi.k}).G_w \qquad \text{(II-51)}$$

-f_{g1} : Le facteur de correction pour la fluctuation annuelle de la température extérieure.

-f_{g2} : Le facteur de réduction de température prise en compte de la différence entre la température du local et la température extérieure moyenne annuelle.

-G_w: Le facteur de correction à la considération de la nappe phréatique.

-$\mathbf{U_{equiv.k}}$: Le coefficient de transmission équivalent en [$W/m^2.k$].

Les coefficients correctifs f_{g1}et G_w sont donnés dans le paragraphe suivant :

- Des valeurs par défaut pour les facteurs correctifs f_{g1}et G_w :

f_{g1} = 1.45.

G_w = 1.00 si la distance entre la nappe phréatique éventuelle et la dalle de plancher est supérieure à 1 m.

G_w = 1.15 si la distance entre la nappe phréatique éventuelle et la dalle de plancher est inférieure à 1 m.

II.3.3.5.1.Déperditions par sous – sol non chauffé

Le coefficient de déperdition par transmission du plancher séparant un espace chauffé d'un sous-sol non chauffé se calcule selon l'équation (II-45).Le coefficient **U**sol du plancher se calcule comme pour un plancher sans influence du sol, c'est-à-dire que l'équation (II-51) ne s'applique pas (ni par conséquent les facteurs f_{g1}, f_{g2}et G_w).

II.3.3.5.2. Déperditions par plancher sur vide sanitaire

Le coefficient de déperdition par transmission d'un plancher sur vide sanitaire se calcule selon l'équation (II-45).Le coefficient **U**sol du plancher sur vide sanitaire se calcule comme pour un plancher sans influence du sol, c'est-à-dire que l'équation (8) ne s'applique pas (ni par conséquent les facteurs f_{g1}, f_{g2}et G_w).

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Le coefficient f_{g2} est déterminé par la relation suivante:

$$f_{g2} = \frac{\theta_{int} - \theta_{m,e}}{\theta_{int} - \theta_e} \qquad \text{(II-52)}$$

-θ_{int}: température intérieure de base du local concerné en [°C].

-$\theta_{m,e}$: température extérieure moyenne annuelle (définie dans le site du projet) en [°C].

-θ_e : température extérieure de base en hiver en [°C].

II.3.3.5.3.Calcul du coefficient de transmission équivalent

Le coefficient de transmission vers le sol équivalent il est en fonction du coefficient de transmission vers le sol et a un coefficient qui caractérise la géométrie du plancher et la hauteur de la dalle du plancher [12].

Donc :

$U_{equiv.k}$ = f (U_{sol}, B' et z)

Avec :

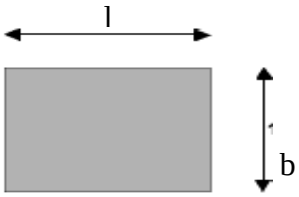
B': coefficient dépend de la géométrie du plancher, il est calculé par la relation suivante:

$$B' = A_g/0.5.p \qquad \text{(II-53)}$$

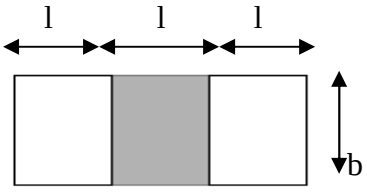
A_g: La surface de la dalle en [m^2].

-p : Le périmètre de la dalle respective en [m].

- **Z** : la hauteur de la dalle en [m] il est entre 1.5 m et 3 m



p = 2 (l+ b)



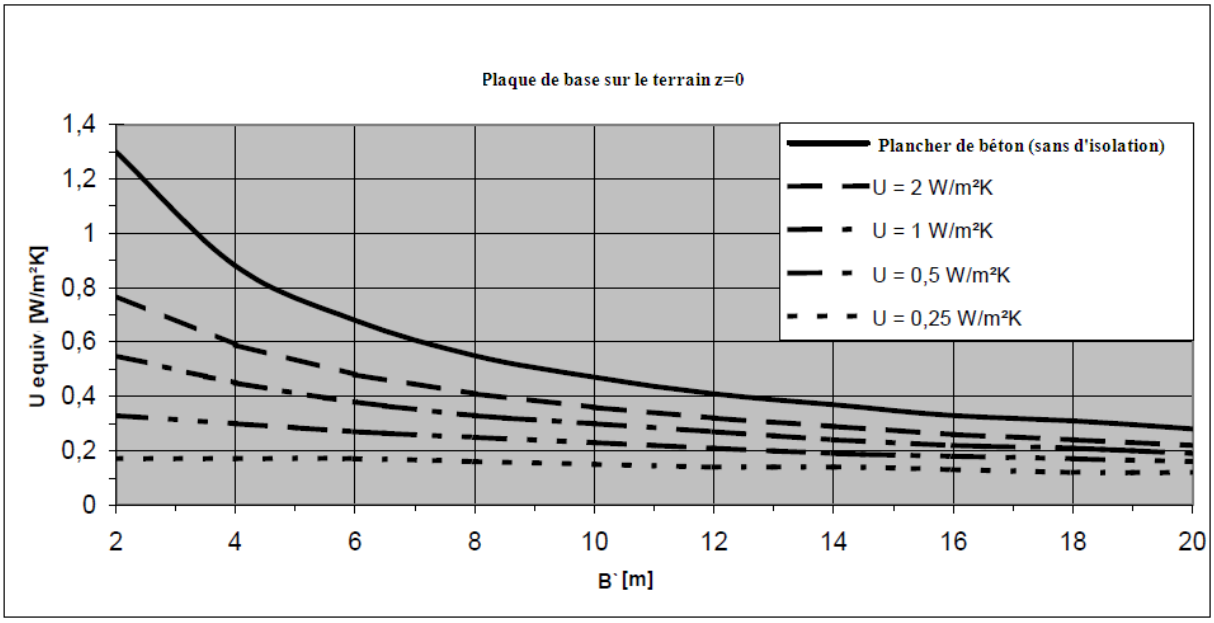
p = 2. l

Le schéma ci-dessus représente la méthode du calcul du périmètre de la dalle du plancher.

Le coefficient **$U_{equiv.k}$**est déterminé soit par les figures ci-dessous pour différents hauteurs ou bien les tableaux (A36) à (A38):

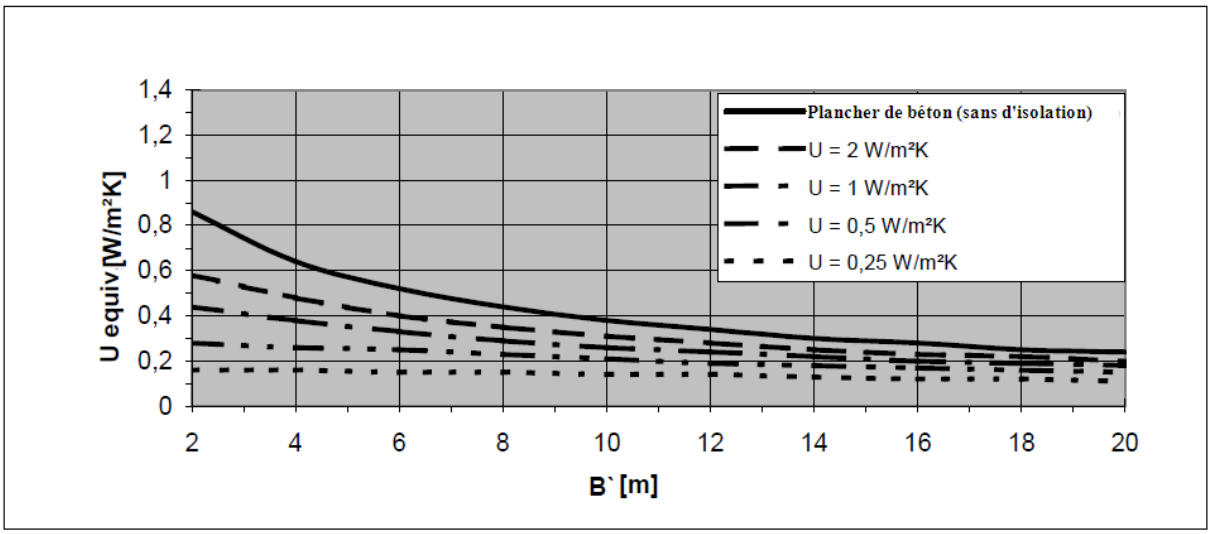
Les figures ci-dessous représentent la variation du**$U_{equiv.k}$**en fonction du**B'**, **U_{sol}**et **z**.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com



FigureII-3:diagramme d'Uequiv pour z = 0 m,[12]

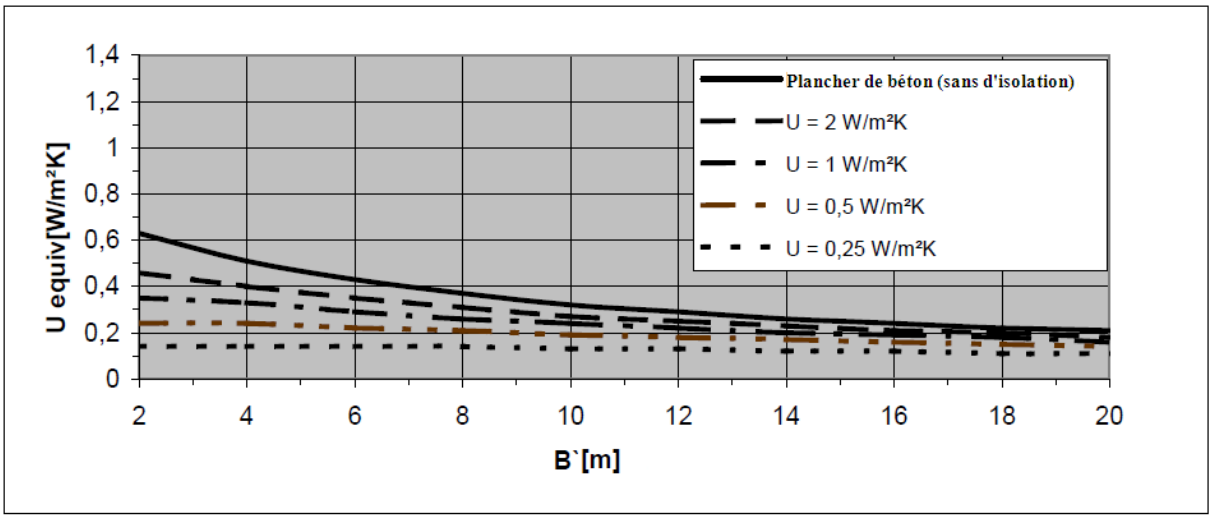
La figure représente les valeurs du coefficient de transmission équivalent des déperditions vers le sol pour **z** = 0 m (la dalle est pleine de terre).



FigureII-4: diagramme d'Uequiv pour z = 1,5 m,[12]

La figure représente les valeurs du coefficient de transmission équivalent des déperditions vers le sol, pour que la dalle soit inférieure au niveau du sol à **z** = 1,5 m.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com



FigureII-5: diagramme d'Uequiv pour z = 3 m, [12]

La figure représente les valeurs du coefficient de transmission équivalent U_{equiv} des déperditions vers le sol, pour que la dalle soit inférieure au niveau du sol à **z** = 3 m.

II.3.4. Déperditions par renouvellement d'air

Les déperditions par renouvellement d'air sont des pertes de chaleur qui proviennent des infiltrations d'air (perméabilité des parois), de l'entrée d'air neuf et de l'excédent d'air extrait (ventilation) [1].

II.3.4.1. Domaine d'application

Les déperditions par renouvellement d'air doivent prendre en compte seulement le dimensionnement des installations de chauffage des locaux d'habitation.
Les déperditions par renouvellement d'air d'un local ont pour expression :

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i}.(\theta_{int,i}-\theta_e) \qquad \text{(II-54)}$$

-$H_{v,i}$: coefficient de déperditions de chaleur par renouvellement d'air en [W/K].
Le coefficient de déperditions de chaleur par renouvellement d'air est calculé par :

$$H_{V,i}=V_i.\rho.c_p \qquad \text{(II-55)}$$

-V_i: débit volumique d'air du local chauffé i [m³/h].
-ρ: densité de l'air en [kg/m³].
-c_p : capacité de chaleur spécifique de l'air en [kJ/kgK].

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

ρ et $\mathbf{c_p}$ **:** Sont des constantes, alors on peut simplifier les calculs. On remplace ρ et $\mathbf{c_p}$ par leurs valeurs : $(\rho . \mathbf{c_p/3600} = 0{,}34)$

Donc, l'équation 55 devient alors:

$$H_{V,i}=0{,}34 . V_i \qquad \text{(II-56)}$$

La valeur du débit volumique est dépendante du système de ventilation respectif du secteur. Donc on peut distinguer :

- ✓ Renouvellement d'air hygiénique.
- ✓ Infiltration par l'enveloppe du bâtiment (perméabilité de l'air).
- ✓ Installations concernant la ventilation (débit d'air introduit et débit d'air extrait excédentaire).

II.3.4.2. Sans systèmes de ventilation

Les déperditions de chaleur par renouvellement d'air dépendent toujours des qualités thermiques de l'air extérieur et intérieur, c -à- d, les pertes de chaleur sont par conséquent proportionnelle à la différence de température entre la température de base intérieure et la température de base extérieure de l'air.

La ventilation des secteurs est le résultat des fuites d'enveloppe extérieure du l'air pénétrant correspondant aux conditions thermiques de l'air extérieur [1].

Pour ce la il faut calculer les deux débits:

Débit volumique d'air minimal hygiène nécessaire $V_{min,i}$	**Débit volumique d'air par infiltration de l'enveloppe du bâtiment $V_{inf,i}$**

Dans le calcul du débit volumique d'air de l'espace chauffé en (m^3/h) on prend la valeur maximale du débit volumique d'air minimal hygiène nécessaire et la valeur du débit volumique d'air par infiltration de l'enveloppe du bâtiment.

$$V_i = \max (V_{inf,i}, V_{min,i}) \qquad \text{(II-57)}$$

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

II.3.4.2.1 Débit volumique d'air minimale hygiène nécessaire

C'est le débit nécessaire en (m^3/h) qu'il faut assurer dans le local chauffé, il est calculé par la relation suivante [1, 10] :

$$V_{min,i} = n_{min}.V_l \qquad \text{(II-58)}$$

-n_{min}: Le minimum de renouvellement d'air en [h^{-1}] ces valeurs sont dans le tableau II.18.
-V_l: Volume du local chauffé (mesures d'intérieur) [m^3].

Tableau II.9: Valeurs de n_{min} pour différents locaux du EN 12831, [12].

Les locaux	**n_{min} [h^{-1}]**
Locaux habitables (cas standard)	0,5
La cuisine< 20m²	1,0
La cuisine > 20m²	0,5
W.C. ou salles de bains avec la fenêtre	1,5
Les bureaux	1,0
salles des réunions, salles des conférences, et des cours	2,0

II.3.4.2.2 Débit d'air par infiltration

Ce débit d'infiltration pour l'espace chauffé (i) en (m^3/h) est induit par le vent et le tirage thermique sur l'enveloppe du bâtiment, il est calculé par la formule suivante, [1, 11,12]:

$$V_{inf,i} = 2.V_l.n_{50}.e_i.\varepsilon_l \qquad \text{(II-59)}$$

-**2**: coefficient de correction [-].

-V_l: volume du local (mesure intérieure) en [m^3].

-n_{50}**:** taux horaire de renouvellement d'air exprimé en [h^{-1}], résultant d'une différence de pression de 50 Pa entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment, y compris l'effet des entrées d'air .-e_i: coefficient d'exposition au vent du local en [-].

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

-ε_i: facteur correctif de hauteur, prenant en compte l'augmentation de la vitesse du vent avec la hauteur de l'espace considéré au-dessus du niveau du sol en [-].

Un facteur **2** est introduit dans l'équation, par ce que la valeur de $\mathbf{n_{50}}$ est donnée pour le bâtiment entier, Le calcul doit prendre en compte le cas le plus défavorable, dans lequel tout l'air d'infiltration entre dans une seule face du bâtiment.

La valeur de $\mathbf{V_{inf,i}}$ doit être supérieur ou égale à zéro, les valeurs de $\mathbf{n_{50}}$doivent être données dans une annexe nationale à la présente norme , ces valeurs sont données dans le Tableau II.19*:* pour déférents type de construction des bâtiments.

Les valeurs du coefficient d'exposition et le facteur de correction de hauteur doivent être données dans une annexe nationale à la présente norme, ces valeurs sont données dans le Tableau II.11:et Tableau II.12:

Tableau II.10: Le taux horaire de renouvellement d'air n_{50} selon la norme DIN EN 12831, Allemand, En [m^3/h], [12].

construction	**n_{50} [h^{-1}]**		
	Les degrés l'étanchéité d'air de l'enveloppe de bâtiment (qualité de l'étanchéité de fenêtre)		
	Elevé (joints des fenêtres et portes de haute qualité)	**Moyen** (fenêtres à double vitrage, joints normales)	**Bas** (fenêtre à simple vitrage, pas de joints)
Maisons individuelles	3	6	9
Autre logements ou bâtiments	2	4	6

Pour les qualités d'étanchéité des fenêtres élevée, moyen et bas, on constate que le taux horaire de renouvellement d'air$\mathbf{n_{50}}$ varie de 3 à 9 pour les maisons individuelles, en contre partie les autre logements ou bâtiments se varie de 2 à 6.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tableau II.11: Coefficient d'exposition au vent e_i selon la norme DIN EN 12831, [12].

Classes d'exposition	**e_i[-]** **Local chauffé avec le nombre des ouvertures en dehors (fenêtres et portes)**				
	Aucun	Un	Deux	Trois	Plus que trois
Site non abrité (constructions isolées en bord de mer ou en rase campagne)	**0**	**0,05**	**0,1**	**0,15**	**+ 0,05 par ouverture**
Site modérément abrité (constructions situées dans les villes petites et moyennes ou à la périphérie)	**0**	**0,03**	**0,06**	**0,09**	**+ 0,03 par ouverture**
Site très abrité (constructions situées à l'intérieur des grands centres urbains)	**0**	**0,01**	**0,02**	**0,03**	**+ 0,01 par ouverture**

Les valeurs du coefficient d'exposition au vent e_i sont différentes selon les classes d'expositions et le nombre des ouvertures en dehors (fenêtres et portes) pour l'espace chauffé. Par exemple, sur le site non abrité **e_i** égale à 0, si les ouvertures plus de trois le coefficient d'exposition au vent augmente de 0,05 par ouverture.

Tableau II.12: Facteur correctif de hauteur ε_i selon la norme DIN EN 12831, [12].

Hauteur de local chauffé au-dessus du sol [m] (du centre du local au niveau du sol)	**Facteur correctif de hauteur ε_i [-]**
0 - 10	1,0
> 10 - 20	1,2
> 20 - 30	1,5
>30 - 40	1,7
> 40 - 50	2,0
> 50 - 60	2,1
> 60 - 70	2,3
> 70 - 80	2,4
> 80 - 90	2,6
> 90 - 100	2,8

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Le facteur correctif de hauteur dépend de la hauteur de l'espace chauffé au-dessus du sol, il varie de 1 jusqu' à 2,8 pour hauteurs de 0 m jusqu' à 100 m.

II.3.4.3. Avec système de ventilation

Si le débit volumique hygiène est supérieur au débit d'infiltration, l'utilisateur doit faire un système de ventilation mécanique.

Alors, les débits qui entrent pour déterminer le débit volumique d'air du local chauffé sont : le débit volumique d'air introduit dans le local chauffé, le débit volumique d'air extrait excédentaire et le débit d'infiltration [1].

La relation qui détermine le débit volumique d'air en(m^3/h) du local chauffé i est la suivante :

$$V_i = V_{inf,i} + V_{su,i} \cdot f_{v,su,i} + V_{mech,inf,i} \cdot f_{v,mech,inf,i} \quad \text{(II-60)}$$

-$V_{inf,i}$: Le débit volumique d'air d'infiltration de local i [m³/h].

-$V_{su,i}$: le débit volumique d'air introduit dans le local chauffé i [m³/h].

-$f_{v,su,i}$:Le facteur de correction de température du débit d'air introduit dans le local [-].

-$V_{mech,inf,i}$: débit volumique d'air excédentaire extrait du local i [m³/h].

-$f_{v,mech,inf,i}$: Le facteur de réduction de température pour l'air extrait excédentaire.

-$f_{v,mech,inf,i}$ = 1 Si le débit introduit dans le local chauffé est amené de l'extérieure

-$f_{v,mech,inf,i}$ = $f_{v,su,i}$ Si le débit introduit dans le local chauffé est amené d'un autre local.

II.3.4.3.1.Débit volumique d'air introduit dans le local

Ce débit est fourni par le concepteur du système de ventilation, si celui-ci est connu.

Sinon, on effectue le calcul de déperdition de renouvellement d'air comme pour une installation n'ayant pas de système de ventilation, ce débit est pondéré par un facteur de correction de température $f_{v,su,i}$.

Ce facteur est calculé par la relation suivante, [1, 11,12]:

$$f_{v,su,i} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{su,i}}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad \text{(II-61)}$$

-$\theta_{su,i}$: Température d'air introduit dans le local chauffé en [°C].

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

II.3.4.3.2 Débit d'air extrait excédentaire

Dans tout système de ventilation mécanique, le débit d'air excédentaire est remplacé par de l'air extérieur, et pour les locaux à usage tertiaire ce débit est déterminé par la relation suivante [1, 12]:

$$V_{mech,\ inf,i} = \max (V_{ex} - V_{su,\ i},\ 0) \qquad \text{(II-62)}$$

-V_{ex}: Débit d'air extrait en [m³/h].

-$V_{su,\ i}$: Le débit volumique d'air introduit dans le local chauffé i [m³/h].

La disposition d'une procédure qui permet de récupérer automatiquement comme débit extrait le débit entrant [extraction = soufflage].

Dans ce cas le débit extrait du local se met automatiquement à jours au fur et à mesure, Alors le débit d'air d'entré dans le local est même que le débit extrait.

$V_{mech,\ inf,i}$:est alors systématiquement égal à **0** dans ces conditions.

À la ventilation mécanique, le débit d'air introduit ne doit pas avoir nécessairement les conditions thermiques de l'air extérieur, car il influencé par les manières suivantes:

- ✓ Un système de récupération de chaleur.
- ✓ Un traitement central.
- ✓ Air amené d'espaces voisins.

Dans ces cas, il est pondéré par un facteur de réduction de température.

Aux installations de ventilation avec l'excédent d'air d'évacuation, la part d'air excédentaire doit être traitée et infiltré sur l'enveloppe du bâtiment.

II.3.5. Puissance de relance

II.3.5.1 Intermittence du chauffage

Pendant la nuit, le chauffage fonctionne en mode réduit (abaissement de la température intérieure de consigne). Lors du retour en mode normal, le chauffage doit être surpuissant pour que la consigne soit atteinte dans un temps raisonnable. Cette surpuissance est appelée **surpuissance de relance**. Elle dépend de l'inertie du bâtiment, le taux de renouvellement d'air et du temps de relance.

Dans la plupart des cas on peut utiliser une méthode pour calculer la relance (sauf si le bâtiment est à ossature légère, comme le bois) [1, 12].

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

La surpuissance de relance $\Phi_{RH,\,i}$ se calcule par la relation :

$$\Phi_{R,H,i} = A_i \cdot f_{RH} \qquad \text{(II-63)}$$

$\mathbf{A_i}$: Est la surface de plancher de la pièce en [m²]

f_{RH} : Facteur correctif en fonction du temps de relance et de la chute de température pendant le ralenti [W/m²].

La masse effective du bâtiment est donnée en trois catégories :

- ✓ Bâtiment de forte inertie (planchers et plafonds en béton et murs en briques ou en béton).
- ✓ Bâtiment d'inertie moyenne (planchers et plafonds en béton et murs légers);
- ✓ Bâtiments de faible inertie (faux plafonds, planchers surélevés et murs légers).

f_{RH} est donné dans les tableaux suivants en fonction que le bâtiment étudié soit résidentiel ou non selon la norme **EN 12831** :

Tableau II.13 : facteur correctif de relance f_{RH} avec un taux de 0.05m3/h, [12].

Temps de relance [h]	**f_{RH}[W/m²]**																	
	Chute prévue de la température intérieure lors du ralenti $\Delta\theta_{RH}$																	
	1 K			2 K			3 K			4 K			5 K			7 K		
	Inertie du bâtiment *																	
	l	m	s	l	m	s	l	m	s	l	m	s	l	m	s	l	m	s
0,5	**12**	**12**	**12**	**27**	**28**	**28**	**39**	**44**	**44**	**50**	**59**	**60**	-	-	-	-	-	-
1	**8**	**8**	**8**	**18**	**21**	**21**	**26**	**34**	**34**	**33**	**47**	**48**	-	-	-	-	-	-
2	**5**	**5**	**5**	**10**	**15**	**15**	**15**	**25**	**25**	**20**	**34**	**35**	**43**	**81**	**88**	**61**	**117**	**126**
3	**3**	**3**	**3**	**7**	**12**	**12**	**9**	**19**	**20**	**14**	**28**	**30**	**33**	**70**	**79**	**47**	**103**	**112**
4	**2**	**2**	**2**	**5**	**9**	**10**	**7**	**17**	**19**	**10**	**25**	**27**	**28**	**63**	**72**	**38**	**92**	**102**
*inertie du bâtiment: l : faible m : moyenne s : forte																		

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tableau II.14 : facteur correctif de relance f_{RH} avec un taux de 0.1m3/h, [12].

Temps de relance [h]	f_{RH}[W/m²]																	
	Chute prévue de la température intérieure lors du ralenti $\Delta\theta_{RH}$																	
	1K			2 K			3 K			4 K			5 K			7K		
	Inertie du bâtiment *																	
	l	m	s	l	m	s	l	m	s	l	m	s	l	m	s	l	m	s
0,5	**14**	**17**	**18**	**29**	**34**	**35**	**44**	**52**	**53**	**58**	**68**	**70**	-	-	-	-	-	-
1	**10**	**13**	**14**	**21**	**27**	**28**	**32**	**42**	**44**	**41**	**55**	**57**	-	-	-	-	-	-
2	**7**	**10**	**11**	**13**	**21**	**23**	**21**	**32**	**34**	**28**	**42**	**44**	**47**	**89**	**99**	**67**	**125**	**137**
3	**5**	**9**	**10**	**10**	**18**	**20**	**15**	**26**	**28**	**21**	**35**	**38**	**37**	**78**	**89**	**53**	**110**	**122**
4	**4**	**8**	**9**	**8**	**16**	**18**	**13**	**24**	**26**	**17**	**32**	**35**	**31**	**70**	**81**	**43**	**99**	**111**
*inertie du bâtiment: l:faible m: moyenne s: forte																		

II.3.6. Charge thermique nominale d'un local

Le calcul de la charge thermique permet de dimensionner les émetteurs de chaque pièce.
C'est la somme des déperditions par transmission, les déperditions par renouvellement d'air et la surpuissance de relance d'un local [1,11,12].

$$\Phi_{HL,i}=\Phi_{T,i}+\Phi_{V,i}+\Phi_{RH,i} \qquad \text{(II-64)}$$

II.3.7. Charge thermique nominale totale

C'est la charge thermique total d'un immeuble, elle est égale à la somme des charges thermiques nominales de chaque local de cet immeuble, elle est calculée par la relation suivante [1,12] :

$$\Phi_{HL}=\sum\Phi_{T,i}+\sum\Phi_{V,i}+\sum\Phi_{RH,i} \qquad \text{(II-65)}$$

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Bibliographie

[1] ERNST_SPRENGER.SCHRANEK : «LE RECKNAGEL » Génie climatique, université de Dortmund préface à l'édition française de B. MONTMOREAU, 1ère édition, PYC édition livres, Paris 2007.

[2] LE RECKNAGEL : «manuel pratique génie climatique» données fondamentales. Tome 01, 3éme édition, PYC édition livres, en France-JOUVE, 18, rue Saint-Denis, 75001 Paris, 1995.

[3] LE RECKNAGEL : «manuel pratique génie climatique» ventilation, climatisation, conditionnement d'air. Tome 03, 3éme édition, PYC édition livres, Paris, 2001.

[4] F-REINMUTH : « le choix d'un system de climatisation », 1ère édition, Tome 01, PYC édition livres, Paris.

[5] W. Maake, H.-J. Eckert, Jean-Louis Cauchepin: « Le Pohlman (manuel technique du froid) », 2ème édition, tome 1, PYC édition livres, Paris, 1993.

[6] ROBERT THEVILLE : «L'A.B.C.du froid (je monte….j'entretiens…) », 2ème édition, PYC édition livres, groupe édition parisiennes, Paris, 2007.

[7] M.REBZANI Braham et les autres, Le DTR C3.4 fascicule 2 : « règles de calcul des apports calorifique des bâtiments : climatisation, 1ère édition, (OPGI Mascara), Alger, 2005.

[8] M.REBZANI Braham et les autres, Le DTR C3.2 fascicule 1 : «règles de calcul des déperditions calorifiques », 1ère édition, (OPGI Mascara), Alger, 1999.

[9] GEORGES VRINAT : «*Technique de l'ingénieur* », traité génie énergétique, B9745, Date de publication : 10 août 1996.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

[10] Séminaire : « *La technique de chauffage DIN EN 12831 : Principes du calcul* », Université technique de Darmstadt, R.F.A : République fédérale d'Allemagne, Allemagne, 2004.

[11] Dipl.-Ing. Hans Markert, ETU Software GmbH: « *la norme européenne DIN EN 12831* », R.F.A, Tendances techniques, BHKS-Almanach 011-030.pdf - 965 KB, Octobre 2004.

[12] UWE MAYER : « *L'équipement pour le calcul de la charge de chauffage : les annexes de la norme DIN EN 12831* », Université des Sciences Appliquées de Oldenburg / Ostfriesland / Wilhelmshaven, Faculté d'Architecture - WS 7.6, R.F.A, avril, 2004.

[13] W. H Carrier « Manuel Carrier »1ere partie : bilan thermique, 2éme édition, Imprimé par Arthur Dixon, Angleterre, 1960.

[14] http://fr.wikipedia.org/wiki/Chambre_froide (consulter le : février 2010)

[15] www.clim-froid.com (consulter le : février 2010)

[16] www.xpair.com (consulter le : février 2010)

[17] www.pagesperso-orange.fr (consulter le : février 2010)

[18] www.aquadesign.be : article-4781 (consulter le : février 2010)

[19] www.novatairm.com/categorie,calculs-chauffage,1978125.html (consulter le : février 2010).

[20] www.fisa.fr (consulter le : février 2010).

[21] http://produits-btp.batiproduits.com (consulter le : février 2010).

[22] www.fauconnet.fr (consulter le : février 2010).

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tableau(A1) : la différence de température équivalente pour les murs extérieurs, [7].

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tableau(A2) : la différence de température équivalente pour les toits, [7].

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tableau(A3) : facteur de correction CΔte, [7].

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tableau (A4): Facteurs d'absorption, [7].

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

Tableau (A5): Valeurs de C_{lnc} pour une température de base supérieure ou égale à 46°C, [7].

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

Tableau (A6): Valeurs de C_{lnc} pour une température de base égale à 41°C, [7].

$TS_{b,e} = 41$ °C									
Heure	Cas 1	Cas 2	Cas 3	Cas 4	Heure	Cas 1	Cas 2	Cas 3	Cas 4
1	-4	-17	-5	-6	13	6	-7	4	-2
2	-5	-18	-6	-7	14	7	-6	4	-1
3	-7	-19	-7	-7	15	8	-5	5	-1
4	-6	-19	-7	-7	16	7	-6	4	-2
5	-6	-19	-6	-7	17	7	-7	3	-3
6	-6	-18	-6	-6	18	6	-8	3	-3
7	-4	-17	-5	-5	19	5	-9	2	-4
8	-3	-15	-3	-3	20	4	-10	1	-6
9	-1	-14	-3	-7	21	3	-11	0	-1
10	1	-12	-1	-6	22	1	-12	-2	-3
11	3	-10	1	-4	23	-1	-14	-3	-4
12	5	-8	3	-3	24	-3	-16	-4	-5

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tableau (A7): Valeurs de C_{lnc} pour une température de base égale à 37°C, [7].

$TS_{b,e}$ = 37 °C									
Heure	Cas 1	Cas 2	Cas 3	Cas 4	Heure	Cas 1	Cas 2	Cas 3	Cas 4
1	-3	-16	-4	-5	13	4	-9	2	-4
2	-4	-17	-5	-6	14	5	-8	2	-3
3	-5	-18	-6	-6	15	6	-8	3	-3
4	-6	-18	-6	-7	16	6	-7	3	-3
5	-6	-18	-6	-6	17	6	-8	3	-3
6	-6	-18	-6	-6	18	5	-8	2	-4
7	-5	-18	-6	-6	19	4	-9	2	-5
8	-4	-16	-4	-4	20	4	-10	1	-6
9	-3	-15	-4	-9	21	3	-11	0	-1
10	-1	-14	-3	-8	22	2	-11	-1	-2
11	1	-12	-1	-6	23	0	-13	-2	-3
12	2	-11	0	-5	24	-1	-14	-3	-4

Tableau (A8): Valeurs de C_{lnc} pour une température de base égale à 34°C, [7].

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

Tableau (A9): Valeurs de C_{lnc} pour une température de base égale à 30,5°C, [7].

$TS_{b,e}$ = 30,5 °C									
Heure	Cas 1	Cas 2	Cas 3	Cas 4	Heure	Cas 1	Cas 2	Cas 3	Cas 4
1	-2	-15	-4	-4	13	2	-11	0	-6
2	-3	-16	-4	-5	14	2	-11	0	-6
3	-4	-16	-5	-5	15	3	-11	0	-6
4	-4	-17	-5	-5	16	3	-10	1	-5
5	-4	-17	-5	-5	17	3	-11	0	-6
6	-4	-17	-5	-5	18	2	-11	0	-6
7	-4	-16	-4	-4	19	2	-11	0	-7
8	-3	-16	-4	-4	20	1	-12	-1	-7
9	-2	-15	-4	-8	21	1	-12	-1	-2
10	-1	-14	-3	-8	22	0	-13	-2	-3
11	0	-13	-2	-7	23	-1	-13	-2	-3
12	1	-12	-1	-7	24	-1	-14	-3	-4

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tableau(A10) : Le coefficient d'amortissement $N_{PVI}(t)$pour 24hde fonctionnement –sans protection, [7].

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tableau(A11) : Le coefficient d'amortissement $N_{PVI}(t)$pour 24hde fonctionnement –avec protection, [7].

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tableau(A12) : Le coefficient d'amortissement $N_{PVI}(t)$pour 16hde fonctionnement –sans protection, [7].

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tableau(A13) : Le coefficient d'amortissement $N_{PVI}(t)$pour 16hde fonctionnement –avec protection, [7].

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tableau(A14) : Le coefficient d'amortissement $N_{PVI}(t)$pour 12hde fonctionnement, [7].

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tableau (A16) : Facteur solaire des vitrages spéciaux en simple épaisseur, [7].

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

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tableau (A17) : Facteur solaire des vitrages doubles, [7].

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

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tableau (A18) : Facteur solaire des vitrages avec protection intérieure, [7].

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

Tableau (A19) : Facteur solaire des vitrages avec protections extérieures, [7].

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

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tableau (A20) : Facteur solaire des parois vitrées avec protection entre deux vitrages, [7].

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

Tableau (A21): Coefficients de simultanéité des gains internes, [7].

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

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tableau (A22) : Coefficient d'amortissement ($N_{Al.j}$) relatif à l'apport interne j, [7].

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tableau (A23): Apports calorifiques dus aux appareils ménagers et de restaurants, [7].

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

Tableau (A15): Facteur solaire des dalles, pavés de verre, [7].

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

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tableau (A24): Apports calorifiques dus aux machines de bureaux, [7].

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

Tableau (A25): Apports calorifiques dus à divers appareils, [7].

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

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tableau (A26) : Apports calorifiques dus aux appareils à gaz, [7].

Appareils	Gains à admettre (en W)		
	Sens.	Lat.	Total
Percolateur W_n = 1000 W	400	105	505
W_n = 150 W	115	30	145
Chauffe-plats (par m² de surface)	2685	1420	4105
Friteuse W_n = 4175 W	1235	820	2055
W_n = 7035 W	2110	1405	3515
Grill W_n = 10840 W	4215	1065	5280
Four (par m² de surface) W_n = 4420 W	1325	1325	2650
Petit bec Bunsen (brûleur D 11 mm)	490	130	620
Gros bec Bunsen (brûleur D 38 mm)	980	270	1250

Tableau (A27): Principales caractéristiques des combustibles gazeux, [7].

Combustible	Gaz naturel Hassi R'Mel	Propane commercial	Butane commercial
Composition des principaux constituants (%)	CH_4 : 85,99 C_2H_6 : 9,98 N_2 : 6,15	C_3H_8 : 97,91 C_2H_6 : 1,83	NC_4H_{10} : 61,46 IC_3H_{10} : 37,47
PC_{sup} (en KJ/m^3 de gaz)	42 480	98 200	120 000
m_{vap} (kg/m^3 de gaz)	1,6	2,8	3,7

Tableau (A28) : Détermination des surfaces S_i et de r_e, [7].

Forme de la paroi	Caractéristiques géométriques de la paroi	Surface Si (m²)	r_e (m².°C/W)
rectangulaire	longueur : a largeur : b	a × b	Flux horizontal : r_e = 0,12 Flux descendant : r_e = 0,17
circulaire	Rayon intérieur	$\pi \times R_i^2$	Flux ascendant : r_e = 0,10
cylindrique	Rayon intérieur : R_i longueur du cylindre : L	$2 \times \pi \times L \times R_i$	r_e = 0,15
sphérique	Rayon intérieur : R_i	$4 \times \pi \times R_i^2$	
calotte sphérique	Rayon intérieur : R_i hauteur de la calotte : d	$2 \times \pi \times R_i \times d$	

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tableau (A29) : coefficient linéique k des tuyauteries en acier non calorifugée, [7].

Tableau (A30) : coefficient linéique k des tuyauteries calorifugées, [7].

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tableau(A31) : coefficient linéique k des tuyauteries en cuivre non calorifugée, [7].

Tableau (A32) : le débit d'air neuf, [4].

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

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Locaux de restauration: -cafés, restaurant, cantine…….	22	30
Locaux à usage sportif : **-par sportif** -dans une piscine -Dans une autres locaux Par spectateur……	 22 25 18	 - 30 30

Tableau (A33): Infiltrations par les portes et fenêtres, [7].

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

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tableau (A34) : Température intérieure de base selon la norme DIN EN 12831, Allemand. , [10,12].

Numérotation	Les locaux chauffants	Le température intérieur de base θ_{int} [°C]
1	Habitation - et dortoirs	+ 20
2	Bureaux, salles de séance, salles d'exposition, espaces d'escalier principale, Les halls	+ 20
3	Les hôtels	+ 20
4	Salles de vente et magasins communs	+ 20
5	Les salles de classe commune	+ 20
6	Les théâtres, et concert espaces	+ 20
7	Bains - et salles de douche, vestiaires, généralement l'utilisation de vitrage nu	+ 24
8	Les espaces de W.C	+ 20
9	Salles d'attenantes, couloirs, cages d'escalier	+ 15
10	caves, débarras	+ 10

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tableau (A35) : Valeurs du coefficient de réduction de température b_u selon la norme DIN EN 12831, Allemand. , [10,12].

Local non chauffé	**b_u**
Local.	
Avec seulement 1 mur extérieur.	0.4
Avec au moins 2 murs extérieurs sans porte extérieur.	0.5
Avec au moins 2 murs extérieurs et des portes extérieures (p. ex. entrées garages).	0.6
Avec au moins 3 murs extérieurs (p. ex. escalier extérieur).	0.8
Sous-sol.	
Sans fenêtres ni portes extérieures.	0,5
Avec fenêtres ou portes extérieures.	0,8
Local sous toiture.	
Local sous toiture fortement ventilé (p.ex. couvertures en tuiles ou autres matériaux formant couverture discontinue) sans feutres ou panneaux en sous face.	1.0
Autre toiture non isolée.	0.9
Toiture isolée.	0.7
Circulations intérieures.	
(sans murs extérieurs, taux de renouvellement d'air intérieur à 0,5 h^{-1})	0
Circulations ouvertes sur l'extérieur.	
(air des ouvertures / volume de l'espace > 0,005m^2/m^3)	1.0

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tableau (A36): Uequiv pour z = 0 m, [12].

Valeurs de B'	U_{equiv} (pour Z=0 m)				
	Aucune isolation	U_{sols} = 2,0 W/m²K	U_{sols} = 1,0 W/m²K	U_{sols} = 0,5 W/m²K	U_{sols} = 0,25 W/m²K
2	**1,30**	**0,77**	**0,55**	**0,33**	**0,17**
4	**0,88**	**0,59**	**0,45**	**0,30**	**0,17**
6	**0,68**	**0,48**	**0,38**	**0,27**	**0,17**
8	**0,55**	**0,41**	**0,33**	**0,25**	**0,16**
10	**0,47**	**0,36**	**0,30**	**0,23**	**0,15**
12	**0,41**	**0,32**	**0,27**	**0,21**	**0,14**
14	**0,37**	**0,29**	**0,24**	**0,19**	**0,14**
16	**0,33**	**0,26**	**0,22**	**0,18**	**0,13**
18	**0,31**	**0,24**	**0,21**	**0,17**	**0,12**
20	**0,28**	**0,22**	**0,19**	**0,16**	**0,12**

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tableau (A37): Uequiv pour z = 1.5 m, [12].

Valeur de B'	U_{equiv} (pour z=1,5 m)				
	Aucune isolation	U_{sols} = 2,0 W/m²K	U_{sols} = 1,0 W/m²K	U_{sols}= 0,5 W/m²K	U_{sols} = 0,25 W/m²K
2	**0,86**	**0,58**	**0,44**	**0,28**	**0,16**
4	**0,64**	**0,48**	**0,38**	**0,26**	**0,16**
6	**0,52**	**0,40**	**0,33**	**0,25**	**0,15**
8	**0,44**	**0,35**	**0,29**	**0,23**	**0,15**
10	**0,38**	**0,31**	**0,26**	**0,21**	**0,14**
12	**0,34**	**0,28**	**0,24**	**0,19**	**0,14**
14	**0,30**	**0,25**	**0,22**	**0,18**	**0,123**
16	**0,28**	**0,23**	**0,20**	**0,17**	**0,13**
18	**0,25**	**0,22**	**0,19**	**0,16**	**0,12**
20	**0,24**	**0,20**	**0,18**	**0,15**	**0,11**

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tableau (A38): Uequiv pour z = 3m, [12].

Valeurs de B'	U_{equiv} (pour z= 3 m)				
	Aucune isolation	U sols = 2,0 W/m²K	U sols= 1,0 W/m²K	U sols = 0,5 W/m²K	U sols = 0,25 W/m²K
2	**0,63**	**0,46**	**0,35**	**0,24**	**0,14**
4	**0,51**	**0,40**	**0,33**	**0,24**	**0,14**
6	**0,43**	**0,35**	**0,29**	**0,22**	**0,14**
8	**0,37**	**0,31**	**0,26**	**0,21**	**0,14**
10	**0,32**	**0,27**	**0,24**	**0,19**	**0,13**
12	**0,29**	**0,25**	**0,22**	**0,18**	**0,13**
14	**0,26**	**0,23**	**0,20**	**0,17**	**0,12**
16	**0,24**	**0,21**	**0,19**	**0,16**	**0,12**
18	**0,22**	**0,20**	**0,18**	**0,15**	**0,11**
20	**0,21**	**0,18**	**0,16**	**0,14**	**0,11**

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Nomenclature

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com