

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Hassiba Ben Bouali de Chlef

Faculté des Sciences et Science de l'Ingénieur
Département de Mécanique

MEMOIRE DE MAGISTER

Présenté par :

AHMED DEKKICHE

En vue de l'Obtention du Diplôme de Magister en Génie Mécanique

OPTION : ENERGETIQUE

Thème :

CONCEPTION D'UN LOGICIEL DE
CLIMATISATION FONCTIONNANT SOUS
WINDOWS

Soutenu le :

Devant le jury composé de :

Bettahar A.	Pr.	Président	UHBB/Chlef
Benarous M.	MC.	Examineur	UHBB/Chlef
Tahar Abbes M.	MC.	Examineur	UHBB/Chlef
Zaaraoui A.	Dr.	Examineur	UHBB/Chlef
Bousbahi M.	MACC.	Examineur	UST/Oran
Loukarfi L.	Pr.	Rapporteur	UHBB/Chlef

Promotion : 2000

ملخص:

تتمثل هذه الدراسة في إنجاز برنامج معلوماتي لتكييف الهواء الذي يسمح بحساب الحصيلة الحرارية الشتوية و الصيفية للغرف المراد تكييفها كما يقوم بتحديد مختلف تدفقات الهواء الضرورية لتكييف مبنى (سكاني, مكاتب, مستشفى, مطار, مسجد. . .) واقع في أي نقطة من التراب الوطني. كما يسمح برسم المخططات البيانية لمختلف الأكتسابات الحرارية للحيز المكيف أخذينا بعين الاعتبار جميع المعلومات الخاصة بهذا المكان.

Résumé :

Dans cette étude nous avons essayé de développer un logiciel de climatisation qui permettra de calculer les bilans thermiques hivernal et estival pour les locaux à climatiser et de déterminer les différents débits d'air qui entrent en jeu dans l'installation de climatisation d'un bâtiment (habitation, bureaux, hôpital, aéroport, mosquée...) à n'importe quel endroit de notre pays et de tracer l'évolution des différents apports thermiques des locaux climatisés en fonction de toutes les informations dont on dispose concernant ce lieu.

Abstract :

In this study we tried to develop a software of air-conditioning which will make it possible to calculate the heat balances for winter and summer for the buildings to be air-conditioned and to determine the various air flows which come into play the installation of air-conditioning of a building (dwelling, offices, hospital, airport, mosque...) to any place of our country and to trace the evolution of the various thermal contributions of the buildings air-conditioned according to all information of which one lays out concerning this place.

Sommaire

Sommaire	Page
Introduction	
Historique	1
Introduction Générale	1
Raisons d'être des installations de climatisation	2
But de l'étude	3
Chapitre I : Généralités	
I.1 : Transfert Thermique	5
I.1.1 : conduction	5
I.1.2 : convection	6
I.1.3 : Rayonnement	6
I.1.4 : Equation fondamentale de la transmission de chaleur	7
I.2 : Coefficient de transmission thermique surfacique des parois K	7
I.2.1 : Calcul du coefficient K des parois opaques	8

III.1.4 : Détermination de la charge frigorifique maximale	97
III.2 : Bilan Thermique d'hiver	
III.2.1 : Calcul des besoins calorifiques du bâtiment	98
III.2.1.1 : Besoins calorifiques pour pertes par transmission (Q_T)	98
III.2.1.2 : Besoins calorifiques pour pertes par Ventilations (Q_L)	114
Chapitre IV : Distribution de l'air dans les installations de climatisation	
IV.1 : Etude générale d'une installation de climatisation	117
IV.1.1 : Conception générale	117
IV.1.2 : Calcul des débits de soufflage	120
IV.1.3 : Calcul du débit d'air d'extrait	122
IV.1.4 : Calcul du débit total d'air neuf	122
IV.1.5 : Calcul du débit total d'air recyclé	123
IV.2 : Distribution de l'air dans les locaux	124
Chapitre V : Présentation du logiciel de climatisation « UHBClim »	
V.1 : Présentation du langage de programmation Delphi	126
V.1.1 : Principes de développement en Delphi	127
V.1.2 : Delphi et Windows	127

V.2 : Présentation du logiciel UHBClim	127
V.2.1 : Caractéristiques et fonctions du logiciel	128
V.2.1.1 : Données de base	129
V.2.2 : Processus de calcul	129
V.2.3 : Code source du logiciel	148
V.2.4 : Présentation visuelle	150
Conclusion	160
Annexe A	161
Annexe B	169
Annexe C	175

Nomenclature

Les principaux symboles et abréviations utilisés dans cette thèse sont présentés ci-après.

Symbole	Signification	Unité
A%	Pourcentage de majoration sur K	%
AE	Apports calorifiques effectifs	W
AI _l	Partie latente des apports calorifiques internes	W
AI _{l,ec}	partie latente des apports internes dus à l'éclairage	W
AI _{l,j}	Partie latente d'apport interne j	W
AI _{l,oc}	partie latente des apports internes dus aux occupants	W
AI _{l/p}	apport latent dégagé par une personne	W/Pers.
AINF _l	Partie latente des apports calorifiques dus aux infiltrations d'air extérieur	W
AINF _s	Partie sensible des apports calorifiques dus aux infiltrations d'air extérieur	W
AI _s	Partie sensible des apports calorifiques internes	W
AI _{s,ec}	partie sensible des apports internes dus à l'éclairage	W
AI _{s,j}	Partie sensible d'apport interne j	W
AI _{s,oc}	Partie sensible des apports internes dus aux occupants	W
AI _{s/p}	Apport sensible dégagé par une personne	W/Pers.
alt	altitude	m
APO	Apports calorifiques à travers les parois opaques	W
APOI _{lc}	Apports calorifiques à travers une paroi opaque en contact avec un local climatisé	W
APOI _{lnc}	Apports calorifiques à travers une paroi opaque en contact avec un local non climatisé	W
APO _s	Apporte de chaleur à travers une paroi en contact avec le sol	W
AT	Apports calorifiques totaux	W
AV	Apports calorifiques à travers les parois vitrées	W
AVE	Apports calorifiques à travers une paroi vitrée extérieure	W
AVI _{lc}	Apporte de chaleur à travers une paroi vitrée en contact avec un local climatisé	W
AVI _{lnc}	Apporte de chaleur à travers une paroi vitrée en contact avec un local non climatisé	W
AVR	Apports calorifiques par rayonnement à travers une paroi vitrée extérieure	W
AVT	Apports calorifiques par transmission à travers une paroi vitrée extérieure	W
C _{lnc}	Coefficient correcteur	°C
CS _j	Coefficient de simultanéité relatif à l'apport interne j	-
C _{te}	Facteur de correction	°C
C _{TS}	Coefficient correcteur	-
D _{bt}	Déperditions calorifiques de base par transmission	W
DH _{b,i}	Humidité relative de base de l'air intérieur	%
D _{li}	Déperditions calorifiques surfaciques à travers les liaisons	W/°C

Nomenclature

D_{Inc}	déperditions à travers les parois en contact avec les locaux non chauffés	$W/^{\circ}C$
D_s	Déperditions calorifiques surfaciques à travers les parois	$W/^{\circ}C$
D_{sol}	Déperditions calorifiques à travers les parois en contact avec le sol	$W/^{\circ}C$
D_t	Déperditions calorifiques par transmission	$W/^{\circ}C$
e	Epaisseur de la couche de matériau	m
E	Est	-
e_1	Longueur d'ombre latérale	m
e_2	Longueur d'ombre verticale	m
EAT	Ecart annuel de température	$^{\circ}C$
E_b	Ecart diurne de base	$^{\circ}C$
ENT	Enthalpie	KJ/Kg_{as}
FS	Facteur solaire du vitrage	-
h_e	Coefficient d'échange superficiel extérieur	$W/m^2.^{\circ}C$
h_i	Coefficient d'échange superficiel intérieur	$W/m^2.^{\circ}C$
HS	Humidité spécifique de l'air	g_{vap}/Kg_{as}
$HS_{b,e}$	Humidité spécifique de base de l'air extérieur	g_{vap}/Kg_{as}
I_d	Rayonnement diffus maximal réel	W/m^2
$I_{d,b}$	Rayonnement diffus de base	W/m^2
I_t	Rayonnement total maximal réel	W/m^2
$I_{t,b}$	Rayonnement total de base	W/m^2
$I_{t,b}$	Rayonnement total de base	W/m^2
$I_{t,b}(^{\circ}40)$	Rayonnement total de base pour le mois de juillet et la latitude $^{\circ}40$ Nord	W/m^2
K	Coefficient de transmission thermique surfacique	$W/m^2.^{\circ}C$
K_c	Coefficient de transmission thermique corrigé	$W/m^2.^{\circ}C$
K_{moy}	Coefficient de transmission thermique surfacique moyen	$W/m^2.^{\circ}C$
K_{vn}	Coefficient de transmission thermique du vitrage	$W/m^2.^{\circ}C$
M	Masse rapportée à la surface du plancher	m^2
m_{vap}	Masse d'eau apportée par la combustion du gaz	Kg/m^3
n	Nombre de couches de matériaux formant une paroi	-
N	Nord	-
$N_{AI,j}$	Coefficient d'amortissement relatif à l'apport interne j	-
NE	Nord Est	-
N_L	Nombre de lampes ou de tubes fluorescents	-
NO	Nord Ouest	-
N_p	nombre de personnes	-
N_{PVI}	Coefficient d'amortissement relatif aux gains par ensoleillement à travers une paroi vitrée extérieure	-
O	Ouest	-
P	Puissance dégagée surfacique des luminaires	W/m^2
PA	Pression atmosphérique	Pa
PC	Pouvoir calorifique	J/m^3
PC_{sup}	Pouvoir calorifique supérieur du combustible	J/m^3
PP	Pression partielle de vapeur d'eau	Pa

Nomenclature

Q_L	Besoins calorifiques pour les pertes par ventilation	W
Q_T	Besoins calorifiques pour les pertes par transmission	W
Q_{total}	Besoins calorifiques totaux	W
R	Résistance thermique d'une couche de matériau	$m^2 \cdot ^\circ C / W$
R_a	Résistance thermique d'une lame d'air	$m^2 \cdot ^\circ C / W$
S	Sud	-
S_{app}	Surface de la zone apport	m^2
SE	Sud Est	-
S_{int}	Surface intérieure totale de la paroi opaque	m^2
S_o	Surface vitrée à l'ombre	m^2
SO	Sud Ouest	-
S_{ouv}	Surface d'ouverture dans la paroi opaque	m^2
S_{pl}	Surface de plancher du local climatisé	m^2
S_{pl}	Surface de plancher	m^2
SV	Surface totale vitrée	m^2
SV_{enc}	Surface vitrée ensoleillée	m^2
TS_a	Température sèche de l'air intérieur du local adjacent climatisé	$^\circ C$
$TS_{b,e}$	Température sèche de base de l'air extérieur	$^\circ C$
$TS_{b,i}$	Température sèche de base de l'air intérieur du local climatisé	$^\circ C$
TS_e	Température sèche de l'air extérieur	$^\circ C$
TS_m	Température moyenne sèche de l'air extérieur	$^\circ C$
V	volume du local	m^3
W_a	Puissance absorbée du moteur électrique	W
W_{eff}	Puissance effective	W
W_n	puissance nominale de l'ampoule ou du tube fluorescent	W
Z	Différence de niveau	m

Symboles grecs :

\dot{V}_{inf}	Débit d'air du aux infiltration d'air extérieur	m^3/h
$\dot{V}_{inf,oi}$	Débit d'infiltration pour l'ouvrant i	$m^3/h \cdot m^2$
Δt_e	Différence de température équivalente	$^\circ C$
Δt_{es}	Différence de température équivalente non corrigé (conditions standard) Pour une paroi à l'ombre	$^\circ C$
Δt_{em}	Différence de température équivalente non corrigé (conditions standard) Pour une paroi ensoleillée	$^\circ C$
α	Facteur d'absorption de la paroi	-
ΔTS_{max}	Différence maximale de température sèche de l'air entre l'extérieur et l'intérieur	$^\circ C$
ΔT_{inc}	Ecart de température entre espace non conditionné et local climatisé	$^\circ C$
λ	Conductivité thermique du matériau	$W/m \cdot ^\circ C$

Nomenclature

β	Hauteur du soleil	degré
Φ	azimut solaire	degré
φ	azimut d'une paroi	degré
η_m	Rendement du moteur électrique	-
ΔP	Pression d'un ventilateur (hauteur manométrique d'une pompe)	Pa
\dot{q}_n	Débit nominal de l'appareil	m ³ /s
θ_f	Température du liquide	°C

Liste des tableaux

CHAPITRE I

Tableau I.1 : Résistances thermiques d'échanges superficiels intérieures et extérieures des parois (hiver)	8
Tableau I.2 : Résistances thermiques d'échanges superficiels intérieures et extérieures des parois (été)	9
Tableau I.3 : Résistances thermique de la lame d'air	10
Tableau I.4 : Coefficients de transmission thermique du vitrage nu	11
Tableau I.5 : Coefficients de transmission thermique des portes	12
Tableau I.6 : pourcentage de correction sur K	13

CHAPITRE II

Tableau II.1 : Conditions extérieures de base en été	16
Tableau II.2 : Valeurs de C_{TS}	17
Tableau II.3 : Corrections pour le mois de septembre	17
Tableau II.4 : Valeurs du rayonnement de base	19
Tableau II.5 : Valeurs du coefficient de correction C_{ros}	20
Tableau II.6 : Valeurs de la température extérieure de base en hiver	21

Chapitre III

Tableau III.1 : Facteurs BF en fonction du type de local	29
Tableau III.2 : Valeur des coefficients majorateurs des gains sensibles et latents	30
Tableau III.3 : Différence équivalente de température pour les murs extérieurs verticaux	35
Tableau III.4: Différence équivalente de température pour les toits	36
Tableau III.5: facteur de correction $C_{\Delta t_e}$	36

Tableau III.6 : Valeurs de Facteur d'absorption α	37
Tableau III.7 : Valeurs de C_{Inc} pour une température de base supérieure ou égale à 46°C	40
Tableau III.8 : Valeurs de C_{Inc} pour une température de base égale à 41°C	40
Tableau III.9 : Valeurs de C_{Inc} pour une température de base égale à 37°C	41
Tableau III.10: Valeurs de C_{Inc} pour une température de base égale à 34°C	41
Tableau III.11 : Valeurs de C_{Inc} pour une température de base égale à 30.5°C	42
Tableau III.12 : Valeurs de Z_{lim} (en m)	43
Tableau III.13 : Coefficient d'amortissement pour 24 heures de fonctionnement de l'installation pour des parois vitrées sans protection	50
Tableau III.14 : Coefficient d'amortissement pour 24 heures de fonctionnement de l'installation pour des parois vitrées avec protection	51
Tableau III.15 : Coefficient d'amortissement pour 16 heures de fonctionnement de l'installation pour des parois vitrées sans protection	52
Tableau III.16 : Coefficient d'amortissement pour 16 heures de fonctionnement de l'installation pour des parois vitrées avec protection	53
Tableau III.17 : Coefficient d'amortissement pour 12 heures de fonctionnements de l'installation pour des parois vitrées sans protection ou avec protection	54
Tableau III.18 : Facteur solaire des dalles, pavés de verre	56
Tableau III.19 : Facteur solaire des vitrages spéciaux en simple épaisseur	57
Tableau III.20 : Facteur solaire des vitrages doubles	58
Tableau III.21 : Facteur solaire des vitrages avec protections intérieures	60
Tableau III.22 : Facteur solaire des vitrages avec protections extérieures	60
Tableau III.23 : Facteur solaire des parois vitrées avec protection entre deux vitrages	61
Tableau III.24 : Coefficients de simultanéité des gains internes	67
Tableau III.25 : apports de chaleur dus aux occupants	71
Tableau III.26 : Valeurs du coefficient de chaleur résiduelle C_2	73
Tableau III.27 : apports de chaleur dus à l'éclairage	74
Tableau III.28 : Puissance absorbée des moteurs électriques	76
Tableau III.29 : Rendements moyens des moteurs électriques	79
Tableau III.30 : Apports calorifiques dus aux appareils ménagers et de restaurants	80

Tableau III.31 : Apports calorifiques dus aux machines de bureaux	81
Tableau III.32 : Apports calorifiques dus à divers appareils	82
Tableau III.33 : Apports calorifiques dus aux appareils à gaz	84
Tableau III.34 : principales caractéristiques des combustibles gazeux	83
Tableau III.35 : Détermination des surfaces S_i et r_e	85
Tableau III.36 : Apports latents par évaporation	86
Tableau III.37 : Coefficient linéique k des tuyauteries en acier non calorifugées (w/m)	87
Tableau III.38 : Coefficient linéique k des tuyauteries en cuivre non calorifugées (w/m)	88
Tableau III.39 : Coefficient linéique k des tuyauteries calorifugées (w/m)	88
Tableau III.40 : Résistance superficielle intérieure des conduits d'air	90
Tableau III.41 : Résistance superficielle extérieure des conduits d'air	90
Tableau III.42: Infiltrations par les portes et fenêtres	96
Tableau III.43 : Valeurs de d_r dans le cas des combles	107
Tableau III.44 : Valeurs de d_r dans le cas des vides sanitaires	108
Tableau III.45 : Valeurs de d_r dans le cas des locaux autres que les combles ou les vides sanitaires	109
Tableau III.46 : Valeurs de T_{au} dans le cas des circulations communes	110
Tableau III.47 : Valeurs de T_{au} dans le cas des sous sols	111
Tableau III.48 : Valeurs de T_{au} dans le cas des locaux tertiaires	111

Chapitre IV

Tableau IV.1 : Valeurs de l'écart de soufflage	121
--	-----

Annexe B

Tableau B.1 : Valeurs du coefficient d'amortissement $N_{AI}(t)$ pour les apports internes de Type I	169
Tableau B.2 : Valeurs du coefficient d'amortissement $N_{AI}(t)$ pour les apports internes de Type II	171
Tableau B.3 : Valeurs du coefficient d'amortissement $N_{AI}(t)$ pour les apports internes de Type III	173

Liste des figures

Chapitre III

Figure III.1 : Représentation de la zone d'apport pour des parois en contact avec le sol	43
Figure III.2 : Différents types de protection antisolaire des vitrages	60
Figure III.3 : Représentation des paramètres associés à la position du soleil	62
Figure III.4 : Surface ombrée d'un vitrage	63
Figure III.5 : Ombre produite par une saillie horizontale	64
Figure III.6 : Localisation des moteurs électriques	78
Figure III.7 : Calcul du coefficient linéique d'un conduit à section rectangulaire	91
Figure III.8 : Calcul du coefficient linéique d'un conduit à section rectangulaire	91
Figure III.9 : Directions du vent à considérer	95
Figure III.10 : Déperditions par les parois en contact avec le sol	101
Figure III.11 : Pertes par les planchers hauts enterées	103

Chapitre IV

Figure IV.1 : Eléments d'un ensemble de climatisation centralisé	118
Figure IV.2 : Terminologie des différents airs dans un ensemble de climatisation	119
Figure IV.3 : Trajet de l'air soufflé dans un local	125

Chapitre V

Figure V.1 : Fenêtre principale du logiciel.	150
Figure V.2 : Fenêtre d'ajout ou suppression d'un projet	150
Figure V.3 : Fenêtre d'ouverture d'un projet	151
Figure V.4 : Fenêtre principale des données du local	152
Figure V.5 : Page des parois opaques extérieures verticales	153
Figure V.6 : Pages des parois opaques extérieures horizontales	153
Figure V.7 : Page des parois opaques intérieures en contact avec un local climatisé	154
Figure V.8 : Page des parois opaques intérieures en contact avec un local non climatisé	154
Figure V.9 : Page des parois opaques extérieures en contact avec le sol	155
Figure V.10 : Page des appareils électriques	155
Figure V.11 : Fenêtre des couches composant les parois opaques	156
Figure V.12 : Graphe des apports calorifiques à travers une paroi opaque extérieure verticale	157
Figure V.13 : Graphe des apports calorifiques à travers une paroi opaque extérieure horizontale	157
Figure V.14 : Graphe des apports calorifiques à travers les parois opaques extérieures verticales	158
Figure V.15 : Graphe des apports calorifiques à travers les parois opaques extérieures horizontales	158
Figure V.16 : Graphe des apports calorifiques totaux de local	159

Historique

On sait que c'est par l'intermédiaire du feu que le chauffage a fait son apparition au cours de l'histoire, et c'est à partir de cette découverte que l'Homme a pu obtenir une solution pour vaincre le froid.

En 1902, un ingénieur américain met au point un système pour refroidir un local fermé. Son invention parviendra quelques années plus tard en France pour un usage industriel, avec l'apparition des premières chambres froides.

L'utilisation de cette invention pour le bien-être des personnes sous le terme climatisation (conditionnement d'air de confort), n'est que très récente, et c'est vers le début des années 60 qu'elle a fait ses premiers pas.

Parmi les pionniers de la climatisation, on peut citer Carl Von Linde, Reuben N. Trane et Willis H. Carrier. Ce dernier était considéré comme le père de la climatisation (c'est lui qui mit au point par exemple le premier laveur d'air).

Aujourd'hui, la concurrence aidant, les techniques de fabrication et de production s'améliorant, la climatisation est en train de rentrer dans les mœurs, et de plus en plus, on trouve des appartements, des bureaux équipés avec de tels systèmes pour le bien-être de leurs occupants.

Introduction générale

La climatisation est un procédé qui traite l'air pour améliorer la qualité des ambiances et des conditions de travail toute l'année, en créant dans les locaux ainsi équipés, un climat propice aux contacts humains sans le désagrément créé par l'étouffement des fortes chaleurs.

Dans les locaux climatisés, on constate une diminution de la fatigue et de l'absentéisme, ainsi qu'une augmentation de l'activité et de la productivité.

Les installations de climatisation sont des équipements utilisant des techniques qui permettent de produire et de maintenir automatiquement dans un ou plusieurs locaux un état de l'air différent des conditions climatiques et atmosphériques extérieures et de l'évolution de celle des locaux.

L'état de l'air du local est caractérisé par sa température, son humidité, son agitation et sa pureté. Par conséquent, la valeur imposée par ces grandeurs et les écarts éventuellement admissibles varient avec le type et l'utilisation du local à climatiser.

Les principaux domaines d'application des installations de climatisation (installations de conditionnements d'air de confort) sont :

- ü Immeubles de grande hauteur (à partir d'environ 8 étages)
- ü grands bureaux type paysagers
- ü immeubles sans ouvrants pour cause d'émission de bruit
- ü zones internes des grandes constructions
- ü immeubles recevant du public
- ü garages, piscines, cuisines, salles d'opération, etc.

Raisons d'être des installations de climatisation

L'ambiance où se trouve l'être humain est très souvent différente des conditions qui règnent à l'air libre et qui résultent des conditions climatiques naturelles locales. C'est pour échapper à ces conditions climatiques naturelles que l'homme va être amené à s'abriter dans une maison (local) dans laquelle il a cherché à créer des conditions de vie les plus satisfaisantes, possibles pour le corps et l'esprit en maîtrisant l'architecture, la luminosité, le bruit et le climat.

Ce climat – qui est donc un climat artificiel créé de toutes pièces par l'homme – consiste à contrôler la qualité de l'air d'un point de vue composition chimique, température et humidité relative.

Si la température souhaitée peut être facilement obtenue au moyen de surfaces de chauffe locales par exemple, le contrôle de l'humidité pièce par pièce nécessiterait chaque fois un matériel adapté difficilement compatible avec un usage d'habitation ou de bureau et multiplierait les coûts tandis que le contrôle de la qualité chimique de l'air est encore plus difficilement réalisable pièce par pièce ne serait – ce que parce que, dans de nombreux cas, la paroi extérieure d'une pièce ne doit pas comporter d'ouvertures par lesquelles de l'air neuf pourrait pénétrer dans la pièce après avoir été localement traité,

une telle disposition risquant, en cas de façade exposée au bruit, d'être à l'origine de nuisances sonores.

D'où la nécessité, dans les constructions comportant de nombreux locaux, d'assurer centralement un traitement plus au moins complet de l'air, ce traitement devant assurer les fonctions suivantes :

- apport d'air neuf
- purification de l'air soufflé
- établissement d'une température ambiante agréable
- établissement d'une humidité ambiante agréable
- évacuation des dégagements de chaleur qui ont lieu dans un local
- évacuation des polluants dégagés dans le local
- maintien d'une certaine surpression ou dépression ambiantes en vue d'éviter des mouvements d'air indésirables
- maintien d'un certain niveau de pression acoustique dans le local.

La conception et la réalisation d'une installation de climatisation est une affaire de spécialistes expérimentés qui ont pour rôle, à la suite de nombreux calculs d'optimisation, de déterminer pour un projet donné la solution la plus satisfaisante et la plus économique globalement, en particulier d'un point de vue consommation d'énergie.

But de l'étude

Tout projet de climatisation demande des calculs longs, répétitifs et fastidieux. Ceci nous a mené à programmer différentes tâches et opérations, dans le cadre d'un logiciel de climatisation.

Ce logiciel de calcul appelé « UHBClim » permettra de calculer le bilan hivernal et estival et les différents débits d'air qui entrent en jeu dans l'installation de climatisation d'un bâtiment à n'importe quel endroit de notre pays et de tracer l'évolution des apports thermiques des locaux à climatiser; pour le mois de Juillet, Août et Septembre, en fonction de toutes les informations dont on dispose, concernant ce lieu.

Autrement dit, l'opérateur aura à choisir les besoins calorifiques et frigorifiques qu'il faudra satisfaire pour un local afin d'y maintenir une température constante.

Des opérations de simulations telles que le changement de la compositions des paroi du local (en ajoutant des isolations sur les murs, en mettant des doubles vitrages etc...), permettent d'aboutir à la détermination des gains et des déperditions dans ces conditions.

Ce logiciel sera testé sur des projets réels dans une étape ultérieure.

I. 1 Transfert thermique

Deux corps sont en équilibre thermique lorsque leurs températures sont égales. Si les deux corps ne sont pas en équilibre thermique, on dit qu'il y a transfert thermique entre ces deux corps : la chaleur va du corps le plus chaud vers le corps le plus froid. Le phénomène nous paraît simple au premier abord. Mais en réalité, il est complexe et ne peut être décrit mathématiquement qu'avec difficulté [1].

Il existe trois modes fondamentaux de transmission de la chaleur :

- Conduction
- Convection
- Rayonnement

Dans la pratique, on a en général une combinaison des différents modes de transfert.

I. 1. 1 Conduction

Dans la conduction, la chaleur se propage à l'intérieur d'un corps de particule à particule, celles-ci étant au repos.

Le flux de chaleur dans ce cas est exprimé par la relation suivante [2]:

$$Q_{cd} = S \cdot \frac{\lambda}{e} \cdot (T_1 - T_2) \quad [\text{W}] \quad (1.1)$$

$$Q_{cd} = \frac{S \cdot (T_1 - T_2)}{R_\lambda} \quad [\text{W}] \quad (1.2)$$

Avec :

Q_{cd} : (en W) représente le flux de chaleur par conduction ;

S : (en m²) représente la surface de transmission de chaleur ;

λ : (en W/m.°C) représente la conductivité thermique ;

e : (en m) représente l'épaisseur de matériau ;

T_1 : (en °C) représente la température de la face la plus chaude ;

T_2 : (en °C) représente la température de la face la plus froide ;

$R_\lambda = \frac{e}{\lambda}$: (en m².°C/W) représente la résistance thermique d'une épaisseur de matériau.

I. 1. 2 Convection

Dans ce cas le transfert de chaleur s'effectue d'un fluide liquide ou gazeux à un corps solide (par exemple entre l'air et une paroi). Les particules se trouvent en mouvement entre elles.

Le flux de chaleur transmis par convection entre une surface et un fluide peut être évalué par la relation [2]:

$$Q_{cv} = h_c \cdot S \cdot (T_s - T_f) \quad [W] \quad (1.3)$$

Dans laquelle :

Q_{cv} : (en W) flux de chaleur par convection

S : (en m^2) surface de transmission de chaleur

T_s : (en $^{\circ}C$) température de surface du solide

T_f : (en $^{\circ}C$) température du fluide avant son contact avec le solide

h_c : (en $W/m^2 \cdot ^{\circ}C$) coefficient de transmission thermique par convection

Le coefficient h_c dépend de nombreux paramètres tels que la température, la vitesse, la conduction, etc., et se représente par diverses fonctions suivant que l'écoulement est laminaire ou turbulent.

I. 1. 3 Rayonnement

C'est le mécanisme par lequel la chaleur se transmet d'un corps à haute température vers un autre à basse température sous forme d'énergie rayonnante et ce sans support matériel.

Tout corps émet un rayonnement sous forme d'ondes électromagnétiques caractérisées par leurs longueur d'ondes [2], [3].

I. 1. 2 Equation fondamentale de la transmission de chaleur

Le flux de chaleur transmis à travers une paroi par unité de temps d'un milieu à un autre du fait de la différence de température en régime permanent est donné par [2] :

$$Q = K \cdot S \cdot \Delta T \quad [W] \quad (1.4)$$

Avec :

S : (en m²) représente la surface d'échange de chaleur ;

ΔT : (en °C) représente la différence de température entre les deux milieux ;

K : (en W/m².°C) représente le coefficient de transmission thermique surfacique de la paroi considérée, le calcul de ce coefficient est donné au paragraphe suivant.

I. 2 Coefficient de transmission thermique surfacique des parois "K"

Le coefficient de transmission thermique surfacique de la paroi plane qui se trouve dans l'air sur leurs deux faces, représente le flux thermique unitaire transmis par la paroi, pour un degré de différence de température entre les deux milieux (en thermique du bâtiment elles sont souvent prises égales à la température d'air des deux milieux) et pour un mètre carré d'aire de la paroi, s'exprime [w/m². °C].

Le coefficient K ne tient compte que les échanges entre les surfaces internes et externes parallèles c'est-à-dire des échanges caractérisés par les lignes de flux perpendiculaires aux faces.

Le coefficient « K » c'est une caractéristique thermique importante, permettant de la qualifier et de la comparer à d'autres parois.

En génie climatique, les coefficients de transmission thermique des parois d'enveloppe des bâtiments sont généralement fixés à des valeurs constantes ne tenant pas compte des variations climatiques ou de l'environnement thermique intérieur (vitesse de l'air intérieur à proximité de la paroi, vitesse du vent à l'extérieur, modifications de l'échange radiatif avec l'évolution du milieu extérieur...), le coefficient K apparaît comme une caractéristique intrinsèque de la paroi.

La plupart des parois rencontrées en bâtiment sont de type composite, chaque couche de matériau est alors caractérisée :

- Soit par sa conductivité thermique λ et son épaisseur e ;

- Soit par sa résistance thermique R_u (elle est mesurée en laboratoire)

lorsque la couche de matériau est fortement hétérogène.

Entre les couches des parois il peut y avoir une lame d'air (vide) qui possède une résistance thermique.

Deux méthodes permettent d'obtenir la valeur de K :

- Soit en utilisant les valeurs pré calculées, fournies par le document d'avis technique, ou à défaut fournie par le fabricant.
- Soit en calculant ce coefficient.

I. 2. 1 Calcul du coefficient K des parois opaques

I. 2. 1. 1 Principes de calcul

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

- Mais si la paroi est hétérogène, le coefficient K à utiliser dans les calculs est le coefficient K moyen de la paroi (K_{moy}).

Celui-ci est donné par la formule ci-après [5]:

$$K_{moy} = \frac{\sum K_i A_i}{\sum A_i} \quad [w/m^2 \cdot ^\circ C] \quad (1.5)$$

Où :

A_i (en m^2) est la surface de paroi dont le coefficient de transmission est égal à K_i ;

$\sum A_i$ (en m^2) est la surface intérieure totale de la paroi ;

La méthode de calcul consiste en fait à décomposer la paroi en éléments homogènes dont on sait calculer le coefficient K .

I. 2. 1. 2 Expression générale

Le coefficient de transmission thermique surfacique (K) de la paroi composite est donné par la formule suivante [4], [5]:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{h_i} + \sum_{i=1}^n R_i + \sum R_a + \frac{1}{h_e} \quad [\text{m}^2 \cdot \text{°C} / \text{w}] \quad (1.6)$$

Où :

$\frac{1}{h_i}, \frac{1}{h_e}$: résistances thermiques d'échanges superficiels respectivement intérieure

et extérieure, sont données dans le tableau I.1 pour la période hivernale et le tableau I.2 pour la période estivale (en $\text{m}^2 \cdot \text{°C} / \text{w}$) ;

$\sum_{i=1}^n R_i$: (en $\text{m}^2 \cdot \text{°C} / \text{w}$) représente la somme des résistances thermiques des différentes couches de matériaux constituant la paroi ; la détermination de la résistance thermique d'une couche de matériau dépend de la nature de matériau, c'est-à-dire s'il est homogène ou non;

n : nombre de couches de matériaux formant la paroi ;

$\sum R_a$: (en $\text{m}^2 \cdot \text{°C} / \text{w}$) représente la somme des résistances des lames d'air.

Tableau I.1 : Résistances thermiques d'échanges superficiels
intérieures et extérieures des parois (hiver) [5]

$\frac{1}{h}$ (en $\text{m}^2 \cdot \text{°C} / \text{w}$)	Paroi en contact avec : l'extérieur, un passage ouvert, un local ouvert.			Paroi en contact avec : Un autre local, chauffé ou non chauffé, Un comble, Un vide sanitaire.		
	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i + 1/h_e$	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i + 1/h_e$
Latéral (Mur) $\alpha > 60^\circ$	0.11	0.06	0.17	0.11	0.11	0.22
Flux ascendant (toiture) $\alpha \leq 60^\circ$	0.09	0.05	0.14	0.09	0.09	0.18
Flux descendant (plancher) $\alpha \leq 60^\circ$	0.17	0.05	0.22	0.17	0.17	0.34

Tableau I.2 : Résistances thermiques d'échanges superficiels
intérieures et extérieures des parois (été) [4]

$\frac{1}{h}$ (en m ² .°C/w)	Paroi en contact avec : l'extérieur, un passage ouvert, un local ouvert.			Paroi en contact avec : Un autre local, chauffé ou non chauffé, Un comble, Un vide sanitaire.		
	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i+1/h_e$	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i+1/h_e$
Latéral (Mur) $\alpha > 60^\circ$	0.10	0.04	0.14	0.10	0.11	0.21
Flux ascendant (toiture) $\alpha \leq 60^\circ$	0.16	0.04	0.20	0.16	0.17	0.33
Flux descendant (plancher) $\alpha \leq 60^\circ$	0.08	0.04	0.12	0.08	0.09	0.17

α représente, dans les tableaux ci-dessous l'angle d'inclinaison de la paroi considérée.

I. 2. 1. 3 Résistance thermique d'une couche homogène

La résistance thermique d'une couche homogène est donnée par la formule suivante [5] :

$$R_i = \frac{e_i}{\lambda_i} \quad [\text{m}^2 \cdot \text{°C}/\text{w}] \quad (1.7)$$

Où :

R_i : (en m².°C/w) représente la résistance thermique de la couche i ;

e_i : (en m) représente l'épaisseur de la couche de matériau ;

λ_i : en (w/m.°C) représente la conductivité thermique du matériau. Les valeurs des conductivités thermiques sont soit tirées des tableaux donnés en [3] ou [4], soit fournies par le document d'avis technique, ou à défaut fournies par le fabricant.

I. 2. 1. 4 Résistance thermique d'une couche hétérogène

La résistance thermique d'une couche hétérogène est donnée directement en fonction de l'épaisseur de la couche de matériau. Les valeurs des résistances thermiques sont soit tirées des tableaux données en [4], soit fournies par le document d'avis technique, ou à défaut fournies par le fabricant.

I. 2. 1. 5 Résistance thermique d'une lame d'air

La résistance thermique d'une lame d'air est obtenue à partir du tableau I.3 [5], [15].

Tableau I.3 : Résistances thermiques de la lame d'air [5], [15]

Position de la lame d'air	Sens du flux de chaleur	Epaisseur de la lame d'air en mm						
		5 à 7	7.1 à 9	9.1 à 11	11.1 à 13	14 à 24	25 à 50	55 à 300
Horizontale	Ascendant	0.11	0.12	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14
Verticale		0.11	0.13	0.14	0.15	0.16	0.16	0.16
Horizontale	Descendant	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.18	0.20

I. 2. 2. Calcul du coefficient K des parois vitrées

Le coefficient K des parois vitrées est donné par la formule suivante [5] :

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{K_{vn}} + r_v + r_{rid} + r_{occ} \quad [m^2 \cdot ^\circ C / w] \quad (1.8)$$

Où :

K_{vn} (en $w/m^2 \cdot ^\circ C$) représente le coefficient K du vitrage nu ; les valeurs du coefficient K_{vn} sont données dans le tableau I.4;

r_v (en $m^2 \cdot ^\circ C / w$) représente la résistance supplémentaire des voilages éventuels ; on adopte $r_v = 0.025 m^2 \cdot ^\circ C / w$;

r_{rid} (en $m^2 \cdot ^\circ C / w$) représente la résistance supplémentaire des rideaux éventuels ; on adopte $r_{rid} = 0.030 m^2 \cdot ^\circ C / w$;

r_{occ} (en $m^2 \cdot ^\circ C / w$) représente la résistance supplémentaire des occultations.

Les occultations sont les systèmes associés aux vitrages dans le but de constituer une isolation thermique nocturne (volets, stores,...). Pour calculer la résistance des occultations r_{occ} , on utilise la formule suivante [5]:

$$r_{occ} = 0.16 + \frac{e_{occ}}{\lambda_{occ}} \quad [m^2 \cdot ^\circ C / w] \quad (1.9)$$

Où :

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

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

Tableau I.4 : Coefficients de transmission thermique du vitrage nu [5]

Type de vitrage	Epaisseur de la lame d'air (en mm)	Nature de la menuiserie	Paroi verticale	Paroi horizontale
Vitrage Simple	-	Bois	5.00	5.50
		Métal	5.80	6.50
Vitrage Double	5 à 7	Bois	3.30	3.50
		Métal	4.00	4.30
	8 à 9	Bois	3.10	3.30
		Métal	3.90	4.20
	10 à 11	Bois	3.00	3.20
		Métal	3.80	4.10
	12 à 13	Bois	2.90	3.10
		Métal	3.70	4.00
Double Fenêtre	Plus de 30	Bois	2.60	2.70
		Métal	3.00	3.20

I. 2. 3 Calcul du coefficient K des portes

Les coefficients de transmission thermique K des portes courantes sont donnés dans le tableau I.5.

Tableau I.5 : Coefficients de transmission thermique des portes [5]

K (en w/m ² .°C)	Portes donnant sur l'extérieur	Portes donnant sur un local non climatisé
Portes en bois		
Portes opaques	3.50	2.00
Portes avec une proportion de vitrage < 30%	4.00	2.40
Portes avec une proportion de vitrage comprise entre 30% et 60%	4.50	4.7
Portes en métal		
Portes opaques	5.80	4.50
Portes équipées de vitrage simple	5.80	4.50

Pour les portes comportant une isolation spécifique et, d'une façon générale, pour toutes les portes particulières, on utilise les avis techniques les concernant.

I. 2. 4 Calcul du coefficient de transmission thermique corrigé

Le coefficient de transmission thermique corrigé K_c , représente la valeur réelle du coefficient K utile dans les calculs pratiques du flux thermique à travers une paroi extérieure.

Pour déterminer le coefficient K_c , il faut d'abord déterminer dans quelle classe d'exposition se trouve la paroi considérée :

- Exposition abritée : paroi donnant sur rue et hauteur des façades vis-à-vis, au-dessus du niveau de la paroi considérée, au moins égale au tiers de la largeur de la rue ;
- Exposition normale : paroi non abritée et dont la hauteur au-dessus du sol dégagé ou des obstacles environnants ne dépasse pas 6m ;
- Exposition dégagée : paroi non abritée dont la hauteur au-dessus du sol ou des obstacles environnants dépasse 6m.

Le coefficient K_c est calculé à partir du coefficient de transmission thermique K, compte tenu des corrections données au tableau I.6.

Le coefficient K_c se calcule d'après la formule suivante [6] :

$$K_c = K + \frac{K \times A\%}{100} \quad [w/m^2 \cdot ^\circ C] \quad (I.10)$$

Avec :

K : (en $w/m^2 \cdot ^\circ C$) représente le coefficient de transmission thermique surfacique de la paroi considérée;

A% : pourcentage de correction sur K lue au tableau I.6 ;

Tableau I.6 : pourcentage de correction sur K [6]

Exposition	Paroi	K ($w/m^2 \cdot ^\circ C$)	Jusqu'à 0.7	de 0.75 à 1.4	de 1.45 à 2.1	de 2.15 à 3.6	de 3.65 à 4.2	de 4.25 à 3.0	à partir de 5.05
Abritée	Verticale	N/NE/E	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		NW/W/SE	0%	0%	-5%	-5%	-5%	-10%	-10%
		S/SW	0%	-5%	-5%	-10%	-15%	-15%	-20%
	Horizontale	Flux vers le haut	0%	-5%	-5%	-10%	-15%	-15%	-20%
Flux vers le bas		0%	-5%	-5%	-10%	-15%	-15%	-20%	
Normale	Verticale	N/NE/E	0%	0%	+5%	+5%	+5%	+10%	+10%
		NW/W/SE	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		S/SW	0%	0%	-5%	-5%	-5%	-10%	-10%
	Horizontale	Flux vers le haut	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Flux vers le bas		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Dégagée	Verticale	N/NE/E	0%	+5%	+5%	+10%	+15%	+15%	+20%
		NW/W/SE	0%	0%	+5%	+5%	+10%	+10%	+10%
		S/SW	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Horizontale	Flux vers le haut	0%	0%	+5%	+5%	+5%	+10%	+10%
Flux vers le bas		0%	0%	+5%	+5%	+5%	+10%	+10%	

Pour faire un calcul bien précis d'une installation de climatisation, il est nécessaire de connaître certaines données concernant la situation géographique et la zone climatique de la région où est implanté le projet (bâtiment à climatiser) ainsi que les conditions thermiques de base de l'air qui est en contact avec l'immeuble à conditionner.

II. 1 Situation géographique

Pour commencer l'étude d'un projet de climatisation, il suffira de connaître toutes les informations concernant la situation géographique de ce projet tel que:

- la Wilaya
- la Commune
- l'altitude du site par rapport au niveau de la mer
- la latitude de la région où est implanté le projet
- la longitude
- l'orientation des locaux

II. 2 Zone climatique

La détermination de la zone climatique à considérer pour le projet (bâtiment à climatiser) se fait selon la classification thermique (hivernale et estivale) des communes d'Algérie donnée dans l'annexe A.

II. 3 Conditions de base :

Les conditions de base auront une influence directe sur le bilan thermique (voir chapitre III) de l'installation de climatisation, puisqu'elle détermine la différence de température et d'humidité absolue entre l'air extérieur et l'air intérieur. Selon la saison et l'environnement, on distingue les deux types de conditions suivantes :

- conditions extérieures de base (en été et en hiver);
- conditions intérieures de base (en été et en hiver);

II.3.1 Conditions extérieures de base

II.3.1.1 Conditions extérieures de base en été

A. Caractéristiques de l'air extérieur

L'air extérieur est défini par :

- la température sèche de base $TS_{b,e}$ (en °C),
- l'humidité spécifique (absolue) de base $HS_{b,e}$ (en g_{vap}/Kg_{as}),
- l'écart diurne de base E_b (en °C),
- la température moyenne sèche TS_m (en °C).

Pour des raisons économiques, une installation de climatisation n'est jamais calculée pour assurer le confort optimal pour la température la plus haute de tous les maxima annuels (période d'été) ou pour la température la plus basse de tous les minima annuels (période d'hiver). On utilise donc une température extérieure de référence, dite température extérieure de base. C'est celle que l'on utilise, dans les calculs pour la détermination des installations de climatisation.

Pour la période estivale, la température de base de l'air extérieur est une température qui n'est dépassée que pendant 2,5% des heures de Juin, de Juillet, d'Août et de Septembre [4],[5].

- L'humidité spécifique (absolue) de base de l'air extérieur ($HS_{b,e}$) est la moyenne mensuelle durant le mois le plus chaud de l'humidité spécifique à 15 heures.
- L'écart diurne de base (E_b) est la moyenne mensuelle durant les mois de Juillet et d'Août de la différence entre les températures sèches maxima et minima de l'air extérieur durant une journée.
- La température moyenne est la moyenne mensuelle durant les mois de Juillet et d'Août de la température moyenne quotidienne.
- L'écart annuel de température (EAT) est l'écart de température entre la température de base en été ($TS_{b,e}$) et la température de base en hiver ($TS_{b,h}$).

Les caractéristiques climatiques de base de l'air extérieur en été sont données dans le tableau II.1 en fonction de la zone climatique où est implanté le projet et l'altitude (alt).

Tableau II.1 : Conditions extérieures de base en été [4]

Zone climatique	Température	Humidité	Ecart	Température	Ecart annuel
	Sèche TS _{b,e} (°C)	Spécifique HS _{b,e} (g _{vap} /Kg _{as})	diurne de base E _b (°C)	Sèche moyenne TS _m (°C)	de température EAT (°C)
A					
alt <500 m	34	14.5	9	25.5	31
500 ≤ alt <1000 m	33.5	13	10	25	32.5
alt ≥ 1000 m	30.5	13	9	22.5	31.5
B					
alt <500 m	38	12.5	15	26.5	36
500 ≤ alt <1000 m	37	11	15	26.5	36
alt ≥ 1000 m	35	10	14	25	36
B'					
alt <500 m	41	11	18	29	41
alt ≥ 500 m	voir zone B	voir zone B	voir zone B	29	
C					
alt <1000m	39.5	8.5	20	27	41.5
alt ≥ 1000 m	36	8.5	18	25	40
D1	44	6.5	15.5	33	38
D2	48	5.5	16.5	36.5	43
D3	39	5.0	12.0	29.6	35

- Pour déterminer la température sèche de l'air extérieur à l'heure t pour les mois de Juillet et d'Août; on utilise la formule suivante [4] :

$$TS_e(t) = TS_{b,e} - [C_{TS}(t) \times E_b] \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (\text{II.1})$$

Où :

- $TS_e(t)$ (en °C) représente la température sèche de l'air extérieur à l'heure t ;
- $TS_{b,e}$ (en °C) représente la température sèche de l'air extérieur ;
- $C_{TS}(t)$ représente un coefficient correcteur ; les valeurs de $C_{TS}(t)$ sont données dans le tableau II.2 en fonction de l'heure t.
- E_b (en °C) représente l'écart diurne de base ;

Tableau II.2 : Valeurs de C_{TS} [4]

Heure	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
C_{TS} (%)	67	80	87	94	100	100	93	85	77	63	48	35
Heure	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
C_{TS} (%)	21	6.7	0	0	0	4.7	12	20	28.5	32	43	53

- Pour déterminer la température sèche de l'air extérieur pour toutes les heures de la journée en mois de septembre, on l'obtient de la façon suivante :
 - On détermine tout d'abord la température sèche de l'air extérieur à l'heure t pour le mois de juillet ;
 - On applique ensuite à cette température des corrections (voir tableau II.3) données en fonction de l'écart annuel de température EAT .

Tableau II.3 : Corrections pour le mois de septembre [4]

EAT (°C)	30	35	40	45
Correction pour le mois de septembre	-1.1	-1.1	-2.5	-3.6

B) Rayonnement solaire de base

B.1 Définitions

- Le rayonnement solaire se divise en deux composantes; on distingue :
 - le rayonnement direct, constitué par la proportion de rayonnement initial et qui parvient jusqu'à la surface de la terre,
 - le rayonnement diffus, dû à la réflexion par les particules de vapeur d'eau, d'ozone, ou de poussière, et qui est réparti de façon uniforme à la surface de la terre.

Le rayonnement total est la somme du rayonnement direct et du rayonnement diffus.

- Le rayonnement de base est défini par rapport aux conditions de référence suivantes :
 - atmosphère limpide,
 - altitude égale à 0,
 - point de rosée de 19,5 °C.
- On appelle vitrage de référence un vitrage ordinaire en simple épaisseur non équipé d'occultation et dont l'encadrement est en bois.

B. 2 Valeurs du rayonnement de base

Le rayonnement total de base, $I_{t,b}$ (en w/m^2), 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.4.

Le rayonnement diffus de base, $I_{d,b}$ (en w/m^2), correspond aux apports de chaleur maxima, 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.4.

Tableau II.4 : Valeurs du rayonnement de base [4]

Rayonnement total de base $I_{t,b}$ et diffus de base $I_{d,b}$ (en w/m^2)										
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	778
	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

B. 3 Détermination du rayonnement réel

Les valeurs des rayonnements directs et diffus réels affectant les parois d'une construction dépendent de la limpidité de l'atmosphère, de l'altitude, de l'humidité de l'air, de l'orientation, de la latitude et du mois considérés.

Pour calculer le rayonnement total maximal réel I_t et le rayonnement diffus maximal réel I_d ; on utilise les formules suivantes [4] :

$$I_t = [C_{cadre} \cdot C_{limp} \cdot C_{alt} \cdot C_{ros}] \cdot I_{t,b} \quad [w/m^2] \quad (11.2)$$

$$I_d = [C_{cadre} \cdot C_{limp} \cdot C_{alt} \cdot C_{ros}] \cdot I_{d,b} \quad [w/m^2] \quad (11.3)$$

Où :

- 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/m^2) sont les rayonnements total et diffus de base.
- Le coefficient de correction C_{cadre} est donné ci-après [4]:
 - $C_{cadre} = 1.17$ 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 [4] :
 - $C_{limp} = 1$ pour une atmosphère limpide,
 - $C_{limp} = 0.92$ pour une atmosphère peu limpide,
 - $C_{limp} = 0.87$ pour une atmosphère obscure,
- 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 ; autrement dit le coefficient C_{alt} est donné par [4] :

$$C_{alt} = 1 + \frac{(alt \times 0.007)}{300} \quad (II.4)$$

alt (en m) représente l'altitude du lieu où est implanté le projet.

- Le coefficient de correction C_{ros} est donné dans le tableau II.5 en fonction de la zone climatique.

Tableau II.5 : Valeurs du coefficient de correction C_{ros} [4]

Zone climatique	C_{ros}	Zone climatique	C_{ros}
A		B'	
alt < 500 m	0.99	alt < 500 m	1.05
500 ≤ alt < 1000 m	1.02	alt ≥ 500 m	(voir zone B)
alt ≥ 1000 m	1.02		
B		C	
alt < 500 m	1.03	alt < 1000 m	1.10
500 ≤ alt < 1000 m	1.05	alt ≥ 1000 m	1.10
alt ≥ 1000 m	1.07		
		D1	1.15
		D2	1.19
		D3	1.20

II. 3. 1. 2 Conditions extérieures de base en hiver

Pour la période hivernale, on utilise la température extérieure de base dans notre calcul. Cette dernière est une température telle que les températures minimales quotidiennes ne lui sont inférieures que cinq jours par an. Les valeurs de la température extérieure de base sont données dans le tableau II.6 en fonction de l'altitude et de la zone climatique où est implanté le projet.

Tableau II.6 : Valeurs de la température extérieure de base en hiver [5]

Zone climatique	Altitude (en m)	TS _{b,h} (en °C)	Zone climatique	Altitude (en m)	TS _{b,h} (en °C)
A	< 300	6	C	500 à 1000	-2
	300 à 500	3			
	500 à 1000	1		≥ 1000	-4
	≥ 1000	-1			
B	< 500	2	D	< 1000	5
	500 à 1000	1		≥ 1000	4
	≥ 1000	-1			
B'	< 500	0	D'	< 1000	5
	≥ 500	voir Zone B			

II. 3. 2 Conditions intérieures de base :

Les conditions intérieures de base sont définies par :

La température sèche de base de l'air intérieur TS_{b,i} (en °C) et l'humidité relative de base de l'air intérieur HS_{b,i} (en %).

Ces conditions de base sont celles que l'on désire obtenir au centre du local climatisé et qui assurent à la majorité des occupants une sensation thermique confortable.

Chapitre III

Bilans thermiques

Dans tout projet de climatisation d'un bâtiment, on doit précéder à l'élaboration du bilan thermique de ce dernier. Ce bilan demande à faire des calculs répétitifs et assez fastidieux; c'est pourquoi nous proposons d'élaborer un logiciel pour l'établissement de ce bilan à partir des méthodes proposées dans les Documents Techniques Réglementaires [4] et [5].

Ces méthodes de détermination du bilan thermique s'appliquent aux locaux :

- A usage d'habitation,
- D'hébergement (chambres collectives, dortoirs, salles de repos etc...);
- A usage de bureaux;
- D'enseignement (classes, salles d'études etc...);
- D'accueil (bibliothèques, bureaux de poste, banques etc...);
- De réunion (salles de spectacle, lieux de culte etc...);
- De vente (boutiques, supermarchés etc...);
- De restauration (cafés, restaurants, cantines etc...);
- A usage artisanal (salon de coiffure, laboratoire de boulangerie, petit atelier, etc.).

Il existe deux sortes de bilan thermique, celui de l'hiver et celui de l'été. Tous deux permettent de dimensionner l'installation de climatisation et à cause de cela les bilans doivent être déterminés avec une grande précision en connaissant tous les facteurs influant sur ces bilans, de manière à ne pas sur-dimensionner ou sous-dimensionner l'installation de climatisation.

Il est impossible de déterminer avec exactitude le bilan thermique sans connaître avec précision les facteurs qui influent sur lui. On tiendra compte des points suivants :

- ✓ Destination des locaux ;
- ✓ Dimensions des locaux ;
- ✓ Matériaux de construction
 - nature et composition des murs avec leurs épaisseurs,
 - la couleur des murs extérieurs.

- ✓ conditions de base intérieures et extérieures ;
- ✓ le nombre et la durée d'occupants et d'occupation ;
- ✓ la durée de fonctionnement de l'installation ;
- ✓ le type d'éclairage ainsi que la puissance installée pour l'éclairage;
- ✓ l'emplacement de l'équipement et le réseau de distribution d'air et d'eau ;
- ✓ l'orientation de l'immeuble et la situation des locaux par rapport :
 - aux point cardinaux et aux vents dominants.
 - aux immeubles voisins produisant de l'ombre.

Pour étudier la climatisation d'un bâtiment, il est nécessaire de procéder comme suit :

- ✓ déterminer les besoins calorifiques (bilan d'hiver) et frigorifiques (bilan d'été) de tous les locaux ;
- ✓ calculer les débits d'air soufflé nécessaires à ces locaux ;
- ✓ établir les réseaux de gaines présentant le moins de pertes de charge possible ;
- ✓ déterminer l'installation de climatisation assurant les conditions intérieures imposées des locaux ;
- ✓ déterminer un système de régulation, grâce auquel les conditions intérieures de chaque local peuvent être maintenues invariables pour les charges intermédiaires.

III. 1. Bilan thermique d'été

Dans cette partie, on va traiter les apports calorifiques globaux pour la saison d'été, provenant de l'intérieur et de l'extérieur du local (bâtiment).

Le calcul des apports calorifiques des installations de climatisation consiste à déterminer poste par poste les quantités de chaleur qu'il faut soustraire (éliminer) d'un local donné afin d'y maintenir des conditions de température et d'humidité précises [7]. Ces apports calorifiques sont définies comme suit :

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

donnée se rapportant au local; ils sont utilisés pour déterminer le débit d'air soufflé dans les locaux climatisés.

- 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.). Ces apports calorifiques sont utilisés pour déterminer le débit d'air nécessaire (c'est-à-dire le débit d'air traité par la batterie). La détermination des apports calorifiques effectifs permet de dresser un bilan comparatif du prix de revient et du coût d'exploitation lorsqu'une option devra être prise pour le facteur de by-pass pour une installation déterminée.

- 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 totaux constituent une donnée se rapportant à l'installation; la détermination de ces apports permet d'opter pour l'équipement adéquat.

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

- Les apports calorifiques latents, ou gain latents, sont les apports d'humidité sous forme de vapeur d'eau qui affectent le local considéré [4].

Le calcul du bilan thermique d'été dépend de la construction, de l'orientation, de l'équipement et de l'utilisation du local. A l'inverse de la méthode de calcul du bilan thermique en hiver où l'on considère un régime établi (stationnaire) on doit dans ce cas considérer un régime variable du fait que l'ensoleillement et la température extérieure varient constamment dans le temps. De plus on doit tenir compte de l'inertie thermique (effet d'emménagement des parois), de la non simultanété des valeurs maxima des divers gains. A cause de cela la société CARRIER a établi des coefficients d'amortissement qui permettent de calculer à un instant bien déterminé les apports calorifiques réels.

Les gains de chaleur instantanés d'un local comprennent les gains par l'insolation (rayonnement solaire), par l'éclairage, par les occupants, par les appareils divers, par transmission à travers les parois, vitrages, etc...

III. 1.1. Complexité du calcul des gains

Selon la source thermique, on distingue deux types d'apports calorifiques: les apports calorifiques externes et les apports calorifiques internes. Le calcul de ces apports est très complexe et répétitif parce qu'il tient compte de plusieurs paramètres pour qu'il soit correct et précis, chose qui est difficile à effectuer manuellement. Pour remédier à ce problème on propose d'élaborer un code de calcul automatique qui fait l'objet de cette étude.

Si l'on prend le seul cas des gains externes dus à l'ensoleillement à travers un vitrage, leur calcul nécessite la connaissance d'un très grand nombre de paramètres qui sont pour l'essentiel [7] :

- l'intensité du rayonnement solaire lequel dépend de la latitude du lieu considéré, de l'altitude du mois, du jour, de l'horaire, du trouble de l'atmosphère, de l'orientation et de l'inclinaison du vitrage ;
- le type de vitrage, c'est-à-dire son pouvoir réfléchissant, son pouvoir absorbant mais aussi son facteur de transmission ; tous ces paramètres dépendant du traitement de surface du verre, de la coloration du verre, de l'épaisseur du verre, du nombre de vitres, de l'épaisseur des lames d'air, etc. ;
- le type de protection solaire : s'agit il d'une protection extérieure par des stores, des volets ou autres ou d'une protection intérieure et de quelle nature ?,
- les ombres projetées résultant de la présence de construction voisines, de parties en saillie, etc. Leur calcul nécessite de connaître les coordonnées apparentes du soleil par rapport au vitrage, ces coordonnées résultant principalement de la hauteur du soleil, de l'azimut du soleil et de l'azimut du vitrage ainsi que les dimensions des ombres, leur détermination nécessitant des calculs trigonométriques;
- l'inertie des matériaux constitutifs des parois rencontrées par le rayonnement solaire.

Pour les autres types de charges, de nombreux autres paramètres interviennent également, même s'ils sont en nombre plus réduit que dans le cas des gains par rayonnement solaire à travers les vitrages. Et si certains de ces paramètres sont faciles à déterminer, d'autres le sont beaucoup moins.

La complexité du calcul des gains d'un local résulte également de ce que, si l'on découpe la journée en tranches horaires, non seulement les charges sont variables d'heure en heure mais en outre, leur maximum qui nous intéresse pour dimensionner l'installation de climatisation.

III. 1.2. Importance de la justesse des calculs

Lorsque le résultat d'un calcul de gains de chaleur n'est pas exact, il est alors soit sous-estimé soit surestimé. Dans le cas où les gains sont sous-estimés, la principale conséquence en est que l'installation de climatisation ne va pas être capable d'assurer les conditions ambiantes requises (température, humidité) ce qui influe directement sur le confort [7].

Inversement, il peut arriver que les charges soient surestimées et ce pour différentes raisons : Soit que les calculs ne sont pas bien menés en prenant en compte par exemple le rayonnement solaire à travers un vitrage pour sa totalité pour une plage horaire donnée alors que, du fait de l'accumulation de chaleur dans les parois, meubles, etc., seule une partie de l'énergie de ce rayonnement aurait dû être pris en compte, soit que les résultats sont majorés dans un souci de sécurité.

Les inconvénients d'une surestimation des calculs sont nombreux. Tout d'abord, en cas de mise en concurrence, ce peut être tout simplement la perte du marché puisque l'offre des concurrents risque d'être meilleur marché, les matériels qu'ils proposent étant moins puissants donc moins chers bien que parfaitement capables de répondre aux exigences souhaitées.

Pour ce qui est du client, cela se traduit par un investissement plus important que nécessaire mais aussi par des frais d'exploitation inutilement supérieurs à ce qu'ils devraient être.

Ainsi :

- La consommation d'électricité des ventilateurs sera plus importante, leur rendement sera moins bon puisque fonctionnant plus souvent à charge partielle; en cas de réparation, le coût des pièces de rechange sera plus important, etc.
- La surpuissance d'un matériel peut aussi avoir de graves conséquences sur le fonctionnement même de l'installation.
- La puissance frigorifique prévue étant plus forte, le débit volumique d'air à mettre en oeuvre pour un même écart de température au soufflage sera, lui aussi, plus important, d'où des mouvements d'air, qui peuvent rapidement devenir gênants.
- D'un point de vue acoustique, la surpuissance des ventilateurs peut entraîner dans le ou les locaux traités (à climatiser) un plus fort niveau de pression acoustique, d'où un moindre confort.

Mais la sous-estimation ou la surestimation des charges peut également provenir non d'un calcul incorrect en lui-même mais de bases de calcul incorrectes (erronées). Ce peut être le cas par exemple d'un mauvais choix des conditions de base tant extérieures qu'intérieures, qui vont directement influencer le calcul des charges et de la puissance de l'installation.

III. 1. 3. Calcul des apports calorifiques des bâtiments

Dans la réalité, le nombre de gains qui entrent en jeu est plus important ; selon leurs origines, on peut distinguer deux grandes catégories de charges, à savoir les charges d'origine externe et les charges d'origine interne. Nous désignons par les charges internes les quantités de chaleur dégagées sous forme latente ou sensible à l'intérieur du local à climatiser, ces gains dues à un apport de chaleur en provenance d'une source située à l'intérieur même du local à climatiser.

Les principales sources de chaleur en provenance de l'intérieur sont :

- les occupants (les personnes) ;
- l'éclairage ;
- les machines et divers appareils électriques ;
- l'air chaud circulant dans un conduit aéraulique ;
- l'eau chaude dans une tuyauterie...

Les gains externes représentent les quantités de chaleur pénétrant dans le local climatisé, dues à un apport de chaleur qui provient d'une source située ailleurs qu'à l'intérieur même du local à climatiser.

Les principales sources de chaleur en provenance de l'extérieur sont :

- le rayonnement solaire à travers une surface translucide (vitrée) ;
- le transfert de chaleur dû au gradient de température à travers une paroi ; on distingue deux cas :
 - § cas d'une paroi (opaque ou vitrée) donnant sur l'extérieur ;
 - § cas d'une paroi (opaque ou vitrée) ne donnant pas sur l'extérieur ;
- le renouvellement d'air.

Pour calculer les apports calorifiques d'un bâtiment, on suit les étapes suivantes :

- définition des volumes thermiques (locaux à climatiser); un volume thermique est un volume d'air dont les conditions intérieures sont supposées être homogènes ;
- calcul des apports calorifiques pour chaque volume thermique, et pour toutes heures de la journée ;
- calcul des apports calorifiques effectifs;
- calcul de la puissance frigorifique;

Les calculs doivent être opérés pour les trois mois de l'été : Juillet (calcul obligatoire), Août et Septembre.

III. 1.3.1. Formules générales

a) Calcul des apports

- Les apports calorifiques sensibles A_s et latents A_l d'un volume thermique i sont données par [4] :

$$A_s = APO + AV + AI_s + AINF_s \quad [W] \quad (III.1)$$

$$A_l = AI_l + AINF_l \quad [W] \quad (III.2)$$

Où :

- APO (en w) représente les apports calorifiques à travers les parois opaques ;
- AV (en w) représente les apports calorifiques à travers les parois vitrées ;
- AI_s et AI_l (en w) représentent les parties sensible et latente des apports internes.

- $AINF_s$ et $AINF_l$ (en w) représentent les parties sensibles et latentes des apports calorifiques dus aux infiltrations d'air extérieur;

- Les apports calorifiques effectifs sensibles AE_s et latents AE_l sont donnés par [4]:

$$AE_s = (C_{\Delta as} \cdot A_s) + (BF \cdot AREN_s) \quad [W] \quad (III.3)$$

$$AE_l = (C_{\Delta al} \cdot A_l) + (BF \cdot AREN_l) \quad [W] \quad (III.4)$$

Où :

- A_s (en W) représente les gains sensibles (charge frigorifique sensible) ;
- A_l (en W) représente les gains latents (charge frigorifique latente) ;
- $AREN_s$ et $AREN_l$ (en W) représentent les parties sensibles et latentes des apports dus à la ventilation des locaux ;
- BF exprime la partie de l'air extérieur (air neuf) non traité par l'installation de climatisation (imperfection de l'appareil de traitement), et qui parvient au local sans modifications. La valeur de BF représente une caractéristique de l'équipement donnée dans les catalogues des constructeurs. En l'absence d'informations, on adoptera les valeurs du tableau III.1 ;
- $C_{\Delta as}$ est un coefficient majorateur des gains sensibles qui prend en compte les gains supplémentaires (échauffement du ventilateur, réseau de conduits d'air traversant les locaux non conditionnés) ; à défaut d'un calcul précis, on prendra les valeurs du tableau III.2
- $C_{\Delta al}$ est un coefficient majorateur des gains latents qui prend en compte les gains supplémentaires (tels que ceux dus aux fuites d'air éventuelles dans les réseaux de conduits d'air) ; à défaut d'un calcul précis, on prendra les valeurs du tableau III.2

Tableau III.1 : Facteurs BF en fonction du type de local [4].

Types de locaux	Facteur BF
Habitations, locaux à usage d'hébergement	0.30 à 0.50
Locaux à usage d'enseignement, de bureaux, de réunion, petits magasins	0.20 à 0.30
Banques, ateliers	0.10 à 0.20
Lieux de restaurations, grands magasins	0.05 à 0.1
Hôpitaux, salle d'opérations, lieux de stockage, locaux abritant des équipements sensibles	<0.10

Tableau III.2 : Valeur des coefficients majorateurs des gains sensibles et latents [4]

Disposition des conduits d'air	$C_{\Delta as}$	$C_{\Delta al}$
Installation sans réseau de conduits d'air (climatiseurs individuels), installation dont les conduits d'air sont à l'intérieur de locaux climatisés	1.05	1.00
Installation dont les conduits d'air sont à l'extérieur des locaux climatisés, ou traversant des locaux non climatisés	1.15	1.10

- Les apports calorifiques totaux (ou puissance frigorifique) sensibles AT_s et latents AT_l sont donnés par [4] :

$$AT_s = AE_s + (1 - BF) \cdot AREN_s \quad [W] \quad (III.5)$$

$$AT_l = AE_l + (1 - BF) \cdot AREN_l \quad [W] \quad (III.6)$$

Où :

- AE_s (en W) représente les gains effectifs sensibles;
- AE_l (en W) représente les gains effectifs latents;
- BF est le facteur de by-pass;
- $AREN_s$ et $AREN_l$ (en W) représentent les parties sensibles et latentes des apports dus à la ventilation des locaux ;

III. 1. 3. 2. Apports de chaleur à travers les parois opaques

Ce poste comprend les quantités de chaleur qui pénètrent à l'intérieur du local par l'intermédiaire des parois opaques (non vitrées).

On distingue les gains de chaleur à travers les parois opaques aériennes, les apports calorifiques à travers les parois opaques intérieures, et les apports de chaleur à travers les parois opaques en contact avec le sol.

a) Apports de chaleur à travers les parois aériennes :

Les parois opaques aériennes sont celles qui en contact direct avec l'air extérieur (Parois verticales ou horizontales). Les gains de chaleur pénétrant à l'intérieur du local à travers ces parois sont non seulement dus à la différence de température entre l'air extérieur et l'air intérieur, mais également au rayonnement solaire auxquelles sont soumises les faces externes. Du fait que l'ensoleillement et la température extérieure sont

essentiellement variables dans le temps, il est plus difficile de déterminer de façon précise, l'intensité du flux transmis à un instant donné. Alors on a recours à la notion empirique de « Différence de température équivalente » (en °C) notée $\Delta t_e(t)$.

La différence de température équivalente à un instant donné est une différence de température hypothétique entre l'air extérieur et l'air intérieur, qui produit au même instant, en régime permanent, le même apport de chaleur dans le local que celui produit par le régime variable. C'est-à-dire qu'elle permet d'obtenir un gain de chaleur à l'instant t comme dans le cas où la température est fixe (régime permanent).

L'expérience montre que les conséquences du régime variable sont les suivantes :

- il existe un décalage horaire (déphasage) entre le moment où la température de surface extérieure de la paroi extérieure est maximale et le moment où le flux d'apport calorifique pénétrant dans le local est maximal ; ce décalage peut atteindre plusieurs heures avec des parois dont l'inertie thermique est importante ;
- les valeurs du flux d'apport calorifique pénétrant dans le local sont réduites (amorties) par rapport aux valeurs instantanées du régime permanent.

La différence de température équivalente tient compte de l'amortissement et du déphasage [8]. Dans le pratique, et grâce à cette dernière, on peut appliquer la relation de la transmission de chaleur relative au régime permanent, pour estimer les apports de chaleur à travers une paroi aérienne. Cela se fait sur la base des hypothèses suivantes :

- écoulement de la chaleur unidimensionnel ;
- propriétés physiques de la paroi constantes ;
- couches homogènes ;
- variation périodique de la température extérieure et du rayonnement solaire.

Les apports de chaleur à travers une paroi opaque aérienne à un instant t , $APO(t)$, sont donnés par la formule suivante [4] :

$$APO(t) = 1,2 \cdot K \cdot S_{int} \cdot \Delta t_e(t) \quad [W] \quad (III.7)$$

Où :

- 1.2 (sans dimension) est un coefficient majorateur tenant compte des apports latéraux linéiques (à travers les ponts thermiques) ;

- K (en $w/m^2 \cdot ^\circ C$) est le coefficient de transmission thermique surfacique de la paroi considérée pour l'été ;
- S_{int} (en m^2) est la surface intérieure totale de la paroi considérée ; pour les toitures en pente, on prendra la projection horizontale de la surface ;
- $\Delta t_e(t)$ (en $^\circ C$) est la différence de température équivalente à l'heure t pour le type de la paroi considérée ;

a.1) Différence de température équivalente $\Delta t_e(t)$:

La notion de $\Delta t_e(t)$ à été introduite par Stewar [9] ; ce dernier à mis sous forme de tableaux les différences équivalentes de températures pour quelques types de toits et de murs en fonction du moment de la journée et de l'orientation. Jusqu'à aujourd'hui, presque toutes les valeurs utilisables reposent pratiquement sur ses calculs.

La différence de température équivalente $\Delta t_e(t)$ est donnée par les relations empiriques suivantes [4] :

- *paroi ensoleillée :*

$$\Delta t_e(t) = \Delta t_{es}(t) + C_{\Delta t_e} + \frac{\alpha}{0.9} \cdot [\Delta t_{em}(t) - \Delta t_{es}(t)] \cdot \frac{I_{t,b}}{I_t(40)} \quad [^\circ C] \quad (III.8)$$

- *paroi à l'ombre :*

$$\Delta t_e(t) = \Delta t_{es}(t) + C_{\Delta t_e} \quad [^\circ C] \quad (III.9)$$

Où :

- $\Delta t_{es}(t)$ (en $^\circ C$) est la différence de température équivalente non corrigée (conditions standard) à l'heure t en considérant que la paroi est à l'ombre ; les valeurs de $\Delta t_{es}(t)$ sont données par le tableau III.3 pour les parois verticales, et par le tableau III.4 pour les parois horizontales ;
- $C_{\Delta t_e}$ (en $^\circ C$) est un facteur de correction dû, d'une part à la différence maximale ΔTS_{max} 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 $C_{\Delta t_e}$ sont données dans le tableau III.5 ;
- α est le facteur d'absorption de la paroi;

- $\Delta t_{em}(t)$ (en °C) est la différence de température équivalente non corrigée (conditions standard) à l'heure t en considérant que la paroi est ensoleillée; les valeurs de $\Delta t_{em}(t)$ sont données par le tableau III.3 pour les parois verticales, et par le tableau III.4 pour les parois horizontales ;
- $I_{t,b}$ (en w/m²) est le rayonnement total de base pour le mois, la latitude et l'orientation considérée (voir Tableau II.4);
- $I_t(40)$ (en w/m²) est le rayonnement total de base pour le mois de Juillet, la latitude 40° Nord et l'orientation considérée (voir Tableau II.4);

Les valeurs de $\Delta t_{em}(t)$ et $\Delta t_{es}(t)$ figurant dans les tableaux III.3 et III.4 correspondent aux conditions standard suivantes :

- murs ou toits de couleur sombre ;
- température extérieure de base de 35 °C et température intérieure de base de 27 °C ;
- écart diurne de 11 °C ;
- latitude 40° Nord ;
- intensité du rayonnement solaire en Juillet pour la latitude de 40° Nord ;

La différence de température équivalente est donnée dans les tableaux III.3 et III.4 en fonction :

- de la masse surfacique (spécifique) m_{surf} du mur ou de la toiture ;
- de l'heure solaire vrai ;
- de l'orientation de la façade ;

Dans le cas où la toiture est isolée (c'est-à-dire que la fonction d'isolation est assurée par un feuillet de matériau isolant dont la conductivité thermique est inférieure à 0.12 w/ m. °C, et que l'épaisseur de feuillet isolant assure une résistance thermique supérieure à 0.5 m². °C/w, on prendra pour $\Delta t_{em}(t)$ et $\Delta t_{es}(t)$ 75% des valeurs données dans le tableau III.4.

Tableau III.3

Tableau III.4 Tableau III.5

a.1.1) Facteur d'absorption α des parois extérieures :

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

Ø paroi extérieure peinte :

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

- face extérieure de couleur sombre (bleu foncé, rouge foncé, brun foncé), $\alpha = 0.9$;
- face extérieure de couleur moyenne (vert clair, bleu clair, gris clair) $\alpha = 0.9$;
- face extérieure de couleur clair (blanc, crème) $\alpha = 0.50$;
- face extérieure de couleur noire mat, $\alpha = 1$.

Ø paroi extérieure non peinte :

Le facteur d'absorption α d'une paroi extérieure non peinte est donné dans le tableau III.6 en fonction du facteur d'absorption du matériau constituant la face extérieure de la paroi. Pour des matériaux ne figurant pas dans le tableau III.6, on adoptera comme coefficient d'absorption celui correspondant à la couleur de la face extérieure.

Tableau III.6 : Valeurs de Facteur d'absorption α [4]

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		

b) Apports de chaleur à travers les parois opaques intérieures

Les parois opaques intérieures sont celles qui séparent le volume thermique considéré et les autres locaux climatisés ou non climatisés.

Les apports calorifiques à travers ces parois sont dus uniquement à la différence de température de part et d'autre de la paroi.

b.1) Apports de chaleur à travers les parois opaques intérieures en contact avec un local climatisé :

Les apports de chaleur à un instant (t), traversant une paroi opaque intérieure en contact avec un local climatisé $APOI_{lc}(t)$, sont donnés par la formule suivante [4] :

$$APOI_{lc}(t) = K \cdot S_{int} \cdot [TS_a - TS_{b,i}] \quad [W] \quad (III.10)$$

Où :

- K (en $w/m^2 \cdot ^\circ C$) est le coefficient de transmission surfacique de la paroi considérée;
- S_{int} (en m^2) est la surface intérieure de la paroi considérée;
- TS_a (en $^\circ C$) est la température sèche de l'air intérieur du local adjacent climatisé;
- $TS_{b,i}$ (en $^\circ C$) est la température sèche de l'air intérieur du local considéré.

Si la paroi opaque intérieure sépare deux locaux climatisés à la même température, les gains de chaleur à travers cette paroi sont considérés comme nuls.

b.2) Apports de chaleur à travers les parois opaques intérieures en contact avec un local non climatisé :

Les gains de chaleur à un instant (t), $APOI_{inc}$, traversant une paroi opaque intérieure en contact avec un local non climatisé sont donnés par la formule suivante :

$$APOI_{inc} = K \cdot S_{int} \cdot \Delta T_{inc}(t) \quad [W] \quad (III.11)$$

Où :

- K (en $w/m^2 \cdot ^\circ C$) est le coefficient de transmission surfacique de la paroi considérée;
- S_{int} (en m^2) est la surface intérieure de la paroi considérée ;
- $\Delta T_{inc}(t)$ (en $^\circ C$) représente l'écart de température entre l'espace non à climatiser et le local considéré ;

L'écart de température $\Delta t_{inc}(t)$ est donné par la formule suivante [4]:

$$\Delta t_{inc}(t) = [(TS_e(t) - C_{inc}) - TS_{b,i}] \quad [W] \quad (III.12)$$

Où :

- $TS_e(t)$ (en °C) est la température extérieure sèche à l'instant considéré;
- C_{inc} (en °C) est un coefficient correcteur;
- $TS_{b,i}$ (en °C) représente la température intérieure du local à climatiser;

b.2.1) Valeurs du coefficient correcteur C_{inc} :

Ø C_{inc} est égale à 0 :

- dans le cas où la masse rapportée à la surface de plancher du local non climatisé est inférieure à 150 Kg/m².
- Pour les combles et les vides sanitaires fortement ventilés.

On admet par là que la température du local non conditionné est égale à la température extérieure.

Ø Dans le cas où la masse rapportée à la surface de plancher du local non climatisé est supérieure à 150 Kg/m², les valeurs de C_{inc} sont données dans les tableaux III.7 à tableau III.11 pour différentes températures de base (on interpolera pour les autres valeurs).

On distingue pour la détermination de C_{inc} :

- 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 climatisés d'un logement, les locaux à usage d'enseignement, d'hébergement, de bureaux et de réunion ;
- cas 4 : les locaux à usage artisanal, de restauration, de vente et les cuisines collectives.

Tableau III.7 : Valeurs de C_{inc} pour une température de base supérieure ou égale à 46°C [4]

TS _{b,e} ≥ 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 III.8 : Valeurs de C_{inc} pour une température de base égale à 41°C [4]

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

Tableau III.9 : Valeurs de C_{Inc} pour une température de base égale à 37°C [4]

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	-6	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	-4	19	4	-9	2	-5
8	-4	-16	-4	-4	20	4	-10	1	-6
9	-3	-15	-4	-4	21	3	-11	0	-1
10	-1	-14	-3	-3	22	2	-11	-1	-2
11	1	-12	-1	-1	23	0	-13	-2	-3
12	2	-11	0	0	24	-1	-14	-3	-4

Tableau III.10: Valeurs de C_{Inc} pour une température de base égale à 34°C [4]

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 III.11 : Valeurs de C_{inc} pour une température de base égale à 30,5°C [4]

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	-6
5	-4	-17	-5	-5	17	3	-11	0	-5
6	-4	-17	-5	-5	18	2	-11	0	-6
7	-4	-16	-4	-4	19	2	-12	0	-6
8	-3	-16	-4	-4	20	1	-12	-1	-7
9	-2	-15	-4	-8	21	1	-12	-1	-7
10	-1	-14	-3	-8	22	0	-13	-2	-2
11	0	-13	-2	-7	23	-1	-13	-2	-3
12	1	-12	-1	-7	24	-1	-14	-3	-4

c) Apports de chaleur à travers les parois opaques en contact avec le sol :

c.1) Principes :

Les apports de chaleur par transmission à travers les parois en contact avec le sol sont calculés en fonction de la différence de niveau Z , cette dernière est :

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

Ces apports sont considérés comme nuls au delà de $Z=Z_{lim}$ ($Z>Z_{lim}$) dont les valeurs sont données dans le tableau III.12 en fonction de la zone climatique et de la température intérieure de base du local climatisé.

Les apports à travers un plancher en contact avec le sol n'ont lieu que sur une bande de largeur égale à 5 mètres, comptée à partir du périmètre intérieur. Au delà de cette bande, les apports par transmission sont considérés comme nuls.

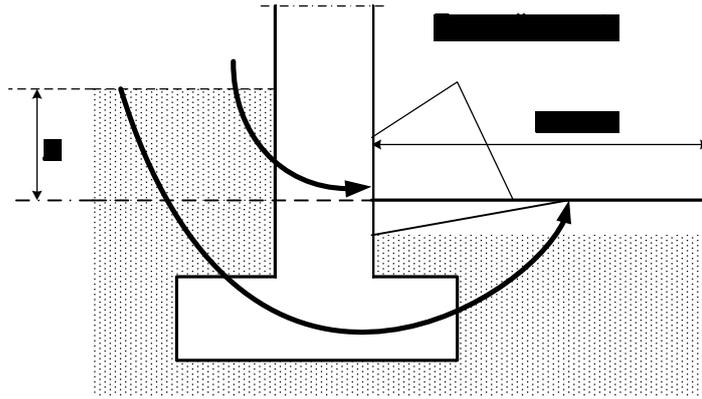


Figure III.1 : Représentation de la zone d'apport
pour des parois en contact avec le sol [4]

Tableau III.12 : Valeurs de Z_{lim} (en m) [4]

Valeurs de Z_{lim}						
Température du local climatisé	Zone climatique					
	A	B, C	B' Altitude < 500m	D1	D2	D3
24	3.80	5.40	6.60	7.80	9.40	5.80
25	3.40	5.00	6.20	7.40	9.00	5.40
26	3.00	4.60	5.80	7.00	8.60	5.00
27	2.60	4.20	5.40	6.60	8.20	4.60

c.2) Formule générale de calcul :

Les apports APO_s à travers une paroi en contact avec le sol sont donnés par [4]:

$$APO_s = \text{Max}[0; K \cdot S_{app} \cdot (TS_m - TS_{i,b})] \quad [\text{W}] \quad (\text{III.13})$$

Où :

- K (en $\text{w}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$) est le coefficient de transmission surfacique de la paroi calculé comme si la paroi était en contact avec l'extérieur;
- S_{app} (en m^2) est la surface de la zone d'apport;
- $TS_{i,b}$ (en $^\circ\text{C}$) est la température intérieure de base du local conditionné;
- TS_m (en $^\circ\text{C}$) est la température moyenne sèche de l'air extérieur;

III. 1 .3. 3 Apports de chaleur à travers les parois vitrées :

Ce poste comprend les quantités de chaleur qui pénètrent à l'intérieur de la pièce climatisée par l'intermédiaire des parois vitrées.

On distingue les gains de chaleur à travers les parois vitrées intérieures et les apports calorifiques à travers les parois vitrées extérieures.

a) Apports de chaleur à travers les parois vitrées intérieures :

Les parois vitrées intérieures sont celles qui séparent le volume thermique considéré et les autres locaux climatisés ou non climatisés.

Les gains de chaleur à travers ces parois sont dus uniquement à la différence de température de part et d'autre de la paroi vitrée. Ils obtiennent à l'aide du calcul habituel de transmission de chaleur à partir de surface d'échange, du coefficient de transmission thermique du vitrage et de la différence de température entre l'air extérieur et l'air intérieur du local.

a.1) Apports de chaleur à travers les parois vitrées intérieures en contact avec un local climatisé

Pour déterminer les gains de chaleur à un instant (t) $AVI_{lc}(t)$, traversant ces parois, on applique l'équation fondamentale de la transmission de chaleur suivante [4] :

$$AVI_{lc}(t) = K \cdot S_{ouv} \cdot [TS_a - TS_{b,i}] \quad [W] \quad (III.14)$$

Où :

- K (en $w/m^2 \cdot ^\circ C$) est le coefficient de transmission de la paroi vitrée considérée;
- S_{ouv} (en m^2) est la surface de l'ouverture dans la paroi opaque ;
- $TS_{b,a}$ (en $^\circ C$) est la température sèche de base de l'air intérieur du local adjacent climatisé;
- $TS_{b,i}$ (en $^\circ C$) est la température sèche de base de l'air intérieur du local considéré;

a.2) Apports de chaleur à travers les parois vitrées intérieures en contact avec un local non climatisé

Les apports de chaleur à travers les parois vitrées intérieures en contact avec un local non climatisé à un instant (t) $AVI_{inc}(t)$ sont donnés par la formule suivante [4]:

$$AVI_{inc}(t) = K \cdot S_{ouv} \cdot [(TS_e(t) - C_{inc}) - TS_{b,i}] \quad [W] \quad (III.15)$$

Où :

- K (en $w/m^2 \cdot ^\circ C$) est le coefficient de transmission de la paroi vitrée considérée;
- S_{ouv} (en m^2) est la surface de l'ouverture dans la paroi opaque ;
- $TS_e(t)$ (en $^\circ C$) est la température sèche à l'heure t;
- C_{inc} est un coefficient correcteur;
- $TS_{b,i}$ (en $^\circ C$) est la température sèche de base de l'air intérieur du local considéré;

b) Apports de chaleur à travers les parois vitrées extérieures

Les parois vitrées extérieures sont celles qui sont en contact direct avec l'air extérieur.

Les gains de chaleur à travers ces parois sont composés des gains de chaleur par transmission due à la différence de température entre l'air extérieur et l'air intérieur du local et des gains de chaleur par rayonnement solaire à travers ces parois.

Donc, les apports de chaleur à l'instant (t) à travers les parois vitrées extérieures $AVE(t)$ sont donnés par la formule suivante [4] :

$$AVE(t) = AVT(t) + AVR(t) \quad [W] \quad (III.16)$$

Avec :

- $AVT(t)$ (en w) représente les gains par transmission à travers les parois vitrées extérieures ;
- $AVR(t)$ (en w) représente les gains dus au rayonnement solaire à travers les parois vitrées extérieures ;

b.1) Gains de chaleur par transmission à travers les parois vitrées extérieures

Les gains de chaleur par transmission à un instant t , $AVT(t)$ à travers les parois vitrées extérieures sont donnés par [4] :

$$AVT(t) = 1.2 \cdot K \cdot S_{ouv} \cdot [TS_e(t) - TS_{b,i}] \quad [W] \quad (III.17)$$

Où :

- 1.2 (sans dimension) est un coefficient majorateur tenant compte des apports à travers les ponts thermiques ;
- K (en $w/m^2 \cdot ^\circ C$) est le coefficient transmission thermique de la paroi vitrée considérée;
- S_{ouv} (en m^2) est la surface de l'ouverture totale dans la paroi opaque où est baugée la surface vitrée;
- $TS_e(t)$ (en $^\circ C$) est la température sèche à l'heure t ;
- $TS_{b,i}$ (en $^\circ C$) est la température intérieure de base du local considéré;
-

b.2) Gains de chaleur par rayonnement solaire à travers les parois vitrées extérieures

L'ensoleillement d'une surface vitrée, qui a pour conséquence un apport de chaleur par rayonnement résultant du fait que lorsque le rayonnement solaire qui a traversé la paroi vitrée atteint un matériau (par exemple le plancher et les meubles, etc.), la température superficielle du matériau commence à augmenter d'où petit à petit un transfert de chaleur vers l'intérieur du matériau, c'est-à-dire que ce rayonnement solaire va avoir pour conséquence non une augmentation immédiate de la température de l'air ambiant mais une augmentation immédiate de la température des surfaces rencontrées. Cette situation a une triple conséquence :

- tout d'abord, la température de surface du matériau s'élève, l'air ambiant qui circule toujours plus ou moins intensément au niveau de cette surface va se réchauffer par convection ce qui concourt à la charge momentanée ;
- ensuite du fait que la température de la surface du matériau s'est élevée, ce matériau va ensuite rayonner à son tour vers les parois, corps et autres plus froids. Leur température superficielle s'élevant, l'air ambiant va s'y

- réchauffer par convection à leur contact ce qui va concourir là encore à la charge instantanée, mais avec forcément un certain décalage dans le temps;
- enfin, de la chaleur s'étant propagée à l'intérieur de certains matériaux, une certaine quantité de chaleur s'y est donc accumulée, chaleur qui sera restituée à l'ambiance à partir du moment où la source de chaleur par rayonnement aura disparu. C'est-à-dire une fois que l'ensoleillement d'une paroi vitrée a cessé, la chaleur accumulée dans diverses parois est donc restituée petit à petit avec un décalage dans le temps qui peut atteindre plusieurs heures en fonction de la durée de l'ensoleillement, de l'inertie des parois rencontrées et de l'intensité des mouvements d'air à la surface de ces parois [7].

a) Déroulement du calcul :

Les gains dus au rayonnement solaire à un instant t , à travers les parois vitrées extérieures $AVR(t)$, sont donnés par [4] :

$$AVR(t) = [SV_{ens} \cdot I_t + (SV - SV_{ens}) \cdot I_d] \cdot FS \cdot N_{pv}(t) \quad [W] \quad (III.18)$$

Où :

- SV (en m^2) est la surface totale vitrée ;
- SV_{ens} (en m^2) est la surface vitrée ensoleillée;
- $(SV - SV_{ens})$ (en m^2) est la surface vitrée à l'ombre;
- I_t (en w/m^2) est le rayonnement total maximal réel;
- I_d (en w/m^2) est le rayonnement diffus maximal réel;
- $N_{pv}(t)$ représente le coefficient d'amortissement relatif aux gains par ensoleillement à travers les parois vitrées à l'heure t considérée;
- FS est le facteur solaire du vitrage;

b) Détermination du coefficient d'amortissement

Par suite de l'accumulation de chaleur par les parois environnantes, y compris de plancher, les gains de chaleur par rayonnement solaire sont nettement réduits d'où la possibilité de prévoir une installation de climatisation de puissance réduite ; pour cette raison il faut tenir compte dans le calcul des gains solaires à travers les parois vitrées de

l'effet de l'accumulation de chaleur, qui se traduit par un coefficient dit d'amortissement (d'emmagasiner) des gains par ensoleillement à travers les parois vitrées $N_{pv}(t)$.

Les valeurs du coefficient d'amortissement fréquemment utilisées en climatisation sont données dans les tableaux III.13 à III.17 en fonction de la durée de fonctionnement des installations, de la présence ou non de protections solaires (stores, volets, rideaux, etc.), de la masse M rapportée à la surface du plancher du local considéré, de l'orientation de la paroi vitrée et de l'heure solaire vraie.

Pour l'utilisation des tableaux III.13 à III.17 :

- 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) ;
- on interpolera pour les valeurs intermédiaires.

c) Durée de fonctionnement de l'installation

Les durées de fonctionnement de l'installation doivent être choisies parmi ces trois valeurs : 12h, 16h et 24h.

Pour 12 heures et 16 heures de fonctionnement, l'installation est considérée mise en marche à 6h (l'installation fonctionne donc soit de 6h à 18h pour 12 heures de fonctionnement de l'installation, soit de 6h à 22h pour 16 heures de fonctionnement de l'installation).

En l'absence d'informations, on pourra prendre :

- locaux à usage d'habitation, d'hébergement de vente ;
 - zone A, B, B' et C : 12 heures de fonctionnement ;
 - zone D₁, D₂ et D₃ : 16 heures de fonctionnement ;
- locaux à usage d'enseignement, de bureaux, d'accueil et de réunion : 12 heures de fonctionnement ;
- locaux de restauration et à usage artisanal : 16 heures de fonctionnement.

d) Masse rapportée à la surface du plancher

On utilise la masse M des parois du local rapportée à la surface du plancher comme critère pour la capacité d'emmagasiner (d'accumuler) la chaleur dans les parois.

L'accumulation de chaleur augmente avec la masse des parois environnantes, plus la construction est lourde, plus l'accumulation est importante.

Pour calculer la masse M , on utilise la formule suivante [4] :

$$M = \frac{\sum m_{ext} + 1/2 \cdot \sum m_{sep} + \sum m_i}{S_{pl}} \quad [\text{Kg}/\text{m}^2] \quad (\text{III.19})$$

Où :

- m_{ext} (en Kg) est la masse des parois séparant le volume 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 le volume thermique considérée et les autres volumes thermiques (cloisons, planchers intermédiaires, plafonds) ;
- m_i (en Kg) désigne toute masse fixe (cloisons, murets, cage d'escalier, etc.) se trouvant au sein du volume thermique considéré;
- S_{pl} (en m^2) est la surface de plancher pour le volume thermique considéré; si un volume thermique a été défini sur plusieurs niveaux, S_{pl} est la somme des surfaces de plancher.

On obtient la masse m_{ext} et m_{sep} des éléments de construction à partir des masses volumiques des matériaux.

Tableau III.13

Tableau III.14

Tableau III.15

Tableau III.16

Tableau III.17

e) Facteur solaire

A vrai dire les fenêtres des locaux climatisés sont en général prévues avec des dispositifs de protection contre le soleil, permettant de diminuer les apports solaires, si non, d'une part on ne pourrait garantir la température ambiante dans les zones proches des fenêtres, d'autres part la charge frigorifique atteindrait des valeurs injustifiées [10].

Dans le calcul de la charge frigorifique (l'apport calorifique), l'effet des mesures de protection se traduit par un facteur dit facteur solaire du vitrage, ce dernier est un paramètre qui caractérise les vitrages vis-à-vis des apports solaires. Il s'agit du rapport du flux de chaleur total transmis par le vitrage antisolaire au flux transmis à travers un vitrage ordinaire dans les conditions de référence (ou standard), dont le facteur solaire est pris conventionnellement égal à 1 et pour un vitrage antisolaire $FS < 1$.

Pour réduire le coût de l'installation de climatisation, on est donc amené à installer les vitrages antisolaires.

On appelle vitrage antisolaire des vitrages constitués :

- de glace de forte épaisseur simples ou doubles, absorbantes ou non ;
- de vitrage, simples ou doubles, équipés de stores, de volets, persiennes, de rideaux intérieurs ou extérieurs.

Les valeurs du facteur solaire sont soit tirées des tableaux donnés aux paragraphes suivants pour les différents types de verre et écrans solaires, soit fournies par les fabricants de produits verriers.

e.1) Facteur solaire des dalles de verre, coupole en matière plastique

Les valeurs des facteurs solaires des dalles et pavés de verre (appelés communément Nevada, prismatic) sont données dans le tableau III.18:

- en fonction des dimensions de la dalle ou pavé de verre ;
- selon que la dalle ou le pavé de verre est à l'ensoleillement 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 [8].

Tableau III.18 : Facteur solaire des dalles, pavés de verre [8]

Dimensions (mm)	Ensoleillé	A l'ombre	
		Orientation N/NO/O/SO	Orientation E/SE/NE
150×150×100	0.50	0.34	0.51
200×200×100	0.65	0.40	0.60
300×300×100	0.75	0.46	0.69

Le facteur solaire des coupoles d'éclairage en matière plastique translucide doit être pris égale à 0.88.

e.2) 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 III.19.

Tableau III.19 : Facteur solaire des vitrages spéciaux en simple épaisseur [8]

Type de vitrage	Epaisseur (mm)	FS
Verre à vitre : normal fort épais	2 à 3	1
	4	0.98
	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 couleur grise couleur verte	6	0.64
	8	0.60
	10	0.54
	6	0.65
	8	0.60
	10	0.55
	6	0.63
	8	0.59
	10	0.53
Verre coloré rouge foncé bleu foncé gris foncé gris-vert opale foncé ambre	3 à 6	0.56
	3 à 6	0.60
	3 à 6	0.32
	3 à 6	0.46
	3 à 6	0.43
	3 à 6	0.37
	3 à 6	0.70
Glaces réfléchissantes claires bronze gris vert	6	0.72
	8	0.71
	10	0.70
	6	0.55
	8	0.49
	10	0.45
	6	0.55
	8	0.50
	10	0.46
	6	0.53
	8	0.49
	10	0.45
Film réflecteur sur glace claire film A18 film A33 sur glace absorbante bronze film A18 film A33 gris film A18 film A33		0.25
		0.42
		0.33
		0.41
		0.12
		0.21

e.3) 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 III.20.

Tableau III.20 : Facteur solaire des vitrages doubles [8]

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

e.4) Facteur solaire des vitrages munis de protections solaires :

On distingue trois sortes de protections solaires pour les vitrages ordinaires spéciaux [11] :

1- les protections extérieures qui comprennent :

- les volets verticaux qui sont en général en bois, en métal ou en matière plastique (voir figure III.2 cas a);
- les stores verticaux qui sont constitués de toile plus ou moins opaque ;
- les volets et stores projetés à l'italienne constitués de bois, de matière plastique ou de tissu (voir figure III.2 cas b) ;
- les persiennes et stores vénitiens généralement métalliques, en bois ou en matière plastique (voir figure III.2 cas c).

2- les protections entre deux vitrages qui sont réalisées par des stores vénitiens à lames minces ou par des rideaux opaques ou légèrement transparents (voir figure III.2 cas d et e).

3- Les protections intérieures qui comprennent (voir figure III.2 cas f et g) :

- Les stores vénitiens à lames minces,
- Les rideaux pendant librement devant les fenêtres.

Les protections extérieures sont les plus efficaces parce qu'elle réfléchissent le flux solaire avant qu'il ne traverse le vitrage et ne pénètre dans le local.

Les valeurs du facteur solaire des vitrages avec protection intérieure, protection extérieure et protection entre deux vitrages sont données dans les tableaux III.21, III.22 et III.23.

Tableau III.22 : Facteur solaire des vitrages avec protections extérieures [8]

Type de vitrage	TYPE DE PROTECTION EXTERIEURE									
	Stores Verticaux		Volets verticaux		Volets et stores à l'italienne				Stores vénitiens	
	Opaque	Trans-lucide	Bois	métal	bois	métal	Toile opaque	Toile translucide	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	0.16	0.20	0.06	0.08	0.08	0.09	0.09	0.10	0.11
	absorbant	0.09	0.11	0.06	0.08	0.07	0.08	0.08	0.09	0.10

Tableau III.21 : Facteur solaire des vitrages avec protections intérieures [8]

Type de vitrage	Epaisseur nominale (mm)	Type de protection intérieure				
		Stores vénitiens		Stores de toile		
		Teinte claire	Teinte moyenne	Opaque		translucide
				foncé	clair	
Verre à vitre	2 à 6					
Glace	6 à 12	0.55	0.64	0.59	0.25	0.39
Verre absorbant ou coloré	3 à 6	0.53	0.57	0.45	0.30	0.36
Glace absorbant	6	0.53	0.57	0.45	0.30	0.36
	10	0.52	0.54	0.40	0.28	0.32
	12	0.50	0.51	0.36	0.28	0.31
Double vitrage avec lame D'air						
Verre clair	11	0.51	0.57	0.60	0.25	0.37
Glace claire	18 à 32	0.51	0.57	0.60	0.25	0.37
Glace absorbante + glace Claire intérieure	18 à 32	0.36	0.39	0.40	0.22	0.30

Figure III.2 : Différents types de protection antisolaires des vitrages [8]

Tableau III.23 : Facteur solaire des parois vitrées avec protection entre deux vitrages [8]

Type de vitrage	Type de protection		
	Stores vénitiens		Rideau (teinte claire)
	teinte claire	teinte moyenne	
Double vitrage			
verre clair	0.33	0.36	0.28
glace claire	0.33	0.36	0.28
glace absorbante et glace claire intérieure	0.28	0.30	0.23

f) Calcul de la surface ensoleillée et ombrée du vitrage [4], [8]

La plupart des vitrages sont plus ou moins protégés de l'ensoleillement direct par les ombres projetées par les parties en saillie de la construction ou par les bâtiments environnants. Les parties du vitrage situées à l'ombre ne sont alors atteintes que par le flux solaire diffus.

Pour déterminer si un vitrage ou une façade est à l'ombre ou non, il faut auparavant déterminer :

- Les coordonnées apparentes du soleil (paramètres solaires) par rapport à la façade ;
- Les dimensions caractéristiques de la saillie ou du retrait du vitrage.

f.1) Coordonnées apparentes du soleil

Les coordonnées apparentes du soleil par rapport au vitrage (ou à la façade) sont données par la figure (voir figure III.3).

On distingue :

- La hauteur β (en degrés) du soleil au-dessus de l'horizon. Cette dernière, en un lieu donné varie de 0 à 90°.
- L'azimut Φ (en degrés) du soleil par rapport à la normale à la façade considérée.

Le calcul de ces paramètres doit être effectué soit en utilisant les formules ; soit en utilisant les tableaux de valeurs données en [4] en fonction de la latitude, de l'orientation et de l'heure solaire.

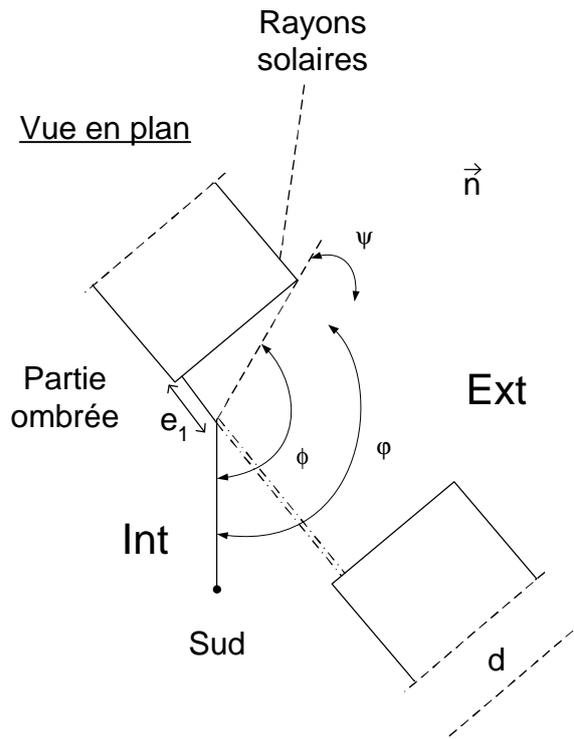


Figure III.3 : Représentation des paramètres associés à la position du soleil [4]

f.2) Dimensions caractéristiques des ombres dues aux saillies ou aux retraits de la façade

La figure III.4 détermine les dimensions caractéristiques à déterminer pour pouvoir calculer la surface de l'ombre portée par le retrait du vitrage. Ces dimensions sont :

- d : valeur du retrait vertical [m]
- c : valeur du retrait horizontal [m]
- H : hauteur du vitrage [m]
- B : largeur du vitrage [m]
- e_1 : longueur d'ombre latérale [m]
- e_2 : longueur d'ombre verticale [m].

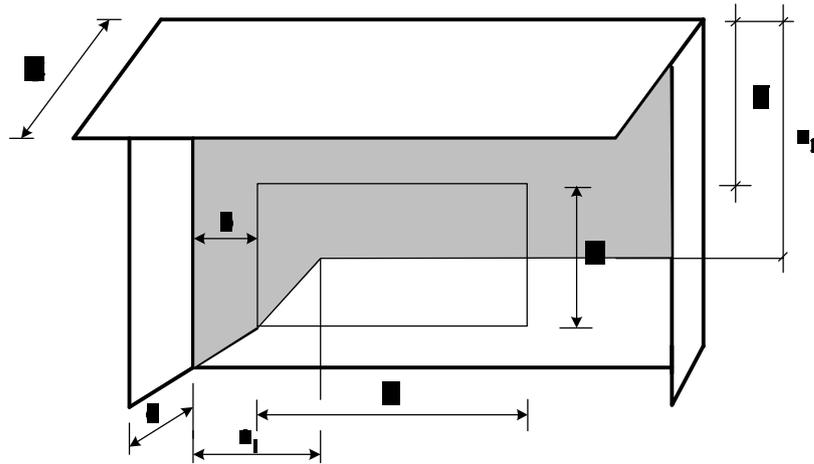


Figure III.4 : Surface ombrée d'un vitrage [4]

f.2.1 Cas d'une saillie verticale

La longueur d'ombre latérale (horizontale) e_1 d'un vitrage du fait d'une saillie verticale est fonction de l'angle $\Psi = \Phi$ (azimut solaire) - φ (azimut de la paroi) et de la profondeur d de la partie en saillie (voir figure III.3).

Pour $-90^\circ < \Psi < 90^\circ$ la façade est ensoleillée, si non la façade est à l'ombre.

La longueur d'ombre latérale e_1 est donnée par [4]:

$$e_1 = \operatorname{tg}(\Psi) \cdot d \quad [\text{m}] \quad (\text{III.20})$$

Où :

- Ψ (en degrés) est égal à la différence $\Phi - \varphi$
- d (en m) est la largeur de la saillie verticale

f.2.2 Cas d'une saillie horizontale

Si la saillie est horizontale (figure III.5), la longueur d'ombre verticale e_2 est fonction de la profondeur c , de la partie en saillie, de la hauteur du soleil β , de l'azimut solaire et de l'azimut de la paroi φ .

La valeur de e_2 est calculée par la formule suivante [4] :

$$e_2 = (\operatorname{tg}(\beta) / \cos(\Psi)) \cdot c \quad [\text{m}] \quad (\text{III.20})$$

Où :

- l'angle Ψ (en degrés) égal à la différence $\Phi - \varphi$, où Φ est l'azimut solaire et où φ est l'azimut de la paroi,
- β (en degrés) est la hauteur du soleil,
- c (en m) est la profondeur de la partie en saillie.

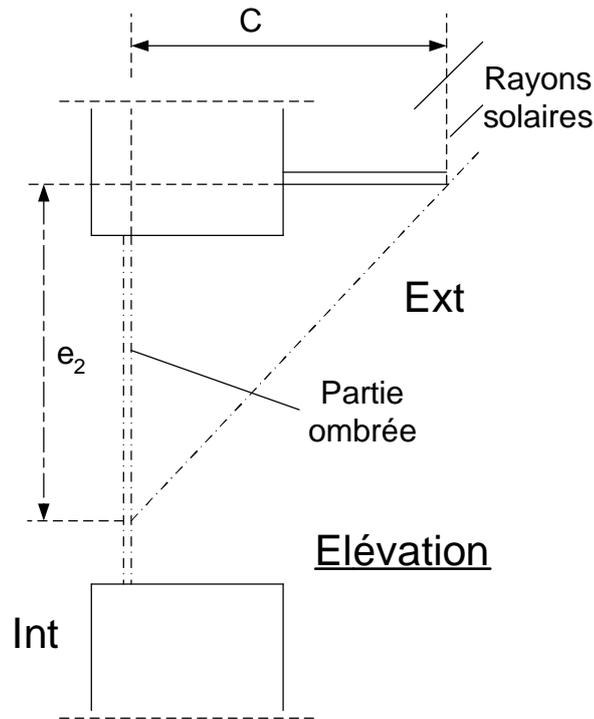


Figure III.5 : Ombre produite par une saillie horizontale [4]

c) Etapes de calcul

1. Déterminer à l'aide des tableaux, ou à l'aide des formules données en annexe 3 de [1] l'azimut Φ et la hauteur β du soleil pour l'instant considéré.
2. Déterminer l'azimut φ de la paroi soit à l'aide du tableau donnée en annexe 3 [1], soit graphiquement.
3. Effectuer la différence $\Psi = \Phi - \varphi$.
4. Si Ψ n'est pas compris dans l'intervalle $]-90^\circ, 90^\circ [$, la paroi est à l'ombre.
5. Calculer les longueurs d'ombres latérales et verticales.
6. Calculer la surface vitrée ensoleillée SV_{ens} , cette dernière devient avec les désignations de la figure III.4 [4]:

$$SV_{ens} = [B - (e_1 - b)] \cdot [H - (e_2 - f)] \quad [m^2] \quad (III.22)$$

à condition que $e_1 - b \geq 0$

$$e_2 - f \geq 0$$

7. Calculer la surface vitrée à l'ombre S_0 , cette dernière est égale à [4] :

$$S_0 = (B - H) - SV_{ens} \quad [\text{m}^2] \quad (\text{III.23})$$

III. 1. 3. 4 Apports de chaleur internes

On désigne par apports de chaleur internes, ou gains internes, les quantités de chaleur dégagées sous forme sensible ou latente à l'intérieur du local climatisé. Ces gains sont dus à un apport de chaleur en provenance d'une source située à l'intérieur même du local climatisé.

Les principales sources de chaleur en provenance de l'intérieur sont :

- les occupants ;
- l'éclairage ;
- les machines entraînées par des moteurs électriques ;
- les appareils électriques;
- les appareils à gaz;
- les réservoirs;
- l'évaporation libre;
- l'introduction de vapeur vive;
- les tuyauteries;
- les conduits d'air intérieurs;

Le calcul des gains internes nécessite des informations précises, qui sont par exemple :

le nombre d'occupants leur activités, nombre de moteurs électriques, leur emplacement et celui des tuyauteries, etc.

Ce calcul fait sur la base des hypothèses suivantes :

- les gains internes, lorsqu'ils existent, sont calculés en les considérant constants pendant la durée de fonctionnement de l'installation de climatisation ;
- les apports internes sont calculés en considérant un amortissement (accumulation) des gains sensibles. Dans le calcul l'effet de l'accumulation de chaleur, se traduit

par un coefficient dit d'amortissement des gains internes noté $N_{AI}(t)$. Ce coefficient est affecté séparément pour chaque apport interne.

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

a) Calcul des gains internes

Les apports de chaleur internes $AI(t)$ à l'instant (t) d'un volume thermique sont donnés par la formule suivante [4]:

$$AI(t) = AI_s + AI_l \quad [W] \quad (III.24)$$

Avec :

$$AI_s = \sum_j (CS_j \cdot AI_{s,j} \cdot N_{AI,j}) \quad [W] \quad (III.25)$$

$$AI_l = \sum_j (CS_j \cdot AI_{l,j}) \quad [W] \quad (III.26)$$

d'où :

- AI_s et AI_l (en w) représentent respectivement les parties sensible et latente des apports internes ;
- $AI_{s,j}$ (en w) représente la partie sensible de l'apport interne j ;
- $AI_{l,j}$ (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'informations, les valeurs à considérer pour les coefficients de simultanéité sont celles du tableau III.24;
- $N_{AI,j}$ est le coefficient d'amortissement relatif à l'apport interne j;

L'indice j désigne les différents gains internes.

a. 1) Détermination du coefficient de simultanéité (CS)

Il y a peu de chances que tous les occupants soient présents au même moment, que tout l'éclairage fonctionne et que toutes les machines fonctionnent simultanément.

C'est pourquoi, on utilise des coefficients de simultanéité pour déterminer les apports réels.

On obtient ainsi une estimation valable des apports internes et cela permet de limiter la puissance maximale de l'installation à une valeur économique.

En l'absence d'information, les valeurs à considérer pour les coefficients de simultanéité relatifs à chaque apport interne sont celles du tableau III.24.

Tableau III.24 : Coefficients de simultanéité des gains internes [4]

Apport	Nature des apports	Coefficient de Simultanéité CS				
		Locaux				
		Bureaux Réunions Accueil	Logement Hébergement	Vente Restauration	Artisanal Industriel	Enseignement
Occupant	Sensible Latent	0.80	0.50	0.80	0.90	1.00
Moteurs électriques	Sensible	0.60	0.50	0.85	0.85	0
Appareils électriques	Sensible Latent	0.60	0.50	0.85	0.85	0
Eclairage fluorescent non encastré	Sensible	0.70	0.35	0.90	0.85	0.90
Eclairage fluorescent Encastré, éclairage incandescent non encastré	Sensible	0.70	0.35	0.90	0.85	0.90
Eclairage encastré dans un faux plafond avec plénum de reprise	Sensible	0.70	0.35	0.90	0.85	0.90
Appareils à gaz	Sensible Latent	0	0.50	0.85	0.85	0
Réservoir	Sensible Latent	0	0.50	0.85	0.85	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

Un coefficient de simultanéité égal à 0 signifie que pour le type de local défini, l'apport interne correspondant existe rarement dans la pratique (ou négligeable). Dans le cas où ce type d'apport n'est pas considéré comme négligeable, on prendra un coefficient de simultanéité maximale (égal à 1).

a. 2) Détermination du coefficient d'amortissement $N_{AI}(t)$

Le coefficient d'amortissement $N_{AI}(t)$ tient compte des facteurs suivants :

- le type d'apport interne ;
- le nombre d'heures écoulées entre l'heure considérée et le début des apports internes ;
- la masse M (en Kg/m^2) des parois rapportée à la surface de plancher, qui caractérise la capacité d'absorption des matériaux constituant les parois ;
- la durée d'apport interne ;
- la durée de fonctionnement de l'installation de climatisation qui intervient par l'inertie aéraulique qu'elle crée dans le local climatisé [4], [8].

Pour la détermination de $N_{AI}(t)$, on distingue les quatre types d'apport suivants :

- Type I :
 - apports dus à un éclairage fluorescent, l'appareil étant non encastré ;
 - apports dus aux occupants ;
 - apports dus aux appareils électriques ou à gaz ;
 - apports dus aux machines entraînées par un moteur électrique ;
 - apports dus aux réservoirs ;
 - apports dus aux tuyauteries et aux conduits d'air intérieurs ;
- type II : apports dus à un éclairage fluorescent encastré ou incandescent non encastré ;
- type III : apports dus à un éclairage fluorescent ou incandescent encastré dans un faux plafond dans lequel se fait la reprise de l'air du local (luminaires refroidis par air) ;
- type IV :
 - introduction de vapeur vive ;
 - évaporation libre ;

La valeur du coefficient d'amortissement $N_{AI}(t)$ est déterminée comme suit :

- pour les apports de type IV, la valeur de $N_{AI}(t)$ est égale à 1;

- pour les apports de type I, II ou III, la valeur de $N_{AI}(t)$ est égale à 1 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 $N_{AI}(t)$ est donnée dans les tableaux B1 à B3 (annexe B) en fonction :
 - du type d'apport interne;
 - 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;

b) Apports de chaleur dus aux occupants

Toute personne, en activité ou non, dégage de la chaleur ainsi que de la vapeur d'eau. Les quantités de chaleur et de vapeur d'eau dégagées sont essentiellement fonction d'une part du degré d'activité et d'autre part de la température ambiante [7], [8].

La quantité de chaleur dégagée par le corps humain est la somme de la chaleur sensible qui est rejetée vers l'ambiance par rayonnement et convection (cet apport entraîne directement une augmentation de la température ambiante) et de chaleur latente par transpiration; les gains de chaleur dus aux occupants vont donc être décomposés en ces deux postes.

Pour ce qui est de la chaleur sensible dégagée par le corps humain une partie de celle-ci est absorbée puis emmagasinée (accumulée) par les parois environnantes plus froides que la surface du corps. Une certaine quantité de cette chaleur accumulée sera restituée à l'ambiance petit à petit avec un décalage dans le temps. Dans le calcul des gains dus aux occupants l'effet de l'accumulation de chaleur, se traduit par un coefficient dit d'amortissement des apports dus aux occupants $N_{AI,oc}$. Les valeurs de ce coefficient sont données en fonction de la durée d'occupation des locaux et de l'inertie de la construction (la masse M rapportée à la surface du plancher).

Pour calculer les apports internes dus aux occupants, on utilise les relations suivantes [4] :

$$AI_{s,oc} = N_p \cdot AI_{s/p} \quad [W] \quad (III.27)$$

$$AI_{l,oc} = N_p \cdot AI_{l/p} \quad [W] \quad (III.28)$$

Où :

$AI_{s,oc}$ (en w) représente la partie sensible des apports internes dus aux occupants ;

$AI_{l,oc}$ (en w) représente la partie latente des apports internes dus aux occupants ;

$AI_{s/p}$ (en w/Pers.) représente l'apport sensible dégagé par une personne ;

$AI_{l/p}$ (en w/Pers.) représente l'apport latent dégagé par une personne ;

N_p : nombre de personnes.

Dans le calcul des installations de climatisation, on peut utiliser les valeurs des apports sensibles et latents pour un occupant, qui sont données dans le tableau III.25 en fonction de degré d'activité et de la température intérieure du local.

Pour déterminer le nombre de personnes (N_p) dans un local, on distingue les deux cas suivants :

- Pour un logement, le nombre d'occupants par pièce à considérer doit être 2 occupants par pièce pour les pièces principales et les cuisines, et de 1 occupant par pièce pour les pièces de service autres que les cuisines ;
- Pour les locaux à usages autre que d'habitation, en l'absence d'informations, on considèrera 1 occupant pour 4.5 m² de surface de plancher.

Tableau III.25 : Apports de chaleur dus aux occupants [4]

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	79	58	73	63	69	71	60	83	94
Debout, marche lente	Magasin, accueil Restaurant	52	94	58	88	64	83	74	72	85	62
		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

c) Apports de chaleur dus à l'éclairage :

Les appareils d'éclairage constituent une source de chaleur sensible ($AI_{lec}=0$). Cette chaleur est dégagée par :

- rayonnement (absorbée par les parois environnantes) ;
- convection (avec l'air ambiant) ;
- conduction (à travers les parois de la lampe).

Les apports internes dus à l'éclairage dépendent du type de ce dernier. Il existe actuellement deux types de lampes [11]:

- 1- lampes à incandescence : elles transforment environ 10% de l'énergie absorbée en lumière tandis que le reste est transformé en chaleur, dissipée ensuite par rayonnement à environ 80% de la puissance absorbée et seulement 10% par convection et conduction.
- 2- Lampes fluorescentes : elles transforment environ 25% de la puissance absorbée en lumière tandis que 75% de cette puissance est transformée en chaleur.

Selon la disposition de l'appareil d'éclairage ; on peut distinguer trois principaux types de luminaires qui sont :

- Les luminaires librement suspendus sous le plafond ;
- Les luminaires incorporés (encastrés) dans le plafond ou alors directement placés sous celui-ci ;
- Les luminaires à reprise d'air.

L'éclairage dans ce type est raccordé à un système d'extraction d'air. C'est-à-dire que l'air ambiant est repris par l'intermédiaire de ces luminaires, afin de réduire l'augmentation des apports de chaleur qui en résulte.

La chaleur émise par convection par le luminaire et une partie de l'énergie émise par rayonnement sont donc évacuées par l'air repris.

Pour calculer les apports internes dus à l'éclairage, on peut utiliser soit la puissance installée pour l'éclairage, soit le niveau d'éclairage recommandé du local considéré ; on distingue donc les deux cas suivants :

1^{er} cas :

Si l'on connaît la puissance installée pour l'éclairage, les gains dus à l'éclairage sont donnés par la formule suivante [4] :

$$AI_{s,ec} = \sum_{N_L} (W_n \cdot C_1 \cdot C_2) \quad [W] \quad (III.29)$$

Où :

- W_n (en w) est la puissance nominale de l'ampoule ou du tube fluorescent ;
- C_1 est un coefficient de majoration (par suite des pertes du ballast inductif);
il est égal à :
 - 1.2 pour les lampes à incandescence ;
 - 1.25 pour les tubes fluorescents ;
- C_2 : coefficient de chaleur résiduelle (non évacuée par l'air repris) correspondant à la part d'énergie restant dans la pièce ;

C_2 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 III.26 quand l'éclairage est raccordé à un système d'extraction d'air.
- N_L : nombre de lampes ou de tubes fluorescents ;

Tableau III.26 : Valeurs du coefficient de chaleur résiduelle C_2 [4]

Débit d'air pour 100w de puissance de lampe ou de tube (m ³ /h)	20	30	50	60
C_2	0.6	0.5	0.5	0.35

2^{ème} cas :

Si l'on ne connaît pas la puissance installée pour l'éclairage, on peut estimer les gains dus à l'éclairage, à l'aide du niveau d'éclairement lumineux recommandé et la puissance dégagée surfacique correspondante dans différents type de locaux, qui sont donnés dans le tableau III.27.

Le niveau d'éclairage lumineux (L_x) est le quotient du flux lumineux (L_m) reçu par un élément de cette surface, par l'aire de cet élément. Ce niveau d'éclairage dépend du travail effectué et de la destination du local [8].

Dans ce cas les apports internes dus à l'éclairage sont donnés par la formule suivante [4] :

$$AI_{s,ec} = P \cdot S_{pl} \quad [W] \quad (III.30)$$

Où :

- P (en w/m^2) est la puissance dégagée surfacique des luminaires ;
- S_{pl} (en m^2) est la surface de plancher du local climatisé.

Tableau III.27 : Apports de chaleur dus à l'éclairage [4]

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

En ce qui concerne le tableau III.27 les valeurs de ce dernier ont été obtenues à partir des hypothèses suivantes :

- rendement moyen d'éclairage = 0.4 ;
- rendement lumineux égal à :
 - 13.8 Lm/w pour les lampes à incandescence ;
 - 48 Lm/w pour les tubes fluorescents ;

Ces valeurs tiennent compte d'une majoration de 20% pour les lampes à incandescence, et de 25% pour les tubes fluorescents, et sont données pour un éclairage non raccordé à un système d'extraction d'air.

Pour ce qui est de la chaleur sensible dégagée par l'éclairage, une partie de celle-ci est absorbée puis accumulée dans les parois environnantes.

L'effet de l'accumulation de chaleur dans le calcul des gains internes dus à l'éclairage se traduit par un coefficient dit d'amortissement des apports dus à l'éclairage $N_{At,ec}$.

Les valeurs de ce coefficient sont données en fonction de type de lampes, type de luminaires, durée de fonctionnement de l'éclairage et la masse M rapportée à la surface du plancher (inertie de la construction).

d) Apports de chaleur dus aux machines entraînées par un moteur électrique :

La plupart des machines fonctionnant au moyen d'un moteur électrique constituent des sources de gains sensibles, du fait de la transformation d'une partie plus ou moins grande de l'énergie absorbée en énergie calorifique.

Un moteur électrique est caractérisé par :

- une puissance absorbée W_a exprimée en w ou en KW ; la puissance absorbée peut être déterminée en fonction de la nature du courant (voir tableau III.28) ;
- une puissance effective (ou nominale) W_{eff} exprimée en w ou KW ; cette puissance correspond à la puissance fournie à la machine entraînée ;
- un rendement η_m ;
- sa position par rapport au local climatisé.

La différence $W_a - W_{eff}$ représente les pertes diverses à l'intérieur de la carcasse du moteur (pertes par effet Joule, pertes mécaniques de frottement, etc.).

La chaleur dégagée par un moteur électrique ou la machine entraînée par ce moteur l'est généralement sous forme convective. C'est pourquoi dans la plupart des cas, l'apport de chaleur dû aux machines est égal à la quantité de chaleur dégagée au même moment.

Une partie de la chaleur pouvant être emmagasinée (accumulée) dans les parois environnant du local, l'effet de l'accumulation de chaleur dans le calcul des gains internes

dus aux machines entraînées par un moteur électrique se traduit par un coefficient dit d'amortissement des apports internes dus aux machines entraînées par moteur électrique $N_{AI,m-m}$.

Tableau III.28 : Puissance absorbée des moteurs électriques [4]

Nature du courant	W_a (en w) en fonction de : I (en A) l'intensité du courant, U (en V) la tension du courant et de $\cos(\varphi)$ facteur de puissance.
Courant continu	$W_a = U.I$
Courant monophasé	$W_a = U.I.\cos(\varphi)$
Courant triphasé	$W_a = U.I.\cos(\varphi).1.73$
Courant diphasé (4 fils)	$W_a = U.I.\cos(\varphi).2$

Dans le calcul des apports dus aux machines entraînées par un moteur électrique ($AI_{l,m-m}=0$), on doit distinguer les cas suivants :

- a) le moteur et la machine entraînée se trouvent dans le même local climatisé (cas (a) de la figure III.6). Dans ce cas, toute l'énergie absorbée est dissipée sous forme de chaleur dans le local climatisé. L'apport interne $AI_{s,m-m}$ dû à l'ensemble moteur-machine est donné par la formule suivante [4] :

$$AI_{s,m-m} = W_a = \frac{W_{eff}}{\eta_m} \quad [W] \quad (III.31)$$

Où :

- W_{eff} (en w) désigne la puissance effective ;
- η_m désigne le rendement du moteur électrique;

- b) Seule la machine entraînée se trouve dans le local climatisé (cas (c) de la figure III.6). Dans ce cas l'apport calorifique $AI_{s,m-m}$ correspondant est égal à la puissance nominale W_{eff} [4] :

$$AI_{s,m-m} = W_{eff} \quad [W] \quad (III.32)$$

- c) Seul le moteur se trouve dans le local climatisé (cas (b) de la figure III.6). Dans ce cas l'apport calorifique correspondant est égal aux pertes diverses dans la carcasse

du moteur. L'apport $AI_{s,m-m}$ est donné par la formule suivante [4]:

$$AI_{s,m-m} = W_a - W_{eff} = \frac{W_{eff}}{\eta_m} \cdot (1 - \eta_m) \quad [W] \quad (III.33)$$

Où :

- W_{eff} (en w) désigne la puissance nominale ;
- η_m désigne le rendement du moteur électrique ;

d) Lorsque le moteur entraîne une turbomachine, pompe ou ventilateur véhiculant un fluide à l'extérieur du local une grande partie de l'énergie fournie est transférée au fluide, celle-ci est égale à [4] :

$$W_{fl} = \Delta P \cdot \dot{q}_m \quad [W] \quad (III.34)$$

Avec :

- W_{fl} (en w) représente la puissance fournie au fluide ;
- \dot{q}_m (en m³/s) représente le débit volumique moyen du fluide véhiculé par la turbomachine ;
- ΔP (en Pa) désigne l'énergie volumique apportée au fluide par la turbomachine pour le mettre en mouvement.

Pour un ventilateur ΔP représente la pression et pour une pompe ΔP représente la hauteur manométrique.

Les apports internes dus à une turbomachine ($AI_{s,m-tm}$, $AI_{l,m-tm}=0$) lorsque le moteur et la machine sont dans la même pièce climatisée sont les suivants [4] :

$$AI_{s,m-tm} = W_a - W_{fl} \quad [W] \quad (III.35)$$

$$AI_{s,m-tm} = \frac{W_{eff}}{\eta_m} - \Delta p \cdot \dot{q}_m \quad [W] \quad (III.36)$$

Par contre, si le moteur est dans un local différent alors les apports sont limités et le calcul varie selon que c'est le moteur ou la turbomachine qui se trouve dans le local climatisé.

Si le moteur électrique est positionné dans le local climatisé alors les charges (gains) sont limitées aux pertes du moteur. Les apports dus au moteur séparé de la turbomachine qu'il alimente sont les suivantes [4] :

$$AI_{s,m-tm} = W_a - W_{eff} \quad [W] \quad (III.37)$$

$$AI_{s,m-tm} = W_a \cdot (1 - \eta_m) \quad [W] \quad (III.38)$$

Si la turbomachine est positionnée dans le local climatisé, alors les apports sont réduits aux pertes de la turbomachine seule. Ils sont donnés par [4] :

$$AI_{s,m-tm} = W_{eff} - W_{fl} \quad [W] \quad (III.39)$$

$$AI_{s,m-tm} = W_{eff} - \Delta P \cdot \dot{q}_m \quad [W] \quad (III.40)$$

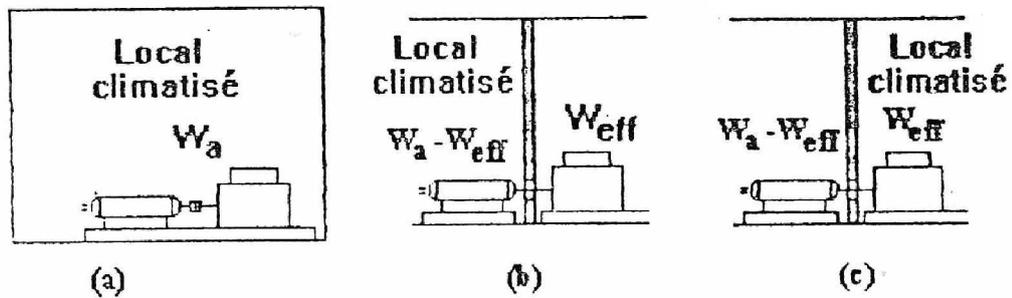


Fig. III.6 : Localisation des moteurs électriques [4]

d. 1) Détermination du rendement de moteur électrique

Le rendement d'un moteur électrique (η_m) est le rapport de la puissance fournie à la machine (W_{eff}) à la puissance absorbée (W_a) par le moteur ; le rendement s'exprime par :

$$\eta_m = \frac{W_{eff}}{W_a} \quad (III.41)$$

En l'absence d'information, on pourra utiliser les rendements moyens (à pleine charge) des moteurs donnés dans le tableau III.29 en fonction de la puissance nominale.

Tableau III.29 : Rendements moyens des moteurs électriques [4]

Puissance nominale		Rendement (%)	Puissance nominale		Rendement (%)
[w]	[Ch]		[Kw]	[Ch]	
37	1/20	40	2.2	3	81
61	1/12	50	3.7	5	82
92	1/8	55	5.5	7.5	85
122	1/6	60	7.36	10	85
184	¼	64	11	15	86
245	1/3	66	14.7	20	87
368	½	70	18.4	25	88
550	¾	72	22	30	89
736	1	80	29.4	40	89
1100	1.5	80	37	50	90
1470	2	80			

e) Apports de chaleur dus aux machines électriques

Les appareils électriques peuvent constituer à la fois une source de chaleur sensible et latente, ou seulement une source de gains sensibles. Cela tient à la nature des machines installées dans les locaux, et aux activités exercées dans le bâtiment.

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

Pour la détermination des apports internes dus aux machines électriques ($AI_{s,me}$, $AI_{l,me}$), on utilisera soit :

- les indications données par le fabricant;
- les formules du tableau III.28 pour le calcul de la puissance absorbée, cette puissance constituant les gains sensibles ($AI_{s,me}=W_a$). Pour certains appareils (de cuisines, de restaurants, etc.), il y a lieu de tenir compte aussi des gains latents ($AI_{l,me}$); on pourra alors utiliser les formules relatives aux gains par évaporation;
- à défaut, les valeurs des tableaux III.30 à III.32 données en fonction du type d'appareil;

On diminuera de 50% les apports sensibles et latents si l'appareil électrique est pourvu d'une hotte d'extraction mécanique dimensionnée selon les règles d'usage.

Tableau III.30 : Apports calorifiques dus aux appareils ménagers et de restaurants [4]

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 ($W_n=500w$)	500	280	780
Plaque chauffante ($W_n=1000w$)	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 m ² 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 III.31 : Apports calorifiques dus aux machines de bureaux [4]

Appareils	Gains à admettre (en w)			
	Sens.	Lat.	Total	
Machine à écrire	90	-	90	
Micro-ordinateur (écran compris)	450	-	450	
Micro-ordinateur (les valeurs peuvent varier de 2200 à 6600w)	4400	-	4400	
Imprimante plus de 5000 lignes/minute 300 à 600 lignes/minute	1800	-	1800	
	376	-	376	
Terminal écran	160	-	160	
Machine comptable	105	-	150	
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 III.32 : Apports calorifiques dus à divers appareils [4]

Appareils	Gains à admettre (en w)		
	Sens.	Lat.	Total
Présentoir (par m ³ de volume intérieur)	640	-	640
Caisse enregistreuse	48	-	48
Réfrigérant à eau	1750	-	1750
Sèche cheveu central 5 casques	4483	1197	5680
10 casques	6273	1790	8063
Casque sèche-cheveux	690	120	810
Stérilisateur de pansement, taille : 406 × 620 mm	2870	2600	5470
508 × 914 mm	6960	7170	14130
Stérilisateur d'instrument, taille : 152 × 205 × 432 mm	805	710	1515
228 × 254 × 508 mm	1518	1174	2692
254 × 305 × 560 mm	2420	1760	4180
254 × 305 × 914 mm	3048	2810	5858
305 × 406 × 620 mm	2728	2550	5278
Stérilisateur ustensiles, taille : 406 × 406 × 620 mm	3167	6096	9263
508 × 508 × 620 mm	3676	7649	11325
Moulin à café	500	140	640
Mixer	1000	277	1277
Fer à repasser	500	280	780
Aspirateur	200	-	200

f) Apports de chaleur dus aux appareils à gaz

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

Pour la détermination des apports dus aux appareils à gaz, on peut utiliser soit les formules (III.42) et (III.43), soit les valeurs du tableau III.33.

Les apports de chaleur sensibles ($AI_{s,ag}$) et latentes ($AI_{l,ag}$) dus aux appareils à gaz sont donnés par les formules suivantes [4] :

$$AI_{s,ag} = \dot{q}_n \cdot PC_{sup} \quad [W] \quad (III.42)$$

$$AI_{l,ag} = \dot{q}_n \cdot m_{vap} \cdot 2498 \cdot 10^3 \quad [W] \quad (III.43)$$

Où :

- \dot{q}_n (en m³/s) est le débit nominal de l'appareil ;
- PC_{sup} (en J/m³) est le pouvoir calorifique supérieur du combustible ; les valeurs des caractéristiques des principaux combustibles gazeux sont données dans le tableau III.34;
- m_{vap} (en Kg/m³) est la masse d'eau apportée par la combustion du gaz ;
- 2498×10^3 (en J/Kg) est la chaleur latente de condensation de la vapeur d'eau.

La quantité d'humidité dégagée dans le local visée par la formule (III.43) est celle provenant de la combustion de l'hydrogène et des hydrocarbures contenus dans le combustible gazeux. La formule (III.43) ne tient donc pas compte de l'apport latent provenant éventuellement des produits chauffés. On pourra utiliser pour la prise en compte de ces apports les formules relatives aux gains par évaporation.

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.

Tableau III.34 : Principales caractéristiques des combustibles gazeux [4]

Combustible	Gaz naturel	Propane	Butane
Composition (%)	CH ₄ : 93	C ₃ H ₈ : 55	C ₄ H ₁₀ : 79
	C ₂ H ₆ : 4	C ₃ H ₆ : 40	C ₃ H ₆ : 20
PC _{sup} (en KJ/m ³ de gaz)	41200	98200	120000
m _{vap} (Kg/m ³ de gaz)	1.6	2.8	3.7

Tableau III.33 : Apports calorifiques dus aux appareils à gaz [4]

Appareils	Gains à admettre (en w)		
	$AI_{s,ag}$	$AI_{l,ag}$	Total
Percolateur $W_n = 1000w$	400	105	505
$W_n = 150w$	115	30	145
Chauffe-plats (par m ² de surface)	2685	1420	4105
Friteuse $W_n = 4175w$	1235	820	2055
$W_n = 7035w$	2110	1405	3515
Grill $W_n = 10840w$	4215	1065	5280
Four (par m ² de surface) $W_n = 4420w$	1325	1325	2650
Petit bec bunsen (brûleur D 11 mm)	490	130	620
gros bec bunsen (brûleur D 38 mm)	980	270	1250

g) Apports de chaleur 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 ($AI_{s,re}$) contenant un liquide maintenu à une certaine température sont donnés par la formule suivante [4] :

$$AI_{s,re} = (\theta_f - TS_{b,i}) \cdot \sum_i \frac{S_i}{\sum_j \frac{e_{ij}}{\lambda_{ij}} + r_{ei}} \quad [W] \quad (III.44)$$

Où :

- θ_f (en °C) représente la température du liquide, pour un ballon d'eau chaude sanitaire, on admet que la température de l'eau est de l'ordre de 60°C et pour d'autres types de réservoirs, il y a lieu de se référer aux indications fixées par les pièces du marché ;
- $TS_{b,i}$ (en °C) est la température de base de l'air intérieur;
- e (en m) désigne l'épaisseur de la couche de matériau constituant les parois du réservoir ;
- λ (en w/m.°C) représente la conductivité thermique du matériau considéré;
- r_e (en m².°C/w) désigne la résistance superficielle extérieure (voir tableau III.35); on néglige la valeur de la résistance superficielle intérieure (r_i) très

faible entre le liquide et le réservoir (échange thermique liquide-réservoir par convection est important).

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

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 ($AI_{l,rv}$) dus à une évaporation libre.

Tableau III.35 : Détermination des surfaces S_i et r_e [4]

Forme de la paroi	Caractéristiques géométriques de paroi	Surface S_i (m ²)	r_e (m ² .°C/w)
rectangulaire	Longueur : a Largeur : b	a x b	Flux horizontal : $r_e = 0.12$ Flux descendant : $r_e = 0.17$
circulaire	Rayon intérieur	$\pi \times R_i^2$	Fux 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	$2 \times \pi \times R_i \times d$	

h) Apports de chaleur par évaporation libre

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 restauration, etc.) sont donnés par la formule suivante [4] :

$$AI_{l,rv} = 0.0935 \cdot [PS_{eau} - PP_i] \quad [W/m^2] \quad (III.45)$$

Où :

- 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 calcul des gains latents est fondé sur l'hypothèse que la vitesse de l'air en contact avec le plan d'eau est inférieure à 1m/s.

Le tableau III.36 donne les gains latents par évaporation pour différentes températures du bassin d'eau et pour un air ambiant à 24°C / 50% HR et à 27°C / 50%HR.

Tableau III.36 : Apports latents par évaporation [4]

Température de l'eau (°C)	24	35	50	65	80	95
Gains latents (w/m ²) Air ambiant : 24 °C, 50%	140	387	1015	2198	4283	7750
Gains latents (w/m ²) Air ambiant : 27 °C, 50%	113	360	988	2171	4256	7733

i) Apports de chaleur dus à l'introduction de vapeur vive :

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

Pour calculer les gains sensibles dus à l'introduction de vapeur vive ($AI_{s,vv}$), on utilise la formule suivante [4] :

$$AI_{s,vv} = 0.523 \cdot (\theta_{vap} - TS_{b,i}) \cdot \dot{m}_{vap} \quad [W] \quad (III.46)$$

Où :

- 0.523 (en J/Kg.°C) est le produit de la chaleur spécifique de la vapeur d'eau (1883 J/Kg.°C) par un facteur de conversion (1/3600) ;
- θ_{vap} (en °C) est la température de la vapeur d'eau à l'entrée du local ;
- $TS_{b,i}$ (en °C) représente la température sèche de base de l'air intérieur du local ;
- \dot{m}_{vap} (en Kg/h) est le débit massique de vapeur d'eau introduit dans le local .

Pour estimer les gains latents dus à l'introduction de vapeur vive ($AI_{l,vv}$), on utilise la relation suivante [4] :

$$AI_{l,vv} = 694 \cdot \dot{m}_{vap} \quad [W] \quad (III.47)$$

Où :

- 694 (en J/Kg) est le produit de la chaleur latente de condensation de la vapeur d'eau ($2498 \cdot 10^3$ J/Kg) par un facteur de conversion (1/3600) ;
- \dot{m}_{vap} (en Kg/h) est le débit massique de vapeur d'eau introduite dans le local climatisé.

j) Apports de chaleur dus aux tuyauteries :

Les tuyauteries sont une source de chaleur sensible.

L'apport calorifique par les tuyauteries ($AI_{s,t}$) est donné par la relation suivante [4] :

$$AI_{s,t} = k \cdot l \quad [W] \quad (III.48)$$

Où :

- l (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 calorifique de la tuyauterie; les valeurs du coefficient k sont données dans les tableaux III.37 à III.39 en fonction du type de tuyauteries, de l'écart entre la température du fluide transporté et celle de l'ambiance et du diamètre extérieur de la tuyauterie.

En ce qui concerne les valeurs du tableau III.39, elles sont données pour un calorifuge dont la conductivité thermique (λ) est égale à 0.05 w/m.°C. Dans le cas où la conductivité thermique (λ) du calorifuge utilisé est différente, on multipliera les valeurs du tableau III.39 par le rapport $\lambda/0.05$.

Tableau III.37 : Coefficient linéique k des tuyauteries en acier non calorifugées (w/m) [4]

Diam. ext. (mm)	Ecart entre la température du fluide transporté (eau ou vapeur) et celle de l'ambiance (°C)						
	30	40	50	60	70	89	127
21.3	22.7	32.1	42.3	53.5	65.4	91.4	146.9
26.9	30.7	43.8	56.8	71.4	85	117.5	188
33.7	35.0	49.7	65.7	82.6	100.9	140.8	228.6
42.4	44.5	61.5	81.2	101.1	123.6	174.3	282.8
48.3	48.7	68.8	90.9	114.6	140.5	195	317.5
60.3	59.1	83.7	110.4	137.9	170.3	228	370.4

Tableau III.38 : Coefficient linéique k des tuyauteries en cuivre non calorifugées (w/m) [4]

Diam. ext. (mm)	Ecart entre la température du fluide transporté (eau ou vapeur) et celle de l'ambiance (°C)						
	20	30	45	60	75	95	110
10	4.9	8.2	12.4	18.7	24.6	33.5	41.0
12	5.8	9.4	15.3	22.5	30.0	40.1	48.7
14	6.4	10.0	16.8	23.9	32.4	43.0	53.1
16	6.8	10.6	18.2	26.3	34.7	45.9	57.4
18	7.4	11.6	19.1	26.6	37.0	49.4	61.3
20	8.0	12.5	20.1	29.9	39.3	52.8	65.0
22	8.8	14.2	22.5	33.3	44.1	58.6	72.3
28	9.5	15.7	24.9	36.5	48.7	64.3	79.5

Tableau III.39 : Coefficient linéique k des tuyauteries calorifugées (w/m) [4]

Diam. ext. (mm)	Epaisseur du calorifuge (cm)	Ecart entre la température de l'eau ou de la vapeur et celle de l'ambiance (°C)				
		25	50	75	100	125
21.3	2	5.8	12.4	18.9	26.6	34.5
	3	5.2	10.7	16.9	23.8	31.6
	4	4.6	9.5	15.2	20.8	27.8
26.9	2	6.8	14.0	22.9	31.2	41.1
	3	5.8	12.6	19.6	26.6	34.6
	4	5.2	10.7	17.4	23.4	31.6
33.7	2	8.0	16.5	26.1	36.3	46.4
	3	6.7	14.3	22.5	31.9	40.5
	4	5.8	12.4	18.9	26.1	33.9
42.4	2	9.2	19.4	30.2	41.5	54.5
	3	7.7	16.6	24.6	34.8	45.4
	4	6.5	13.3	20.8	29.0	37.4
48.3	2	10.4	21.5	34.1	47.3	61.7
	3	8.5	17.4	27.3	38.2	49.7
	4	6.8	14.0	23.2	31.9	41.1
60.3	2	12.3	25.9	40.3	56.6	72.9
	3	9.5	20.1	31.6	44.0	56.8
	4	7.2	14.5	23.9	32.4	42.3

k) Apports de chaleur dus aux conduits d'air

Les conduits d'air constituent une source de chaleur sensible. Pour calculer les apports internes sensibles par les conduits d'air, on utilise la relation suivante [4] :

$$AI_{s,ca} = k \cdot l \cdot [\theta_{a,c} - TS_{b,i}] \quad [W] \quad (III.49)$$

Où :

- 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 de base de l'air intérieur du local climatisé ;
- k (en w/m.°C) est le coefficient linéique de transmission thermique du conduits d'air calculé selon la forme du conduit;

I.1 Calcul du coefficient linéique k d'un conduit d'air

Pour la détermination du coefficient k , on distingue les deux formes de conduits suivantes :

- conduit d'air de forme rectangulaire ;
- conduit d'air de forme circulaire ;

Le coefficient linéique k d'un conduit d'air rectangulaire est donné par [4] :

$$k = a \cdot (K_1 + K_3) + b \cdot (K_2 + K_4) \quad [W/m.°C] \quad (III.50)$$

Où :

- les coefficients K (en w/m².°C) sont les coefficients de transmission thermique des parois du conduit d'air (figure III.7) ; les coefficients K se calculent conformément aux indications dans le chapitre II en prenant pour les valeurs des résistances superficielles intérieures et extérieures celles donnés dans les tableaux III.40 et III.41.
- a et b (en m) sont les dimensions des parois du conduit d'air (voir figure III.7).

Pour l'estimation du coefficient linéique de transmission thermique k d'un conduit d'un circulaire, on utilise la formule suivante [4] :

$$k = \frac{\pi}{\frac{r_i}{D_i} + \frac{\ln\left(\frac{D_i}{D_1}\right)}{2\lambda_1} + \frac{\ln\left(\frac{D_2}{D_1}\right)}{2\lambda_2} + \dots + \frac{\ln\left(\frac{D_e}{D_{n-1}}\right)}{2\lambda_n} + \frac{r_e}{D_e}} \quad [W/m.°C] \quad (III.51)$$

Où :

- r_i (en $\text{m}^2 \cdot \text{C}/\text{w}$) représente la résistance superficielle intérieure (tableau III.40) ;
- r_e (en $\text{m}^2 \cdot \text{C}/\text{w}$) représente la résistance superficielle extérieure (tableau III.41) ;
- D_i et D_e (en m) sont les diamètres intérieur et extérieur du conduit d'air (voir figure III.8) ;
- D_1 à D_{n-1} (en m) sont les diamètres intermédiaires correspondant aux différentes couches de matériaux constituant le conduit (voir figure III.8) ;
- λ_1 à λ_n (en $\text{w}/\text{m} \cdot \text{C}$) sont les conductivités thermiques correspondant aux différentes couches de matériaux constituant le conduit.

Tableau III.40 : Résistance superficielle intérieure des conduits d'air [4]

Vitesse de l'air (m/s)	0.5	1	2	3	4	5	6	7
r_i ($\text{m}^2 \cdot \text{C}/\text{w}$)	0.13	0.10	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03
Vitesse de l'air (m/s)	8	9	10	12	14	16	18	20
r_i ($\text{m}^2 \cdot \text{C}/\text{w}$)	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01

Tableau III.41 : Résistance superficielle extérieure des conduits d'air [4]

Nature du flux	horizontal	ascendant	descendant	conduit cylindrique
r_e ($\text{m}^2 \cdot \text{C}/\text{w}$)	0.12	0.10	0.17	0.15

Figure III.7 : Calcul du coefficient linéique d'un conduit à section rectangulaire [4]

Figure III.8 : Calcul du coefficient linéique d'un conduit à section cylindrique [4]

III. 1. 3. 5 Apports de chaleur par introduction d'air extérieur

L'air extérieur pénètre dans les locaux du fait des défauts d'étanchéité des ouvrants (portes et fenêtres), de la présence d'orifices ou les bouches de ventilation.

L'air neuf entrant dans local est pris de l'extérieur, donc à une température supérieure à la température du local climatisé, ce qui provoque un apport de chaleur qu'il faudra éliminer pour que les conditions intérieures soient réalisées.

Les apports de chaleur dus à l'introduction d'air extérieur constituent une source de chaleur latente et sensible. On distingue :

- les apports dus aux infiltrations, qui interviennent dans le bilan du local ; ces apports sont à associer au débit d'infiltration \dot{V}_{inf} ;
- les apports dus à l'introduction d'air neuf dont une partie, du fait du facteur by-pass BF, intervient dans le bilan calorifique du local ; on associe à ces apports le débit d'air neuf \dot{V}_{an} .

a) Calcul des apports par introduction d'air extérieur

Les gains sensibles dus au renouvellement de l'air $AREN_s$, et dus aux infiltrations $AINF_s$ sont donnés par les formules données ci-après [4],[11]:

$$AREN_s(t) = 0.320 \cdot \dot{V}_{an} \cdot (TS_e(t) - TS_{b,i}) \quad [W] \quad (III.52)$$

$$AINF_s(t) = 0.320 \cdot \dot{V}_{inf} \cdot (TS_e(t) - TS_{b,i}) \quad [W] \quad (III.53)$$

Où :

- 0.320 (en J/m³.°C) représente le produit de la chaleur spécifique de l'air (1004 J/Kg.°C) par la masse volumique moyenne de l'air (1.15 Kg/m³) et par un facteur de conversion (1/3600) ;
- \dot{V}_{an} (en m³/h) représente le débit d'air neuf;
- \dot{V}_{inf} (en m³/h) représente le débit d'air dû aux infiltrations;
- TS_e (en °C) représente la température sèche de l'air extérieur;
- $TS_{b,i}$ (en °C) représente la température sèche de base de l'air intérieur;

Les gains latents dus au renouvellement de l'air $AREN_l$, et dus aux infiltrations $AINF_l$ sont donnés par les formules ci-après [4] :

$$AREN_l(t) = 0.797 \cdot \dot{V}_{an} \cdot \text{Max.}[(HS_{b,e} - HS_{b,i}); 0] \quad [\text{W}] \quad (\text{III.54})$$

$$AINF_l(t) = 0.797 \cdot \dot{V}_{inf} \cdot \text{Max.}[(HS_{b,e} - HS_{b,i}); 0] \quad [\text{W}] \quad (\text{III.55})$$

Où :

- 0.797 (en $\text{J.Kg}_{\text{air}}/\text{g}_{\text{vap}}.\text{m}^3_{\text{air}}$) représente le produit de la masse volumique de l'air ($1.15 \text{ Kg}/\text{m}^3$) par la chaleur de vaporisation de l'eau ($2498 \text{ J}/\text{g}$) et par un facteur de conversion ($1/3600$) ;
- \dot{V}_{an} (en m^3/h) représente le débit d'air neuf;
- \dot{V}_{inf} (en m^3/h) représente le débit d'air dû aux infiltrations;
- $HS_{b,e}$ (en $\text{g}_{\text{vap}}/\text{Kg}_{\text{as}}$) représente l'humidité spécifique (humidité absolue) de base de l'air extérieur;
- $HS_{b,i}$ (en $\text{g}_{\text{vap}}/\text{Kg}_{\text{as}}$) représente l'humidité spécifique de base de l'air intérieur;

On peut utiliser soit les formules, soit le diagramme psychrométrique pour transformer l'humidité relative (en %) en humidité spécifique (absolue) (en $\text{g}_{\text{vap}}/\text{Kg}_{\text{as}}$).

a. 1) Calcul du débit d'air dû aux infiltrations

En général, les infiltrations sont dues surtout à la vitesse du vent, qui se traduit par une surpression sur la façade exposée et par une légère dépression sur la façade opposée. Cette différence de pression permet à l'air extérieur de s'infiltrer dans le local par les porosités des matériaux et les interstices autour des portes et fenêtres de la façade exposée et de s'échapper de l'autre côté.

Le calcul du débit d'air dû aux infiltrations (\dot{V}_{inf}) se fait sur la base des hypothèses suivantes :

- on considère que seule l'action du vent provoque les infiltrations, on néglige l'effet de tirage thermique du fait des faibles différences de la densité de l'air entre l'air extérieur et l'air intérieur, (pour les locaux bénéficiant d'une cheminée traditionnelle);
- On considère seulement les infiltrations par les ouvrants (portes et fenêtres) ;
- Le débit d'infiltration est calculé en considérant les ouvrants fermés à cause des conditions hygrothermiques extérieures.

A la lumière de ces hypothèses, le calcul du débit d'infiltration d'un local climatisé, s'effectue comme suit :

- Le calcul est mené selon la direction du vent ; les directions du vent à considérer doivent être (voir figure III.9) :
 - les directions perpendiculaires aux façades ;
 - les directions obliques par rapport aux façades ;
- les infiltrations n'ont lieu qu'à travers les ouvrants se situant sur les parois au vent pour la direction du vent considérée ;
- on retiendra pour le calcul du bilan thermique la direction du vent produisant l'effet le plus défavorable.

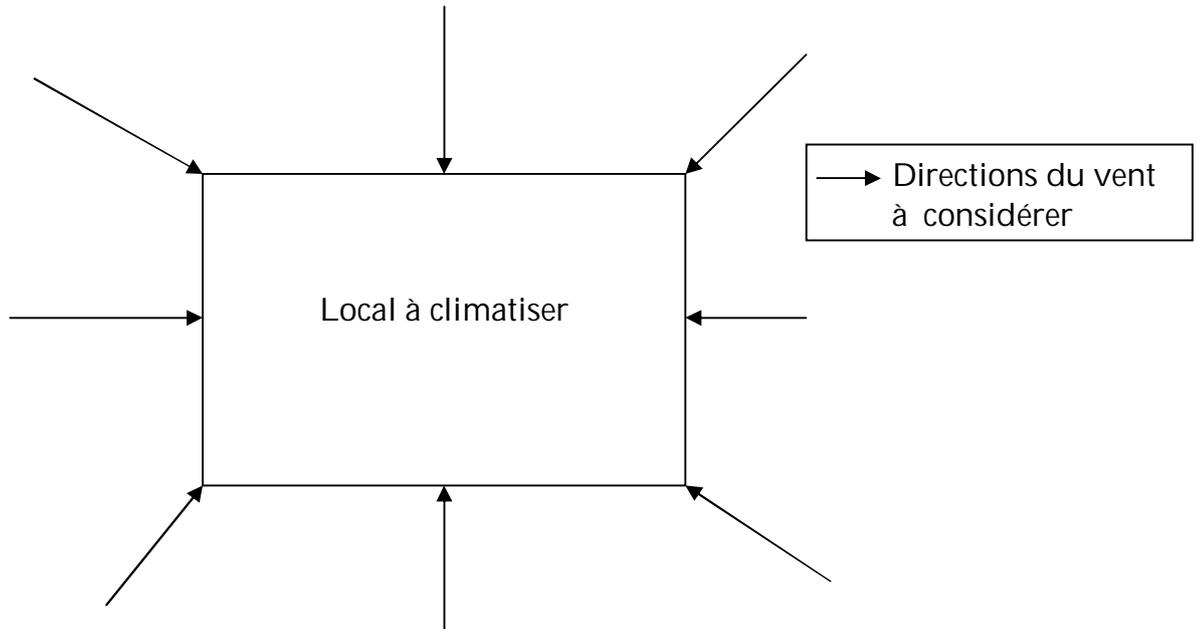


Figure III.9: Directions du vent à considérer [4]

Pour estimer le débit d'air dû aux infiltration (\dot{V}_{inf}) d'un local, on utilise la formule suivante [4] :

$$\dot{V}_{inf} = \sum_i \left(\dot{V}_{inf,oi} \cdot S_{ouv,i} \right) \quad [m^3/h] \quad (III.56)$$

Où :

- $\dot{V}_{inf,oi}$ (en $m^3/h.m^2$) désigne le débit d'infiltration pour l'ouvrant i considéré; les valeurs de $\dot{V}_{inf,oi}$ pour différents ouvrants sont donnés dans le tableau III.42; pour les ouvrants ne figurant pas dans ce tableau, il y a lieu de se référer aux indications données soit par le fabricant, soit par l'avis technique ;
- $S_{ouv,i}$ (en m^2) représente la surface de l'ouverture dans la paroi ;
- l'indice i désigne les ouvrants concernés.

Tableau III.42: Infiltrations par les portes et fenêtres [4]

Désignation	$\dot{V}_{inf,o}$ (en m ³ /h.m ² d'ouverture)
Fenêtre ou porte-fenêtre	14.5
Double fenêtre	8.7
Porte simple	21.7
Porte simple avec seuil et joint d'étanchéité	4.5
Porte en verre ou glace	145
Double porte avec sas	
portes simples	4.2
portes simples avec seuil et joint d'étanchéité	0.90
portes en verre	28.1
Porte à tambour	
avec joint d'étanchéité	7.3
sans joint d'étanchéité	21.7

Remarques pour le tableau III.42:

- les valeurs du tableau III.42 correspondent à une direction du vent normale (perpendiculaire) à la porte ou à la fenêtre. Si la direction du vent est oblique (quelque soit l'angle d'incidence de la direction du vent), ces valeurs doivent être multipliées par 0.60.
- Les valeurs du tableau III.42 sont établies en considérant une vitesse de 14 Km/h, celle-ci représente une valeur moyenne généralement admise pour le calcul des infiltrations en été.

a. 2) Calcul du débit d'air neuf

Le calcul de débit d'air neuf se fait sur la base des hypothèses suivantes :

- 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 minimal d'air neuf pour les locaux à usage d'habitation est le débit spécifique de ventilation ;

- le débit d'air neuf minimal d'air neuf pour les locaux à usage autre d'habitation est donné principalement en fonction de la destination des locaux et du nombre d'occupants.

III. 1. 4 Détermination de la charge frigorifique maximale :

Afin d'avoir une installation de climatisation qui permettra d'obtenir les conditions intérieures désirées, quelque soit la saison et les conditions climatiques, il est nécessaire de connaître la charge frigorifique maximale (apports calorifiques maximaux) de chaque volume thermique. Cette dernière permet de déterminer les conditions de soufflage dans les locaux climatisés.

Par conséquent, il faut trouver une heure de la journée où la somme de différents apports de chaleur constituant cette charge soit maximale. Le calcul doit être opéré heure par heure et doit prendre en compte toutes les dates.

Pour cela, il faut calculer les gains pour plusieurs heures différentes de la journée (chaque gain étant calculé à la même heure), et enfin faire la somme ; la valeur maximale de cette somme sera égale à la charge frigorifique maximale.

III. 2. Bilan thermique d'hiver

Dans cette partie, il s'agit de déterminer de façon la plus précise possible, les besoins calorifiques des locaux climatisés (chauffés) dans les conditions climatiques les plus sévères en régime permanent.

Le problème ne se pose pas généralement pour climatiser l'air en période hivernale, où les conditions extérieures et intérieures de base utilisées pour le chauffage sont considérées comme étant constantes en régime permanent où sont négligées dans la plupart des cas les apports de chaleur dus à l'inertie des parois et du mobilier, à l'occupation des locaux, à l'éclairage et aux divers appareils électriques.

Les besoins calorifiques d'un local sont une pure caractéristique de la construction, qui n'a rien à voir avec l'installation de climatisation choisie. Ils dépendent des dimensions du local, du genre de construction de ses parois, des dimensions des fenêtres, etc.

Quand les conditions intérieures et les conditions estimatives extérieures restent inchangées (régime permanent), les besoins calorifiques d'un local (bâtiment) sont

identiques à la somme de toutes les déperditions de chaleur à travers tous les éléments de l'enveloppe du local [10].

On distingue deux genres de ces déperditions :

- Les déperditions calorifiques par transmission à travers les parois, fenêtres, etc., dues à la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur;
- Les déperditions calorifiques par ventilation (renouvellement d'air) causées par l'infiltration de l'air à l'intérieur du local.

III.2.1 Calcul des besoins calorifiques du bâtiment

On distingue deux genres des besoins calorifiques :

- Besoins calorifiques pour pertes par transmission ;
- Besoins calorifiques pour pertes par ventilation ;

Pour calculer les besoins calorifiques d'un bâtiment, on aura à suivre les étapes suivantes :

1. Définition des volumes thermiques ; un volume thermique est un volume d'air dont les conditions intérieures sont supposées être homogènes ;
2. Calcul des déperditions calorifiques de base pour chaque volume thermique (local climatisé) ;
3. Calcul des besoins calorifiques pour les pertes par transmission pour chaque volume thermique (Q_T);
4. Calcul des besoins calorifiques pour les pertes par ventilation (Q_L);

Les besoins calorifiques totaux d'un volume thermique (local climatisé), Q_{total} sont la somme des besoins calorifiques par transmission (Q_T) et des besoins calorifiques pour les pertes par ventilations (Q_L).

Donc :

$$Q_{total} = Q_T + Q_L \quad [W] \quad (III.57)$$

III.2.1. 1 Besoins calorifiques pour pertes par transmission (Q_T)

Il existe une différence entre les pertes calorifiques de base par transmission (D_{bt}), et les besoins calorifiques correspondant à ces mêmes pertes d'un local (Q_T). D_{bt} résulte de la somme des pertes par transmission globale de tous les éléments de l'enveloppe du local, pour un écart de température entre les ambiances intérieures et extérieures, dit écart de

température de base ($T_{bi} - T_{be}$). A partir des déperditions de base par transmission, on déduit les besoins calorifiques correspondant à ces pertes, en multipliant celles-ci par un coefficient de majoration Z , qui contient les majorations partielles suivantes :

Z_U : pour interruption d'exploitation du chauffage ;

Z_A : pour compensation des surfaces extérieures froides ;

Z_H : pour orientation ;

Donc, pour calculer les besoins calorifiques de transmission d'un local (Q_T), on utilise la formule suivante [13] :

$$\begin{aligned} Q_T &= Z \cdot D_{bt} \\ &= (1 + Z_U + Z_A + Z_H) \cdot D_{bt} \end{aligned} \quad [W] \quad (III.58)$$

Avec:

- Q_T (en w) représente les besoins calorifiques de transmission du local climatisé ;
- Z (sans dimension) est le coefficient de majoration ;
- D_{bt} (en w) représente les déperditions calorifiques de base par transmission du local considéré

A. Déperditions calorifiques de base par transmission du local (D_{bt})

Les déperditions calorifiques de base par transmission (D_{bt}) sont égales au flux de chaleur sortant d'un local par transmission à travers les parois, dans les conditions intérieures et extérieures de base. Elles sont données par la formule suivante [5] :

$$D_{bt} = D_t \cdot (T_{bi} - T_{be}) \quad [W] \quad (III.59)$$

Avec :

- D_t (en w / °C) représente les déperditions par transmission du local climatisé ;
- T_{bi} (en °C) est la température intérieure de base du local climatisé;
- T_{be} (en °C) est la température extérieure de base du lieu d'implantation de la construction;

A. 1 Déperditions calorifiques par transmission du local (D_t)

Les déperditions calorifiques par transmission sont égales au flux de chaleur sortant du local, par transmission de chaleur à travers les parois, pour un degré d'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur. Elles sont données par la formule suivante [5] :

$$D_t = D_s + D_{sol} + D_{li} + D_{inc} \quad [W/°C] \quad (III.60)$$

Où :

- D_s (en $w/°C$) représente les déperditions surfaciques à travers les parois;
- D_{sol} (en $w/°C$) représente les déperditions à travers les parois en contact avec le sol;
- D_{li} (en $w/°C$) représente les déperditions surfaciques à travers les liaisons ;
- D_{inc} (en $w/°C$) représente les déperditions à travers les parois en contact avec les locaux non chauffés (non climatisés);

A. 1. 1 Déperditions surfaciques par transmission à travers les parois (D_s)

Ce poste comprend les flux de chaleur sortant d'un local par transmission de chaleur à travers les parois d'enveloppe de ce local, sauf les parois en contact avec le sol, et celles en contact avec les locaux non chauffés pour un d'écart de température entre l'intérieur et extérieur.

Ces déperditions calorifiques sont identiques à la somme des pertes élémentaires (d_s) de chaque surface (paroi) d'enveloppe de ce local.

En régime permanent d_s est donnée par la relation suivante [5] :

$$d_s = K \cdot S_{int} \quad [W/°C] \quad (III.61)$$

Où :

- K (en $w/m^2 \cdot °C$) est le coefficient de transmission thermique surfacique de la paroi considérée pour l'hiver;
- S_{int} (en m^2) est la surface intérieure de la paroi considérée ; pour les toitures (parois horizontales) en pente, on prendra la projection horizontale de la surface.

Donc, les déperditions surfaciques par transmission à travers les parois d'un local se calculent à l'aide de la formule suivante :

$$D_s = \sum_n d_s \quad [W] \quad (III.62)$$

L'indice n désigne les différentes parois de l'enveloppe du local considéré, sauf les parois en contact avec le sol, et celles en contact avec les locaux non chauffés.

Dans le cas où une paroi sépare deux locaux chauffés à la même température, les déperditions par transmission à travers cette paroi sont considérées nulles.

A. 1. 2 Déperditions par transmission à travers les parois en contact avec le sol (D_{sol})

Ce poste comprend les flux de chaleur sortant d'un local par transmission à travers les parois en contact avec le sol.

Dans ce cas les transferts de chaleur sont supposés bidimensionnels et les lignes de flux dans le sol sont assimilées à des arcs de cercles concentriques centrés aux extrémités du bâtiment. Et afin de simplifier la méthode de calcul, on traduira les déperditions en coefficient de transmission thermique linéique k_s exprimé en watt par mètre linéaire de pourtour pour un degré d'écart entre l'intérieur et l'extérieur [5],[12].

Selon le type de paroi en contact avec le sol (figure III.10); on peut distinguer les trois cas de déperditions calorifiques suivantes :

- Pertes par les planchers bas en contact avec le sol;
- Pertes par les planchers hauts enterrés;
- Pertes par les murs en contact avec le sol;

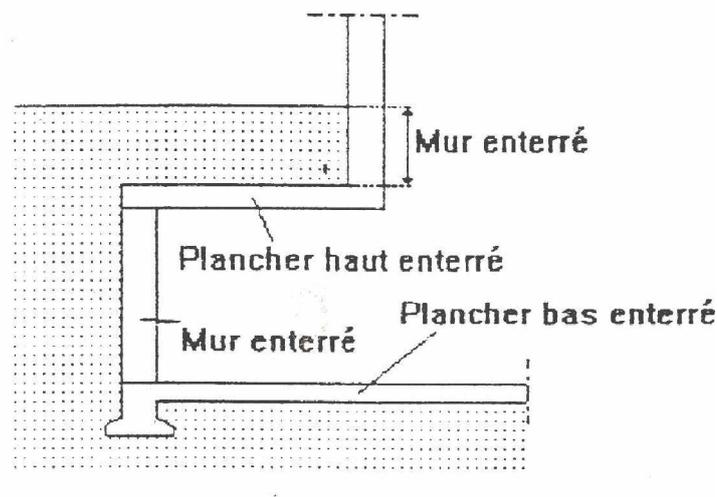


Figure III.10 : Déperditions par les parois en contact avec le sol [15]

Pertes par les planchers bas en contact avec le sol

Les déperditions calorifiques D_{sol} pour un plancher bas sur terre-plein ou enterré (figure III.10), sont données par la formule [5] :

$$D_{sol} = k_s \cdot p \quad [W/°C] \quad (III.63)$$

Où :

- k_s (en $w/m.^{\circ}C$) est le coefficient de transmission thermique linéique du plancher bas; Le coefficient k_s est déterminé suivant le mode de calcul indiqué à la référence [5].
- p (en m) est le périmètre intérieur du plancher bas.

La formule (III.63) tient compte des déperditions surfaciques à travers les parties courantes des parois en contact avec le sol, ainsi que des déperditions à travers les ponts thermiques.

Pertes par les planchers hauts enterrés

Les déperditions D_{sol} pour un plancher haut enterré (figure III.11) sont données par la formule [5] :

$$D_{sol} = K_{p,h,e} \cdot S_{int} \quad [W/^{\circ}C] \quad (III.64)$$

Avec:

- S_{int} (en m^2) représente la surface intérieure du plancher;
- $K_{p,h,e}$ (en $w /m^2.^{\circ}C$) représente le coefficient de transmission thermique surfacique du plancher haut enterré.

Le coefficient $K_{p,h,e}$ est donné par la formule suivante [15] :

$$\frac{1}{K_{p,h,e}} = 0.14 + R_p + \frac{e}{\lambda_t} \quad [m^2.^{\circ}C/W] \quad (III.65)$$

Avec :

- e (en m) est l'épaisseur du sol recouvrant le plancher définie sur la figure III.11;
- R_p (en $m^2.^{\circ}C/w$) est la résistance thermique du plancher, résistances superficielles non comprises ;
- λ_t (en $w/m.^{\circ}C$) est la conductivité de la terre ; en l'absence de données plus précises, on retiendra la valeur de conductivité thermique de la terre $\lambda_t = 1.19 [w/m.^{\circ}C]$;
- 0.14 représente la somme des résistances superficielles du plancher haut enterré ($1/h_i + 1/h_e [m^2.^{\circ}C/w]$) calculée comme si la paroi était en contact avec l'extérieur.

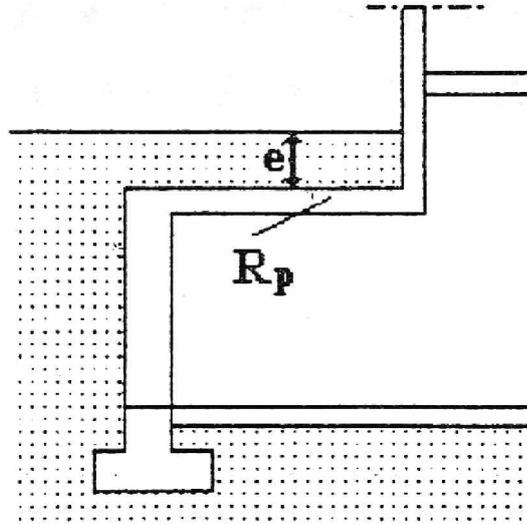


Figure III.11 Pertes par les planchers hauts enterrés [5]

Pertes par les murs en contact avec le sol

Les déperditions de chaleur D_{sol} pour un mur en contact avec le sol, sont données par la relation générale suivante [5] :

$$D_{sol} = k_s \cdot L \quad [W/°C] \quad (III.66)$$

Avec:

- L (en m) est le pourtour extérieur du mur en contact avec le sol ;
- k_s (en $w/m.°C$) est coefficient de transmission linéique de la paroi en contact avec le sol; Le coefficient k_s est déterminé suivant le mode de calcul indiqué à la référence [5].

La formule (III.66) tient compte des déperditions surfaciques à travers les parois en contact avec le sol, ainsi que des déperditions à travers les ponts thermiques.

A. 1. 3 Déperditions par transmission à travers les liaisons (D_{li})

Ce poste comprend les flux de chaleur sortant d'un local à travers les liaisons entre les parois d'enveloppe de ce local, pour un degré d'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur.

Les liaisons à la jonction des parois (entre deux parois extérieures, entre une paroi intérieure et une paroi extérieure) et les liaisons entre les murs et les menuiseries, appelées communément ponts thermiques, constituent des sources supplémentaires de déperditions de chaleur du local.

En régime permanent, les pertes par transmission à travers une liaison d_{li} (en $w/°C$), sont données par la formule [5] :

$$d_{li} = k_l \cdot L \quad [W/°C] \quad (III.67)$$

Où :

- k_l (en $w/m.°C$) représente le coefficient de transmission linéique de la liaison, ce coefficient étant déterminé selon le mode de calcul indiqué en [5] et en [12].
- L (en m) est la longueur intérieure de la liaison (tirée du plan de masse) ;

Les pertes linéiques qu'il est possible d'associer à une paroi $d_{li,p}$ (en $w/°C$) sont obtenues en effectuant la somme des pertes élémentaires (d_{li}) de chaque liaison de la paroi considérée avec les autres parois, soit :

$$d_{li,p} = \sum_{N_l} k_l \cdot l \quad [W/°C] \quad (III.68)$$

- l'indice N_l désigne les différentes liaisons de la paroi considérée avec les autres parois.

Donc, les pertes calorifiques par transmission dues aux liaisons d'un local (D_{li}) sont identiques à la somme des pertes linéiques de chaque paroi ($d_{li,p}$) du local considéré, soit :

$$D_{li} = \sum_{N_p} d_{li,p} \quad [W/°C] \quad (III.69)$$

Avec:

- $d_{li,p}$ (en $w/°C$) représente les pertes à travers les liaisons de la paroi considérée avec les autres parois.
- L'indice N_p désigne les différentes parois opaques constituant l'enveloppe du local considéré.

Parfois les déperditions par ponts thermiques pour tout le local peuvent être évaluées à 20% des pertes surfaciques par transmission à travers les parois de ce local (D_s), soit [5] :

$$D_{it} = 0.20 \cdot D_s \quad [W/^\circ C] \quad (III.70)$$

On effectue ce calcul simplifié des pertes par ponts thermiques, en l'absence de données plus précises.

Le calcul des déperditions par ponts thermiques n'intègre pas les déperditions par les parois en contact avec le sol, calculées elles aussi à l'aide d'un coefficient linéique.

A. 1. 4 Déperditions à travers les parois en contact avec des locaux non chauffés (D_{inc})

Ce poste comprend les pertes de chaleur sortant d'un local par transmission à travers les parois en contact avec des locaux non climatisés (non chauffés).

On entend par local non chauffé tout local pour lequel le chauffage n'existe pas ou risque d'être interrompu pendant de longues périodes, ainsi que tout local chauffé par intermittence.

Les locaux non chauffés sont généralement les combles, les vides sanitaires, les caves, les greniers, les celliers, les garages et les circulations communes.

Les déperditions D_{inc} par transmission par degré d'écart à travers une paroi en contact avec un local non chauffé sont données par la formule suivante [5] :

$$D_{inc} = T_{au} \cdot \left[\sum (K \cdot A) + \sum (k_l \cdot L) \right] \quad [W/^\circ C] \quad (III.71)$$

Où :

- K (en $w/m^2 \cdot ^\circ C$) représente le coefficient de transmission surfacique de chaque partie de la paroi;
- A (en m^2) est la surface intérieure de chaque partie surfacique de la paroi ;
- k_l (en $w/m \cdot ^\circ C$) est le coefficient de transmission linéique de chaque liaison;
- L (en m) est la longueur intérieure de chaque liaison ;
- T_{au} sans dimension, est le coefficient de réduction de température ; leur valeur est comprise entre 0 et 1, il est soit :
 - calculé dans le cas général;
 - déterminé forfaitairement;
 - fixé par les pièces du marché.

Dans cette formule, $[\sum(K \cdot A) + \sum(k_l \cdot L)]$ est calculée comme s'il s'agissait d'une paroi extérieure mais avec les valeurs des coefficients d'échange superficiel des parois intérieures.

La méthode forfaitaire dispense de tout calcul détaillé. Mais, pour les cas non prévus par la méthode forfaitaire, il y a lieu de procéder au calcul par la méthode générale.

Calcul de T_{au} dans le cas général :

Le coefficient T_{au} est obtenu en considérant le bilan énergétique du local non chauffé. Pour cela, on écrit l'équation d'équilibre des flux entre les apports de chaleur provenant directement, ou indirectement des locaux chauffés, et les déperditions directes du local non chauffé vers l'extérieur.

T_{au} est donné par la formule suivante [5] :

$$T_{au} = \frac{t_i - t_n}{t_i - t_e} = \frac{d_e}{d_e + a_c} \quad (III.72)$$

Où :

- t_i (en °C) est la température du local non chauffé ;
- t_n (en °C) est la température de l'espace non chauffé ;
- t_e (en °C) est la température extérieure ;
- a_c (en w/°C) représente les apports de chaleur des divers locaux chauffés vers le local non chauffé ;
- d_e (en w/°C) représente les déperditions du local non chauffé vers l'extérieur;

a_c est à associer à la différence de température ($t_i - t_n$). De la même manière, d_e est à associer à la différence de température ($t_n - t_e$).

T_n se trouve toujours à une température intérieure entre t_i et t_e .

Détermination des apports a_c :

Les apports a_c se calculent en utilisant la formule $[\sum(K \cdot A) + \sum(k_l \cdot L)]$ en considérant la ou les parois séparatrices entre les locaux non chauffés et les locaux chauffés.

Détermination de déperditions vers l'extérieur d_e :

Les déperditions vers l'extérieur d_e sont données par la formule suivante [5] :

$$d_e = \sum [(K \cdot A) + \sum (k_l \cdot L)] + d_r \quad [W/^\circ C] \quad (\text{III.73})$$

Où :

- $\sum [(K \cdot A) + \sum (k_l \cdot L)]$ (en $w/^\circ C$) représente les déperditions par transmission vers l'extérieur, en considérant que les fenêtres des locaux non chauffés sont à vitrages nus sans protection ;

- d_r (en $w/^\circ C$) représente les déperditions par renouvellement d'air du local non chauffé, qui sont calculées différemment selon que le local non chauffé est un comble, un vide sanitaire, ou autre. La méthode de détermination de d_r est donnée ci-après.

Détermination de déperditions par renouvellement d'air du local non chauffé (d_r) :

Pour déterminer les déperditions d_r , on distingue les cas suivants :

Cas des combles :

Les déperditions d_r , dans le cas des combles, sont données selon que le comble est fortement ventilé, faiblement ventilé, très faiblement ventilé ou non ventilé. Les combles :

- fortement ventilés sont ceux pour lesquels le rapport de la surface totale des orifices de ventilation à la surface du comble est supérieure à $3/1000$;
- faiblement ventilés sont ceux pour lesquels le rapport défini ci-dessous est compris entre $3/10^4$ et $3/10^3$;
- très faiblement ventilés sont ceux pour lesquels le rapport défini ci-dessous est inférieur à $3/10^4$.

Les valeurs de d_r (ou de T_{au}) sont données dans le tableau III.43 ci-dessous.

Tableau III.43 : Valeurs de d_r dans le cas des combles [5]

Type de comble	Valeur de d_r ($W/^\circ C$)	Valeur de T_{au}
fortement ventilé	-	1
faiblement ventilé	$d_r = 5 \cdot S$ S surface du comble en m^2	à calculer
très faiblement ventilé ou non ventilé	0	à calculer

Tous les combles couverts de tuiles ou autres éléments de couverture discontinus, sans support continu, sont considérés par convention fortement ventilée.

Cas des vides sanitaires :

Les déperditions d_r , dans le cas des vides sanitaires, sont données selon que le vide sanitaire est fortement ventilé, faiblement ventilé, très faiblement ventilé ou non ventilé.

Les vides sanitaires :

- fortement ventilés sont ceux pour lesquels le rapport de la surface totale des orifices de ventilation à la surface du vide sanitaire est supérieure à $3/10^3$;
- faiblement ventilés sont ceux pour lesquels le rapport défini ci-dessous est compris entre $3/10^4$ et $3/10^3$;
- très faiblement ventilés sont ceux pour lesquels le rapport défini ci-dessous est inférieur à $3/10^4$.

Les valeurs de d_r (ou de T_{au}) sont données dans le tableau III.45 ci-dessous.

Tableau III.44 : valeurs de d_r dans le cas des vides sanitaires [5]

Type de vide sanitaire	Valeur de d_r (W°C)	Valeur de T_{au}
fortement ventilé	-	1
faiblement ventilé	$d_r = 1.6 \cdot S$ S surface en m ² du plancher séparant le vide sanitaire du local chauffé	à calculer
très faiblement ventilé	$d_r = 1.6 \cdot S$ S surface en m ² du plancher séparant le vide sanitaire du local chauffé	à calculer
non ventilé	0	à calculer

On admet les règles suivantes de ventilation d'un vide sanitaire :

- plancher en béton sur sol non humide : ventilation nulle ;
- plancher en béton sur sol humide : ventilation très faible ;
- plancher en bois ou en métal : ventilation faible.

Cas des locaux autres que les combles ou les vides sanitaires :

Les déperditions par renouvellement d'air d_r pour les locaux autres que les combles ou les vides sanitaires sont données par la formule suivante [5] :

$$d_r = 0.34 \cdot N \cdot V \quad [W/^\circ C] \quad (III.74)$$

Avec :

- V (en m³) est le volume du local non chauffé ;
- N (en h⁻¹) est le taux horaire de renouvellement d'air du volume V du local non chauffé. Il est donné dans le tableau III.45.

Tableau III.45 : Valeurs de d_r dans le cas des locaux autres que les combles ou les vides sanitaires [5]

Dépendances	N (en h ⁻¹)
Maison individuelle, toutes dépendances (caves, garage, cellier,...)	0.5
Immeuble collectif d'habitation	
- Circulation commune	
• sans ouverture directe sur l'extérieur	0.5
• avec ouverture directe sur l'extérieur	2
• avec bouche ou gaine de désenfumage ouverte en permanence	4
- Hall d'entrée	4
- Garage collectif	1
- Autres dépendances	0.5

Valeurs forfaitaires de T_{au} :

Une paroi est dite « isolée », si son coefficient K est inférieur ou égal à 1.2 w/m².°C ;
« non isolée » si son coefficient K est supérieur à 1.2 w/m².°C.

Suivant le type du local non chauffé ; on peut distinguer les cas suivants :

Cas des circulations communes :

Les valeurs du coefficient T_{au} dans le cas des circulations communes sont données dans le tableau III.46 ci-après.

Tableau III.46 : Valeurs de T_{au} dans le cas des circulations communes [5]

Circulation ouverte sur l'extérieur		
Définition : Toute circulation commune ou dépendance dont le rapport de la section totale de ses ouvertures permanentes sur l'extérieur à son volume est supérieur ou égal à 0.005 m ² /m ³ .		
$T_{au} = 1$		
Circulation ouvrant directement sur l'extérieur		
Définition : Toute circulation dont le taux horaire de renouvellement d'air est égal à 2		
Parois extérieures de la circulation commune	Parois séparant la circulation commune des logements	Valeur de T_{au}
Isolée	Non Isolée	0.30
	Isolée	0.55
Non Isolée	Non Isolée	0.35
	Isolée	0.60
Inexistantes (circulation commune en position centrale)	Non Isolée	0.25
	Isolée	0.45
Circulation commune n'ouvrant pas directement sur l'extérieur		
Définition : Toute circulation dont le taux horaire de renouvellement d'air est égal à 0.5.		
Parois extérieures de la circulation commune	Parois séparant la circulation commune des logements	Valeur de T_{au}
Isolée	Non Isolée	0.20
	Isolée	0.40
Non Isolée	Non Isolée	0.30
	Isolée	0.50
Inexistantes (circulation commune en position centrale)	Non Isolée	0.10
	Isolée	0.25
Circulation commune avec trappes ouvertes en permanence		
Définition : Toute circulation dont le taux horaire de renouvellement d'air est égal à 4. Les circulations communes avec trappes ou gaines de désenfumage ouvertes en permanence et les parkings publics rentrent dans ce cas.		
$T_{au} = 0.9$		
Circulation commune en position centrale		
Définition : Toute circulation dont le taux horaire de renouvellement d'air est inférieur à 0.5. Les circulations n'ayant aucun ouvrant donnant directement sur l'extérieur rentrent dans ce cas		
$T_{au} = 0$		

Cas des combles :

- lorsque le comble est fortement ventilé; $T_{au}=1$.
- Dans le cas contraire et si les parois extérieures du comble n'ont pas d'isolation particulière, on adopte les valeurs suivantes de T_{au} :
 - plancher sous comble isolé0.95 ;
 - plancher sous comble non isolé0.85
- Dans toutes les autres configurations, il faut opérer le calcul dans le cas général.

Cas des vides sanitaires:

- lorsque le vide sanitaire est fortement ventilé; $T_{au}=1$
- Dans le cas contraire, si la hauteur moyenne du vide sanitaire est inférieure à 0.60 m, et dans le cas où les parois séparant le vide sanitaire de l'extérieur n'ont pas d'isolation particulière, on adopte les valeurs suivantes de T_{au} :
 - plancher sous vide sanitaire isolé0.65 ;
 - plancher sous vide sanitaire non isolé0.45
- Dans toutes les autres configurations, il faut opérer le calcul dans le cas général.

Cas des sous-sols:

- Dans le cas où le local non chauffé est constitué par un sous-sol dont la surface est la même que celle du niveau chauffé en dessous duquel il se trouve, et dans le cas où les parois du sous-sol en contact avec l'extérieur, ou avec le sol, n'ont pas d'isolation particulière, les valeurs de T_{au} sont regroupées dans le tableau III.47 ci-dessous.

Tableau III.47 : Valeurs de T_{au} dans le cas des sous-sols [5]

Type de sous sol	Rapport $R^{(1)}$	Plancher haut du sous-sol	
		isolé	Non isolé
Garages collectifs	$R \geq 0.2$	0.80	0.60
	$R < 0.2$	0.60	0.40
Autres dépendances	$R \geq 0.2$	0.75	0.55
	$R < 0.2$	0.50	0.30

⁽¹⁾R désigne le rapport de la surface des parois extérieures du local non chauffé, parois enterrées non comprises, à la surface du plancher haut du sous-sol.

- Dans toutes les autres configurations, il faut opérer le calcul dans le cas général

Cas des locaux tertiaires :

Dans le cas où le local non chauffé est un local tertiaire (à usage commercial, artisanal, ou à usage de bureaux), les valeurs de T_{au} sont données le tableau III.48 ci-après.

Tableau III.48 : Valeurs de T_{au} dans le cas des locaux tertiaires [5]

Parois extérieures des locaux tertiaires	Parois séparant les locaux tertiaires des logements	Valeurs de T_{au}
Isolée	Non Isolée	0.30
	Isolée	0.50
Non Isolée	Non Isolée	0.40
	Isolée	0.60

Cas d'un bâtiment adjacent :

Dans le cas où le local non chauffé est situé dans un bâtiment adjacent, $T_{au} = 0.9$.

A. 2 Détermination du coefficient de majoration (Z)

Toutes les majorations sont appliquées aux déperditions calorifiques par transmission de tout le local. Une caractéristique importante pour les propriétés d'un local est le coefficient désigné par D.

Le coefficient D :

Physiquement, le coefficient D représente la perméabilité moyenne de l'ensemble des éléments de l'enveloppe d'un local. Un coefficient D élevé signifie un mauvais isolement calorifique ; un petit coefficient D indique un bon isolement calorifique.

Le coefficient D d'un local se calcule par la formule [13] :

$$D = \frac{D_{bt}}{S_{tot} \cdot (T_{bi} - T_{be})} \quad [W/m^2 \cdot ^\circ C] \quad (III.75)$$

Avec :

- D_{bt} (en w) représente les déperditions calorifiques de base par transmission du local considéré ;
- S_{tot} (en m²) est la surface totale de toutes les enveloppes du local, (les murs extérieurs avec les fenêtres, les murs intérieurs avec les portes, le plancher et la couverture).

Le coefficient D a le caractère (la dimension) d'un coefficient de transmission surfacique.

Majoration Z_u pour interruption d'exploitation :

Le but des majorations Z_u est d'assurer une montée en température uniforme, après les réductions et les interruptions d'exploitation.

On distingue trois modes d'exploitation :

- Mode d'exploitation I : exploitation continue avec toutefois réduction d'exploitation nocturne. Ce mode d'exploitation est recommandé pour les bâtiments d'habitation, hôpitaux, maisons de soins etc.
- Mode d'exploitation II : interruption journalière de fourniture de chaleur d'une durée de 8 à 12 heures. Ce mode d'exploitation est recommandé pour les immeubles de bureau, magasins, etc.

- Mode d'exploitation III : interruption journalière de fourniture de chaleur d'une durée de 12 à 16 heures. IL est recommandé pour les écoles, bâtiments d'usines, etc.

Les majorations Z_U augmentent avec la durée de l'interruption d'exploitation. De plus elles sont échelonnées également d'après les valeurs de D .

Majoration Z_A pour compensation des parois extérieures froides :

Les locaux avec des parois extérieures grandes et minces ou avec des grandes fenêtres sont sur le plan climatique du local plus défavorables que d'autres avec des murs épais ou des petites fenêtres, et pour cela, on utilise la majoration Z_U pour compensation de ces parois.

Groupement des majorations Z_U et Z_A :

Les deux majorations précédentes dépendent du coefficient D et peuvent, malgré leur signification physique différente, être groupées pour le calcul en une majoration unique Z_D .

Les majorations Z_D sont tirées du tableau A14.a d'après [13] en fonction du mode d'exploitation, et du coefficient D . Pour le mode d'exploitation I les majorations Z_D sont indépendantes du coefficient D , donc il n'est pas nécessaire dans ce cas de déterminer le coefficient D .

Majoration Z_H pour orientation :

La valeur des majorations qui doivent tenir compte des différences d'insolation (orientation) est tirée du tableau A14.b d'après [13]. Pour la détermination de l'orientation d'un local, il faut retenir pour des locaux encastrés sur 3 faces la position de la paroi extérieure et pour des locaux d'angle la direction du coin du local. Pour des pièces avec trois ou quatre faces extérieures il faut prendre pour chacune d'elle la majoration la plus élevée. Pour des parties de bâtiments sans influence solaire directe le coefficient Z_H est supprimé.

III. 2. 1. 2 Besoins calorifiques pour pertes par ventilations (Q_L)

L'air extérieur pénètre dans le local à travers les portes et les fenêtres par l'action du vent. Cette quantité d'air varie suivant l'étanchéité des portes et fenêtres, la porosité des portes des locaux, de la direction du vent, etc.

En général, elle dépend de la vitesse du vent, qui se traduit par une surpression sur la façade exposée, et par une légère dépression sur la façade opposée. Cette surpression permet à l'air extérieur de s'infiltrer dans le local par les porosités des matériaux et interstices autour des portes et fenêtres de la façade exposée, et de s'échapper de l'autre côté ; de ce fait il est nécessaire d'apporter un supplément calorifique.

Les besoins calorifiques pour compenser les pertes par ventilation sont calculés par la relation suivante [13] :

$$Q_L = \left[\sum (a.l)_e \right] \cdot R \cdot H \cdot (T_{bi} - T_{be}) \cdot Z_E \quad [W] \quad (III.76)$$

Avec:

- $\sum (a.l)_e$ (en m³/h) représente la perméabilité des fenêtres et portes exposées au vent ;
- R : représente la caractéristique de local ;
- H : représente la caractéristique d'immeuble ;
- T_{bi} , T_{be} (en °C) sont respectivement les températures de bases intérieure et extérieure;
- Z_E : représente le facteur de majoration pour fenêtres d'angle.

Si le local se trouve en plein milieu de l'immeuble, on néglige les besoins calorifiques Q_L parce qu'il est à l'abri de l'environnement extérieur et des infiltrations.

a) Perméabilité des fenêtres et portes $\sum (a.l)_e$

On désigne par « a » la perméabilité à l'air d'un joint de fenêtre ou de porte par mètre de longueur. La perméabilité de toutes les fenêtres et portes ayant chacune des joints d'une longueur « l » et exposées au vent dans les conditions les plus défavorables est donnée par $\sum (a.l)_e$.

Le tableau A15.a [13] indique les valeurs de « a » pour les types de fenêtres et de portes les plus importantes.

On détermine la longueur de leur joint (l) sur le plan dessins des fenêtres (ou portes), ou si le type de fenêtres ou de portes n'est pas encore fixé avec précision ; on peut utiliser dans ce cas pour la détermination approximative de (l) le rapport (w) de la longueur des joints l à la surface de la fenêtre ou de la porte S .

Donc, le rapport w est donné par la formule suivante [13] :

$$w = \frac{l}{S} \quad [\text{m}^{-1}] \quad (\text{III.77})$$

Les valeurs du rapport w sont regroupées dans le tableau A15.b [13], en fonction de la hauteur de la fenêtre ou de la porte et le nombre de ses vantaux.

b) Caractéristique de local R

La caractéristique de local dépend de la perméabilité de toutes les fenêtres et portes exposées au vent $\sum (a.l)_e$, ainsi que de la perméabilité de fenêtres et portes par lesquelles l'air peut s'écouler du local $\sum (a.l)_i$.

Dans la plupart des cas, l'air ne s'écoule d'un local exposé au vent que par les portes intérieures.

Pour déterminer la caractéristique de local R, on utilise la formule suivante [13] :

$$R = \frac{1}{\frac{\sum (a.l)_e}{\sum (a.l)_i} + 1} \quad (\text{III.78})$$

On peut utiliser les valeurs de R regroupées dans le tableau A16 [13] pour faciliter les calculs.

c) Caractéristique d'immeuble H

La caractéristique d'immeuble H est donnée par le tableau A17 [13] pour divers genres de constructions et influences du vent.

En ce qui concerne la situation d'un local par rapport à l'action du vent, on distingue trois cas :

- site protégé : c'est le cas des centres des villes de construction serrées à condition que les immeubles ne dépassent pas sensiblement leur voisinage.

- site découvert : c'est le cas des maisons dans les cités où les ensembles de bâtiments sont clairsemés ainsi qu'en ville, des maisons élevées, dépassant nettement leur voisinage.
- site exceptionnellement découvert : c'est le cas des maisons construites sur des hauteurs, sur des bandes côtières sans arbres ainsi que sur les rives dénudées de larges fleuves ou de grands lacs.

Dans un bâtiment dont une face ou une partie est découverte, seuls les locaux exposés possèdent la caractéristique d'immeuble pour site découvert.

Si le bâtiment est découvert dans les quatre directions, seuls les locaux découverts aux N, NO, et O, possèdent la caractéristique d'immeuble plus élevée, et les autres locaux, celle pour site protégé.

De façon analogue dans le cas d'un site exceptionnellement découvert, seuls les locaux exposés ou respectivement orientés aux N, NO et O possèdent la caractéristique d'immeuble pour site exceptionnellement découvert, les autres, celle de site découvert.

d) Facteur de majoration pour fenêtres d'angle Z_E

Ce facteur n'est à envisager que pour des fenêtres et portes situées immédiatement dans l'angle de deux murs extérieurs contigus.

Alors $Z_E = 1.2$

Pour toutes les autres fenêtres et portes on a donc : $Z_E = 1.0$

Chapitre IV

Distribution de l'air dans les installations de climatisation

Après avoir exposé, dans le chapitre précédent le bilan thermique d'un bâtiment, nous abordons à présent l'étude de la distribution de l'air dans les installations de climatisation.

La distribution de l'air a un rôle essentiel dans une installation. C'est d'une distribution correcte de l'air climatisé que dépend le contrôle efficace de notre environnement immédiat.

IV. 1 Etude générale d'une installation de climatisation

IV. 1. 1 Conception générale

La figure IV.1 représente schématiquement les éléments d'un ensemble de climatisation centralisé.

Les différents locaux à climatiser sont reliés à la centrale de traitement de l'air (CTA) par des réseaux de distribution, de reprise et d'extraction et par l'intermédiaire de bouches de soufflage, de reprise et d'extraction. Des ventilateurs de soufflage et de reprise permettent de faire circuler l'air d'une façon continue. Enfin, des clapets distribuent les différents airs suivant les besoins de la ventilation et d'après les besoins frigorifiques ou calorifiques de chaque local.

La figure IV.2 donne la terminologie des différents airs distribués dans un ensemble de climatisation. Cette figure regroupe dans le même local les trois systèmes fondamentaux de climatisation :

- le système centralisé avec soufflage direct ;
- le système semi-centralisé avec soufflage direct ;
- le système à double conduit (air chaud et air froid) avec boîte de mélange.

Ces deux figures sont fondamentales parce qu'elles schématisent toute installation de climatisation quels que soient son importance, sa conception générale et son principe de fonctionnement.

Figure IV.1 : Eléments d'un ensemble de climatisation centralisée [8]

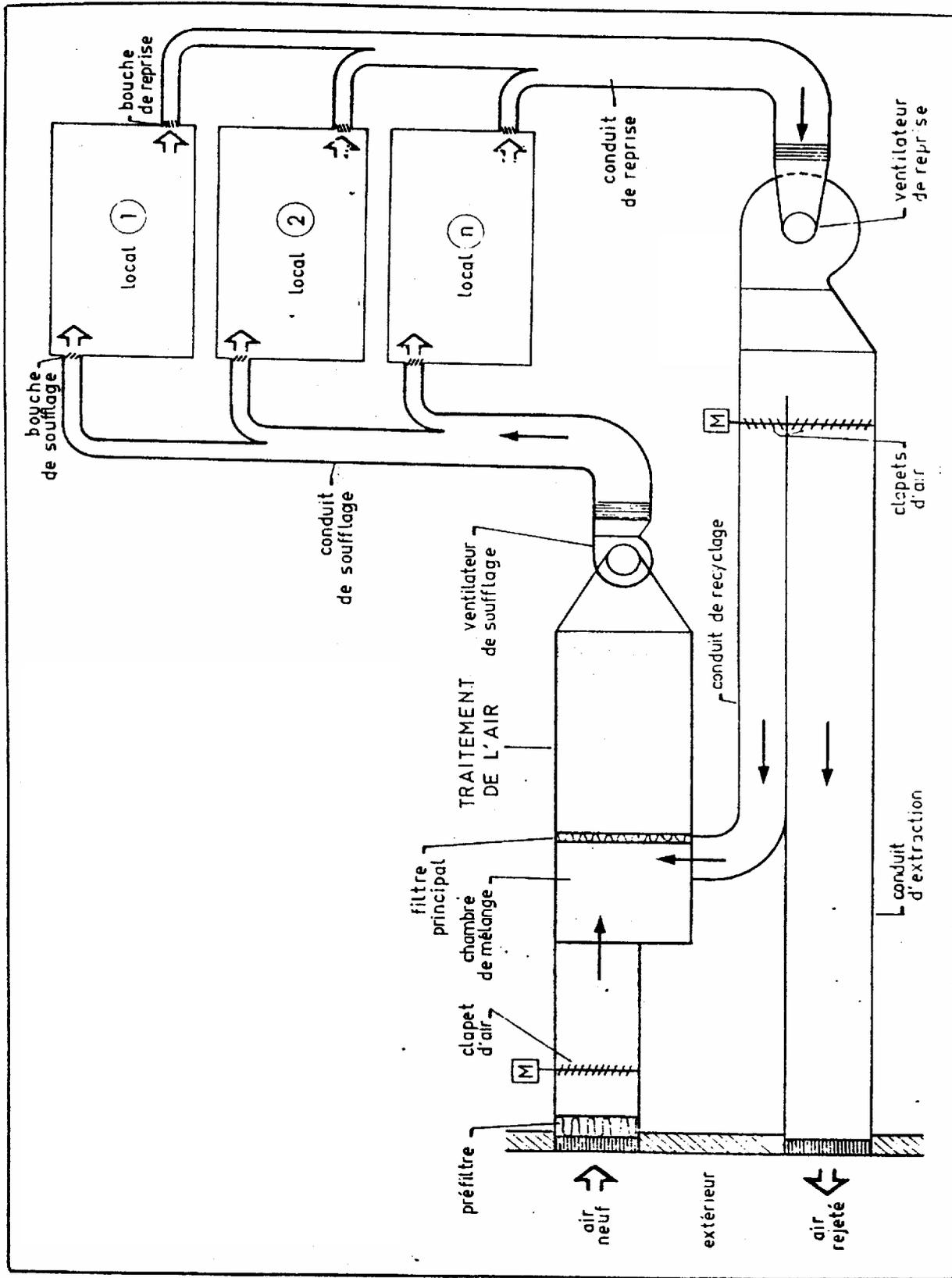
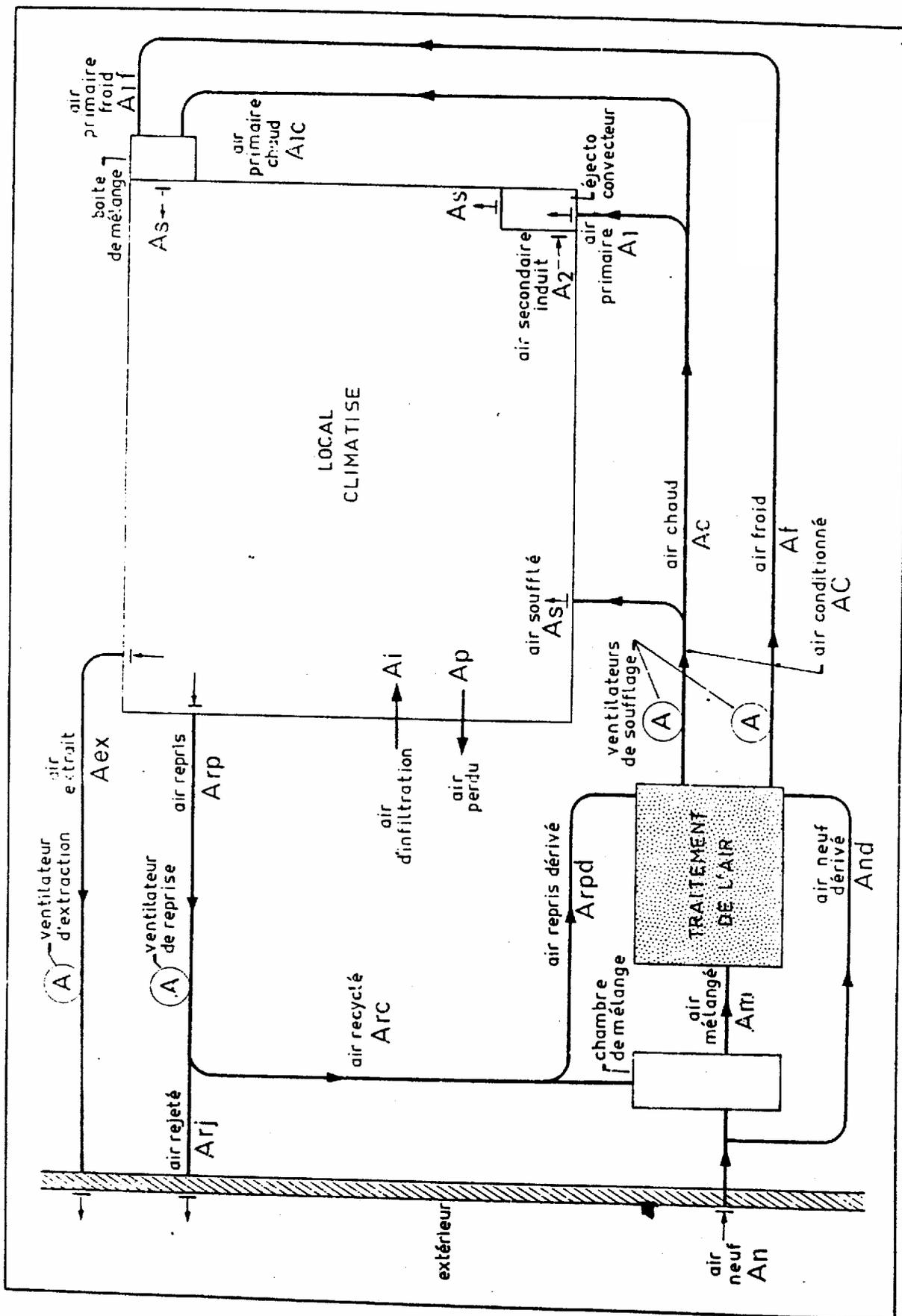


Figure IV.2 : Terminologie des différents airs dans un ensemble de climatisation [8]



IV.1.2 Calcul des débits de soufflage

Pour calculer les débits d'air de l'ensemble des circuits d'une installation de climatisation, il est impératif de connaître d'abord les débits de soufflage dans chaque local climatisé.

On utilise dans tous les circuits de climatisation des débits massiques exprimés en $[Kg_{as}/s]$ ou en $[Kg_{as}/h]$.

Ce procédé présente l'avantage pratique suivant :

- Dans toutes les évolutions de l'air au cours de sa distribution, le débit massique d'air sec reste constant ;
- D'autre part, connaissant le débit massique d'air sec dans chaque tronçon, il est très simple de calculer ensuite le débit volumique avec la relation suivante [8] :

$$q_v = v \cdot q_{mas} \quad [m^3/s] \quad (IV.1)$$

Où :

$$q_v = \frac{1}{\rho} \cdot q_{mas} \quad [m^3/s] \quad (IV.2)$$

Dans laquelle :

q_v : Débit volumique d'air climatisé $[m^3/s]$

v : Volume spécifique de l'air climatisé $[m^3/Kg_{as}]$

ρ : Masse volumique de l'air climatisé $[Kg_{as}/m^3]$

Pour la gamme des températures usuelles pour la climatisation des bâtiments, on considère que la masse volumique de l'air sec est prise égale à $1.15 [Kg_{as}/m^3]$ [1].

Connaissant q_v il est alors facile de calculer la vitesse d'air dans un circuit ou de calculer un ventilateur.

D'après le bilan d'enthalpie et d'humidité du local, on peut calculer les débits de soufflage d'air sec pour chaque local par les relations suivantes [8] :

$$q_{mas} = H_0/h_i - h_s \quad [Kg_{as}/s] \quad (IV.3)$$

Ou :

$$q_{mas} = M_0/n - r_s \quad [Kg_{as}/s] \quad (IV.4)$$

Avec :

H_0 : représente les déperditions calorifiques (bilan d'hiver) ou apports calorifiques (bilan d'été) du local en [KW];

h_i : enthalpie spécifique de l'air intérieur [KJ/Kg_{as}];

h_s : enthalpie spécifique de l'air soufflé [KJ/Kg_{as}];

M_0 : dégagement d'humidité éventuel à l'intérieur du local [Kg/s];

r_i : teneur en humidité de l'air intérieur [Kg/Kg_{as}];

r_s : teneur en humidité de l'air soufflé [Kg/Kg_{as}];

En climatisation de confort, la teneur en humidité de l'air est très souvent comprise entre 0 et 0.01 [Kg/Kg_{as}]; c'est à dire que les dégagements d'humidité dans les locaux sont souvent négligeables, de sorte que : $r_i - r_s \approx 0$ [4].

Dans ce cas, le débit massique de soufflage est donné par la relation ci-après [8] :

$$q_{mas} = H_0 / (T_i - T_s) \quad [Kg_{as}/s] \quad (IV.5)$$

Dans laquelle :

$T_i - T_s$: représente l'écart des températures au soufflage ou écart de soufflage ;

Cette relation est importante ; elle est utilisée en climatisation lorsque la teneur en humidité du local reste constante.

Les valeurs de l'écart de soufflage à adopter pratiquement sont données au tableau IV.1.

Tableau IV.1 : Valeurs de l'écart de soufflage [8]

Type de climatisation	$T_i - T_s$ [°C]	
	Bouches à ailettes ou grilles	Bouches à induction
Hiver (air soufflé chaud)	15 à 35	40 à 50
Eté (air soufflé froid)	8 à 15	10 à 20

Le débit volumique de soufflage est donné par la formule suivante [8] :

$$q_v = \frac{1}{\rho} \cdot q_{mas} \quad [m^3/s] \quad (IV.6)$$

Avec :

q_v : Débit volumique d'air soufflé [m^3/s]

ρ : Masse volumique de l'air soufflé [Kg_{as}/m^3]

Il est possible, en cumulant les débits de soufflage de chaque local, de connaître le débit total de soufflage dans chaque zone ou dans l'ensemble de l'installation en été et en hiver.

IV.1.3 Calcul du débit d'air d'extrait

Le débit massique d'air sec soufflé doit être égale au débit massique d'air sec extrait, si non la masse d'air sec à l'intérieur du local varierait, ce qui n'est pas souhaitable a priori (risque de suppression ou de dépression).

Les caractéristiques de l'air extrait d'un local sont celles de l'air ambiant, à condition que la distribution de l'air dans le local soit correcte. De sorte que l'état de l'air extrait peut être considéré comme représentatif de l'état de l'ambiance; les caractéristiques de l'air extrait sont donc connue dès que les conditions intérieures de base du local ont été fixées.

En cumulant les débits de reprise de chaque local, on peut connaître le débit total de reprise dans chaque zone ou dans l'ensemble de l'installation en été et en hiver.

IV.1.4 Calcul du débit total d'air neuf

L'air neuf c'est l'air extérieur traité ou non traité qui ne contient aucune impureté solide, liquide ou gazeuse. Dans la plupart des installations, il s'agit d'air extérieur qui est simplement filtré avant de pénétrer dans l'installation.

Il est possible, en cumulant les débits d'air neuf de chaque local de connaître le débit total d'air neuf à introduire dans chaque zone ou dans l'ensemble de l'installation.

Généralement, le débit total d'air neuf à introduire dans une installation est très inférieur au débit d'air total à souffler (débit du ou des ventilateurs de soufflage).

Pour des raisons économiques, on limite le débit d'air neuf au débit minimal exigé par les impératifs de la ventilation. Pour caractériser le débit total d'air neuf, on est amené à le comparer au débit d'air à souffler dans l'installation. On définit ainsi le taux d'introduction d'air neuf, ce dernier étant donné par la formule suivante [8] :

$$T_{an} = q_{an} / q_{as} \quad (IV.7)$$

Dans laquelle :

q_{an} : débit massique d'air sec extérieur (air neuf) à introduire [Kg_{as}/s];

q_{as} : débit massique d'air sec à souffler dans l'ensemble des locaux [Kg_{as}/s];

IV.1.5 Calcul du débit total d'air recyclé

Le débit d'air total à mettre en circulation dans une installation étant nettement supérieur au débit total d'air neuf fixé par les exigences de la ventilation, on est donc amené à mélanger de l'air repris à l'intérieur des locaux avec l'air neuf. Cette opération est appelée le « recyclage ».

La totalité de l'air pris à l'extérieur pour ventiler les locaux (air neuf) est obligatoirement rejeté à l'extérieur, sinon la pression à l'intérieur des locaux augmenterait et ferait diminuer le débit des ventilateurs de soufflage.

D'après le bilan massique des différents débits d'airs d'une installation de climatisation, on écrira [8] :

$$\begin{aligned} q_{an} + q_{rc} &= q_{as} \\ q_{rj} + q_{rc} &= q_{rp} \\ q_{rp} &= q_{as} \\ q_{an} &= q_{rj} \end{aligned} \quad (IV.8)$$

Pour calculer les différents débits d'airs qui entrent en jeu dans la distribution de l'air d'une installation de climatisation, il est nécessaire de calculer au préalable :

- le débit total d'air à souffler;
- le débit minimal d'air neuf;

Ces deux débits permettent de déterminer le taux d'introduction d'air neuf (T_{an}). Puis, on calcule le débit d'air recyclé par la relation [8] :

$$q_{rc} = q_{as} - q_{an} \quad (IV.9)$$

On peut utiliser le diagramme de l'air humide pour calculer et représenter les évolutions des différents débits d'airs de l'installation.

V.2 Distribution de l'air dans les locaux

Il suffit, pour obtenir un confort optimal, d'introduire dans les locaux la quantité d'air prévue par les calculs précédents en respectant simplement les caractéristiques de température et d'humidité qu'on s'est fixées a priori.

En réalité, le problème est beaucoup plus complexe, car il s'agit de réaliser à l'intérieur du local un mélange homogène de l'air ambiant et de l'air soufflé à des conditions de température et d'humidité différentes et variables par rapport à celles du local.

Pour que ce mélange s'effectue correctement et pour que les occupants n'éprouvent aucune gêne, il faut qu'un certain nombre de conditions soient remplies.

L'air est soufflé dans les locaux par des bouches de soufflage. Après s'être mélangé à l'air du local et lui avoir cédé une partie de son enthalpie (il s'est réchauffé ou refroidit) et de son humidité (il s'est humidifié ou séché), l'air est repris par les bouches de reprise et réintroduit dans l'installation. Le trajet général de l'air dans le local est représenté à la figure IV.3.

Les principaux facteurs qui interviennent dans la distribution de l'air dans un local sont les suivants :

- la vitesse de l'air soufflé et ambiant ;
- la température de l'air soufflé ;
- l'emplacement des bouches de soufflage et de reprise.

Figure IV.3 : Trajet de l'air soufflé dans un local [8]

Chapitre V

Présentation du logiciel de climatisation « UHBClim »

V. 1 Présentation du langage de programmation Delphi

Delphi est un environnement de programmation permettant de développer des applications sous Windows. Il incarne la suite logique de la famille Turbo Pascal avec ses nombreuses versions. Le Turbo Pascal (DOS et Windows) ne subira apparemment plus de mises à jour. Delphi est un outil moderne, qui fait appel à une conception visuelle des applications, à la programmation objet. De plus, il prend en charge le maintien automatique d'une partie du code source.

Voici quelques unes des caractéristiques de Delphi:

- programmation objet
- outils visuels bidirectionnels
- compilateur produisant du code natif et le plus rapide en monde
- traitement complet des exceptions
- possibilité de créer des exécutables et des DLL
- bibliothèque de composants extensibles
- débogueur graphique intégré
- support de toutes les API de Windows: OLE2, DDE, VBX, OCX, ...

Comme beaucoup de logiciels, Delphi existe en plusieurs versions. Actuellement des versions numérotées de 1 à 8 existent. Ces versions successives du logiciel ont vu de nombreuses améliorations.

V. 1. 1 Principes de développement en Delphi

Delphi fait évidemment partie de la famille de la programmation destructive, comme ne peuvent que l'être les langages de développement modernes sous Windows. On ne peut plus se permettre d'attendre des années avant de découvrir (ou d'apprendre par coeur) que l'objet "barre de défilement verticale" possède telle ou telle propriété. Les propriétés, entre autres, des objets doivent être immédiatement et toujours visibles au programmeur. Pour construire l'interface d'une application, ce dernier place des objets sur une fiche ("fenêtre") et les personnalise en modifiant éventuellement leurs propriétés et/ou en leur attachant des instructions liées à des événements donnés.

Bien que pour certaines applications il ne soit pas nécessaire d'écrire du code (ni de connaître le Pascal), il vaut mieux avoir une solide expérience de la programmation avant de se lancer dans un développement réel.

V. 1. 2 Delphi et Windows

Delphi permet de créer et de manipuler tout objet de Windows. Tous les objets et une grande partie de l'API de Windows sont encapsulés dans des composants Delphi. Les messages Windows sont redirigés par Delphi vers les objets auxquels ils sont destinés.

Dans tous les cas, il est toujours possible de faire appel directement à l'API de Windows [14].

V. 2 Présentation du logiciel UHBClim

L'évaluation des charges thermiques (apports ou déperditions calorifiques) des bâtiments à climatiser est un exercice complexe qui prend habituellement beaucoup de temps et représente l'une des étapes les plus importantes dans la conception et le dimensionnement d'une installation de climatisation. Ceci nous a mené à programmer différentes tâches et opérations, dans le cadre d'un logiciel de climatisation.

Ce logiciel de calcul appelé « UHBClim » fonctionne sous Windows écrit en Delphi et assure l'automatisation des tâches de calcul. Il a été établi en fonction des algorithmes de calcul des documents techniques réglementaires [4], [5].

V. 2. 1 Caractéristiques et fonctions du logiciel

Ce logiciel de calcul permet d'effectuer le calcul des bilans thermiques (hivernal et estival) pour les locaux à climatiser et notamment d'en estimer les besoins calorifiques et frigorifiques nécessaires. Il tient compte tout particulièrement des conditions de fonctionnement et des particularités spécifiques, telles que :

- Le niveau d'altitude où est situé le bâtiment (projet) à climatiser
- Le lieu géographique du site
- Le mois, le jour et l'heure de la journée
- Les conditions de température extérieure et intérieure des locaux
- Les caractéristiques de l'air extérieur évoluant le long de la journée (calcul automatique de la température sèche et humidité spécifique, etc.)
- La position réelle des parois vitrées ou opaques ensoleillées ou non en fonction du soleil
- L'inclinaison des parois opaques ou vitrées entre la position horizontale et verticale

Le logiciel permet de déterminer le mois, le jour et l'heure les plus défavorables pour déterminer les apports de chaleur les plus élevés à prendre en compte et de calculer les différents débits d'air qui entrent en jeu dans une installation de climatisation d'un bâtiment à n'importe quel endroit de notre pays, et de tracer l'évolution des différents apports thermiques des locaux climatisés, en fonction de toutes les informations dont on dispose concernant ce lieu.

Autrement dit, l'opérateur aura à choisir les besoins frigorifiques et calorifiques qu'il faudra satisfaire pour un local afin d'y maintenir une température constante.

Des opérations de simulations telles que le changement de la composition des parois du local (en ajoutant des isolations sur les murs, en mettant du double vitrage etc...), permettent d'aboutir à la détermination des gains et des déperditions dans ces conditions.

V. 2. 1. 1 Données de bases

Position géographique

Le logiciel de calcul permet d'effectuer le calcul des bilans thermiques dans tous les lieux géographiques de l'Algérie (48 wilayates et plus de 1460 communes).

La localisation du site est déterminée à partir de wilaya, commune et des coordonnées longitude et latitude.

Le logiciel détermine automatiquement les paramètres solaires de la paroi par rapport au soleil.

Le calcul du bilan thermique s'effectue automatiquement en fonction de l'heure solaire du lieu considérée.

Longitude : Cette valeur n'a pas d'influence sur le bilan thermique à l'exception de l'indication de l'heure locale par rapport à l'heure solaire.

Orientations des parois :

Le logiciel permet d'effectuer les calculs des bilans thermiques sur des inclinaisons de parois entre la position horizontale et verticale et sur tous les types d'orientation. Les parois horizontales n'ont pas d'orientations.

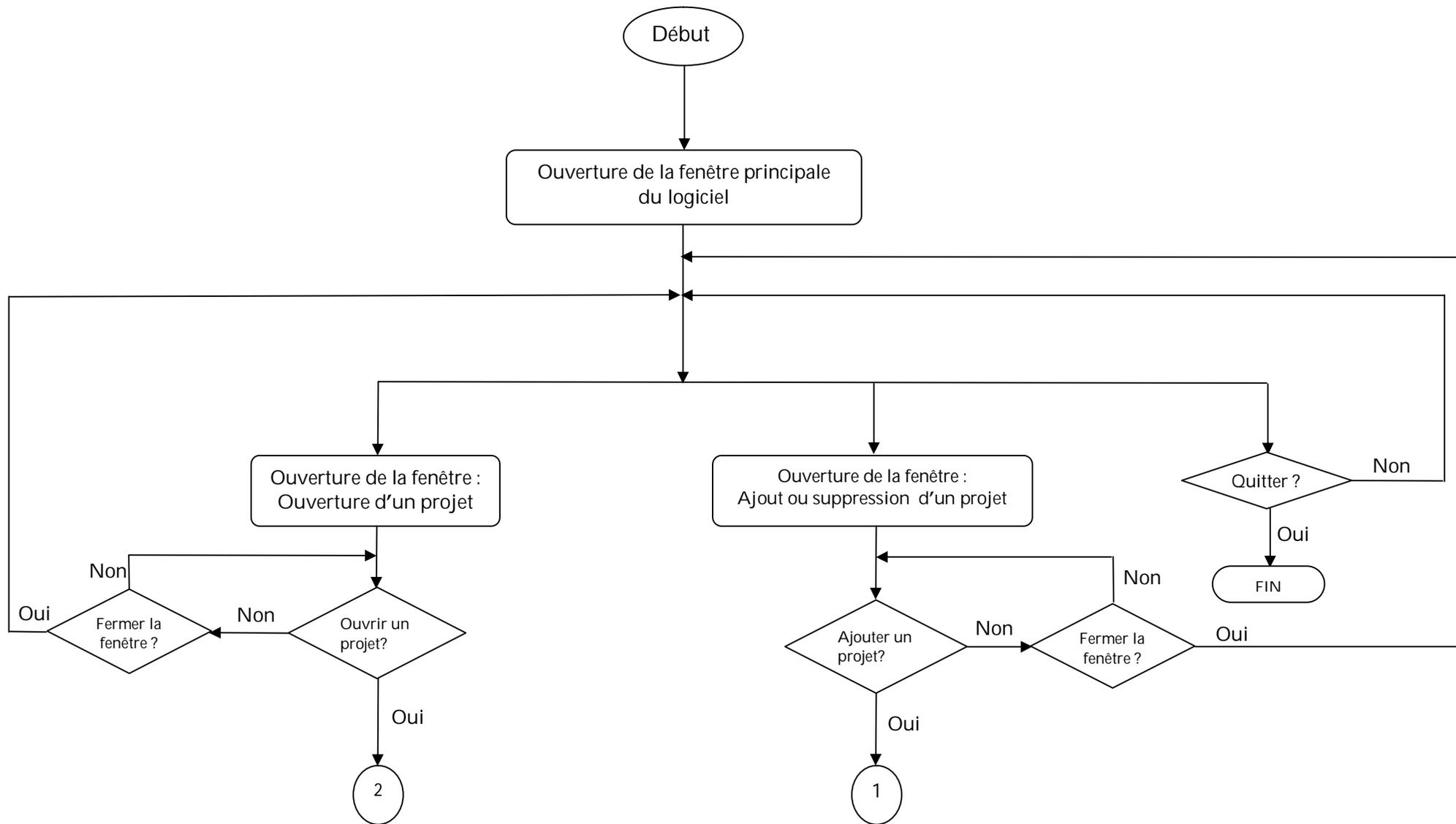
Zones climatiques pour les calculs thermiques

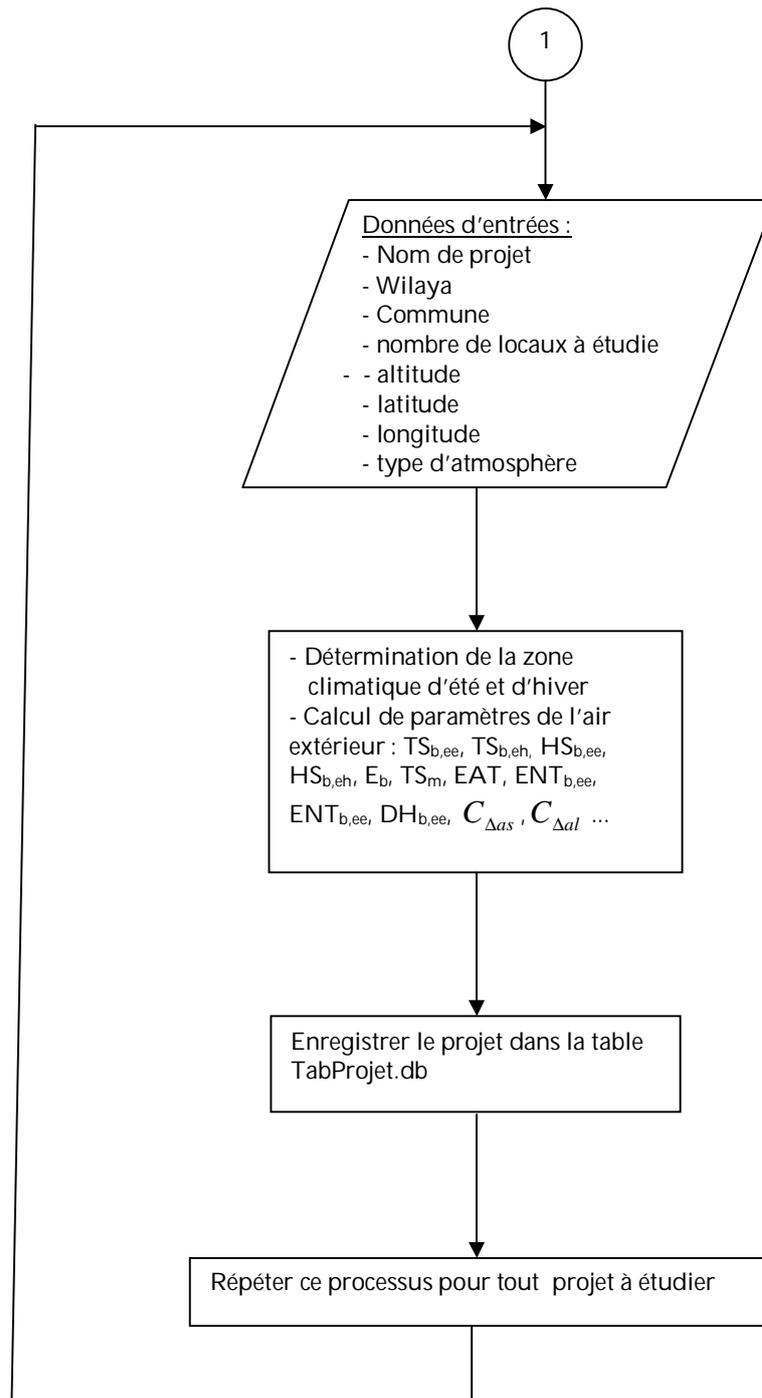
Dans le logiciel, toutes les zones climatiques de l'Algérie en été et en hiver ont été introduits et adoptés pour le dimensionnement des installations de climatisation.

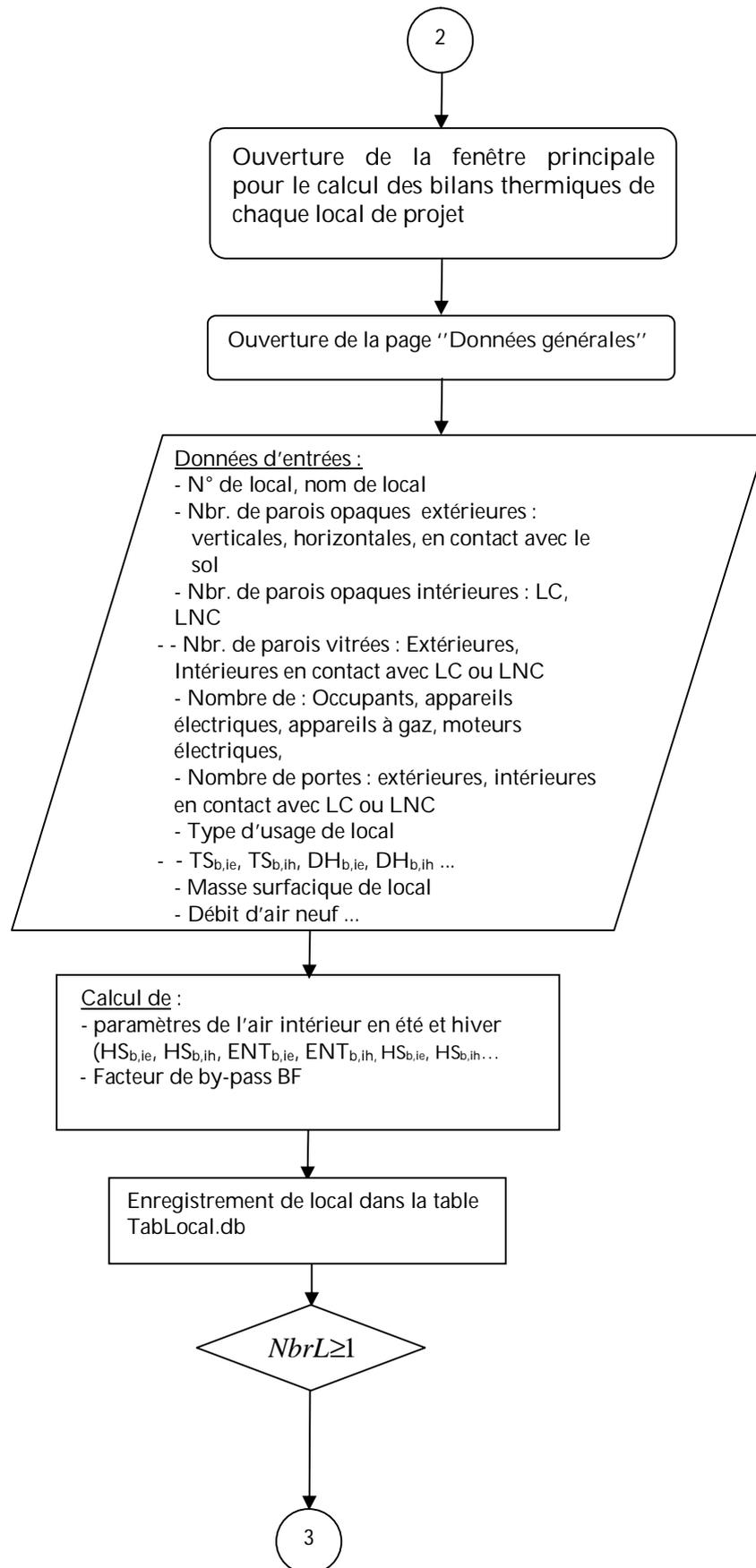
Le programme détermine automatiquement la zone climatique d'été et d'hiver du projet à étudier et les conditions climatiques extérieures de chaque zone, à partir de la wilaya, la commune et le niveau d'altitude où est situé le bâtiment (projet) à climatiser.

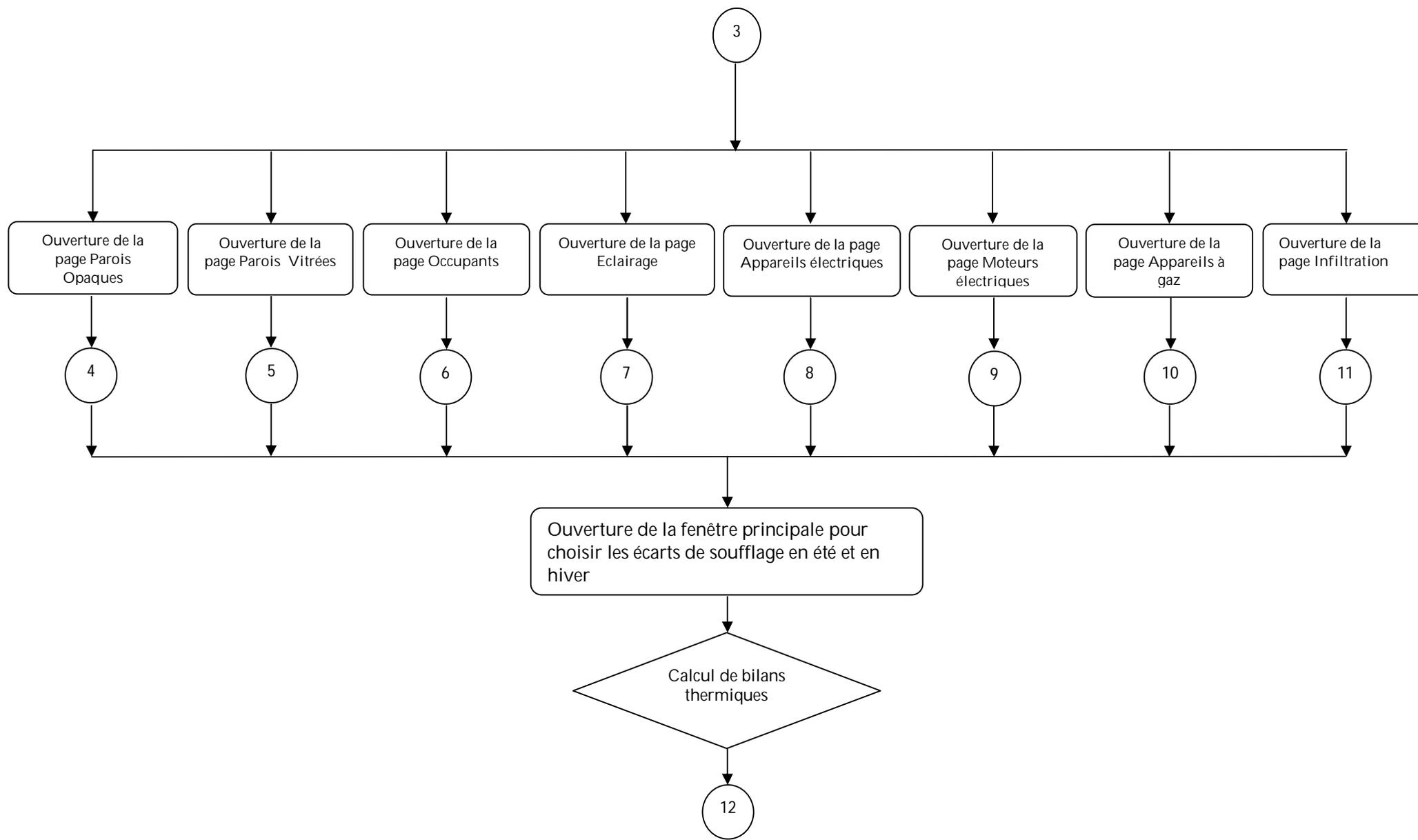
V. 2. 2 Processus de calcul

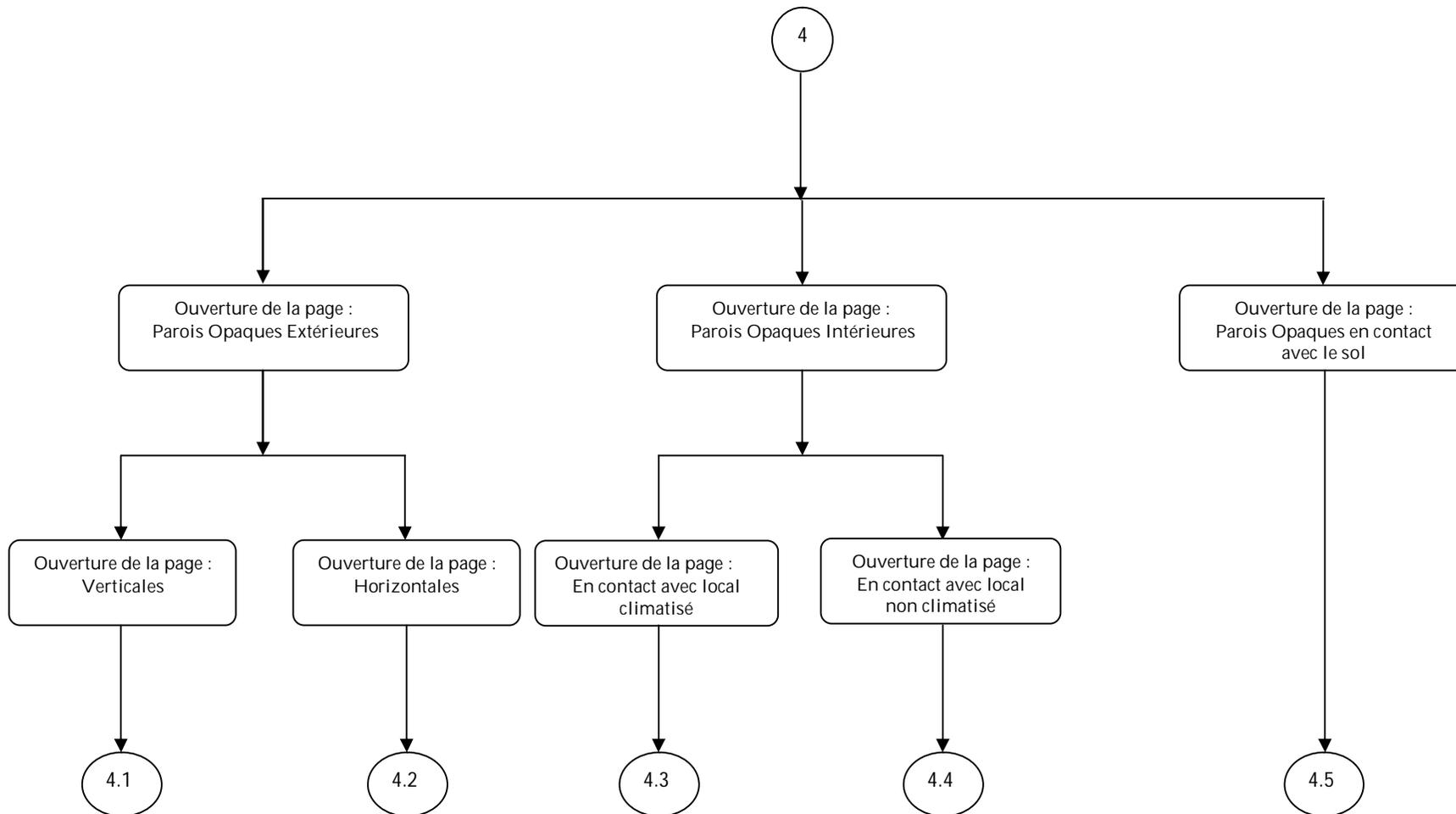
Le processus de calcul est répété pour chaque local à climatiser du projet à étudier. Ce processus calcule les bilans thermiques, et les différents débits d'air qui entrent en jeu dans l'installation de climatisation à n'importe quel endroit de l'Algérie, et de tracer l'évolution des apports calorifiques des locaux climatisés pour le mois de juillet, août et septembre, en fonction de toutes les informations dont on dispose, concernant ce lieu ; selon l'organigramme suivant :

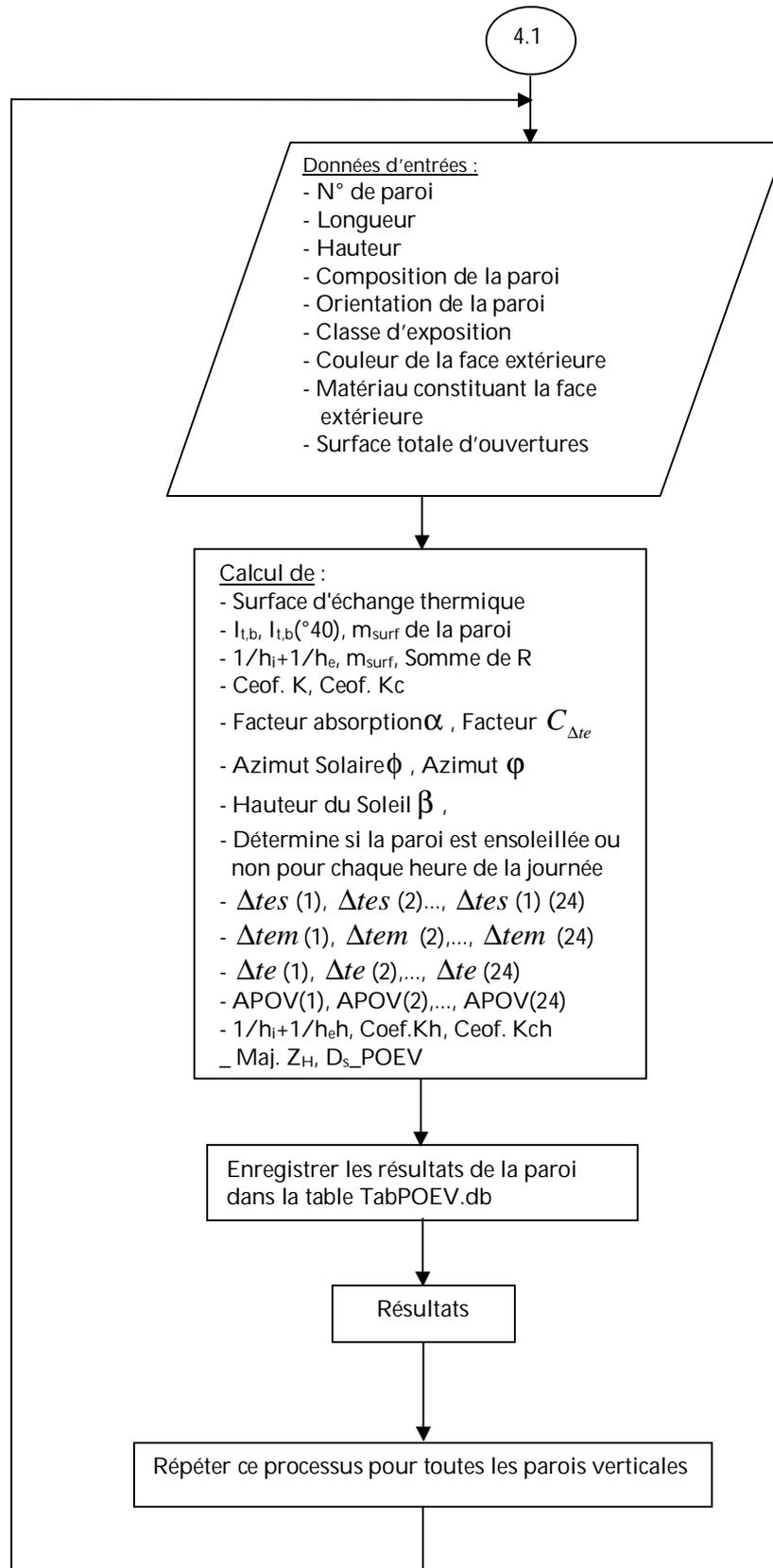


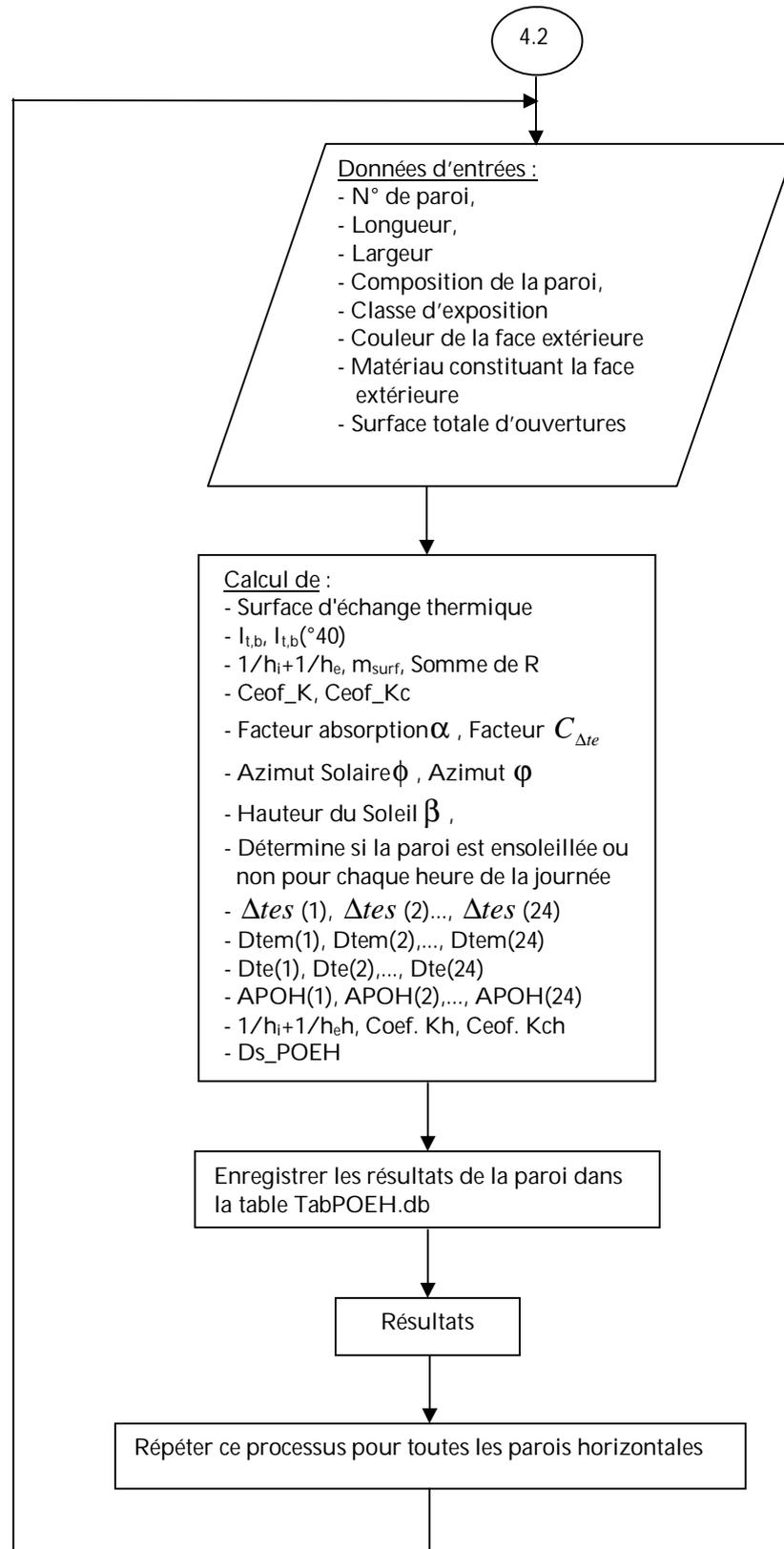


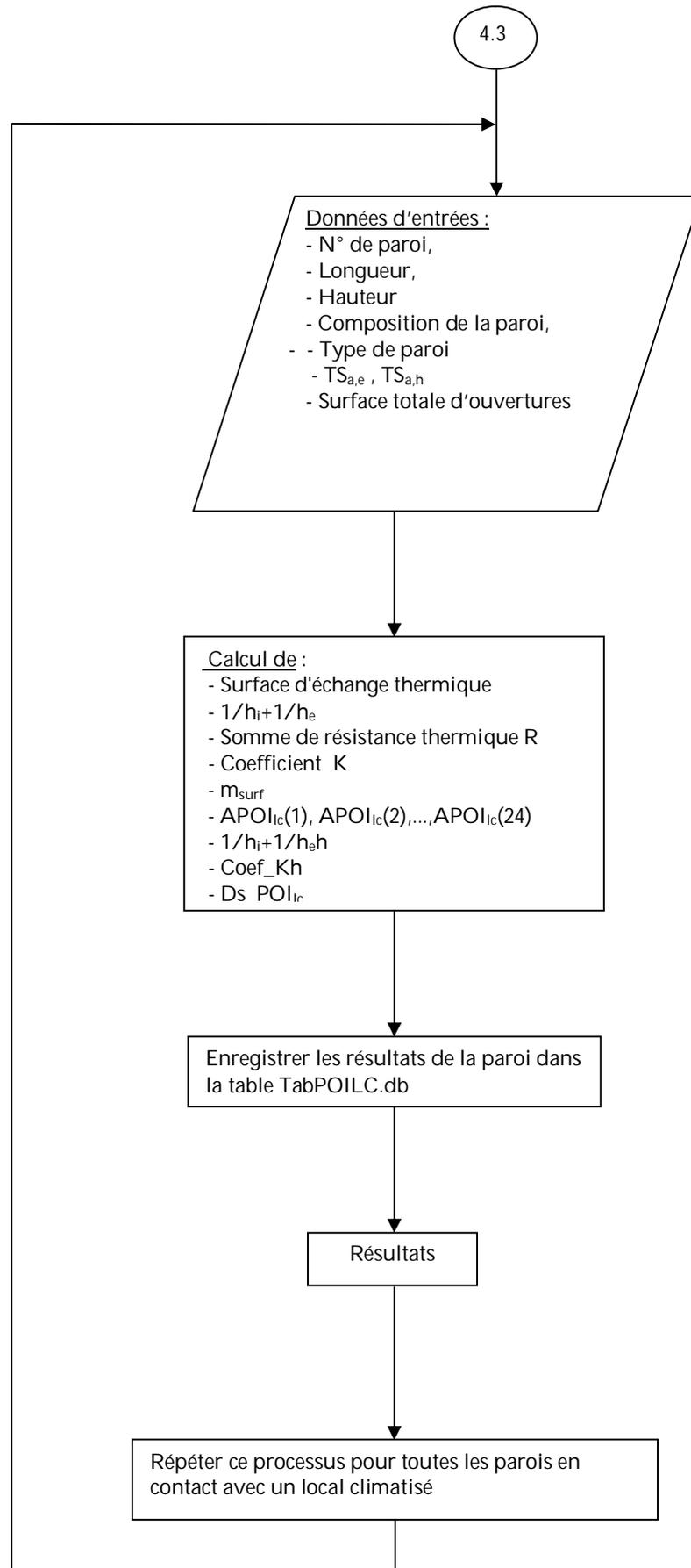


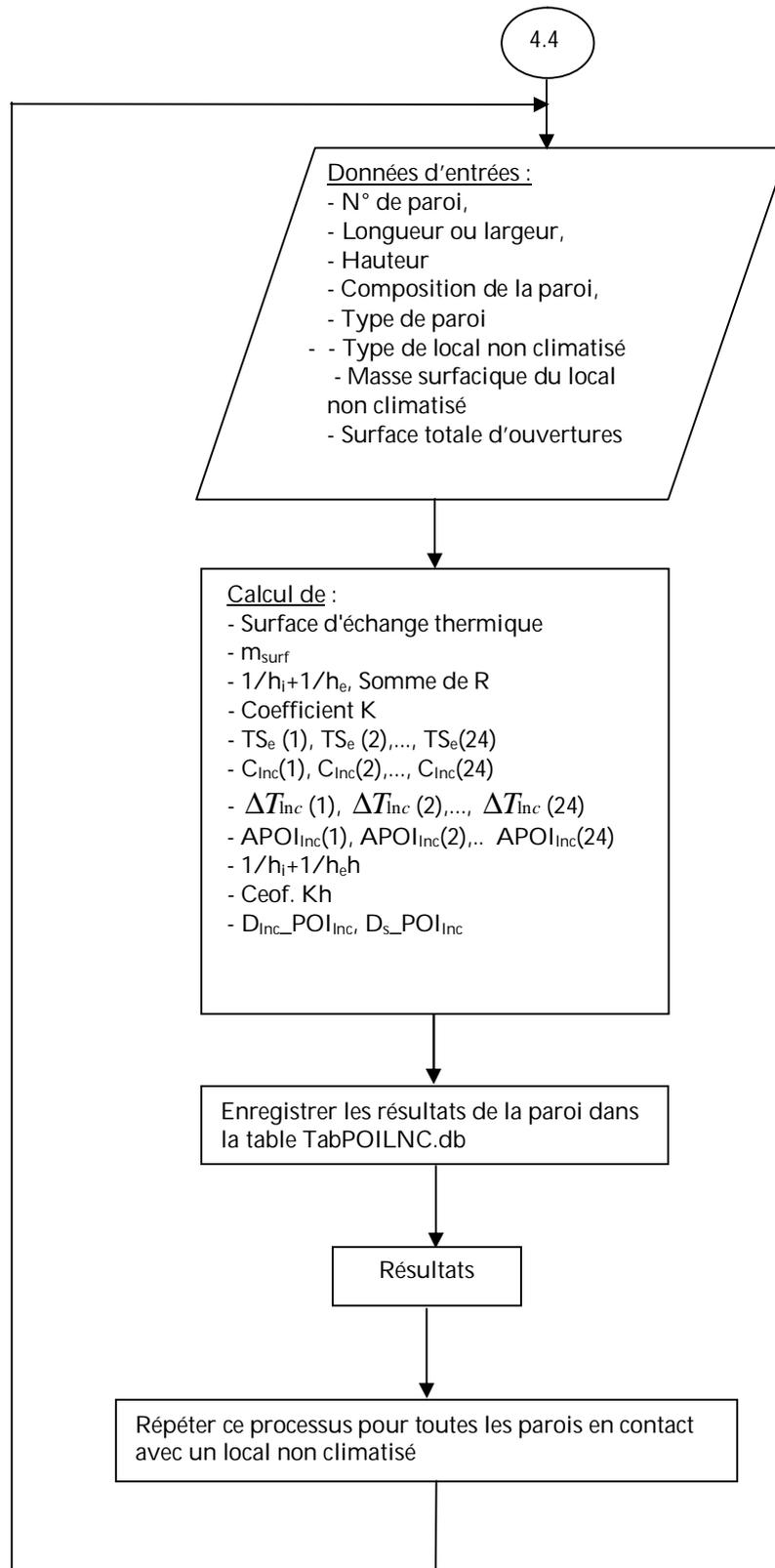


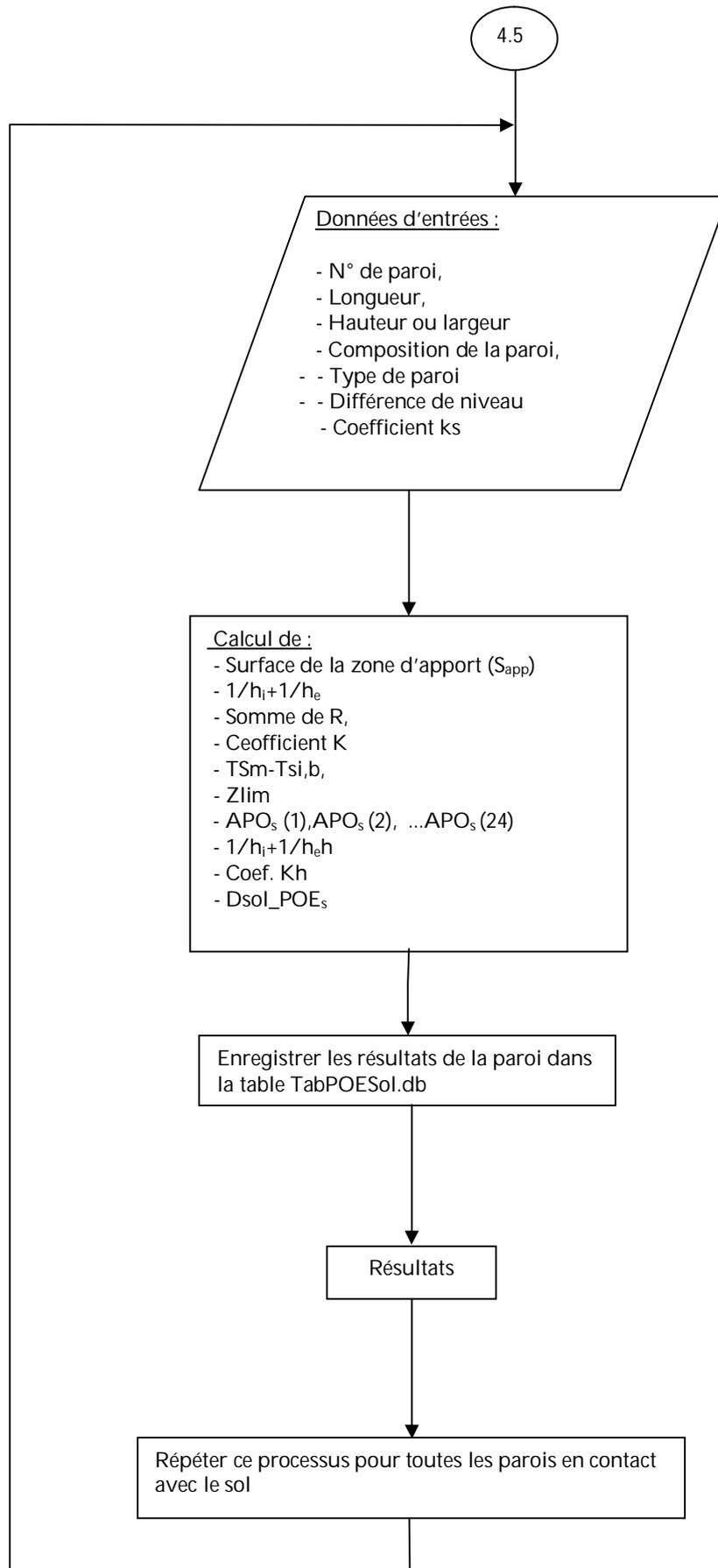


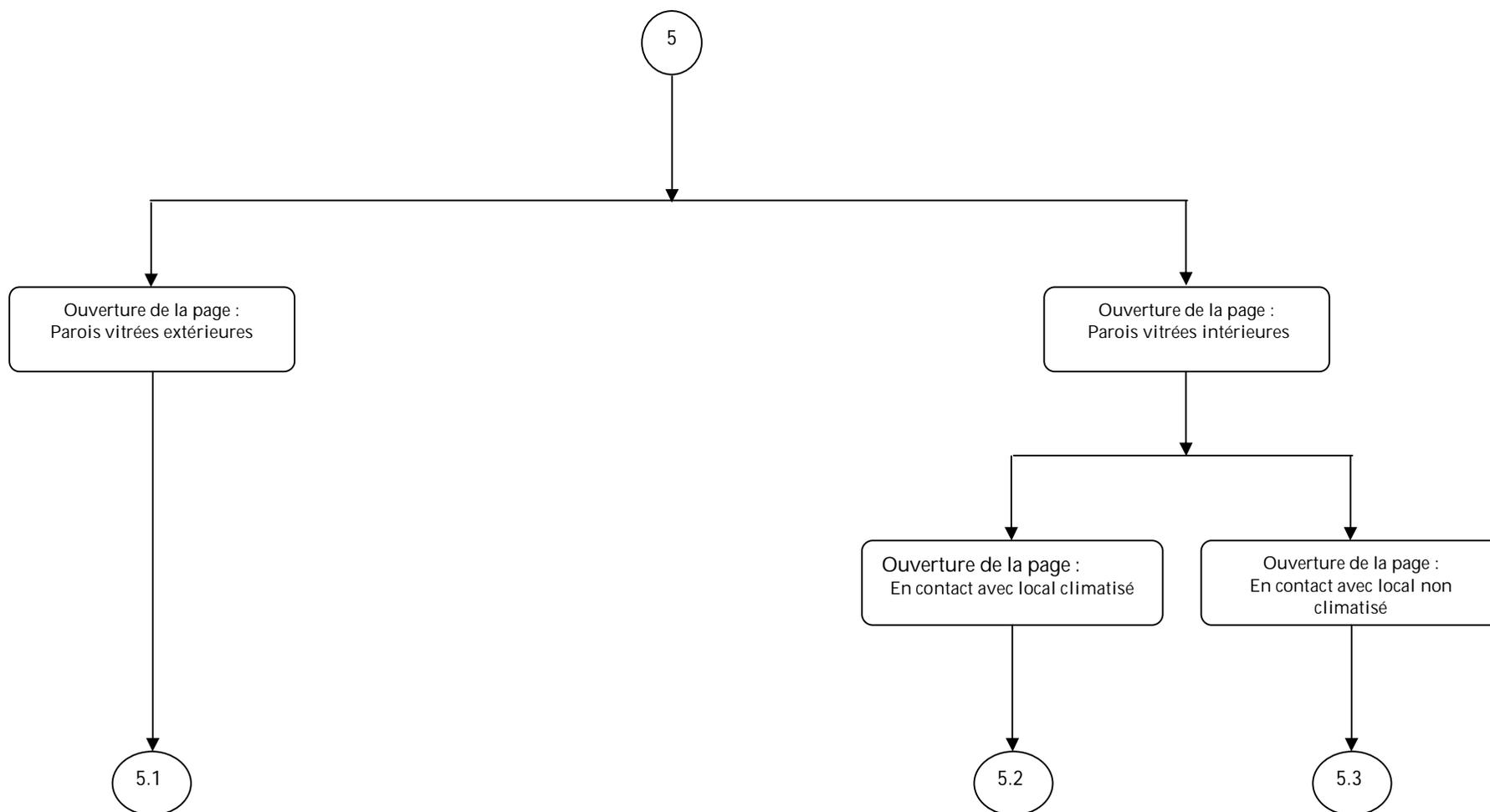


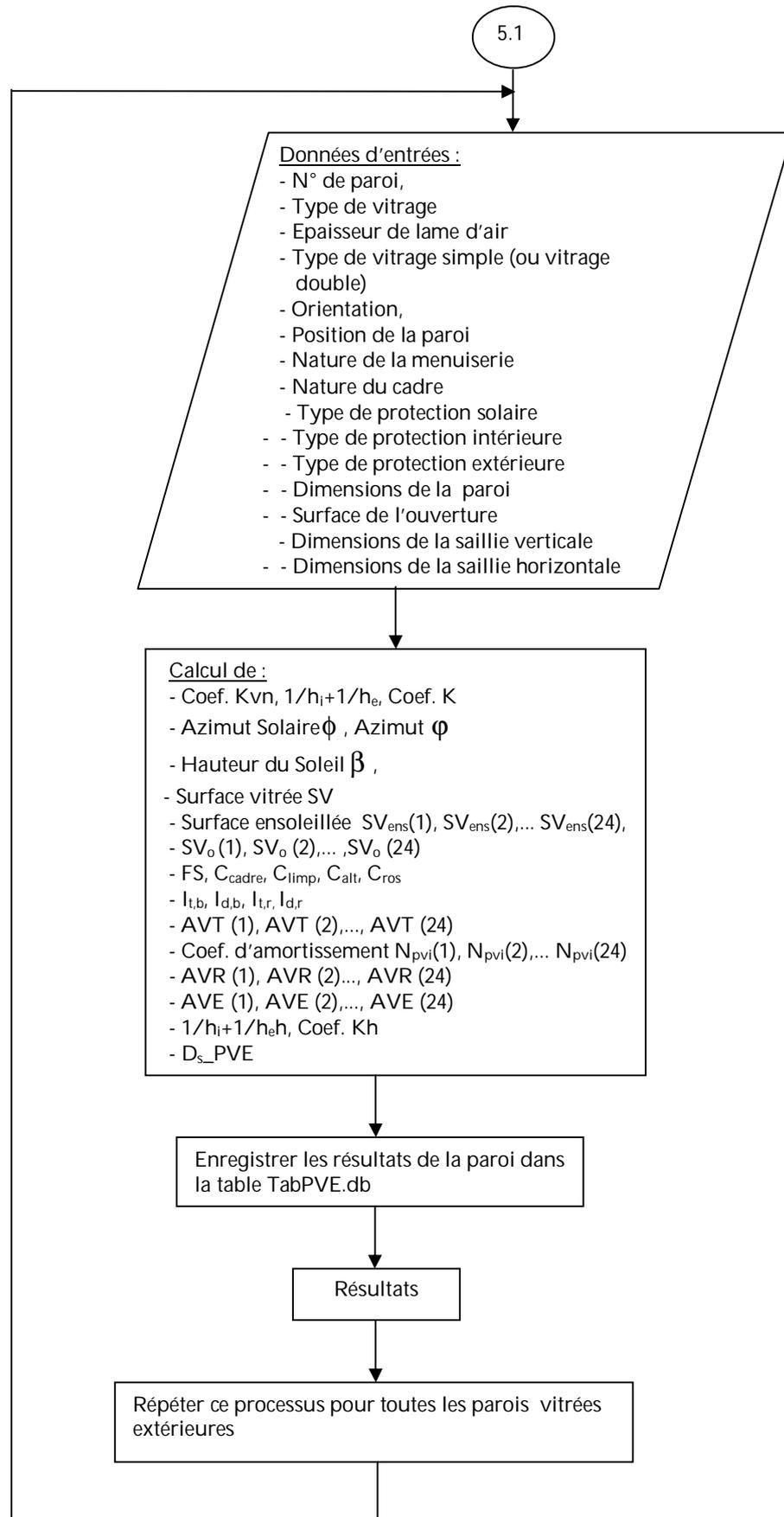


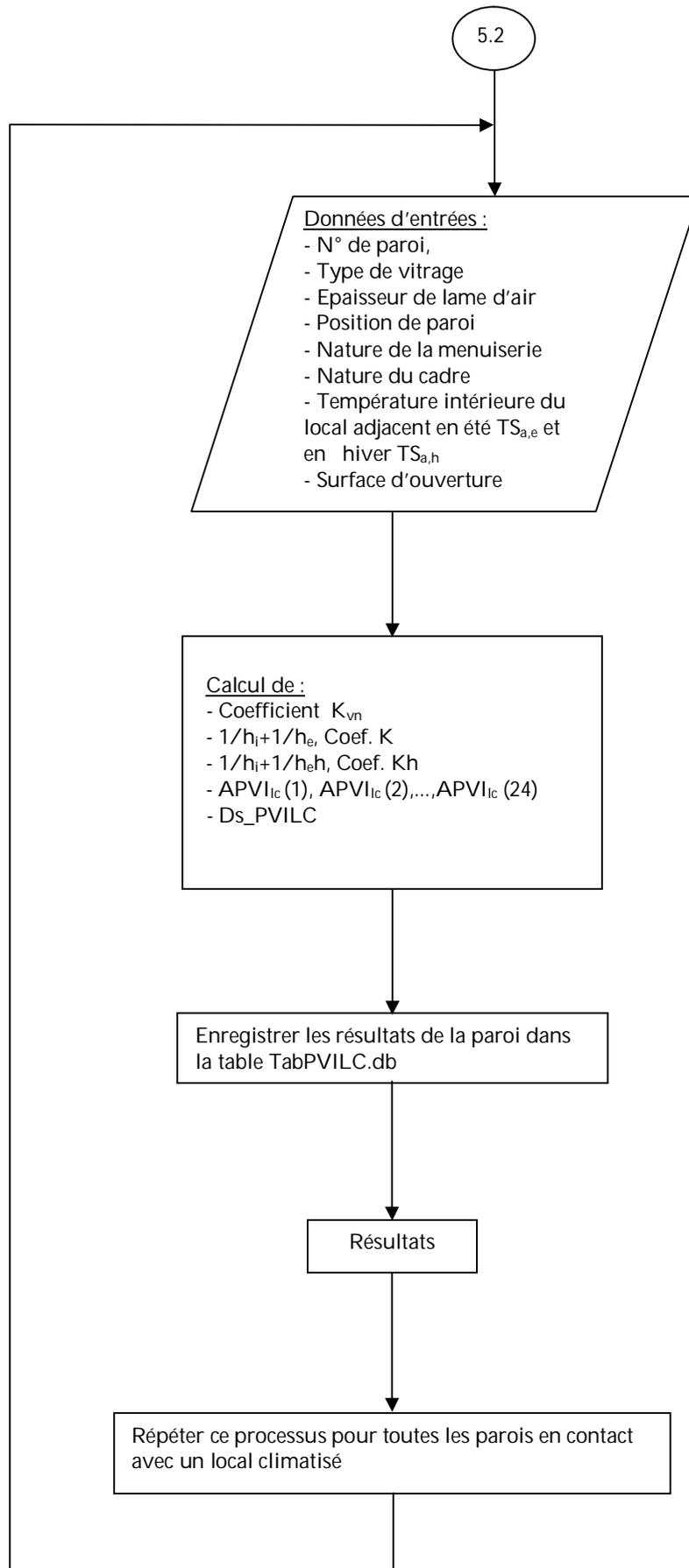


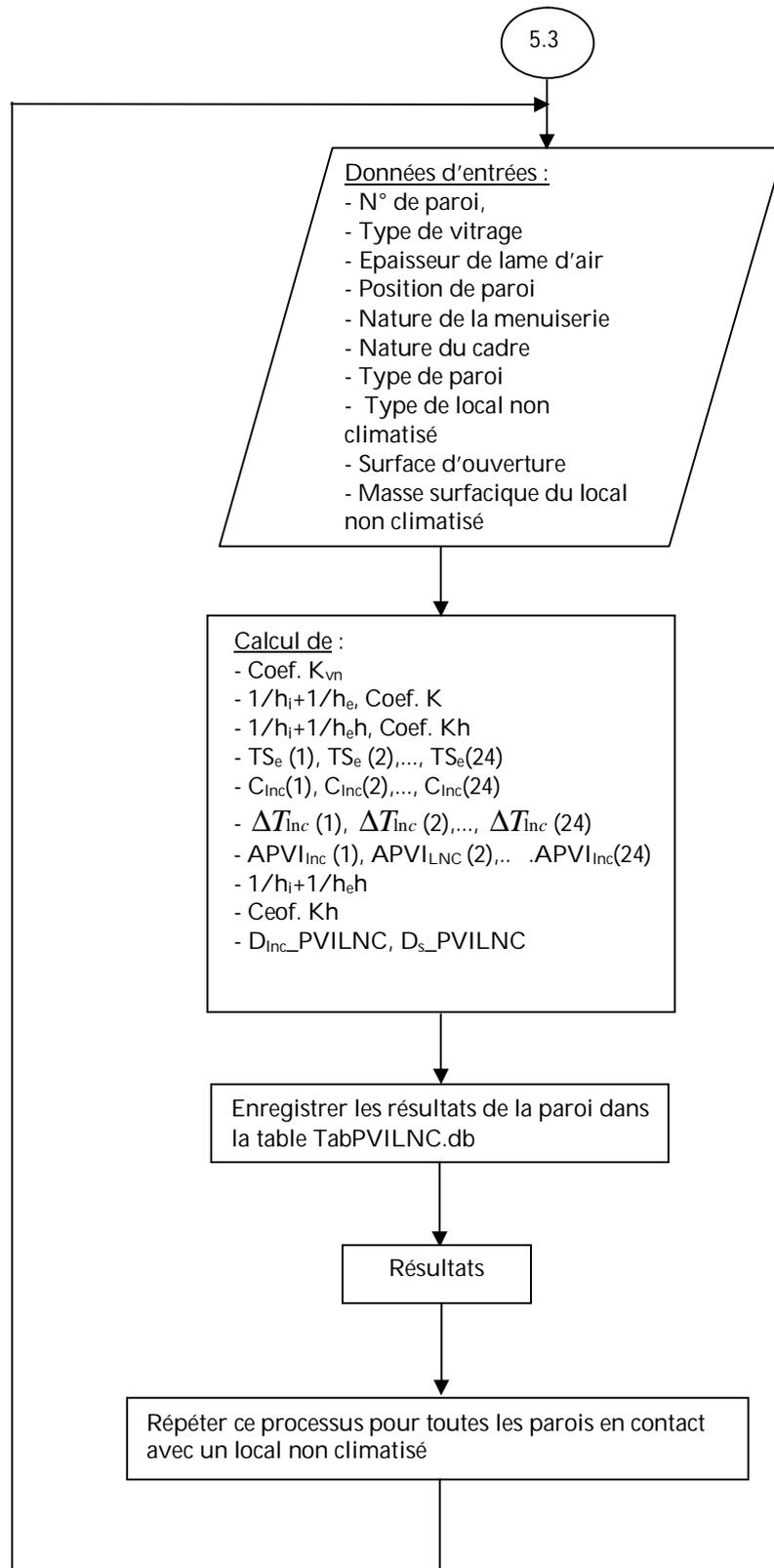


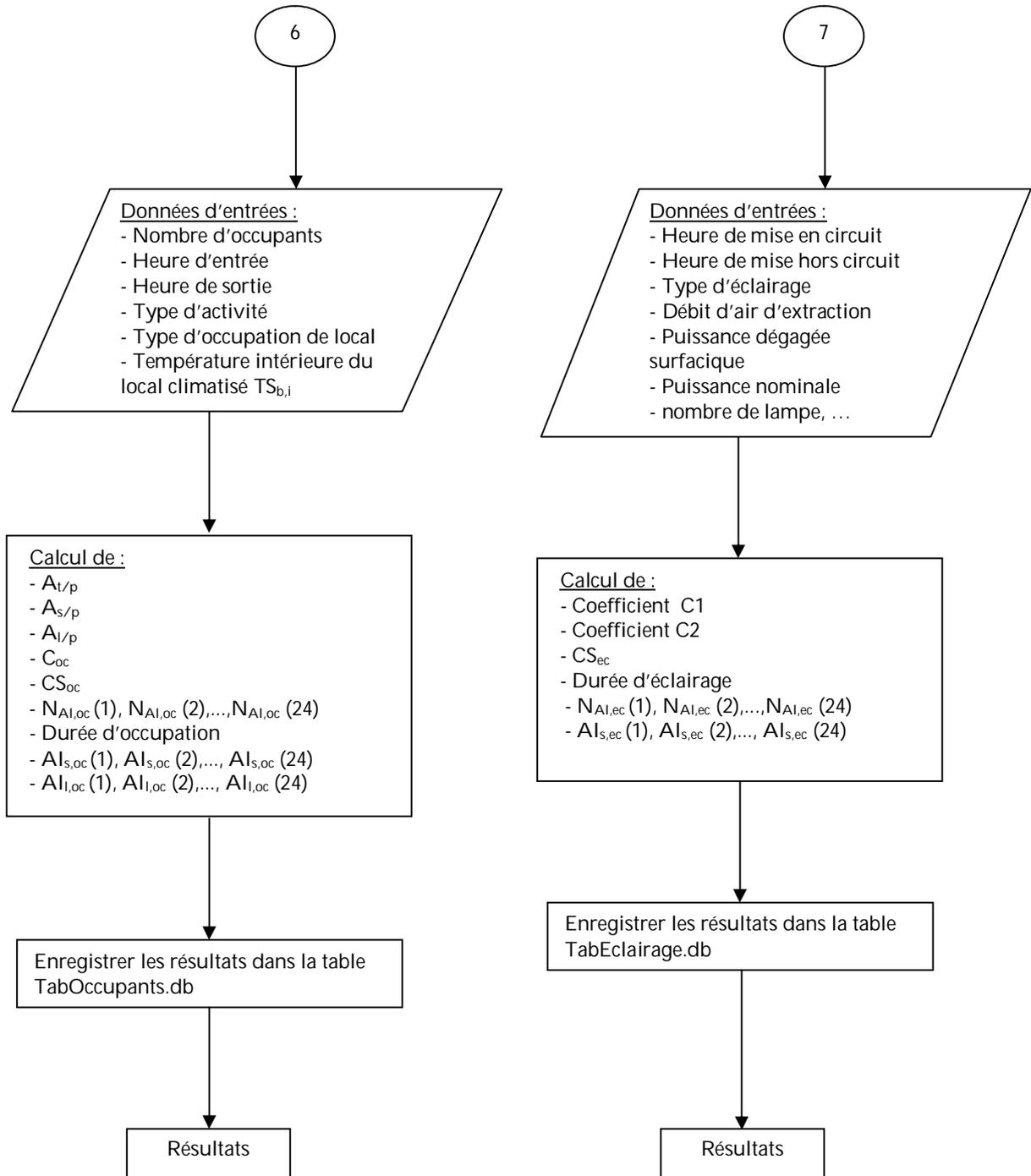


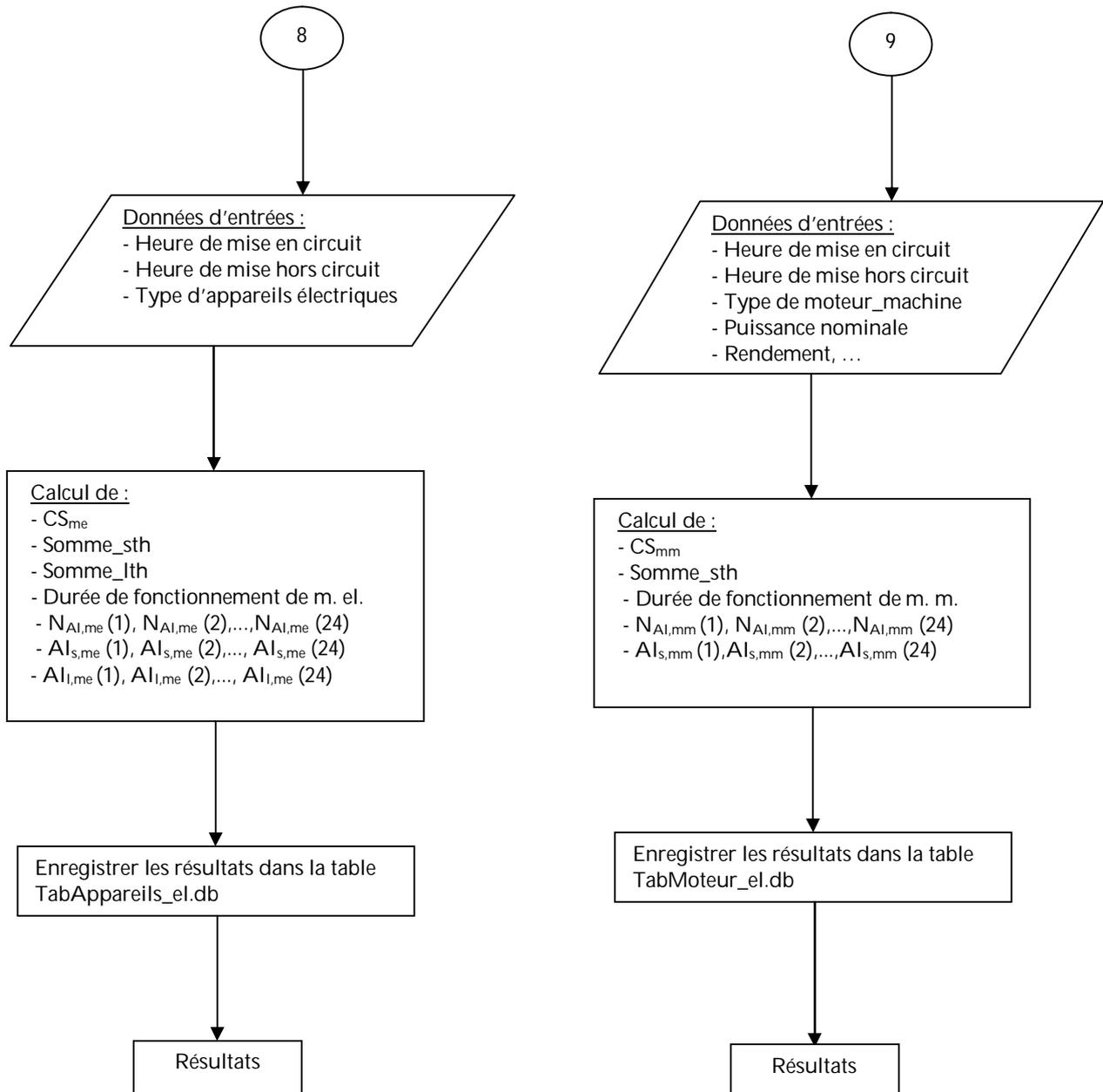


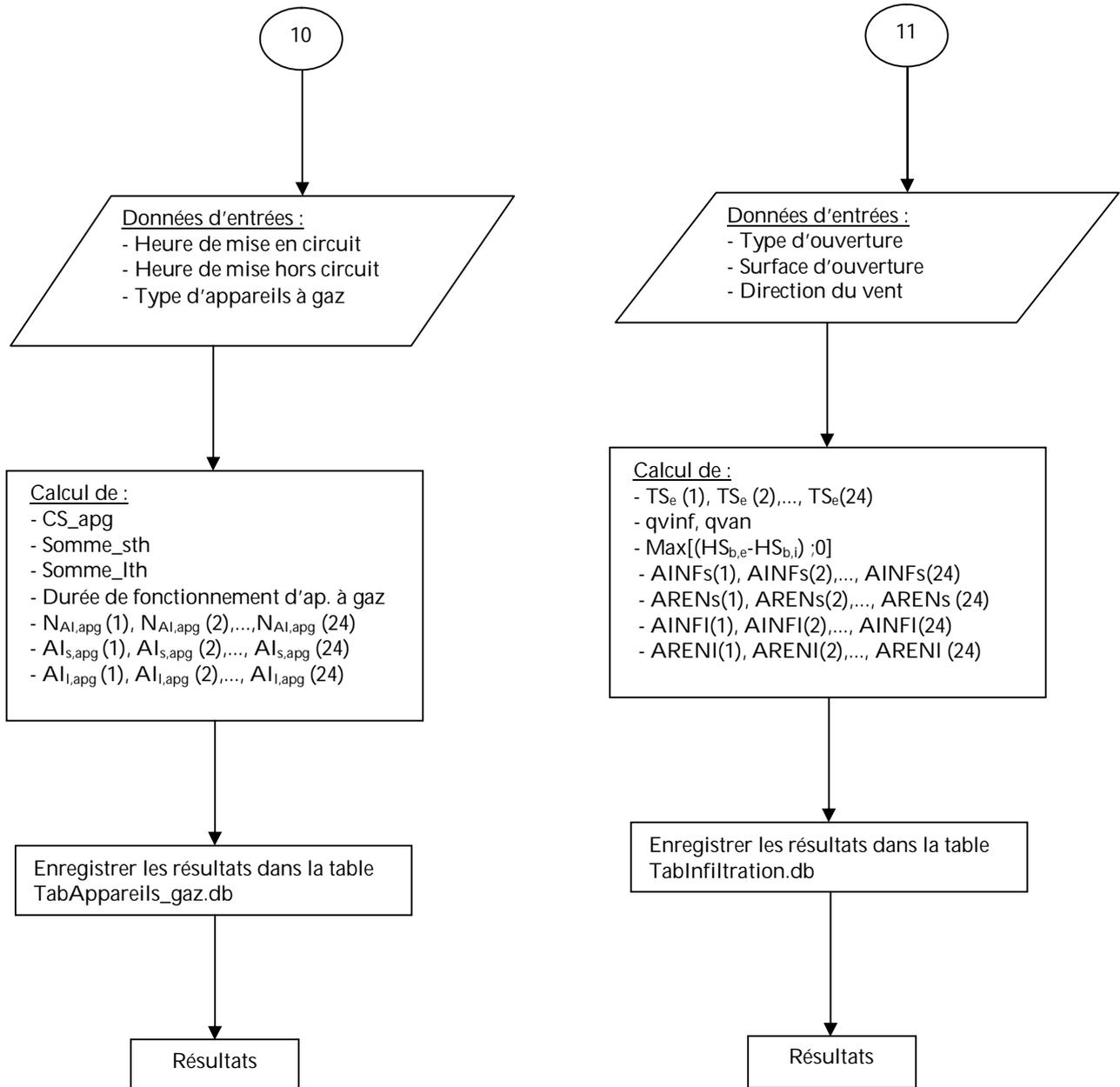


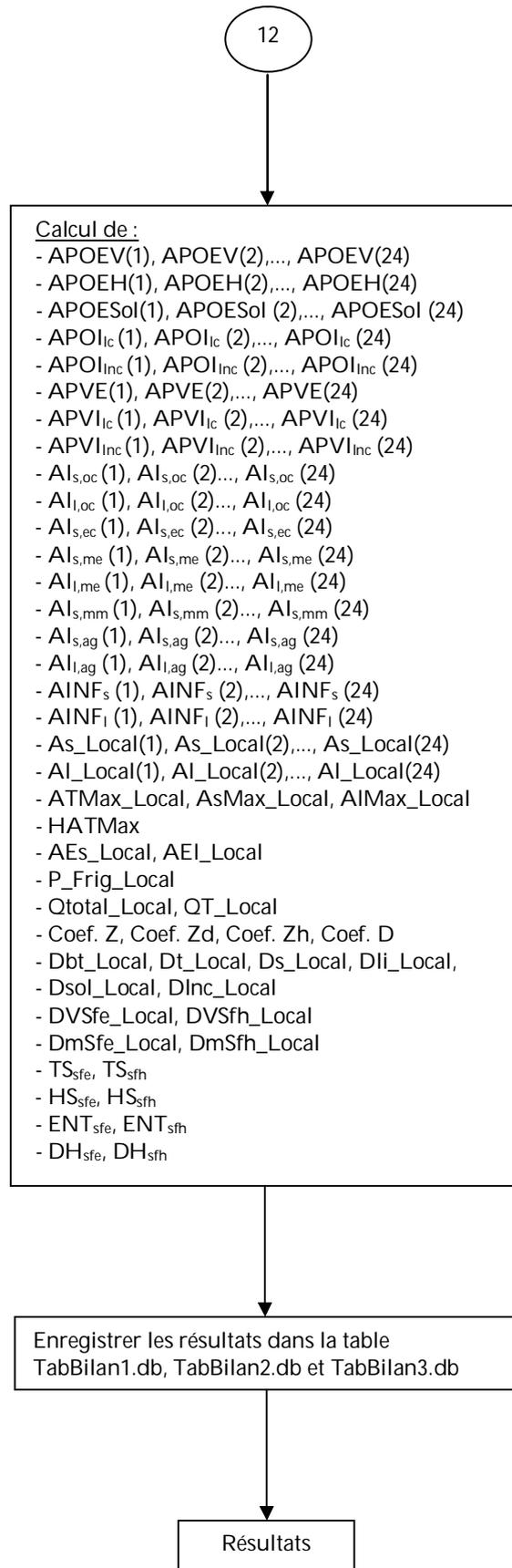












V. 2. 3 Code source de logiciel

```

program Project1;           // Programme principal

uses
  Forms,
  Unit1 in 'Unit1.pas' {Form1},
  Unit2 in 'Unit2.pas' {Form2},
  Unit3 in 'Unit3.pas',
  Unit4 in 'Unit4.pas' {Form4},
  Unit5 in 'Unit5.pas' {Form5},
  Unit6 in 'Unit6.pas',
  Unit7 in 'Unit7.pas' {Form7},
  Unit8 in 'Unit8.pas' {Form8},
  Unit9 in 'Unit9.pas',
  Unit10 in 'Unit10.pas' {Form10},
  Unit11 in 'Unit11.pas' {Form11},
  Unit12 in 'Unit12.pas',
  Unit13 in 'Unit13.pas',
  Unit14 in 'Unit14.pas',
  Unit15 in 'Unit15.pas',
  Unit16 in 'Unit16.pas',
  Unit17 in 'Unit17.pas' {Form17},
  Unit18 in 'Unit18.pas' {Form18},
  Unit19 in 'Unit19.pas',
  Unit20 in 'Unit20.pas' {Form20},
  Unit21 in 'Unit21.pas',
  Unit22 in 'Unit22.pas' {Form22},
  Unit23 in 'Unit23.pas',
  Unit24 in 'Unit24.pas' {Form24},
  Unit25 in 'Unit25.pas',
  Unit26 in 'Unit26.pas',
  Unit27 in 'Unit27.pas' {Form27},
  Unit28 in 'Unit28.pas',
  Module in 'Module.pas' {DataModule29: TDataModule},
  Unit29 in 'Unit29.pas' {Form29},
  Unit30 in 'Unit30.pas' {Form30},
  Unit31 in 'Unit31.pas' {Form31},
  Unit32 in 'Unit32.pas' {Form32},
  Unit33 in 'Unit33.pas' {Form33},
  Unit34 in 'Unit34.pas' {Form34},
  OkCancl1 in '..\..\OBJREPOS\OKCANCL1.pas' {OKBottomDlg},
  Unit35 in 'Unit35.pas' {OKHelpBottomDlg};

{$R *.RES}

```

Begin

```
Application.Initialize;  
Application.Title := 'UHBCLIM';  
Application.CreateForm(TForm1, Form1);  
Application.CreateForm(TForm2, Form2);  
Application.CreateForm(TForm4, Form4);  
Application.CreateForm(TForm5, Form5);  
Application.CreateForm(TForm7, Form7);  
Application.CreateForm(TForm8, Form8);  
Application.CreateForm(TForm10, Form10);  
Application.CreateForm(TForm11, Form11);  
Application.CreateForm(TForm17, Form17);  
Application.CreateForm(TForm18, Form18);  
Application.CreateForm(TForm20, Form20);  
Application.CreateForm(TForm22, Form22);  
Application.CreateForm(TForm24, Form24);  
Application.CreateForm(TForm27, Form27);  
Application.CreateForm(TDataModule29, DataModule29);  
Application.CreateForm(TForm29, Form29);  
Application.CreateForm(TForm30, Form30);  
Application.CreateForm(TForm31, Form31);  
Application.CreateForm(TForm32, Form32);  
Application.CreateForm(TForm33, Form33);  
Application.CreateForm(TForm34, Form34);  
Application.CreateForm(TOKHelpBottomDlg, OKHelpBottomDlg);  
Application.Run;
```

End.

Pour plus de détails voir l'annexe C.

V. 2. 4 Présentation visuelle

- Fenêtre principale

Après avoir exécuter le logiciel du menu démarrer de Windows ou en cliquant sur l'icône du logiciel dans le bureau, la fenêtre principale ci-après apparaît (figure V.1).

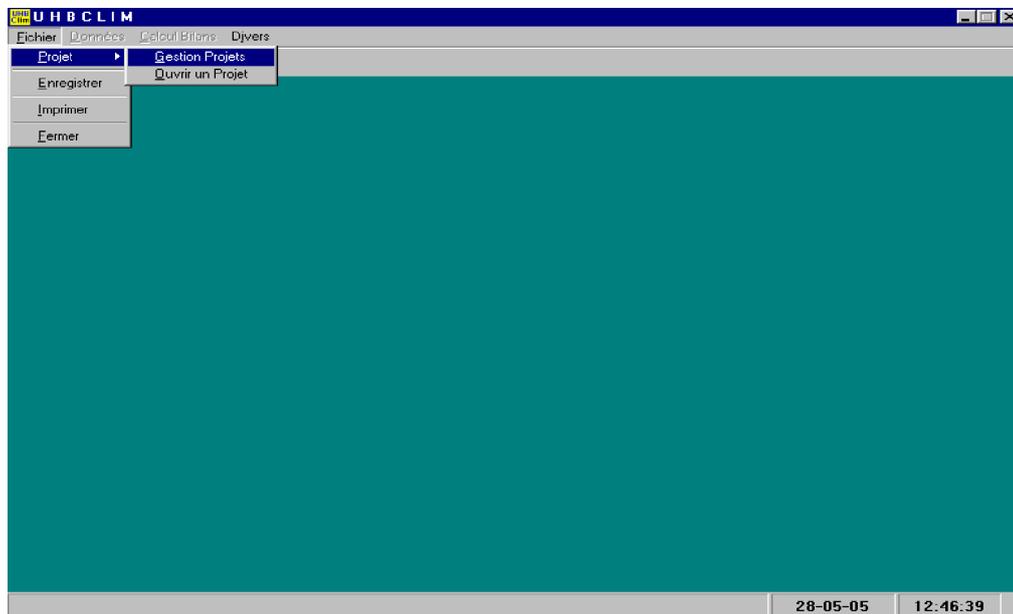


Figure V.1 : Fenêtre principale du logiciel.

- Ajouter d'un projet

Pour commencer, il faudra créer un projet pour chaque bâtiment à climatiser. Pour cela, il suffira de choisir dans la rubrique 'Projet' puis 'Gestions Projets', alors la fenêtre ci-dessous apparaît (figure V.2) :

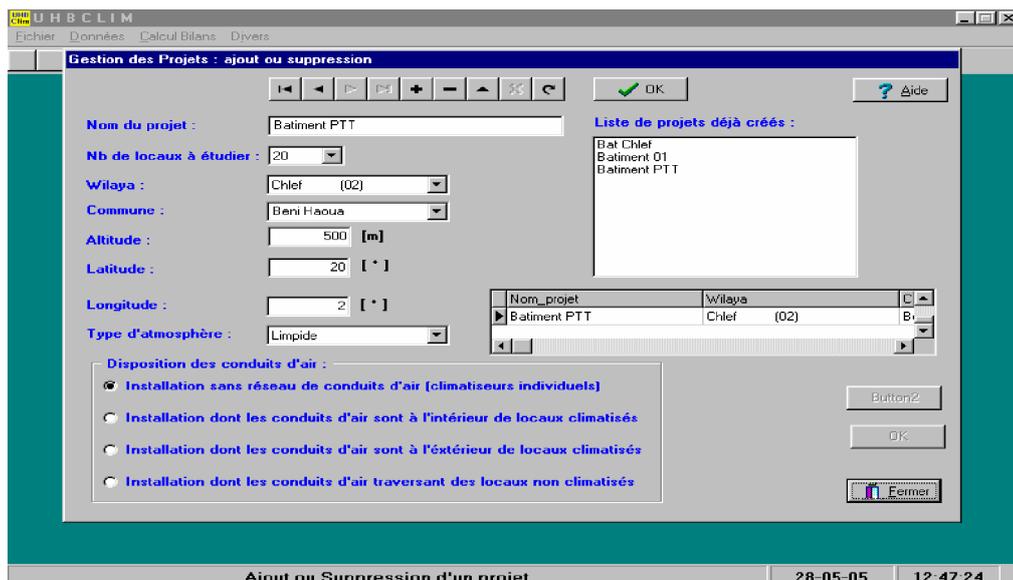


Figure V.2 : Fenêtre d'ajout ou suppression d'un projet.

C'est une fiche pour la mise à jour du projet à étudier; elle regroupe toutes les informations concernant le projet telles que :

- Nom du projet
- Nombre de locaux à étudier
- La wilaya où se situe le bâtiment
- La commune
- L'altitude
- La latitude
- Longitude
- Type d'atmosphère

Plusieurs actions y sont regroupées, tel que : ajouter, modifier, supprimer, naviguer.

Après la validation, le projet en cours est enregistré dans une table de données.

- Ouverture d'un projet

Après la création du projet, il suffira d'ouvrir de choisir dans la rubrique 'Projet' l'option 'Ouvrir un Projet', alors la fenêtre suivante apparaît (figure V.3) :

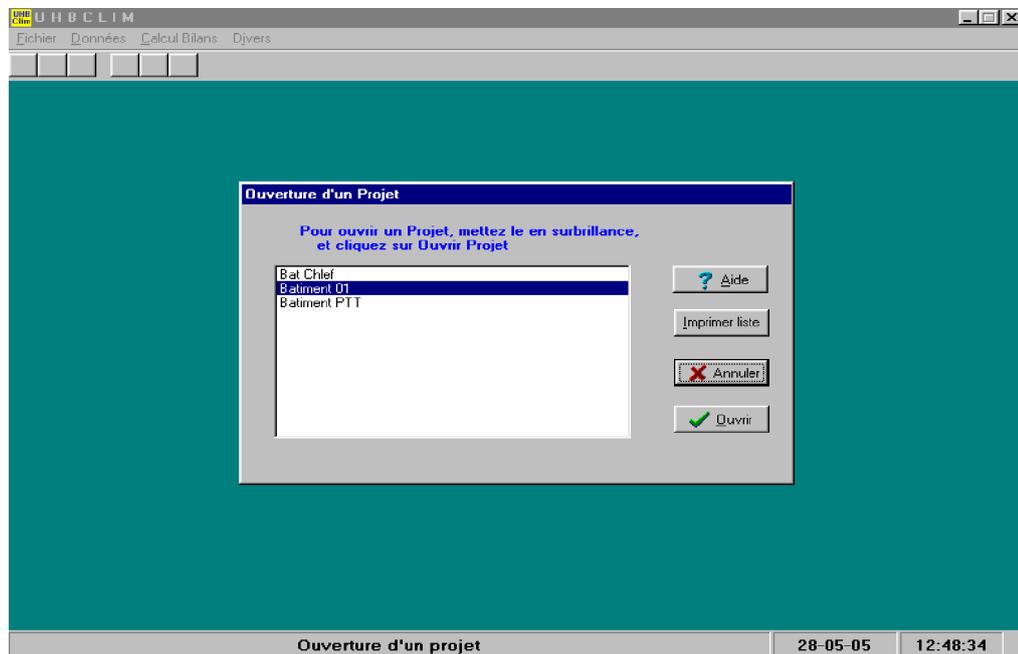


Figure V.3 : Fenêtre d'ouverture d'un projet.

On choisie le projet à étudier dans la liste, puis on clique sur le bouton 'Ouvrir un projet'

- Données du local

Dès l'ouverture du projet à étudier, on commence l'étude des locaux. La fenêtre qui apparaît après l'ouverture est une boîte de dialogue multipages (figure V.4), nous permet de faire entrer toutes les informations de chaque local à étudier et d'afficher les résultats calculés après l'exécution de la procédure adéquate concernant :

- les données générales de local (figure V.4)
- Les parois opaques extérieures verticales (figure V.5)
- Les parois opaques extérieures horizontales (figure V.6)
- Les parois opaques intérieures en contact avec un local climatisé (figure V.7)
- Les parois opaques intérieures en contact avec un local non climatisé (figure V.8)
- les parois opaques en contact avec le sol (figure V.9)
- Les parois vitrées extérieures
- Les parois vitrées intérieures en contact avec un local climatisé
- Les parois vitrées intérieures en contact avec un local non climatisé
- les occupants
- l'éclairage,
- les appareils électriques (figure V.10),
- les appareils à gaz,...etc.

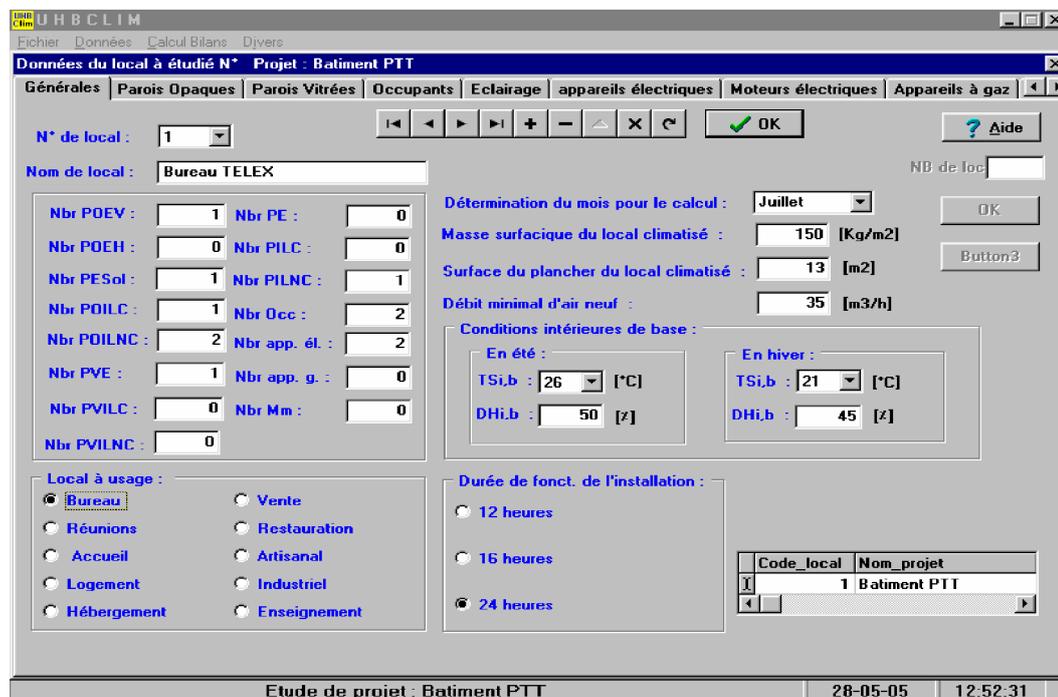


Figure V.4 : Fenêtre principale des données du local.

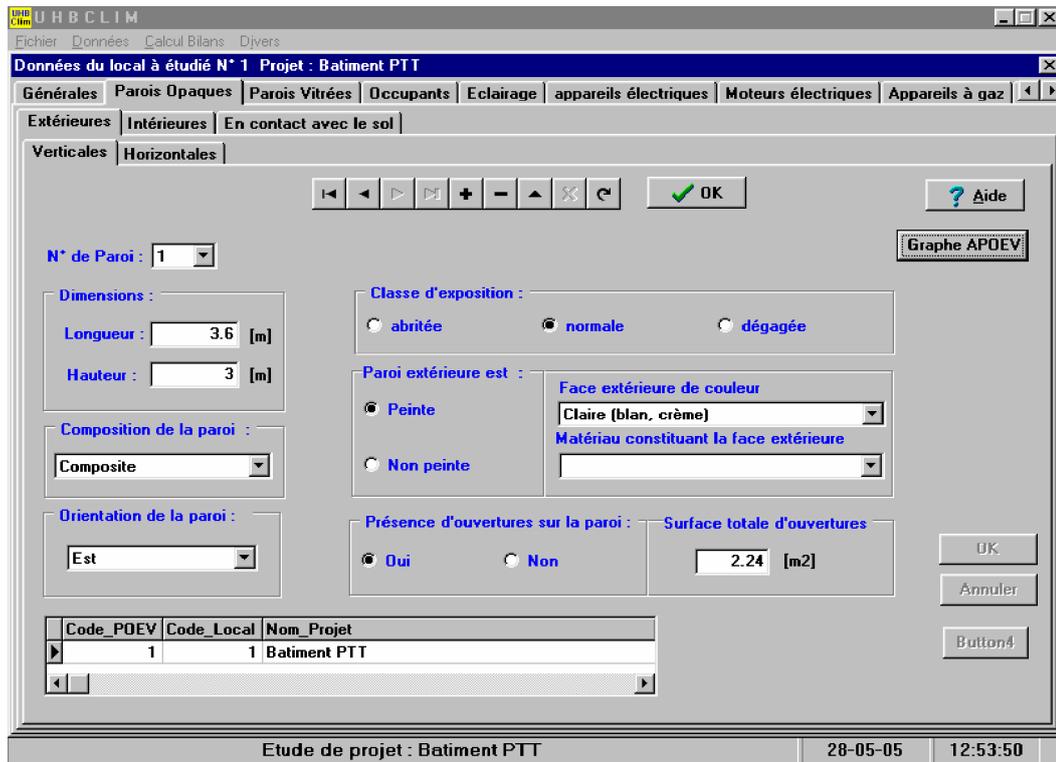


Figure V.5 : Page des parois opaques extérieures verticales.

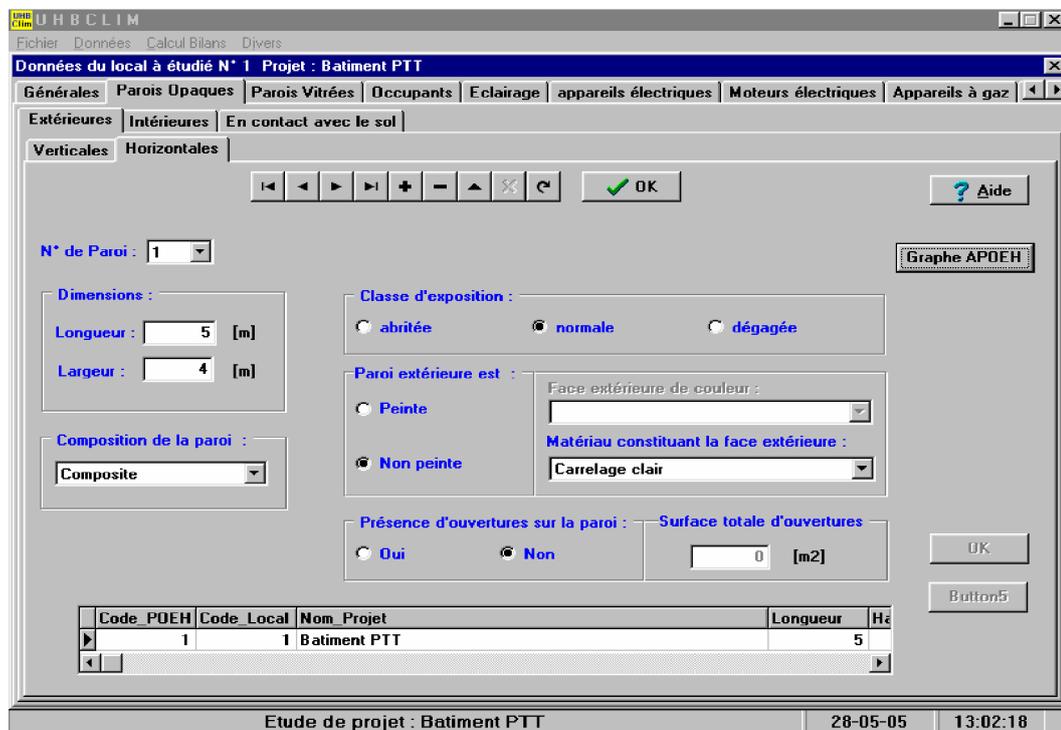


Figure V.6 : Pages des parois opaques extérieures horizontales.

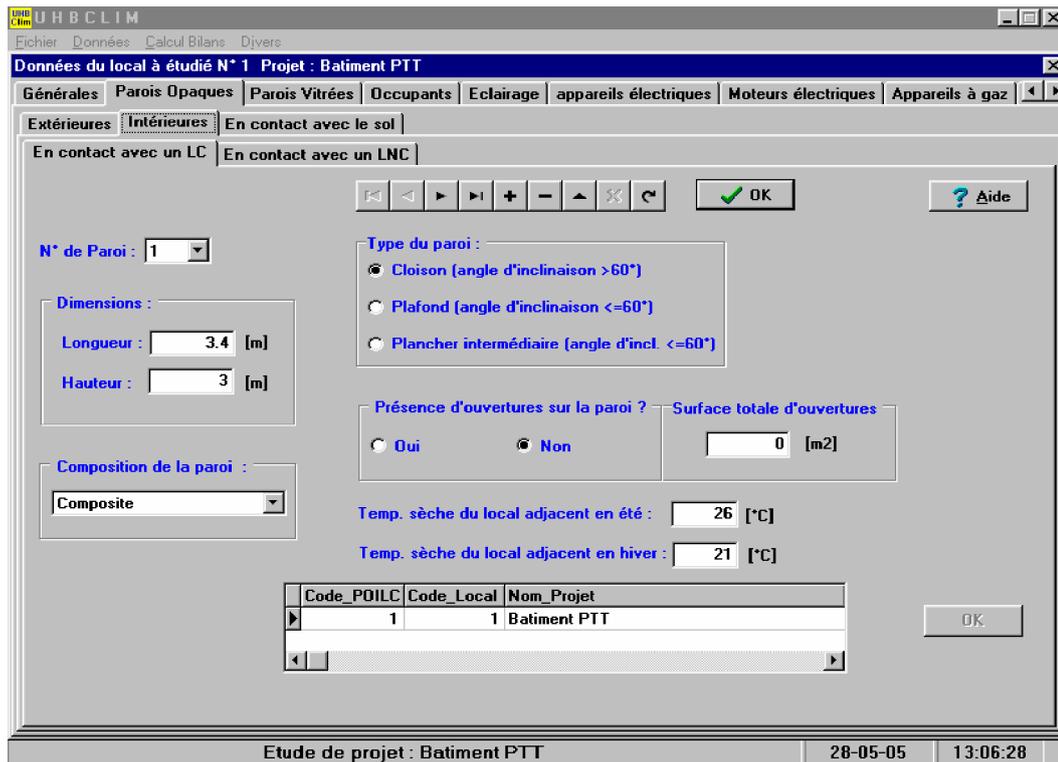


Figure V.7 : Page des parois opaques intérieures en contact avec un local climatisé.

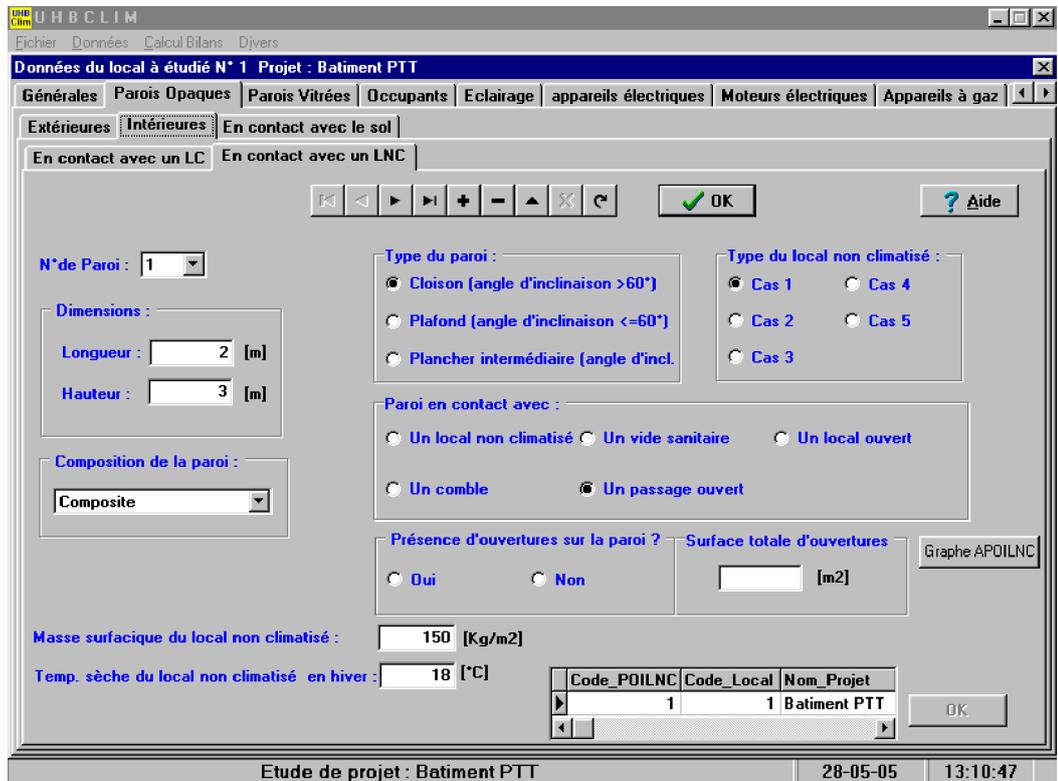


Figure V.8 : Page des parois opaques intérieures en contact avec un local non climatisé.

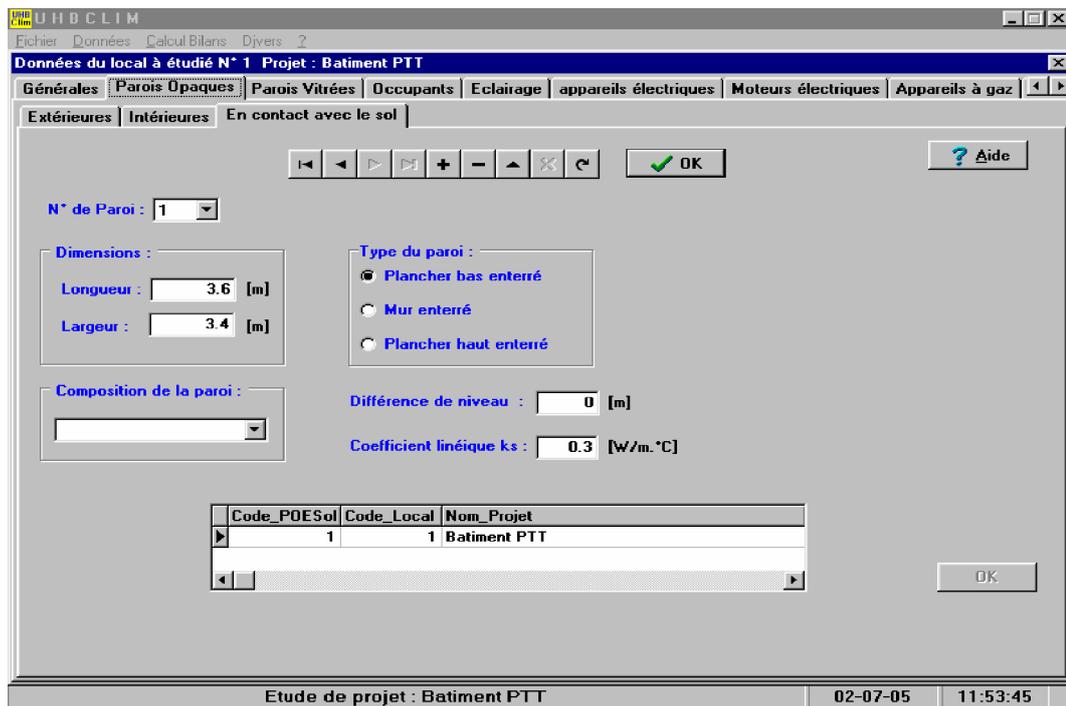


Figure V.9 : Page des parois opaques extérieures en contact avec le sol

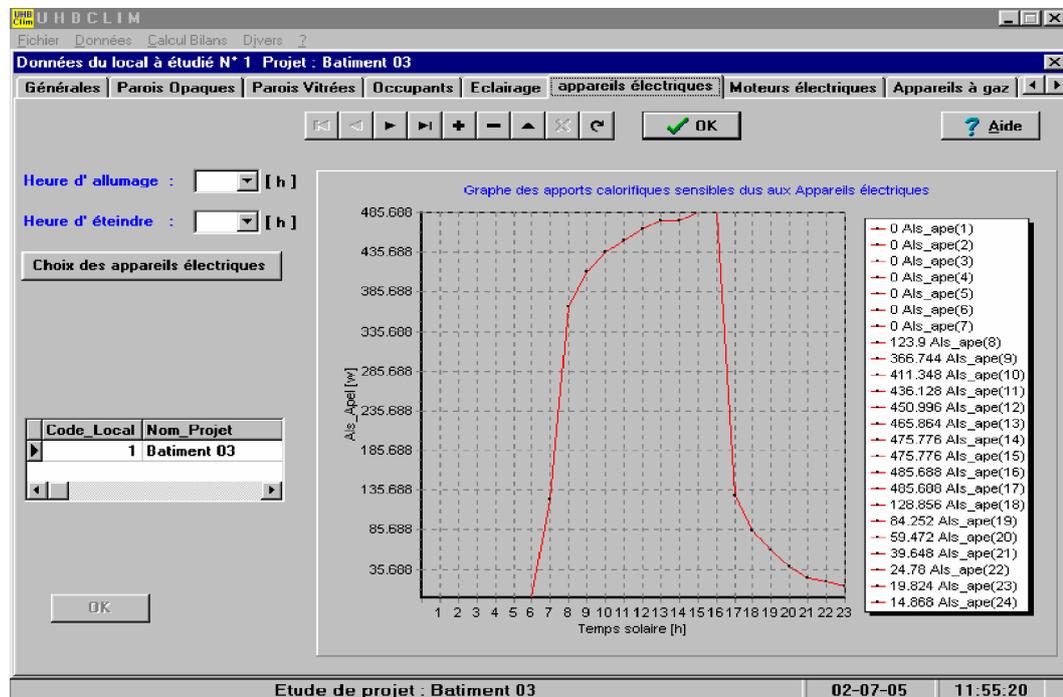


Figure V.10 : Page des appareils électriques

Couches composant les parois :

Pour faciliter la tâche à l'utilisateur, le logiciel est doté d'une base de données contenant plus de cent matériaux de construction et ses propriétés tel que : la masse volumique et le coefficient de conductivité thermique. En outre, l'utilisateur peut ajouter un nouveau matériau s'il n'existe pas sur la liste des matériaux disponibles (figure V.11).

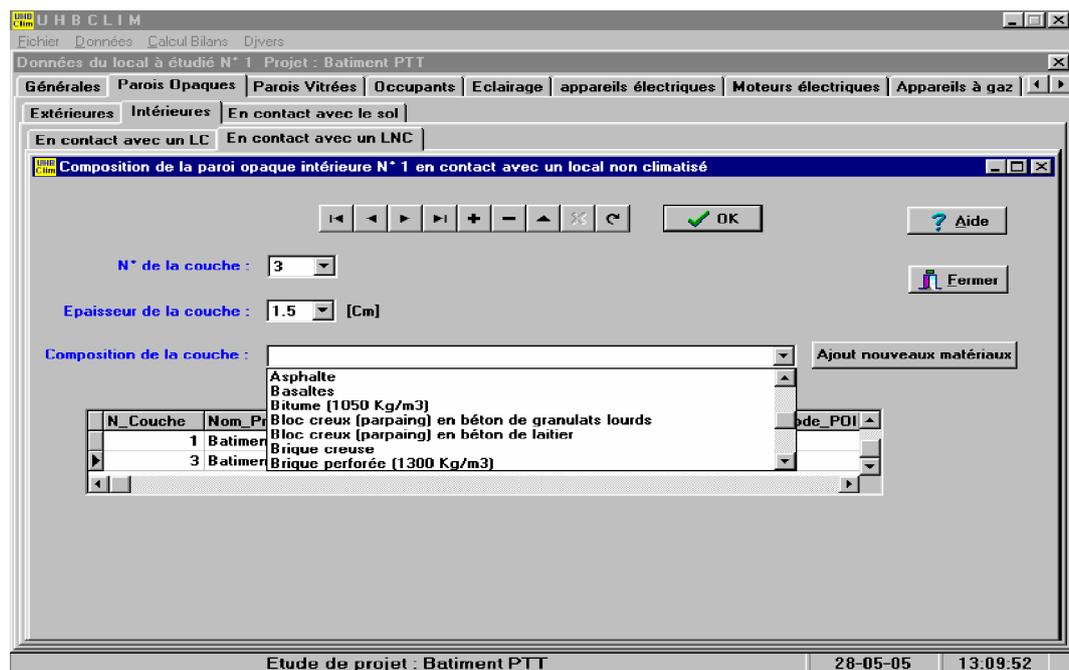


Figure V.11 : Fenêtre des couches composant les parois opaques

Consultation des résultats :

Après avoir entré toutes les informations concernant le local à étudier, on peut consulter les résultats que le logiciel a calculé et les graphes représentant les différents apports du local tels que :

- les apports calorifiques à travers une paroi opaque extérieure verticale (fig. V.12)
- les apports calorifiques à travers une paroi opaque extérieure horizontale (figure V.13)
- les apports calorifiques à travers les parois opaques extérieures verticales (figure V.14)
- les apports calorifiques à travers les parois opaques extérieures horizontales (figure V.15)
- les apports calorifiques totaux de local (figure V.16), ...etc

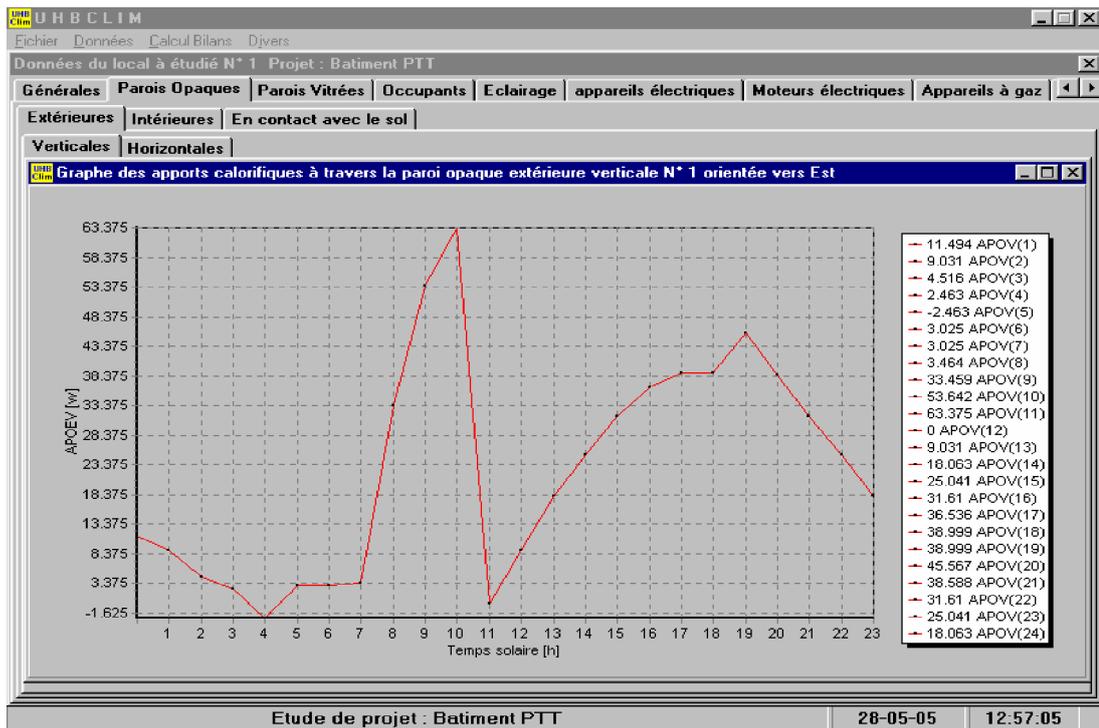


Figure V.12 : Graphe des apports calorifiques à travers une paroi opaque extérieure verticale

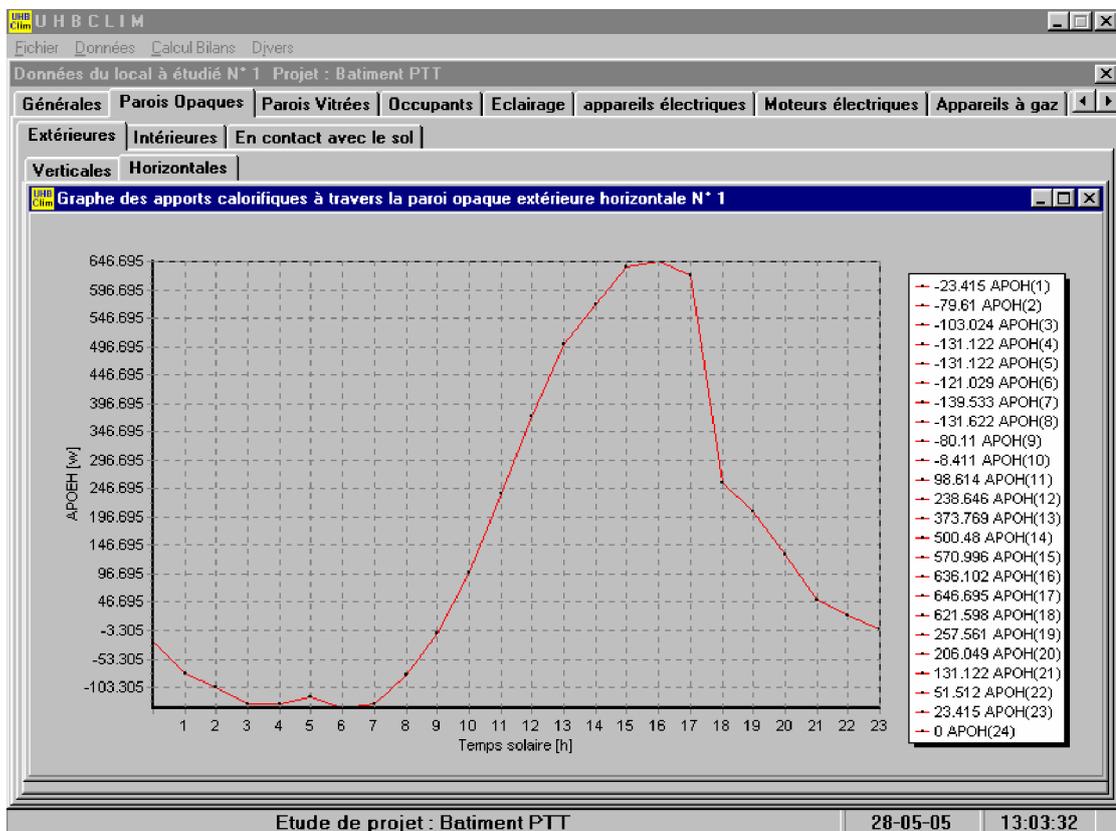


Figure V.13 : Graphe des apports calorifiques à travers une paroi opaque extérieure horizontale

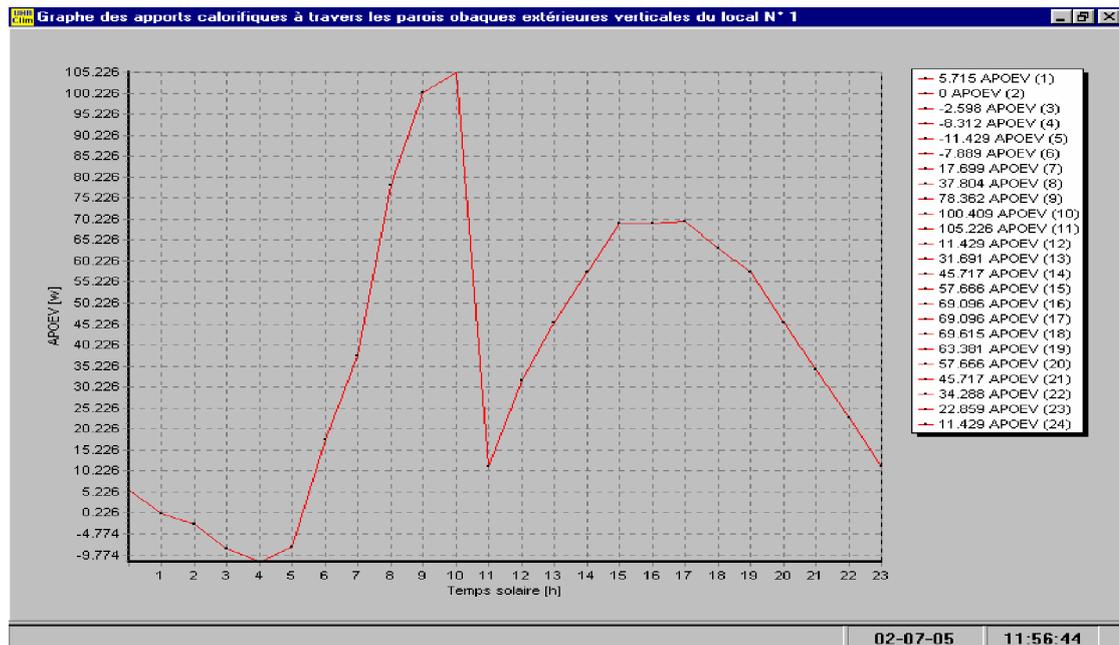


Figure V.14 : Graphe des apports calorifiques à travers les parois opaques extérieures verticales

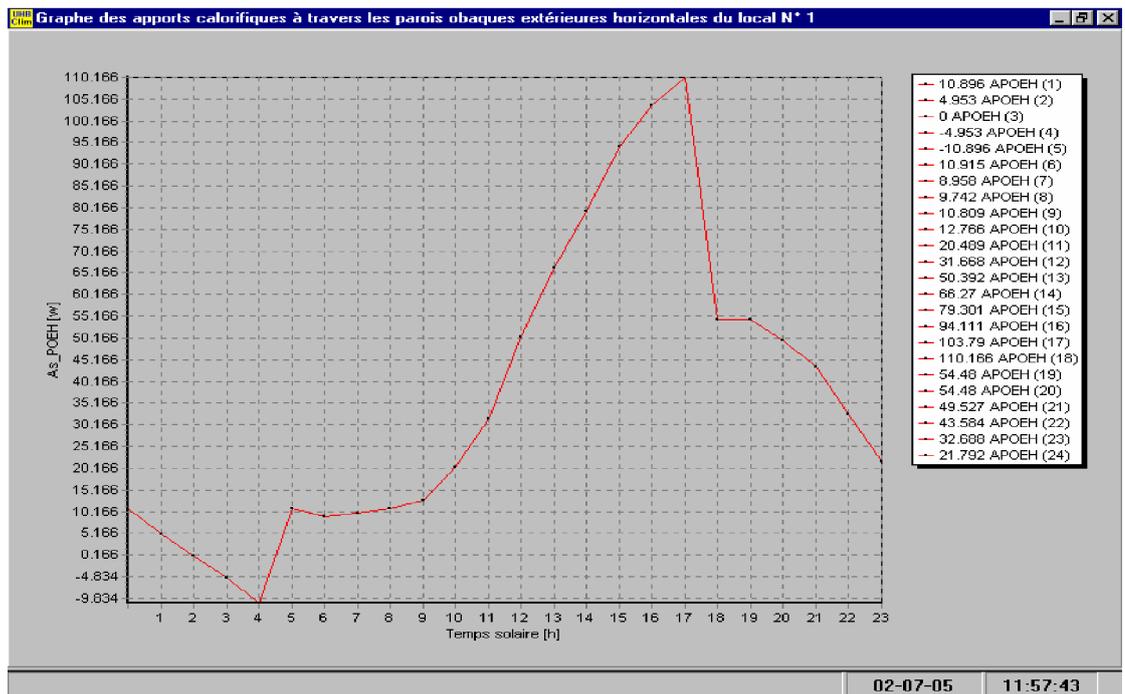


Figure V.15 : Graphe des apports calorifiques à travers les parois opaques extérieures horizontales

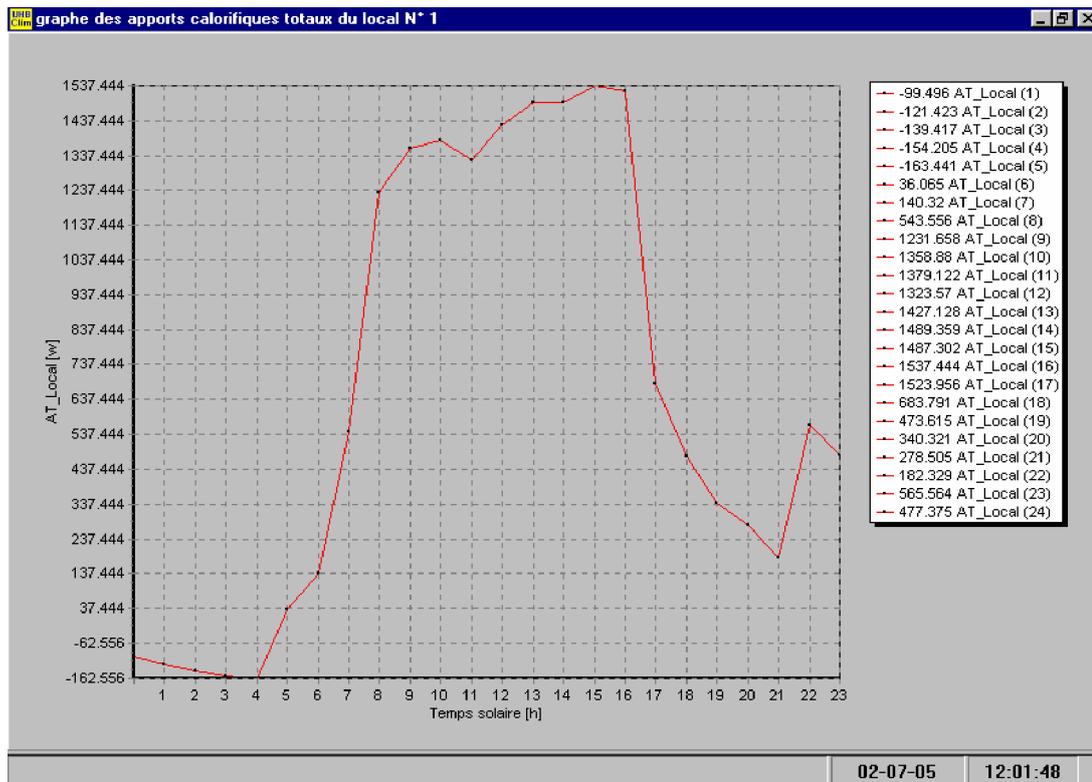


Figure V.16 : Graphe des apports calorifiques totaux de local

Conclusion

Dans cette étude nous avons essayé de faire le premier pas pour l'informatisation d'un procédé de climatisation dont les concepts de base et l'application sont encore mal connus en Algérie, alors qu'il est bien maîtrisée dans les pays industrialisés, et ce depuis au moins quarante ans.

Ce travail est basé sur la création d'un logiciel de calcul qui soit en même temps assez simple et accessible par un plus grand nombre d'utilisateurs et qui prend en charge toutes les données nécessaires pour le dimensionnement d'une installation de climatisation à n'importe quel endroit de notre pays.

Ce logiciel nous permet de calculer les bilans thermiques estival et hivernal de n'importe quelle construction, et de déterminer les différents débits d'air qui entrent en jeu dans l'installation de climatisation.

L'avantage offert par le logiciel est de traiter des cas généraux avec un processus de calcul pratique, basé sur les réglementations thermiques de ministère de l'habitat.

Le logiciel que nous avons développé est en première phase de réalisation (première version) et nécessite des améliorations et des perspectives. Dans ce cadre, on va proposer d'appliquer ce logiciel à des projets réels pour valider et tester son efficacité et d'être développer par des modules de calcul concernant le calcul des pertes de charge des réseaux aérauliques ainsi un module pour le choix des équipements de l'installation de climatisation. Ce permet d'avoir un logiciel qui peut donner une grande valeur commerciale permis les logiciels proposés sur le marché.

Enfin la réalisation de ce logiciel nous a permit d'avoir des connaissances d'abord en matière d'installation de climatisation et en deuxième lieu en programmation via le langage Delphi.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] **P. ZOTT, J.-M. LARRE, A. MERLET et L. PICAU** « Mémotech Génie Energétique », Editions Castella, troisième édition, 2003.
- [2] **RECKNAGEL, SPRENGER et HONMANN** « Manuel pratique du génie climatique », PYC Edition, deuxième édition, 1986.
- [3] **S. BELAKHOWSKY** « Déperditions calorifiques et isolation thermique des habitations », Edition Technique & Vulgarisation, Paris 1978.
- [4] **Ministère de l'habitat** « Document Technique Réglementaire D.T.RC3-4 », 2000.
- [5] **Ministère de l'habitat** « Document Technique Réglementaire D.T.RC3-2 », 2000.
- [6] **L. BERTOLO et B. BOURGES**, Techniques de l'Ingénieur, pp B210-18, Volume B2 I, France, 1988.
- [7] **F. REINMUTH** « Climatisation et conditionnement d'air modernes par l'exemple », Tome 1, Editions, PYC livres, Paris 1999.
- [8] **M. BRUN, G. PORCHER** « Cours de climatisation : Bases de calcul des installations de climatisation », Tome 1, Editions Parisiennes, 1996.
- [9] **STEWAR, J., P.** « Solar heat gain through walls and roofs for cooling load calculations », ASHRE Transactions, Vol. 54, 1968.
- [10] **H. RIESCHEL, W. RAISS** « Traité de chauffage et de climatisation », Tome 2, Edition Dunod, Paris, 1972.
- [11] **P. COURTIN** « Calcul des charges », Editions Parisiennes, 2001.

[12] **R. CASARI** « Calculs des déperditions et charges thermiques d'hiver », PYC Edition, Paris, 1989.

[13] **H. RIESCHEL, W. RAISS** « Traité de chauffage et de climatisation », Tome 1, Edition Dunod, Paris, 1972.

[14] **M. C BELAID et M. BARDOU** « Manuel du programmeur, Delphi 5 », BERTI Editions, Alger, 2001.

[15] **A. BONDIL et J. HRABOVSKY** « Isolation thermique », Tome 1, Editions EYROLLES, Paris, 1978.

Annexe A

1. Classification thermique été des communes d'Algérie

Les zones climatiques considérées pour la période estivale des communes d'Algérie sont les suivantes :

- La zone A comprend le rivage de la mer et parfois le versant Nord des chaînes côtières ;
- La zone B comprend la plaine derrière le rivage de la mer et les vallées entre les chaînes côtières et l'atlas tellien ; au sein de cette zone, on distingue une sous zone B' qui comprend la vallée du Chellif ;
- La zone C comprend les hauts-Plateaux compris entre l'atlas tellien et l'atlas Saharien ;
- La zone D1 comprend le Nord du Sahara, et le Sahara central ;
- La zone D2 comprend principalement la wilaya d'Adrar ;
- La zone D3 comprend principalement le Tassili et le Hoggar.

1. 2. Zonage climatique

Le zonage climatique est donné dans le tableau ci-après.

Wilaya	Communes	Zone
01 ADRAR	Groupe de communes 1 : Ksar Kaddour – Ouled Aissa – Ouled Said – Talmine – Timimoun – Tinerkouk Autres communes.	D1 D2
02 CHLEF	Groupe de communes 1 : Beni Haoua – Dahra – El Marsa – Moussadek – Sidi Abderrahmane – Talassa – Taougrite – Tenes Oued Guoussine. Groupe de communes 2 : Abou El Hassan – Benaira – Breira – Bouzghaira – Sidi Akkacha – Tadjena – Zeboudja. Autres communes.	A B B'
03 LAGHOUAT	Groupe de communes 1 : Ain Medhi – El Assafia – El Haouita – Hassi Delaa – Hassi R'Mel – Kheneg – Ksar El Hirane – Laghouat – Mekhareg – Tadjrouna. Autres communes.	D1 C
04 / OUM EL BOUAGHI	Toutes les communes	C
05 BATNA	Groupe de communes 1 : Ain Touta – Arris – Barika – Bitam – Boumagueur – Bouzina – Chir – Djezzar – Ghassira – Gosbat – Hidoussa – Ichmoul – Inoughissen – Kimmel – Lemsane – Maafa – M'Doukal – Mena – Merouana – Metkaouak – NGaous – Ouled Ammar – Ouled Aouf – Ouled Si Slimane – Ras El Aioun – Sefiane – Seggana – Taxlent – Teniet El Abed – Tighanimine – Tigherghar – Tilatou – T'Koult Autres communes.	D1 C

06 BEJAIA	Groupe de communes 1 : Adekar – Aokas – Bejaia – Beni Ksila – Boukhelfa – Hamza – Melbou – Souk El Tenine – Tala – Taourirt Ighil Tichi – Toudja – Oued Ghir. Groupe de communes 2 : Ighli Ali Autres communes.	A C B
07 / BISKRA	Toutes les communes	D1
08 / BECHAR	Toutes les communes	D1
09 / BLIDA	Toutes les communes	B
10 BOUIRA	Groupe de communes 1 : Aghbalou – Ahl El Ksar – Aidane – Ain El Hadjar – Ain Laloui – Ain Turk – Bechloul – Bordj Okhriss – Bouira – Chorfa – Dirah - El Adjiba – El Asnam – El Hachimia – El Hakimia – Hadjera Zerga – Haizer – Maamora – M'Chedallah – Mezdour – Oued El Berdi – Ouled Rached – Saharidj – Taghzout – Taguedit Autres communes.	C B
11 TAMANRASSET	Groupe de communes 1 : Abalessa – In Amguel – In Ghar – In Salah – Tin Zaouatine Autres communes.	D2 D3
12 TEBESSA	Groupe de communes 1 : Bir El Ater – El Mezeraa – El Ogla El Malha – Ferkane – Negrine – Oum Ali – Saf Saf El Ouesra – Stah Guentis - Thlidjene Autres communes.	D1 C
13 TLEMCEN	Groupe de communes 1 : Beni Rached – Dar Yaghmouracene – Ghazaouet – Honaine – Marsa Ben M'Hidi – Msirda Fouaga – Souahlia – Souk Thlata Groupe de communes 2 : Ain Ghoraba – Ain Tallout – Azails – Beni Bahdel – Beni Boussaid – Beni Semiel – Beni Snouss – El Aricha – El Bouihi – El Gor – Sebdou – Sidi Djillali Autres communes.	A C B
14 TIARET	Groupe de communes 1 : Djillali Ben Amar – Ghertoufa – mechraa Safa – Meghila – Ouled Lila – Rahouia - Seb Groupe de communes 2 : Sidi Ali Mellal – Tidda. Autres communes.	B B' C
15 TIZI OUZOU	Groupe de communes 1 : Aghrib – Ait Chaffa – Akerrou – Azzefoun Ifflissen – Mizrana – Tizirt - Zekri Autres communes.	A B
16 / ALGER	Toutes les communes	A
17 DJELFA	Groupe de communes 1 : Amoura – Deldoul – Guettara – Oum El Adam – Seb Rahal - Selmana Autres communes.	D1 C
18 JIJEL	Groupe de communes 1 : Chekfa – El Aouana – El Kennar Nouchfi – Emir Abdelkader – Jijel – Kaous – Keir Ouled Adjoul – Mansouria Sidi Abdelaziz – Taher - Ziama Autres communes.	A B
19 SETIF	Groupe de communes 1 : Boutaleb - Hamma Groupe de communes 2 : Ain Arnat – Ain Azal – Ain Lahdjar – Ain Oulmane – Beidha Bordj – bellaa – Beni Hocine – Bir El Arch – Bir haddada- El Eulma – El Ouldja – Guellal – Guenzet – Guidjel – Hammam Essokhna – Harbil – Ksar El Abtal – Mezloug – Ouled Sabor – Ouled Si Ahmed – Ouled Tebben – Rosfa – Salah Bey – Setif – Taya - Tella Autres communes.	D1 C B
20 / SAIDA	Toutes les communes	C
21 SKIKDA	Groupe de communes 1 : Ain Zouit – Benazouz – Cheraia - Collo – Djendel Saadi Mohamed – El Hadaik – El Marsa – Fil Fila – Hamadi Krouma – Kanoua – Kerkera – Kheneg Mayoum – Ouled Attia – Skikda – Tamalous - Zitouna Autres communes.	A B
22 SIDI BELABBES	Groupe de communes 1 : Ain Tidamine – Benachiba Chelia – Bir El Hammam – Dhaya – El Haçaiba – Marhoum – Merine – Mezaoura – Mouly Slissen – Ouled Sebaa – Ouled Sefioun – Ouled Taourira – Ras El Ma – Redjem – Demouche – Sidi Ali Benyoub – Sidi Chaib – Taoudmout – Tassifour – Teghaliment – Telagh - Tenira Autres communes.	C B

23 ANNABA	Groupe de communes 1 : Annaba – Chetaibi – Ouled El Aneb - Seraidi Autres communes.	A B
24 GUELMA	Groupe de communes 1 : Tamloka Autres communes.	C B
25 CONSTANTINE	Groupe de communes 1 : Ain Smara – Ouled Rahmoune Autres communes.	C B
26 MEDEA	Groupe de communes 1 : Aissaouia – Baata – Benchicao – Beni Slimane – Bir Ben Laabed – Bouchrahil – Bouskene – Deux Bassins – Djouab – Draa Essamar – El Azizia – El Guelb El Kebir – El Hamdania – El Omaria – Khams Djouamaa – Medea – Meghraoua – mezzana – Mihoub – Ouamri – Ouled Harbil – Ouled Brahim – Ouzera – Sidi Errabia – Sidi Naamane – Sidi Zahar – Sedraia – Souaghi – Tablat – Tamesguida – Tizi Mehdi Groupe de communes 2 : Hannacha Autres communes.	B B' C
27 MOSTAGANEM	Groupe de communes 1 : Ouled Maalah – Sidi Ali Groupe de communes 2 : Bouguirat – Ouled El Kheir – Ouled Safsaf – Mansourah – Nekmaria – Sirat – Sour – Souafia – Tazghait - Touahria Autres communes.	B' B A
28 M'SILA	Groupe de communes 1 : Ain El Hadjel – Beni Ilmane – Bir Foda – Bouti Sayah – Djebel Messad – El Hamel – El Houamed – Hammam Dhalaa – Maadid – Medjedel – Mena – Oultene – Sidi Aissa – Sidi Ameur – Sidi Hadjeres – Slim – Tamount – Tamsa – Ouanougha Autres communes.	C D1
29 MASCARA	Groupe de communes 1 : Alafmia Groupe de communes 2 : Ain Ferah – Ouled El Abtal – Sidi Abdeldjabar- Sehaïlia Groupe de communes 3 : Aouf – Benian – Gharrous – M'Hamid – Mokhda – Nesmot – Ouled Taria – Sidi Boussaid – Sidi Kada Autres communes.	A B' C B
30 / OUARGLA	Toutes les communes	D1
31 ORAN	Groupe de communes 1 : El Braya – El Karma – Ouled Tlelat - Tafraoui Autres communes.	B A
32 EL BAYADH	Groupe de communes 1 : Boussemghoum – Brezina – El Benoud – El Abiod Sidi Cheikh Autres communes.	D1 C
33 ILLIZI	Groupe de communes 1 : Deb Deb – In Amenas – Bordj Omar Driss Autres communes.	D1 D3
34 BORDJ BOU ARRERIDJ	Groupe de communes 1 : Ouled Sidi Brahim Autres communes.	B C
35 BOUMERDES	Groupe de communes 1 : Ammal – Beni Amrane – Bordj Menail – Bouzegza Keddar – Chabet El Ameur – El Kharouba – Isser – Larbatache - Khemis El Khechna – Naciria – Si Mustapha – Souk El Had - Timezrit Autres communes.	B A
36 EL TARF	Groupe de communes 1 : Ben M'Hidi – Berrihane – Echott – El Kala - Souarekh Autres communes.	A B
37 / TINDOUF	Toutes les communes	D1
38 TISSEMSILT	Groupe de communes 1 : Lazharia Groupe de communes 2 : Beni Lahcene – Bordj Bounaama – Boucaïd – Larbaa – Lardjem – Maasem – Mellaab – Sidi Lantri – Sidi Slimane - Tamalaht Autres communes.	B' B C
39 / EL OUED	Toutes les communes	D1
40 KHENCHELA	Groupe de communes 1 : Babar – Bouhmama – Cherchar – Djellal – El Ouldja – Khirane – M'Sara Autres communes.	D1 C
41 SOUK AHRES	Groupe de communes 1 : Ain Zana – Haddada – Hanancha – Khedara – Mechroha – Merahna – Ouled Driss – Ouled Moumen – Quillen – Sidi Fredj – Souk Ahras – Taoura - Zaarouria Autres communes.	B C

42 TIPAZA	Groupe de communes 1 : Ahmer El Ain – Attatba – Bourkika – Menaceur - Meurad Autres communes.	B A
43 MILA	Groupe de communes 1 : Ain Mellouk – Benyahia – Abderrahmane – Chelghoum Laid – El Mechira – Oued Athmania – Oued Khalouf – Oued Seguen – Tadjenanet - Telerghma Autres communes.	C B
44 AIN DEFLA	Groupe de communes 1 : Ain Lechiakh – Oued Djemaa – Tarik Ibn Ziad - Groupe de communes 2 : Ain Benian – Ain Turki – Arib – Bathia – Belaas – Ben Allah – Boumedfaa – El Hassania – Hammam Righa – Hoceinia – Miliana – Tacheta Zougagha Autres communes.	C B B'
45 NAAMA	Groupe de communes 1 : Asla – Djenien Bourezg - Morhar Autres communes.	D1 C
46 AIN TEMOUCHENT	Groupe de communes 1 : Aghlal – Ain Kihal – Ain El Arbaa – Ain Temouchent – Aoubellil – Chaabet El Ham – Chentouf – Hammam Bouhdjar – Hassasna – ouled Berkeche – Ouled Sabah – Sidi Boumediane - Tamzoura Autres communes.	B A
47 / GHARDAIA	Toutes les communes	D1
48 RELIZANE	Groupe de communes 1 : Beni Zentis – Kalaa – Mediouna – Mendes – Sidi M' Hamed Benali – Sidi saada - Yellel Autres communes.	B B'

2. Classification thermique hiver des communes d'Algérie

Les zones climatiques considérées pour la période hivernale des communes d'Algérie sont les suivantes :

- La zone A comprend le rivage de la mer et parfois le versant Nord des chaînes côtières ;
- La zone B comprend la plaine derrière le rivage de la mer et les vallées entre les chaînes côtières et l'atlas tellien ; au sein de cette zone, on distingue une sous zone B' qui comprend la vallée du Chellif;
- La zone C comprend les hauts-Plateaux compris entre l'atlas tellien et l'atlas Saharien ;
- La zone D comprend le Sahara, au sein de laquelle on distingue une sous-zone D'

2. 1 Zonage climatique

Le zonage climatique est donné dans le tableau ci-après.

Wilaya	Communes	Zone
01 ADRAR	Groupe de communes 1 : Ksar Kaddour – Timimoun – Tinerkouk	D
	Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 2	D'
02 CHLEF	Groupe de communes 1 : Beni Haoua – Dahra – El Marsa – Moussadek – Sidi Abderrahmane – Talassa – Taougrite – Tenes – oued Guoussine.	A
	Groupe de communes 2 : Abou El Hassan – Benaira – Breira – Bouzghaira – Sidi Akkacha – Tadjena – Zeboudja.	B
	Groupe de communes 3 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1 et 2	B'
03 LAGHOUAT	Groupe de communes 1 : Ain Medhi – El Assafia – El Haouita – Hassi Delaa – Hassi R'Mel – Kheneg – Ksar El Hirane – Laghouat – Mekharg – Sidi Makhoulouf – Tadjrouna.	D
	Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 2	C
04 / OUM EL BOUAGHI	Toutes les communes	C
05 BATNA	Groupe de communes 1 : Ain Touta – Arris – Barika – Bitam – Boumagueur – Bouzina – Chir – Djeddar – Ghassira – Gosbat – Hidoussa – Ichmoul – Inoughissen – Kimmel – Lemsane – Maafa – M'Doukal – Menaa – Merouana – Metkaouak – NGaous – Ouled Ammar – Ouled Aouf – Ouled Si Slimane – Ras El Aioun – Sefiane – Seggana – Taxlent – Teniet El Abed – Tighanimine – Tigherghar – Tilatou – T'Koutt	D
	Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 2.	C
06 BEJAIA	Groupe de communes 1 : Adekar – Aokas – Bejaia – Beni Ksila – Boukhelfa – Hamza – Melbou – Souk El Tenine – Tala – Taourirt Ighil Tichi – Toudja – Oued Ghir.	A
	Groupe de communes 2 : Ighli Ali	C
	Groupe de communes 3 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1 et 2.	B
07 / BISKRA	Toutes les communes	D
08 / BECHAR	Toutes les communes	D
09 / BLIDA	Toutes les communes	B
10 BOUIRA	Groupe de communes 1 : Aghbalou – Ahl El Ksar – Aidane – Ain El Hadjar – Ain Laloui – Ain Turk – Bechloul – Bordj Okhriss – Bouira – Chorfa – Dirah – El Adjiba – El Asnam – El Hachimia – El Hakimia – Hadjera Zerga – Haizer – Maamora – M'Chedallah – Mezdour – Oued El Berdi – Ouled Rached – Saharidj – Taghzout – Taguedit	C
	Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1.	B
11 TAMANRASSET	Groupe de communes 1 : In Ghar – In Salah	D'
	Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1.	D
12 TEBESSA	Groupe de communes 1 : Bir El Ater – El Mezeraa – El Ogla El Malha – Ferkane – Negrine – Oum Ali – Saf Saf El Ouesra – Stah Guentis – Thlidjene	D
	Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1.	C
13 TLEMCCEN	Groupe de communes 1 : Beni Rached – Dar Yaghmouracene – Ghazaouet – Honaine – Marsa Ben M'Hidi – Msirda Fouaga – Souahlia – Souk Thlata	A
	Groupe de communes 2 : Ain Ghoraba – Ain Tallout – Azails – Beni Bahdel – Beni Boussaid – Beni Semiel – Beni Snouss – El Aricha – El Bouihi – El Gor – Sebdu – Sidi Djillali	C
	Groupe de communes 3 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1 et 2.	B

14 TIARET	Groupe de communes 1 : Djillali Ben Amar – Ghertoufa – Mechraa Safa – Meghila – Ouled Lila – Rahouia - Sebt Groupe de communes 2 : Sidi Ali Mellal – Tidda. Groupe de communes 3 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1 et 2.	B B' C
15 TIZI OUZOU	Groupe de communes 1 : Aghrib – Ait Chaffa – Akerrou – Azzefoun Iflissen – Mizrana – Tizirt - Zekri Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1.	A B
16 / ALGER	Toutes les communes	A
17 DJELFA	Groupe de communes 1 : Amoura – Deldoul – Feidh El Botma - Guettara – Messaad – Moudjebara - Oum El Adam – Seb Rahal - Selmana Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1.	D C
18 JJEL	Groupe de communes 1 : Chekfa – El Aouana – El Kennar Nouchfi – Emir Abdelkader – Jijel – Kaous – Keir Ouled Adjoul – Mansouria Sidi Abdelaziz – Taher - Ziama Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1.	A B
19 SETIF	Groupe de communes 1 : Boutaleb - Hamma Groupe de communes 2 : Ain Arnat – Ain Azal – Ain Lahdjar – Ain Oulmane – Beidha Bordj – bellaa – Beni Hocine – Bir El Arch – Bir haddada-El Eulma – El Ouldja – Guellal – Guenzet – Guidjel – Hammam Essokhna – Harbil – Ksar El Abtal – Mezloung – Ouled Sabor – Ouled Si Ahmed – Ouled Tebben – Rosfa – Salah Bey – Setif – Taya - Tella Groupe de communes 3 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1 et 2.	D C B
20 / SAIDA	Toutes les communes	C
21 SKIKDA	Groupe de communes 1 : Ain Zouit – Benazouz – Cheraia - Collo – Djendel Saadi Mohamed – El Hadaik – El Marsa – Fil Fila – Hamadi Krouma – Kanoua – Kerker – Kheneg Mayoum – Ouled Attia – Skikda – Tamalous - Zitouna Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1.	A B
22 SIDI BELABBES	Groupe de communes 1 : Ain Tidamine – Benachiba Chelia – Bir El Hammam – Dhaya – El Haçaiba – Marhoum – Merine – Mezaoura – Mouly Slissen – Ouled Sebaa – Ouled Sefioun – Ouled Taourira – Ras El Ma – Redjem – Demouche – Sidi Ali Benyoub – Sidi Chaib – Taoudmout – Tassifour – Teghaliment – Telagh - Tenira Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1.	C B
23 ANNABA	Groupe de communes 1 : Annaba – Chetaibi – Ouled El Aneb - Seraidi Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1.	A B
24 GUELMA	Groupe de communes 1 : Tamloka Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1.	C B
25 CONSTANTINE	Groupe de communes 1 : Ain Smara – Ouled Rahmoune Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1.	C B
26 MEDEA	Groupe de communes 1 : Aissaouia – Baata – Benchicao – Beni Slimane – Bir Ben Laabed – Bouchrahil – Bouskene – Deux Bassins – Djouab – Draa Essamar – El Azizia – El Guelb El Kebir – El Hamdania – El Omaria – Khams Djouamaa – Medea – Meghraoua – mezrana – Mihoub – Ouamri – Ouled Harbil – Ouled Ibrahim – Ouzera – Sidi Errabia – Sidi Naamane – Sidi Zahar – Sedraia – Souaghi – Tablat – Tamesguida – Tizi Mehdi Groupe de communes 2 : Hannacha Groupe de communes 3 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1 et 2.	B B' C

27 MOSTAGANEM	<p>Groupe de communes 1 : Ouled Maalah – Sidi Ali</p> <p>Groupe de communes 2 : Bouguirat – Ouled El Kheir – Ouled Safsaf – Mansourah – Nekmaria – Sirat – Sour – Souafia – Tazghait - Touahria</p> <p>Groupe de communes 3 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1 et 2.</p>	<p>B'</p> <p>B</p> <p>A</p>
28 M'SILA	<p>Groupe de communes 1 : Ain El Hadjel – Beni Ilmane – Bir Foda – Bouti Sayah – Djebel Messad – El Hamel – El Houamed – Hammam Dhalaa – Maadid – Medjedel – Menaa – Oultene – Sidi Aissa – Sidi Ameur – Sidi Hadjeres – Slim – Tamount – Tamsa – Ouanougha</p> <p>Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1.</p>	<p>C</p> <p>D</p>
29 MASCARA	<p>Groupe de communes 1 : Alafmia</p> <p>Groupe de communes 2 : Ain Ferah – Ouled El Abtal – Sidi Abdeldjabar-Sehailia</p> <p>Groupe de communes 3 : Aouf – Benian – Gharrous – M'Hamid – Mokhda – Nesmot – Ouled Taria – Sidi Boussaid – Sidi Kada</p> <p>Groupe de communes 4 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1,2 et 3.</p>	<p>A</p> <p>B'</p> <p>C</p> <p>B</p>
30 / OUARGLA	Toutes les communes	D
31 ORAN	<p>Groupe de communes 1 : El Braya – El Karma – Ouled Tlelat - Taфраoui</p> <p>Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1.</p>	<p>B</p> <p>A</p>
32 EL BAYADH	<p>Groupe de communes 1 : Ain El Orak – Arbaouet - Boussemghoum – Brezina – Chellala - El Benoud – El Abiod Sidi Cheikh – Ghassoul – Krakda – Sidi Amar – Sidi Taifour</p> <p>Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1.</p>	<p>D</p> <p>C</p>
33 ILLIZI	Toutes les communes	D
34 BORDJ BOU ARRERIDJ	<p>Groupe de communes 1 : Ouled Sidi Brahim</p> <p>Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1.</p>	<p>B</p> <p>C</p>
35 BOUMERDES	<p>Groupe de communes 1 : Ammal – Beni Amrane – Bordj Menail – Bouzegza Keddar – Chabet El Ameur – El Kharouba – Isser – Larbatache - Khemis El Khechna – Naciria – Si Mustapha – Souk El Had - Timezrit</p> <p>Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1.</p>	<p>B</p> <p>A</p>
36 EL TARF	<p>Groupe de communes 1 : Ben M'Hidi – Berrihane – Echott – El Kala - Souarekh</p> <p>Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1.</p>	<p>A</p> <p>B</p>
37 / TINDOUF	Toutes les communes	D
38 TISSEMSILT	<p>Groupe de communes 1 : Lazharia</p> <p>Groupe de communes 2 : Beni Lahcene – Bordj Bounaama – Boucaid – Larbaa – Lardjem – Maasem – Mellaab – Sidi Lantri – Sidi Slimane - Tamalaht</p> <p>Groupe de communes 3 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1 et 2.</p>	<p>B'</p> <p>B</p> <p>C</p>
39 / EL OUED	Toutes les communes	D
40 KHENCHELA	<p>Groupe de communes 1 : Babar – Bouhmama – Cherchar – Djellal – El Ouldja – Khirane – M'Sara</p> <p>Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1.</p>	<p>D</p> <p>C</p>
41 SOUK AHRES	<p>Groupe de communes 1 : Ain Zana – Haddada – Hanancha – Khedara – Mechroha – Merahna – Ouled Driss – Ouled Moumen – Quillen – Sidi Fredj – Souk Ahras – Taoura - Zaarouria</p> <p>Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1.</p>	<p>B</p> <p>C</p>

<p style="text-align: center;">42 TIPAZA</p>	<p>Groupe de communes 1 : Ahmer El Ain – Attatba – Bourkika – Menaceur - Meurad Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1.</p>	<p style="text-align: center;">B A</p>
<p style="text-align: center;">43 MILA</p>	<p>Groupe de communes 1 : Ain Mellouk – Benyahia – Abderrahmane – Chelghoum Laid – El Mechira – Oued Athmania – Oued Khalouf – Oued Seguen – Tadjenanet - Telerghma Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1.</p>	<p style="text-align: center;">C B</p>
<p style="text-align: center;">44 AIN DEFLA</p>	<p>Groupe de communes 1 : Ain Lechiakh – Oued Djemaa – Tarik Ibn Ziad - Groupe de communes 2 : Ain Benian – Ain Turki – Arib – Bathia – Belaas – Ben Allah – Boumedfaa – El Hassania – Hammam Righa – Hoceinia – Miliana – Tacheta Zougagha Groupe de communes 3 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1 et 2.</p>	<p style="text-align: center;">C B B'</p>
<p style="text-align: center;">45 NAAMA</p>	<p>Groupe de communes 1 : Ain Sefra - Asla – Djenien Bourezg – Morhar - Tiout Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1.</p>	<p style="text-align: center;">D C</p>
<p style="text-align: center;">46 AIN TEMOUCHENT</p>	<p>Groupe de communes 1 : Aghlal – Ain Kihal – Ain El Arbaa – Ain Temouchent – Aoubellil – Chaabet El Ham – Chentouf – Hammam Bouhdjar – Hassasna – ouled Berkeche – Ouled Sabah – Sidi Boumediane - Tamzoura Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1.</p>	<p style="text-align: center;">B A</p>
<p style="text-align: center;">47 / GHARDAIA</p>	<p>Toutes les communes</p>	<p style="text-align: center;">D</p>
<p style="text-align: center;">48 RELIZANE</p>	<p>Groupe de communes 1 : Beni Zentis – Kalaa – Mediouna – Mendes – Sidi M' Hamed Benali – Sidi saada - Yellel Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes 1.</p>	<p style="text-align: center;">B B'</p>

Annexe B

Tableau B.1 : Valeurs du coefficient d'amortissement $N_{AI}(t)$ pour les apports internes de Type I [8]

Durée de l'apport interne [h]	M [Kg/m ²]	Nombres d'heures écoulées depuis le début de l'apport interne																							
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	≥ 750	0.37	0.67	0.29	0.26	0.23	0.20	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0	0
1	500	0.31	0.67	0.30	0.26	0.22	0.19	0.16	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.06	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0	-	-	-
1	≤ 150	0.25	0.74	0.26	0.17	0.12	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	≥ 750	0.37	0.67	0.71	0.29	0.26	0.23	0.20	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0
2	500	0.31	0.67	0.721	0.30	0.26	0.22	0.19	0.16	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0	-	-
2	≤ 150	0.25	0.74	0.83	0.26	0.17	0.12	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	≥ 750	0.37	0.67	0.71	0.74	0.29	0.26	0.23	0.20	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01
3	500	0.31	0.67	0.72	0.76	0.30	0.26	0.22	0.19	0.16	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0	0
3	≤ 150	0.25	0.74	0.83	0.88	0.26	0.17	0.12	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0	-	-	-	-	-	-	-	-
4	≥ 750	0.37	0.67	0.71	0.74	0.76	0.29	0.26	0.23	0.20	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02
4	500	0.31	0.67	0.72	0.76	0.79	0.30	0.26	0.22	0.19	0.16	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0
4	≤ 150	0.25	0.74	0.83	0.88	0.91	0.26	0.17	0.12	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0	-	-	-	-	-	-	-
5	≥ 750	0.37	0.67	0.71	0.74	0.76	0.79	0.29	0.26	0.23	0.20	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03
5	500	0.31	0.67	0.72	0.76	0.79	0.81	0.30	0.26	0.22	0.19	0.16	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01
5	≤ 150	0.25	0.74	0.83	0.88	0.91	0.94	0.26	0.17	0.12	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0	-	-	-	-	-	-
6	≥ 750	0.37	0.67	0.71	0.74	0.76	0.79	0.81	0.29	0.26	0.23	0.20	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04
6	500	0.31	0.67	0.72	0.76	0.79	0.81	0.83	0.30	0.26	0.22	0.19	0.16	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02
6	≤ 150	0.25	0.74	0.83	0.88	0.91	0.94	0.96	0.26	0.17	0.12	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0	-	-	-	-	-
7	≥ 750	0.37	0.67	0.71	0.74	0.76	0.79	0.81	0.83	0.29	0.26	0.23	0.20	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05
7	500	0.31	0.67	0.72	0.76	0.79	0.81	0.83	0.85	0.30	0.26	0.22	0.19	0.16	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03
7	≤ 150	0.25	0.74	0.83	0.88	0.91	0.94	0.96	0.96	0.26	0.17	0.12	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0	-	-	-	-
8	≥ 750	0.37	0.67	0.71	0.74	0.76	0.79	0.81	0.83	0.84	0.29	0.26	0.23	0.20	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06
8	500	0.31	0.67	0.72	0.76	0.79	0.81	0.83	0.85	0.87	0.30	0.26	0.22	0.19	0.16	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04
8	≤ 150	0.25	0.74	0.83	0.88	0.91	0.94	0.96	0.96	0.98	0.26	0.17	0.12	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0	-	-	-
9	≥ 750	0.37	0.67	0.71	0.74	0.76	0.79	0.81	0.83	0.84	0.86	0.29	0.26	0.23	0.20	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07
9	500	0.31	0.67	0.72	0.76	0.79	0.81	0.83	0.85	0.87	0.88	0.30	0.26	0.22	0.19	0.16	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05
9	≤ 150	0.25	0.74	0.83	0.88	0.91	0.94	0.96	0.96	0.98	0.98	0.26	0.17	0.12	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.10	0	-	-
10	≥ 750	0.37	0.67	0.71	0.74	0.76	0.79	0.81	0.83	0.84	0.86	0.87	0.29	0.26	0.23	0.20	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08

Suite de tableau B.1

Durée de l'apport interne [h]	M [Kg/m ²]	Nombres d'heures écoulées depuis le début de l'apport interne																							
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
10	500	0.31	0.67	0.72	0.76	0.79	0.81	0.83	0.85	0.87	0.88	0.90	0.30	0.26	0.22	0.19	0.16	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06
10	≤ 150	0.25	0.74	0.83	0.88	0.91	0.94	0.96	0.96	0.98	0.98	0.99	0.26	0.17	0.12	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0	-
11	≥ 750	0.37	0.67	0.71	0.74	0.76	0.79	0.81	0.83	0.84	0.86	0.87	0.89	0.29	0.26	0.23	0.20	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09
11	500	0.31	0.67	0.72	0.76	0.79	0.81	0.83	0.85	0.87	0.88	0.90	0.92	0.30	0.26	0.22	0.19	0.16	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07
11	≤ 150	0.25	0.74	0.83	0.88	0.91	0.94	0.96	0.96	0.98	0.98	0.99	0.99	0.26	0.17	0.12	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0
12	≥ 750	0.37	0.67	0.71	0.74	0.76	0.79	0.81	0.83	0.84	0.86	0.87	0.89	0.90	0.29	0.26	0.23	0.20	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10
12	500	0.31	0.67	0.72	0.76	0.79	0.81	0.83	0.85	0.87	0.88	0.90	0.92	0.94	0.30	0.26	0.22	0.19	0.16	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08
12	≤ 150	0.25	0.74	0.83	0.88	0.91	0.94	0.96	0.96	0.98	0.98	0.99	0.99	1	0.26	0.17	0.12	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01
13	≥ 750	0.37	0.67	0.71	0.74	0.76	0.79	0.81	0.83	0.84	0.86	0.87	0.89	0.90	0.92	0.29	0.26	0.23	0.20	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11
13	500	0.31	0.67	0.72	0.76	0.79	0.81	0.83	0.85	0.87	0.88	0.90	0.92	0.94	0.95	0.30	0.26	0.22	0.19	0.16	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09
13	≤ 150	0.25	0.74	0.83	0.88	0.91	0.94	0.96	0.96	0.98	0.98	0.99	0.99	1	1	0.26	0.17	0.12	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01
14	≥ 750	0.37	0.67	0.71	0.74	0.76	0.79	0.81	0.83	0.84	0.86	0.87	0.89	0.90	0.92	0.93	0.29	0.26	0.23	0.20	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12
14	500	0.31	0.67	0.72	0.76	0.79	0.81	0.83	0.85	0.87	0.88	0.90	0.92	0.94	0.95	0.97	0.30	0.26	0.22	0.19	0.16	0.15	0.13	0.12	0.10
14	≤ 150	0.25	0.74	0.83	0.88	0.91	0.94	0.96	0.96	0.98	0.98	0.99	0.99	1	1	1	0.26	0.17	0.12	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01
15	≥ 750	0.37	0.67	0.71	0.74	0.76	0.79	0.81	0.83	0.84	0.86	0.87	0.89	0.90	0.92	0.93	0.95	0.29	0.26	0.23	0.20	0.19	0.17	0.15	0.14
15	500	0.31	0.67	0.72	0.76	0.79	0.81	0.83	0.85	0.87	0.88	0.90	0.92	0.94	0.95	0.97	0.99	0.30	0.26	0.22	0.19	0.16	0.15	0.13	0.12
15	≤ 150	0.25	0.74	0.83	0.88	0.91	0.94	0.96	0.96	0.98	0.98	0.99	0.99	1	1	1	1	0.26	0.17	0.12	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02
16	≥ 750	0.37	0.67	0.71	0.74	0.76	0.79	0.81	0.83	0.84	0.86	0.87	0.89	0.90	0.92	0.93	0.95	0.96	0.29	0.26	0.23	0.20	0.19	0.17	0.15
16	500	0.31	0.67	0.72	0.76	0.79	0.81	0.83	0.85	0.87	0.88	0.90	0.92	0.94	0.95	0.97	0.99	1	0.30	0.26	0.22	0.19	0.16	0.15	0.13
16	≤ 150	0.25	0.74	0.83	0.88	0.91	0.94	0.96	0.96	0.98	0.98	0.99	0.99	1	1	1	1	1	0.26	0.17	0.12	0.08	0.05	0.04	0.03
17	≥ 750	0.37	0.67	0.71	0.74	0.76	0.79	0.81	0.83	0.84	0.86	0.87	0.89	0.90	0.92	0.93	0.95	0.96	0.98	0.29	0.26	0.23	0.20	0.19	0.17
17	500	0.31	0.67	0.72	0.76	0.79	0.81	0.83	0.85	0.87	0.88	0.90	0.92	0.94	0.95	0.97	0.99	1	1	0.30	0.26	0.22	0.19	0.16	0.15
17	≤ 150	0.25	0.74	0.83	0.88	0.91	0.94	0.96	0.96	0.98	0.98	0.99	0.99	1	1	1	1	1	1	0.26	0.17	0.12	0.08	0.05	0.04
18	≥ 750	0.37	0.67	0.71	0.74	0.76	0.79	0.81	0.83	0.84	0.86	0.87	0.89	0.90	0.92	0.93	0.95	0.96	0.98	0.99	0.29	0.26	0.23	0.20	0.19
18	500	0.31	0.67	0.72	0.76	0.79	0.81	0.83	0.85	0.87	0.88	0.90	0.92	0.94	0.95	0.97	0.99	1	1	1	0.30	0.26	0.22	0.19	0.16
18	≤ 150	0.25	0.74	0.83	0.88	0.91	0.94	0.96	0.96	0.98	0.98	0.99	0.99	1	1	1	1	1	1	1	0.26	0.17	0.12	0.08	0.05
≥ 19	≥ 750	0.37	0.67	0.71	0.74	0.76	0.79	0.81	0.83	0.84	0.86	0.87	0.89	0.90	0.92	0.93	0.95	0.96	0.98	0.99	1	0.29	0.26	0.23	0.20
≥ 19	500	0.31	0.67	0.72	0.76	0.79	0.81	0.83	0.85	0.87	0.88	0.90	0.92	0.94	0.95	0.97	0.99	1	1	1	1	0.30	0.26	0.22	0.19
≥ 19	≤ 150	0.25	0.74	0.83	0.88	0.91	0.94	0.96	0.96	0.98	0.98	0.99	0.99	1	1	1	1	1	1	1	1	0.26	0.17	0.12	0.08

Tableau B.2 : Valeurs du coefficient d'amortissement $N_{AI}(t)$ pour les apports internes de Type II [8]

Durée de l'apport interne [h]	M [Kg/m ²]	Nombres d'heures écoulées depuis le début de l'apport interne																							
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	≥ 750	0.34	0.55	0.39	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02
1	500	0.24	0.56	0.40	0.34	0.29	0.25	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.03	0.03	0.02	0.01	0	0
1	≤ 150	0.17	0.65	0.35	0.23	0.16	0.11	0.07	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	≥ 750	0.34	0.55	0.61	0.39	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.07	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03
2	500	0.24	0.56	0.63	0.40	0.34	0.29	0.25	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.04	0.04	0.03	0.02	0.01	0
2	≤ 150	0.17	0.65	0.77	0.35	0.23	0.16	0.11	0.07	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
3	≥ 750	0.34	0.55	0.61	0.65	0.39	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.08	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04
3	500	0.24	0.56	0.63	0.68	0.40	0.34	0.29	0.25	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.05	0.05	0.04	0.03	0.02	0.1
3	≤ 150	0.17	0.65	0.77	0.84	0.35	0.23	0.16	0.11	0.07	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0	-	-	-	-	-	-	-	-
4	≥ 750	0.34	0.55	0.61	0.65	0.68	0.39	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.12	0.11	0.09	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05
4	500	0.24	0.56	0.63	0.68	0.72	0.40	0.34	0.29	0.25	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.12	0.10	0.09	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02
4	≤ 150	0.17	0.65	0.77	0.84	0.88	0.35	0.23	0.16	0.11	0.07	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0	-	-	-	-	-	-	-
5	≥ 750	0.34	0.55	0.61	0.65	0.68	0.71	0.39	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.12	0.10	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06
5	500	0.24	0.56	0.63	0.68	0.72	0.75	0.40	0.34	0.29	0.25	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.12	0.10	0.09	0.07	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03
5	≤ 150	0.17	0.65	0.77	0.84	0.88	0.92	0.35	0.23	0.16	0.11	0.07	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0	-	-	-	-	-	-
6	≥ 750	0.34	0.55	0.61	0.65	0.68	0.71	0.74	0.39	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.11	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07
6	500	0.24	0.56	0.63	0.68	0.72	0.75	0.78	0.40	0.34	0.29	0.25	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.12	0.10	0.08	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04
6	≤ 150	0.17	0.65	0.77	0.84	0.88	0.92	0.94	0.35	0.23	0.16	0.11	0.07	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0	-	-	-	-	-
7	≥ 750	0.34	0.55	0.61	0.65	0.68	0.71	0.74	0.77	0.39	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.12	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08
7	500	0.24	0.56	0.63	0.68	0.72	0.75	0.78	0.80	0.40	0.34	0.29	0.25	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.12	0.09	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05
7	≤ 150	0.17	0.65	0.77	0.84	0.88	0.92	0.94	0.95	0.35	0.23	0.16	0.11	0.07	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0	-	-	-	-	-
8	≥ 750	0.34	0.55	0.61	0.65	0.68	0.71	0.74	0.77	0.79	0.39	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.14	0.12	0.11	0.10	0.06
8	500	0.24	0.56	0.63	0.68	0.72	0.75	0.78	0.80	0.82	0.40	0.34	0.29	0.25	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.10	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06
8	≤ 150	0.17	0.65	0.77	0.84	0.88	0.92	0.94	0.95	0.97	0.35	0.23	0.16	0.11	0.07	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0	-	-	-
9	≥ 750	0.34	0.55	0.61	0.65	0.68	0.71	0.74	0.77	0.79	0.81	0.39	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.20	0.18	0.15	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10
9	500	0.24	0.56	0.63	0.68	0.72	0.75	0.78	0.80	0.82	0.84	0.40	0.34	0.29	0.25	0.20	0.18	0.17	0.15	0.12	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07
9	≤ 150	0.17	0.65	0.77	0.84	0.88	0.92	0.94	0.95	0.97	0.98	0.35	0.23	0.16	0.11	0.07	0.05	0.04	0.03	0.01	0.01	0.01	0	-	-
10	≥ 750	0.34	0.55	0.61	0.65	0.68	0.71	0.74	0.77	0.79	0.81	0.83	0.39	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.20	0.16	0.16	0.15	0.14	0.12	0.11
10	500	0.24	0.56	0.63	0.68	0.72	0.75	0.78	0.80	0.82	0.84	0.86	0.40	0.34	0.29	0.25	0.20	0.18	0.17	0.14	0.14	0.12	0.10	0.09	0.08
10	≤ 150	0.17	0.65	0.77	0.84	0.88	0.92	0.94	0.95	0.97	0.98	0.98	0.35	0.23	0.16	0.11	0.07	0.05	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0	-
11	≥ 750	0.34	0.55	0.61	0.65	0.68	0.71	0.74	0.77	0.79	0.81	0.83	0.86	0.39	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.18	0.18	0.16	0.15	0.14	0.12

Suite de Tableau B.2

Durée de l'apport interne [h]	M [Kg/m ²]	Nombres d'heures écoulées depuis le début de l'apport interne																							
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
11	500	0.24	0.56	0.63	0.68	0.72	0.75	0.78	0.80	0.82	0.84	0.86	0.88	0.40	0.34	0.29	0.25	0.20	0.18	0.15	0.15	0.14	0.12	0.10	0.09
11	≤ 150	0.17	0.65	0.77	0.84	0.88	0.92	0.94	0.95	0.97	0.98	0.98	0.99	0.35	0.23	0.16	0.11	0.07	0.05	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0
12	≥ 750	0.34	0.55	0.61	0.65	0.68	0.71	0.74	0.77	0.79	0.81	0.83	0.86	0.88	0.39	0.35	0.31	0.28	0.25	0.20	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14
12	500	0.24	0.56	0.63	0.68	0.72	0.75	0.78	0.80	0.82	0.84	0.86	0.88	0.90	0.40	0.34	0.29	0.25	0.20	0.17	0.17	0.15	0.14	0.12	0.10
12	≤ 150	0.17	0.65	0.77	0.84	0.88	0.92	0.94	0.95	0.97	0.98	0.98	0.99	1	0.35	0.23	0.16	0.11	0.07	0.04	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01
13	≥ 750	0.34	0.55	0.61	0.65	0.68	0.71	0.74	0.77	0.79	0.81	0.83	0.86	0.88	0.90	0.39	0.35	0.31	0.28	0.23	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15
13	500	0.24	0.56	0.63	0.68	0.72	0.75	0.78	0.80	0.82	0.84	0.86	0.88	0.90	0.92	0.40	0.34	0.29	0.25	0.18	0.18	0.17	0.15	0.14	0.12
13	≤ 150	0.17	0.65	0.77	0.84	0.88	0.92	0.94	0.95	0.97	0.98	0.98	0.99	1	1	0.35	0.23	0.16	0.11	0.05	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01
14	≥ 750	0.34	0.55	0.61	0.65	0.68	0.71	0.74	0.77	0.79	0.81	0.83	0.86	0.88	0.90	0.92	0.39	0.35	0.31	0.25	0.25	0.23	0.20	0.18	0.16
14	500	0.24	0.56	0.63	0.68	0.72	0.75	0.78	0.80	0.82	0.84	0.86	0.88	0.90	0.92	0.94	0.40	0.34	0.29	0.20	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14
14	≤ 150	0.17	0.65	0.77	0.84	0.88	0.92	0.94	0.95	0.97	0.98	0.98	0.99	1	1	1	0.35	0.23	0.16	0.07	0.07	0.05	0.04	0.03	0.02
15	≥ 750	0.34	0.55	0.61	0.65	0.68	0.71	0.74	0.77	0.79	0.81	0.83	0.86	0.88	0.90	0.92	0.95	0.39	0.35	0.28	0.28	0.25	0.23	0.20	0.18
15	500	0.24	0.56	0.63	0.68	0.72	0.75	0.78	0.80	0.82	0.84	0.86	0.88	0.90	0.92	0.94	0.96	0.40	0.34	0.25	0.25	0.20	0.18	0.17	0.15
15	≤ 150	0.17	0.65	0.77	0.84	0.88	0.92	0.94	0.95	0.97	0.98	0.98	0.99	1	1	1	1	0.35	0.23	0.11	0.11	0.07	0.05	0.04	0.03
16	≥ 750	0.34	0.55	0.61	0.65	0.68	0.71	0.74	0.77	0.79	0.81	0.83	0.86	0.88	0.90	0.92	0.95	0.97	0.39	0.31	0.31	0.28	0.25	0.23	0.20
16	500	0.24	0.56	0.63	0.68	0.72	0.75	0.78	0.80	0.82	0.84	0.86	0.88	0.90	0.92	0.94	0.96	0.98	0.40	0.29	0.29	0.25	0.20	0.18	0.17
16	≤ 150	0.17	0.65	0.77	0.84	0.88	0.92	0.94	0.95	0.97	0.98	0.98	0.99	1	1	1	1	1	0.35	0.16	0.16	0.11	0.07	0.05	0.04
17	≥ 750	0.34	0.55	0.61	0.65	0.68	0.71	0.74	0.77	0.79	0.81	0.83	0.86	0.88	0.90	0.92	0.95	0.97	0.99	0.35	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23
17	500	0.24	0.56	0.63	0.68	0.72	0.75	0.78	0.80	0.82	0.84	0.86	0.88	0.90	0.92	0.94	0.96	0.98	1	0.34	0.34	0.29	0.25	0.20	0.18
17	≤ 150	0.17	0.65	0.77	0.84	0.88	0.92	0.94	0.95	0.97	0.98	0.98	0.99	1	1	1	1	1	1	0.23	0.23	0.16	0.11	0.07	0.05
≥ 18	≥ 750	0.34	0.55	0.61	0.65	0.68	0.71	0.74	0.77	0.79	0.81	0.83	0.86	0.88	0.90	0.92	0.95	0.97	0.99	0.39	0.39	0.35	0.31	0.28	0.25
≥ 18	500	0.24	0.56	0.63	0.68	0.72	0.75	0.78	0.80	0.82	0.84	0.86	0.88	0.90	0.92	0.94	0.96	0.98	1	0.40	0.40	0.34	0.29	0.25	0.20
≥ 18	≤ 150	0.17	0.65	0.77	0.84	0.88	0.92	0.94	0.95	0.97	0.98	0.98	0.99	1	1	1	1	1	1	0.35	0.35	0.23	0.16	0.11	0.07

Tableau B.3 : Valeurs du coefficient d'amortissement $N_{AI}(t)$ pour les apports internes de Type III [8]

Durée de l'apport interne [h]	M [Kg/m ²]	Nombres d'heures écoulées depuis le début de l'apport interne																							
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	≥ 750	0.23	0.33	0.59	0.52	0.46	0.42	0.37	0.34	0.31	0.27	0.25	0.23	0.21	0.18	0.15	0.12	0.09	0.06	0.03	0.01	0	-	-	-
1	500	0.17	0.33	0.60	0.51	0.44	0.37	0.32	0.30	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	0.08	0.06	0.04	0.02	0	-	-	-
1	≤ 150	0	0.48	0.52	0.34	0.24	0.16	0.11	0.07	0.05	0.04	0.02	0.02	0.01	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	≥ 750	0.17	0.33	0.41	0.59	0.52	0.46	0.42	0.37	0.34	0.31	0.27	0.25	0.23	0.21	0.18	0.15	0.12	0.09	0.06	0.03	0.01	0	-	-
2	500	0.23	0.33	0.44	0.60	0.51	0.44	0.37	0.32	0.30	0.27	0.29	0.20	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	0.08	0.06	0.04	0.02	0	-	-
2	≤ 150	0	0.48	0.66	0.52	0.34	0.24	0.16	0.11	0.07	0.05	0.04	0.02	0.02	0.01	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	≥ 750	0.23	0.33	0.41	0.47	0.59	0.52	0.46	0.42	0.37	0.34	0.31	0.27	0.25	0.23	0.21	0.18	0.15	0.12	0.09	0.06	0.03	0.01	0	-
3	500	0.17	0.33	0.44	0.52	0.60	0.51	0.44	0.37	0.32	0.30	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	0.06	0.06	0.04	0.02	0	-
3	≤ 150	0	0.48	0.66	0.76	0.52	0.34	0.24	0.16	0.11	0.07	0.05	0.04	0.02	0.02	0.01	0	-	-	-	-	-	-	-	-
4	≥ 750	0.17	0.33	0.41	0.47	0.52	0.59	0.52	0.46	0.42	0.37	0.34	0.31	0.27	0.25	0.23	0.21	0.18	0.15	0.12	0.09	0.06	0.03	0.01	0
4	500	0.23	0.33	0.44	0.52	0.56	0.60	0.51	0.44	0.37	0.32	0.30	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	0.08	0.06	0.04	0.02	0
4	≤ 150	0	0.48	0.66	0.76	0.82	0.52	0.34	0.24	0.16	0.11	0.07	0.05	0.04	0.02	0.02	0.01	0	-	-	-	-	-	-	-
5	≥ 750	0.23	0.33	0.41	0.47	0.52	0.57	0.59	0.52	0.46	0.42	0.37	0.34	0.31	0.27	0.25	0.23	0.21	0.18	0.15	0.12	0.09	0.06	0.03	0.01
5	500	0.17	0.33	0.44	0.52	0.56	0.61	0.60	0.51	0.44	0.37	0.32	0.30	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	0.08	0.06	0.04	0.02
5	≤ 150	0	0.48	0.66	0.76	0.82	0.87	0.52	0.34	0.24	0.16	0.11	0.07	0.05	0.04	0.02	0.02	0.01	0	-	-	-	-	-	-
6	≥ 750	0.17	0.33	0.41	0.47	0.52	0.57	0.61	0.59	0.52	0.46	0.42	0.37	0.34	0.31	0.27	0.25	0.23	0.21	0.18	0.15	0.12	0.09	0.06	0.03
6	500	0.23	0.33	0.44	0.52	0.56	0.61	0.66	0.60	0.51	0.44	0.37	0.32	0.30	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	0.08	0.06	0.04
6	≤ 150	0	0.48	0.66	0.76	0.82	0.87	0.91	0.52	0.34	0.24	0.16	0.11	0.07	0.05	0.04	0.02	0.02	0.01	0	-	-	-	-	-
7	≥ 750	0.23	0.33	0.41	0.47	0.52	0.57	0.61	0.66	0.59	0.52	0.46	0.42	0.37	0.34	0.31	0.27	0.25	0.23	0.21	0.18	0.15	0.12	0.09	0.06
7	500	0.17	0.33	0.44	0.52	0.56	0.61	0.66	0.69	0.60	0.51	0.44	0.37	0.32	0.30	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	0.08	0.06
7	≤ 150	0	0.48	0.66	0.76	0.82	0.87	0.91	0.93	0.52	0.34	0.24	0.16	0.11	0.07	0.05	0.04	0.02	0.02	0.01	0	-	-	-	-
8	≥ 750	0.17	0.33	0.41	0.47	0.52	0.57	0.61	0.66	0.69	0.59	0.52	0.46	0.42	0.37	0.34	0.31	0.27	0.25	0.23	0.21	0.18	0.15	0.12	0.09
8	500	0.23	0.33	0.44	0.52	0.56	0.61	0.66	0.69	0.74	0.60	0.51	0.44	0.37	0.32	0.30	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	0.08
8	≤ 150	0	0.48	0.66	0.76	0.82	0.87	0.91	0.93	0.95	0.52	0.34	0.24	0.16	0.11	0.07	0.05	0.04	0.02	0.02	0.01	0	-	-	-
9	≥ 750	0.23	0.33	0.41	0.47	0.52	0.57	0.61	0.66	0.69	0.72	0.59	0.52	0.46	0.42	0.37	0.34	0.31	0.27	0.25	0.23	0.21	0.18	0.15	0.12
9	500	0.17	0.33	0.44	0.52	0.56	0.61	0.66	0.69	0.74	0.77	0.60	0.51	0.44	0.37	0.32	0.30	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10
9	≤ 150	0	0.48	0.66	0.76	0.82	0.87	0.91	0.93	0.95	0.97	0.52	0.34	0.24	0.16	0.11	0.07	0.05	0.04	0.02	0.02	0.01	0	-	-
10	≥ 750	0.17	0.33	0.41	0.47	0.52	0.57	0.61	0.66	0.69	0.72	0.74	0.59	0.52	0.46	0.42	0.37	0.34	0.31	0.27	0.25	0.23	0.21	0.18	0.15
10	500	0.23	0.33	0.44	0.52	0.56	0.61	0.66	0.69	0.74	0.77	0.79	0.60	0.51	0.44	0.37	0.32	0.30	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.12
10	≤ 150	0	0.48	0.66	0.76	0.82	0.87	0.91	0.93	0.95	0.97	0.98	0.52	0.34	0.24	0.16	0.11	0.07	0.05	0.04	0.02	0.02	0.01	0	-
11	≥ 750	0.23	0.33	0.41	0.47	0.52	0.57	0.61	0.66	0.69	0.72	0.74	0.79	0.59	0.52	0.46	0.42	0.37	0.34	0.31	0.27	0.25	0.23	0.21	0.18

Suite de Tableau B.3

Durée de l'apport interne [h]	M [Kg/m ²]	Nombres d'heures écoulées depuis le début de l'apport interne																							
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
11	500	0.17	0.33	0.44	0.52	0.56	0.61	0.66	0.69	0.74	0.77	0.79	0.82	0.60	0.51	0.44	0.37	0.32	0.30	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14
11	≤ 150	0	0.48	0.66	0.76	0.82	0.87	0.91	0.93	0.95	0.97	0.98	1	0.52	0.34	0.24	0.16	0.11	0.07	0.05	0.04	0.02	0.02	0.01	0
12	≥ 750	0.17	0.33	0.41	0.47	0.52	0.57	0.61	0.66	0.69	0.72	0.74	0.79	0.82	0.59	0.52	0.46	0.42	0.37	0.34	0.31	0.27	0.25	0.23	0.21
12	500	0.23	0.33	0.44	0.52	0.56	0.61	0.66	0.69	0.74	0.77	0.79	0.82	0.87	0.60	0.51	0.44	0.37	0.32	0.30	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16
12	≤ 150	0	0.48	0.66	0.76	0.82	0.87	0.91	0.93	0.95	0.97	0.98	1	1	0.52	0.34	0.24	0.16	0.11	0.07	0.05	0.04	0.02	0.02	0.01
13	≥ 750	0.23	0.33	0.41	0.47	0.52	0.57	0.61	0.66	0.69	0.72	0.74	0.79	0.82	0.85	0.59	0.52	0.46	0.42	0.37	0.34	0.31	0.27	0.25	0.23
13	500	0.17	0.33	0.44	0.52	0.56	0.61	0.66	0.69	0.74	0.77	0.79	0.82	0.87	0.90	0.60	0.51	0.44	0.37	0.32	0.30	0.27	0.23	0.20	0.18
13	≤ 150	0	0.48	0.66	0.76	0.82	0.87	0.91	0.93	0.95	0.97	0.98	1	1	1	0.52	0.34	0.24	0.16	0.11	0.07	0.05	0.04	0.02	0.02
14	≥ 750	0.17	0.33	0.41	0.47	0.52	0.57	0.61	0.66	0.69	0.72	0.74	0.79	0.82	0.85	0.87	0.59	0.52	0.46	0.42	0.37	0.34	0.31	0.27	0.25
14	500	0.23	0.33	0.44	0.52	0.56	0.61	0.66	0.69	0.74	0.77	0.79	0.82	0.87	0.90	0.92	0.60	0.51	0.44	0.37	0.32	0.30	0.27	0.23	0.20
14	≤ 150	0	0.48	0.66	0.76	0.82	0.87	0.91	0.93	0.95	0.97	0.98	1	1	1	1	0.52	0.34	0.24	0.16	0.11	0.07	0.05	0.04	0.02
15	≥ 750	0.23	0.33	0.41	0.47	0.52	0.57	0.61	0.66	0.69	0.72	0.74	0.79	0.82	0.85	0.87	0.92	0.59	0.52	0.46	0.42	0.37	0.34	0.31	0.27
15	500	0.17	0.33	0.44	0.52	0.56	0.61	0.66	0.69	0.74	0.77	0.79	0.82	0.87	0.90	0.92	0.95	0.60	0.51	0.44	0.37	0.32	0.30	0.27	0.23
15	≤ 150	0	0.48	0.66	0.76	0.82	0.87	0.91	0.93	0.95	0.97	0.98	1	1	1	1	1	0.52	0.34	0.24	0.16	0.11	0.07	0.05	0.04
16	≥ 750	0.17	0.33	0.41	0.47	0.52	0.57	0.61	0.66	0.69	0.72	0.74	0.79	0.82	0.85	0.87	0.92	0.95	0.59	0.52	0.46	0.42	0.37	0.34	0.31
16	500	0.23	0.33	0.44	0.52	0.56	0.61	0.66	0.69	0.74	0.77	0.79	0.82	0.87	0.90	0.92	0.95	1	0.60	0.51	0.44	0.37	0.32	0.30	0.27
16	≤ 150	0	0.48	0.66	0.76	0.82	0.87	0.91	0.93	0.95	0.97	0.98	1	1	1	1	1	1	0.52	0.34	0.24	0.16	0.11	0.07	0.05
17	≥ 750	0.23	0.33	0.41	0.47	0.52	0.57	0.61	0.66	0.69	0.72	0.74	0.79	0.82	0.85	0.87	0.92	0.95	0.98	0.59	0.52	0.46	0.42	0.37	0.34
17	500	0.17	0.33	0.44	0.52	0.56	0.61	0.66	0.69	0.74	0.77	0.79	0.82	0.87	0.90	0.92	0.95	1	1	0.60	0.51	0.44	0.37	0.32	0.30
17	≤ 150	0	0.48	0.66	0.76	0.82	0.87	0.91	0.93	0.95	0.97	0.98	1	1	1	1	1	1	1	0.52	0.34	0.24	0.16	0.11	0.07
≥ 18	≥ 750	0.17	0.33	0.41	0.47	0.52	0.57	0.61	0.66	0.69	0.72	0.74	0.79	0.82	0.85	0.87	0.92	0.95	0.98	1	0.59	0.52	0.46	0.42	0.37
≥ 18	500	0.23	0.33	0.44	0.52	0.56	0.61	0.66	0.69	0.74	0.77	0.79	0.82	0.87	0.90	0.92	0.95	1	1	1	0.60	0.51	0.44	0.37	0.32
≥ 18	≤ 150	0	0.48	0.66	0.76	0.82	0.87	0.91	0.93	0.95	0.97	0.98	1	1	1	1	1	1	1	1	0.52	0.34	0.24	0.16	0.11

Code source du logiciel UHBClim

```
program Project1;           // Programme principal

uses
  Forms,
  Unit1 in 'Unit1.pas' {Form1},
  Unit2 in 'Unit2.pas' {Form2},
  Unit3 in 'Unit3.pas',
  Unit4 in 'Unit4.pas' {Form4},
  Unit5 in 'Unit5.pas' {Form5},
  Unit6 in 'Unit6.pas',
  Unit7 in 'Unit7.pas' {Form7},
  Unit8 in 'Unit8.pas' {Form8},
  Unit9 in 'Unit9.pas',
  Unit10 in 'Unit10.pas' {Form10},
  Unit11 in 'Unit11.pas' {Form11},
  Unit12 in 'Unit12.pas',
  Unit13 in 'Unit13.pas',
  Unit14 in 'Unit14.pas',
  Unit15 in 'Unit15.pas',
  Unit16 in 'Unit16.pas',
  Unit17 in 'Unit17.pas' {Form17},
  Unit18 in 'Unit18.pas' {Form18},
  Unit19 in 'Unit19.pas',
  Unit20 in 'Unit20.pas' {Form20},
  Unit21 in 'Unit21.pas',
  Unit22 in 'Unit22.pas' {Form22},
  Unit23 in 'Unit23.pas',
  Unit24 in 'Unit24.pas' {Form24},
  Unit25 in 'Unit25.pas',
  Unit26 in 'Unit26.pas',
  Unit27 in 'Unit27.pas' {Form27},
  Unit28 in 'Unit28.pas',
  Module in 'Module.pas' {DataModule29: TDataModule},
  Unit29 in 'Unit29.pas' {Form29},
  Unit30 in 'Unit30.pas' {Form30},
  Unit31 in 'Unit31.pas' {Form31},
  Unit32 in 'Unit32.pas' {Form32},
  Unit33 in 'Unit33.pas' {Form33},
  Unit34 in 'Unit34.pas' {Form34},
  OkCancl1 in '..\..\OBJREPOS\OKCANCL1.pas' {OKBottomDlg},
  Unit35 in 'Unit35.pas' {OKHelpBottomDlg};

{$R *.RES}
```

Begin

```
Application.Initialize;  
Application.Title := 'UHBCLIM';  
Application.CreateForm(TForm1, Form1);  
Application.CreateForm(TForm2, Form2);  
Application.CreateForm(TForm4, Form4);  
Application.CreateForm(TForm5, Form5);  
Application.CreateForm(TForm7, Form7);  
Application.CreateForm(TForm8, Form8);  
Application.CreateForm(TForm10, Form10);  
Application.CreateForm(TForm11, Form11);  
Application.CreateForm(TForm17, Form17);  
Application.CreateForm(TForm18, Form18);  
Application.CreateForm(TForm20, Form20);  
Application.CreateForm(TForm22, Form22);  
Application.CreateForm(TForm24, Form24);  
Application.CreateForm(TForm27, Form27);  
Application.CreateForm(TDataModule29, DataModule29);  
Application.CreateForm(TForm29, Form29);  
Application.CreateForm(TForm30, Form30);  
Application.CreateForm(TForm31, Form31);  
Application.CreateForm(TForm32, Form32);  
Application.CreateForm(TForm33, Form33);  
Application.CreateForm(TForm34, Form34);  
Application.CreateForm(TOKHelpBottomDlg, OKHelpBottomDlg);  
Application.Run;
```

End.

```
// ***** //
```

```
unit Unit1;           // Fiche principale

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
  Menus, ComCtrls, ActnList, StdActns, StdCtrls, ExtCtrls, ImgList, ToolWin;

type
  TForm1 = class(TForm)
    MainMenu1: TMainMenu;
    Fichier1: TMenuItem;
    Nouveauprojet1: TMenuItem;
    N1: TMenuItem;
    Enregistrer1: TMenuItem;
    N2: TMenuItem;
    Imprimer1: TMenuItem;
    N3: TMenuItem;
    Quitter1: TMenuItem;
    Donnes1: TMenuItem;
    GestionProjet1: TMenuItem;
    OuvrirunProjet1: TMenuItem;
    StatusBar1: TStatusBar;
    CalculBilans1: TMenuItem;
    Bilanestival1: TMenuItem;
    Bilanhivernal1: TMenuItem;
    Divers1: TMenuItem;
    Ajoutnouveaumatriaux1: TMenuItem;
    Ajoutappareilsctriques1: TMenuItem;
    Ajoutappareilsgaz1: TMenuItem;
    Ajoutnouveauxvitragesensimplepaisseur1: TMenuItem;
    Ajoutnouveauxdoublesvitrages1: TMenuItem;
    Gnrales1: TMenuItem;
    ParoisOpaques1: TMenuItem;
    Extrieures1: TMenuItem;
    Intrieures1: TMenuItem;
    Encontactaveclesol1: TMenuItem;
    Verticales1: TMenuItem;
    Horizontales1: TMenuItem;
    EncontactavecunLC1: TMenuItem;
    EncontactavecunLNC1: TMenuItem;
    ParoisVitres1: TMenuItem;
    Extrieurs1: TMenuItem;
    Intrieures2: TMenuItem;
    Occupants1: TMenuItem;
    Eclairage1: TMenuItem;
```

```
AppareilsElectriques1: TMenuItem;
EncontactavecunLC2: TMenuItem;
EncontactavecunLNC2: TMenuItem;
MoteursElectriques1: TMenuItem;
Appareilsgaz1: TMenuItem;
Infiltration1: TMenuItem;
Timer1: TTimer;
ToolBar1: TToolBar;
ToolButton1: TToolButton;
ToolButton2: TToolButton;
ToolButton3: TToolButton;
ToolButton4: TToolButton;
ToolButton5: TToolButton;
ToolButton6: TToolButton;
ToolButton7: TToolButton;
ToolButton8: TToolButton;
ImageList1: TImageList;
N4: TMenuItem;
Aproposde1: TMenuItem;
procedure GestionProjet1Click(Sender: TObject);
procedure OuvrirunProjet1Click(Sender: TObject);
procedure Bilanestival1Click(Sender: TObject);
procedure Ajoutnouveaumateriaux1Click(Sender: TObject);
procedure Ajoutappareilslectriques1Click(Sender: TObject);
procedure Ajoutappareilsgaz1Click(Sender: TObject);
procedure Gnrales1Click(Sender: TObject);
procedure Verticales1Click(Sender: TObject);
procedure Horizontales1Click(Sender: TObject);
procedure EncontactavecunLC1Click(Sender: TObject);
procedure EncontactavecunLNC1Click(Sender: TObject);
procedure Encontactaveclesol1Click(Sender: TObject);
procedure Extrieurs1Click(Sender: TObject);
procedure EncontactavecunLC2Click(Sender: TObject);
procedure EncontactavecunLNC2Click(Sender: TObject);
procedure Occupants1Click(Sender: TObject);
procedure Eclairage1Click(Sender: TObject);
procedure Appareilslectriques1Click(Sender: TObject);
procedure Moteurslectriques1Click(Sender: TObject);
procedure Appareilsgaz1Click(Sender: TObject);
procedure Infiltration1Click(Sender: TObject);
procedure FormActivate(Sender: TObject);
procedure Quitter1Click(Sender: TObject);
procedure Timer1Timer(Sender: TObject);
procedure Aproposde1Click(Sender: TObject);
private
{ Déclarations privées }
```

```
public
  { Déclarations publiques }
end;

var
  Form1: TForm1;

implementation

uses Unit2, Unit4, Unit22, Unit29, Unit30, Unit31, Unit5, Unit33, Module,
  Unit35, OkCancel1;

{$R *.DFM}

procedure TForm1.GestionProjet1Click(Sender: TObject);
begin
  Form2.ShowModal;
end;
procedure TForm1.OuvrirunProjet1Click(Sender: TObject);
Var
  Nb:Integer;
begin
  Nb:=DataModule29.TbProjet.RecordCount;
  If (Nb=0)Then
    begin
      MessageDlg('Aucun Projet n"a été créé.'+#13+'Commencez par créer un Projet.'+#13+
        'Pour cela, allez dans le menu Fichier, Projet,"Gestion Projets" pour créer un ou
plusieurs Projets.',mtInformation,[mbOk],0);
    end
  Else
    Form4.ShowModal;
end;
procedure TForm1.Bilanestival1Click(Sender: TObject);
begin
  Form33.ShowModal;
end;
procedure TForm1.Ajoutnouveaumateriaux1Click(Sender: TObject);
begin
  Form29.ShowModal;
end;
procedure TForm1.AjoutappareilsIctriques1Click(Sender: TObject);
begin
  Form30.ShowModal;
end;
```

```
procedure TForm1.Ajoutappareilsgaz1Click(Sender: TObject);
begin
  Form31.ShowModal;
end;
procedure TForm1.Gnrales1Click(Sender: TObject);
begin
  Form5.PageControl1.ActivePageIndex:=0;
  Form5.ShowModal;
end;
procedure TForm1.Verticales1Click(Sender: TObject);
begin
  Form5.PageControl1.ActivePageIndex:=1;
  Form5.PageControl2.ActivePageIndex:=0;
  Form5.PageControl3.ActivePageIndex:=0;
  Form5.ShowModal;
end;
procedure TForm1.Horizontales1Click(Sender: TObject);
begin
  Form5.PageControl1.ActivePageIndex:=1;
  Form5.PageControl2.ActivePageIndex:=0;
  Form5.PageControl3.ActivePageIndex:=1;
  Form5.ShowModal;
end;
procedure TForm1.EncontactavecunLC1Click(Sender: TObject);
begin
  Form5.PageControl1.ActivePageIndex:=1;
  Form5.PageControl2.ActivePageIndex:=1;
  Form5.PageControl4.ActivePageIndex:=0;
  Form5.ShowModal;
end;

procedure TForm1.EncontactavecunLNC1Click(Sender: TObject);
begin
  Form5.PageControl1.ActivePageIndex:=1;
  Form5.PageControl2.ActivePageIndex:=1;
  Form5.PageControl4.ActivePageIndex:=1;
  Form5.ShowModal;
end;
procedure TForm1.Encontactaveclesol1Click(Sender: TObject);
begin
  Form5.PageControl1.ActivePageIndex:=1;
  Form5.PageControl2.ActivePageIndex:=2;
  Form5.ShowModal;
end;
```

```
procedure TForm1.Extrieurs1Click(Sender: TObject);
begin
  Form5.PageControl1.ActivePageIndex:=2;
  Form5.PageControl5.ActivePageIndex:=0;
  Form5.ShowModal;
end;
procedure TForm1.EncontactavecunLC2Click(Sender: TObject);
begin
  Form5.PageControl1.ActivePageIndex:=2;
  Form5.PageControl5.ActivePageIndex:=1;
  Form5.PageControl6.ActivePageIndex:=0;
  Form5.ShowModal;
end;
procedure TForm1.EncontactavecunLNC2Click(Sender: TObject);
begin
  Form5.PageControl1.ActivePageIndex:=2;
  Form5.PageControl5.ActivePageIndex:=1;
  Form5.PageControl6.ActivePageIndex:=1;
  Form5.ShowModal;
end;
procedure TForm1.Occupants1Click(Sender: TObject);
begin
  Form5.PageControl1.ActivePageIndex:=3;
  Form5.ShowModal;
end;
procedure TForm1.Eclairage1Click(Sender: TObject);
begin
  Form5.PageControl1.ActivePageIndex:=4;
  Form5.ShowModal;
end;
procedure TForm1.Appareilslectriques1Click(Sender: TObject);
begin
  Form5.PageControl1.ActivePageIndex:=5;
  Form5.ShowModal;
end;
procedure TForm1.Moteurslectriques1Click(Sender: TObject);
begin
  Form5.PageControl1.ActivePageIndex:=6;
  Form5.ShowModal;
end;
procedure TForm1.Appareilsgaz1Click(Sender: TObject);
begin
  Form5.PageControl1.ActivePageIndex:=7;
  Form5.ShowModal;
end;
```

```
procedure TForm1.Infiltration1Click(Sender: TObject);
begin
  Form5.PageControl1.ActivePageIndex:=8;
  Form5.ShowModal;
end;
procedure TForm1.FormActivate(Sender: TObject);
Var
  HD:TdateTime;
begin
  Donnes1.Enabled:=False;
  CalculBilans1.Enabled:=False;
  HD:=Now;
  StatusBar1.Panels[1].Text:=DateToStr(HD);
end;
procedure TForm1.Quitter1Click(Sender: TObject);
begin
  Close;
end;
procedure TForm1.Timer1Timer(Sender: TObject);
Var
  HD1:TdateTime;
begin
  HD1:=Now;
  StatusBar1.Panels[2].Text:=TimeToStr(HD1);
end;
procedure TForm1.Aproposde1Click(Sender: TObject);
begin
  OKHelpBottomDlg.ShowModal;
end;

END.
// ***** //
```

```
unit Unit2;           // Fiche Gestion des projet :  
                      // Ajout ou Suppression d'un projet
```

```
interface
```

```
uses
```

```
Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,  
Db, DBTables, ExtCtrls, DBCtrls, ComCtrls, StdCtrls, Mask, Grids, DBGrids,  
Buttons;
```

```
type
```

```
TForm2 = class(TForm)  
  DBNavigator1: TDBNavigator;  
  DBEdit1: TDBEdit;  
  Label2: TLabel;  
  Label3: TLabel;  
  Label4: TLabel;  
  Label5: TLabel;  
  Label6: TLabel;  
  Label7: TLabel;  
  Label8: TLabel;  
  Label9: TLabel;  
  DBEdit3: TDBEdit;  
  DBEdit4: TDBEdit;  
  DBEdit5: TDBEdit;  
  DBComboBox1: TDBComboBox;  
  DBComboBox2: TDBComboBox;  
  DBComboBox3: TDBComboBox;  
  DBGrid1: TDBGrid;  
  Button1: TButton;  
  BitBtn1: TBitBtn;  
  RadioGroup1: TRadioGroup;  
  Button2: TButton;  
  Label1: TLabel;  
  Label10: TLabel;  
  Label11: TLabel;  
  BitBtn2: TBitBtn;  
  DBComboBox4: TDBComboBox;  
  BitBtn3: TBitBtn;  
  Label12: TLabel;  
  DBLookupListBox1: TDBLookupListBox;  
  procedure FormActivate(Sender: TObject);  
  procedure DBComboBox1Click(Sender: TObject);  
  procedure Button1Click(Sender: TObject);  
  procedure Table1BeforeDelete(DataSet: TDataSet);  
  procedure Button2Click(Sender: TObject);
```

```
procedure FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
procedure Label2Click(Sender: TObject);
procedure Label3Click(Sender: TObject);
procedure BitBtn2Click(Sender: TObject);
procedure Label4Click(Sender: TObject);
procedure Label5Click(Sender: TObject);
procedure Label6Click(Sender: TObject);
procedure Label7Click(Sender: TObject);
procedure Label8Click(Sender: TObject);
procedure Label9Click(Sender: TObject);
procedure RadioGroup1Click(Sender: TObject);
procedure BitBtn3Click(Sender: TObject);
procedure Label12Click(Sender: TObject);
private
  { Déclarations privées }
public
  { Déclarations publiques }
end;

var
  Form2: TForm2;

implementation

uses Unit3, Unit5,Module, Unit28, Unit1;

{$R *.DFM}
  // ***** Procédure de vérification *****
Procedure VerificationProjet;
Begin
  If (Form2.DBEdit1.Text="")then
    begin
      Form2.Label2.OnClick(Form2.Label2);
      Abort;
    end;
  If (Form2.DBComboBox4.ItemIndex=-1)then
    begin
      Form2.Label3.OnClick(Form2.Label3);
      Abort;
    end;
  If (Form2.DBComboBox1.ItemIndex=-1) Then
    begin
      Form2.Label4.OnClick(Form2.Label4);
      Abort;
    end;
end;
```

```
If (Form2.DBCombobox2.ItemIndex=-1) Then
begin
  Form2.Label5.OnClick(Form2.Label5);
  Abort;
end;
If (Form2.DBEdit3.Text="")then
begin
  Form2.Label6.OnClick(Form2.Label6);
  Abort;
end;
If (Form2.DBEdit4.Text="")then
begin
  Form2.Label7.OnClick(Form2.Label7);
  Abort;
end;
If (Form2.DBEdit5.Text="")then
begin
  Form2.Label8.OnClick(Form2.Label8);
  Abort;
end;
If (Form2.DBCombobox3.ItemIndex=-1) Then
begin
  Form2.Label9.OnClick(Form2.Label9);
  Abort;
end;
If (Form2.RadioGroup1.ItemIndex=-1) then
begin
  Form2.RadioGroup1.OnClick(Form2.RadioGroup1);
  Abort;
end;
End;
procedure TForm2.FormActivate(Sender: TObject); // Liste de wilaya
Var i:Integer;
Begin
  Form1.StatusBar1.Panels[0].Text:='Ajout ou Suppression d"un projet';
  DBCombobox1.Clear;
  DBCombobox1.Items.Add('Adrar (01)');
  DBCombobox1.Items.Add('Chlef (02)');
  DBCombobox1.Items.Add('Laghouat (03)');
  DBCombobox1.Items.Add('Oum El Bouaghi (04)');
  DBCombobox1.Items.Add('Batna (05)');
  DBCombobox1.Items.Add('Béjaia (06)');
  DBCombobox1.Items.Add('Biskra (07)');
  DBCombobox1.Items.Add('Bechar (08)');
  DBCombobox1.Items.Add('Blida (09)');
  DBCombobox1.Items.Add('Bouira (10)');
```

```
DBCombobox1.Items.Add('Tamanrasset (11)');
DBCombobox1.Items.Add('Tebessa (12)');
DBCombobox1.Items.Add('Tlemcen (13)');
DBCombobox1.Items.Add('Tiaret (14)');
DBCombobox1.Items.Add('Tezi-ouzou (15)');
DBCombobox1.Items.Add('Alger (16)');
DBCombobox1.Items.Add('Djelfa (17)');
DBCombobox1.Items.Add('Jijel (18)');
DBCombobox1.Items.Add('Setif (19)');
DBCombobox1.Items.Add('Saida (20)');
DBCombobox1.Items.Add('Skikda (21)');
DBCombobox1.Items.Add('Sidi bel-abbès (22)');
DBCombobox1.Items.Add('Annaba (23)');
DBCombobox1.Items.Add('Guelma (24)');
DBCombobox1.Items.Add('Constantine (25)');
DBCombobox1.Items.Add('Medea (26)');
DBCombobox1.Items.Add('Mostaganem (27)');
DBCombobox1.Items.Add('M'sila (28)');
DBCombobox1.Items.Add('Mascara (29)');
DBCombobox1.Items.Add('Ouargla (30)');
DBCombobox1.Items.Add('Oran (31)');
DBCombobox1.Items.Add('El Bayadh (32)');
DBCombobox1.Items.Add('Ilizi (33)');
DBCombobox1.Items.Add('Bordj-Bou-Arreridj (34)');
DBCombobox1.Items.Add('Boumerdes (35)');
DBCombobox1.Items.Add('El Tarf (36)');
DBCombobox1.Items.Add('Tindouf (37)');
DBCombobox1.Items.Add('Tissemsilt (38)');
DBCombobox1.Items.Add('El Oued (39)');
DBCombobox1.Items.Add('Khenchela (40)');
DBCombobox1.Items.Add('Souk Ahras (41)');
DBCombobox1.Items.Add('Tipaza (42)');
DBCombobox1.Items.Add('Mila (43)');
DBCombobox1.Items.Add('Ain Defla (44)');
DBCombobox1.Items.Add('Naama (45)');
DBCombobox1.Items.Add('Temouchent (46)');
DBCombobox1.Items.Add('Ghardaia (47)');
DBCombobox1.Items.Add('Relizane (48)');
```

```
With DBCombobox4 Do
begin
Clear;
for i:=1 to 500 do
begin
Items.Add(IntToStr(i));
end;
```

```

end;

End;
procedure TForm2.DBComboBox1Click(Sender: TObject);
Var
  m1:integer;
begin
  m1:=DBComboBox1.ItemIndex+1;
  Case m1 Of
  1:With DBComboBox2 Do //***Communes de W. Adrar ****
    begin
      Clear;
      Items.Add('Adrar');
      Items.Add('Akabil');
      Items.Add('Aougrouit');
      Items.Add('Aoulef');
      Items.Add('Bordj Badji Mokhtar');
      Items.Add('Bouda');
      Items.Add('Charouine');
      Items.Add('Deldoul');
      Items.Add('Fenoughil');
      Items.Add('In Z"Ghmir');
      Items.Add('Ksar Kaddour');
      Items.Add('Metarfa');
      Items.Add('Ouled Ahmed Timmi');
      Items.Add('Ouled Aissa');
      Items.Add('Ouled Said');
      Items.Add('Reggane');
      Items.Add('Sali');
      Items.Add('Sebaa');
    ...
    ShowMessage('Indiquez la commune où se trouve le projet à étudier, en choisissant dans
la liste déroulante la commune qui convienne.');
```

```

end;
procedure TForm2.Label6Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Saisissez le niveau d"altitude où est situé le projet à étudier en [m].');
```

```

end;
procedure TForm2.Label7Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Saisissez la latitude où est situé le projet à étudier en degrés [°].');
```

```

end;
procedure TForm2.Label8Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Saisissez la longitude où est situé le projet à étudier en degrés [°].');
```

```

end;

```

```

procedure TForm2.Label9Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Indiquez le type d"atmosphère qui environne le projet à étudier, en
choisissant dans la liste déroulante le type qui convienne.');
```

```

end;
procedure TForm2.RadioGroup1Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Indiquez la disposition des conduits d"air.');
```

```

end;
procedure TForm2.BitBtn3Click(Sender: TObject);
  Var
    R:Variant;
    TCEB:array[1..5]of Double;
    i:Integer;
Begin
  VerificationProjet;
  DataModule29.TbProjet.Open;
  DataModule29.TbProjet.Edit;
  DataModule29.TbProjet.FieldValues['Nom_Projet']:=DBEdit1.Text;
  DataModule29.TbProjet.FieldValues['Nb_Locaux']:=StrTofloat(DBComboBox4.Text);
  DataModule29.TbProjet.FieldValues['Wilaya']:=DBComboBox1.Items[DBComboBox1.I
temIndex];
  DataModule29.TbProjet.FieldValues['Wilaya']:=DBComboBox1.Text;

  DataModule29.TbProjet.FieldValues['Commune']:=DBComboBox2.Items[DBComboBo
x2.ItemIndex];
  DataModule29.TbProjet.FieldValues['Commune']:=DBComboBox2.Text;
  DataModule29.TbProjet.FieldValues['Zone_ClimatiqueE']:=ZonesClimatiques;
  DataModule29.TbProjet.FieldValues['Zone_ClimatiqueH']:=ZonesClimatiquesH;
  DataModule29.TbProjet.FieldValues['Type_atmosphere']:=DBComboBox3.Items[DBC
omboBox3.ItemIndex];
  DataModule29.TbProjet.FieldValues['Type_atmosphere']:=DBComboBox3.Text;
  DataModule29.TbProjet.FieldValues['Altitude']:=StrTofloat(DBEdit3.Text);
  DataModule29.TbProjet.FieldValues['Latitude']:=StrTofloat(DBEdit4.Text);
  DataModule29.TbProjet.FieldValues['Longitude']:=StrTofloat(DBEdit5.Text);
  DataModule29.TbProjet.FieldValues['TempS_ebH']:=Temp_ext_baseH;
  for i:=1 to 5 do
    begin
      TCEB[i]:=CalculData_ext_base[i];
    end;
  DataModule29.TbProjet.FieldValues['TempS_ebE']:=TCEB[1];
  DataModule29.TbProjet.FieldValues['HumS_ebE']:=TCEB[2];
  DataModule29.TbProjet.FieldValues['E_bE']:=TCEB[3];
  DataModule29.TbProjet.FieldValues['TempS_mE']:=TCEB[4];
  DataModule29.TbProjet.FieldValues['EAT']:=TCEB[5];
  DataModule29.TbProjet.FieldValues['Coef_Cas']:=CalculCoef_Cas;

```

```
DataModule29.TbProjet.FieldValues['Coef_Cal']:=CalculCoef_Cal;
DataModule29.TbProjet.FieldValues['ENT_ebe']:=CalculENT(TCEB[1],TCEB[2]);
DataModule29.TbProjet.FieldValues['PV_ebe']:=CalculPv(TCEB[2]);
DataModule29.TbProjet.FieldValues['PS_ebe']:=CalculPs(TCEB[1]);

DataModule29.TbProjet.FieldValues['DH_ebe']:=CalculDH(CalculPv(TCEB[2]),Calcul
Ps(TCEB[1]));

MessageDlg('Création du Projet'+ ' ' + DBEdit1.Text,mtInformation,[mbOk],0);

DataModule29.TbProjet.Post;
End;
procedure TForm2.Label12Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('La liste ci-dessous vous permet de consulter les noms de projets que vous
avez déjà créés.');
```

end;

END.

// ***** //

```

unit Unit3;          // Données climatiques et géographiques du projet

interface
Uses sysutils,unit2;
Type
Tab_CEB=array [1..5]of Double;
Tab_Text =array [1..24]of Double;
Function ZonesClimatiques :String; // Zones climatiques pour la période estivale
Function ZonesClimatiquesH :String; // Zones climatiques pour la période hivernale
Function CalculData_ext_base :Tab_CEB; //données ext. de base en été
Function Temp_ext_baseH :Double ; // Choix de la température extérieure de base
pour la période Hivernale
Function CalculCoef_Cas :Double ; // Coef. majorateur des gains sensibles
Function CalculCoef_Cal :Double ; // Coef. majorateur des gains latents
implementation

Const //Tableau 2.1 Conditions extérieures de base hestivale
tabCEB1:array[1..5]of Double =(34,14.5,9,25.5,31); // Zone A
tabCEB2:array[1..5]of Double =(33.5,13,10,25,32.5); // Zone A
tabCEB3:array[1..5]of Double =(30.5,13,9,22.5,31.5); // Zone A
tabCEB4:array[1..5]of Double =(38,12.5,15,26.5,36); // Zone B
tabCEB5:array[1..5]of Double =(37,11,15,26.5,36); // Zone B
tabCEB6:array[1..5]of Double =(35,10,14,25,36); // Zone B
tabCEB7:array[1..5]of Double =(41,11,18,29,41); // Zone B'
tabCEB8:array[1..5]of Double =(37,11,15,29,36); //** Zone B'
tabCEB9:array[1..5]of Double =(35,10,14,29,36); // Zone B'
tabCEB10:array[1..5]of Double =(39.5,8.5,20,27,41.5); // Zone C
tabCEB11:array[1..5]of Double =(36,8.5,18,25,40); // Zone C
tabCEB12:array[1..5]of Double =(44,6.5,15.5,33,38); // Zone D1
tabCEB13:array[1..5]of Double =(48,5.5,16.5,36.5,43); // Zone D2
tabCEB14:array[1..5]of Double =(39,5.0,12.0,29.6,35); // Zone D3
// Tableau 2.2 Valeurs de Cts

Function ZonesClimatiques :String; // Période estivale
Var
m1,m2 :byte;
begin
m1:=Form2.DBComboBox1.ItemIndex+1; // Wilaya
m2:=Form2.DBComboBox2.ItemIndex+1; // Commune
If (m1=1) Then // **Zones climatiques W. Adrar
begin
If ((m2=11)or(m2=14)or(m2=15)or(m2=19)or(m2=24)or(m2=25)) Then
Result:='D1'
...

```

```
unit Unit4;                                // Ouverture d'un projet
interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
  DBCtrls, Db, DBTables, StdCtrls, Buttons;

type
  TForm4 = class(TForm)
    DBLookupListBox1: TDBLookupListBox;
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    Button4: TButton;
    BitBtn1: TBitBtn;
    BitBtn2: TBitBtn;
    BitBtn3: TBitBtn;
  procedure FormActivate(Sender: TObject);
  procedure DBLookupListBox1Click(Sender: TObject);
  procedure Label1Click(Sender: TObject);
  procedure Label2Click(Sender: TObject);
  procedure FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
  procedure Button4Click(Sender: TObject);
  procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
  procedure BitBtn3Click(Sender: TObject);
  private
    { Déclarations privées }
  public
    { Déclarations publiques }
  end;

var
  Form4: TForm4;
  Mes:Boolean;
implementation

uses Unit5, Unit2,Module, Unit1;

{$R *.DFM}

procedure TForm4.FormActivate(Sender: TObject);
begin
  Label1.Caption:='Pour ouvrir un Projet, mettez le en surbrillance;';
  Label2.Caption:='et cliquez sur Ouvrir Projet';
```

```
unit Unit5;           //  Données de local à étudier

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
  Db, DBTables, Grids, DBGrids, ComCtrls, StdCtrls, ExtCtrls, Mask, DBCtrls,
  Buttons, TeEngine, Series, TeeProcs, Chart, DBChart;

type
  TForm5 = class(TForm)
    PageControl1: TPageControl;
    TabSheet1: TTabSheet;
    DBGrid1: TDBGrid;
    DBNavigator1: TDBNavigator;
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    DBEdit2: TDBEdit;
    DBRadioGroup1: TDBRadioGroup;
    Label6: TLabel;
    Edit1: TEdit;
    TabSheet2: TTabSheet;
    Button1: TButton;
    ComboBox2: TComboBox;
    Label14: TLabel;
    DBEdit20: TDBEdit;
    Label35: TLabel;
    TabSheet7: TTabSheet;
    TabSheet10: TTabSheet;
    DBRadioGroup23: TDBRadioGroup;
    DBNavigator9: TDBNavigator;
    Button38: TButton;
    DBGrid9: TDBGrid;
    DBRadioGroup22: TDBRadioGroup;
    Label74: TLabel;
    Label75: TLabel;
    DBRadioGroup24: TDBRadioGroup;
    TabSheet11: TTabSheet;
    Label78: TLabel;
    Label79: TLabel;
    DBGrid10: TDBGrid;
    DBNavigator10: TDBNavigator;
    Button43: TButton;
    DBRadioGroup25: TDBRadioGroup;
    Bevel3: TBevel;
    Label80: TLabel;
```

DBComboBox12: TDBComboBox;
Bevel4: TBevel;
Label81: TLabel;
Label84: TLabel;
Label86: TLabel;
Label88: TLabel;
DBEdit53: TDBEdit;
DBEdit54: TDBEdit;
DBRadioGroup26: TDBRadioGroup;
DBEdit56: TDBEdit;
Label89: TLabel;
DBEdit57: TDBEdit;
TabSheet12: TTabSheet;
Label83: TLabel;
Label85: TLabel;
DBNavigator11: TDBNavigator;
DBGrid11: TDBGrid;
Button45: TButton;
Button47: TButton;
TabSheet13: TTabSheet;
Label91: TLabel;
Label92: TLabel;
DBNavigator12: TDBNavigator;
Button49: TButton;
Button50: TButton;
DBGrid12: TDBGrid;
TabSheet14: TTabSheet;
Label95: TLabel;
Label96: TLabel;
DBNavigator13: TDBNavigator;
Button51: TButton;
DBGrid13: TDBGrid;
Button52: TButton;
TabSheet15: TTabSheet;
DBNavigator14: TDBNavigator;
Label97: TLabel;
DBGrid14: TDBGrid;
Button54: TButton;
DBRadioGroup27: TDBRadioGroup;
Button55: TButton;
DBGrid15: TDBGrid;
DBNavigator15: TDBNavigator;
Button56: TButton;
PageControl2: TPageControl;
TabSheet16: TTabSheet;
TabSheet17: TTabSheet;

TabSheet18: TTabSheet;
PageControl3: TPageControl;
TabSheet19: TTabSheet;
TabSheet20: TTabSheet;
DBNavigator2: TDBNavigator;
Button2: TButton;
Button9: TButton;
Label9: TLabel;
GroupBox3: TGroupBox;
Label10: TLabel;
Label11: TLabel;
Label12: TLabel;
Label13: TLabel;
DBEdit7: TDBEdit;
DBEdit8: TDBEdit;
DBRadioGroup3: TDBRadioGroup;
Bevel1: TBevel;
Label17: TLabel;
DBComboBox4: TDBComboBox;
Label18: TLabel;
DBComboBox5: TDBComboBox;
DBRadioGroup29: TDBRadioGroup;
Bevel5: TBevel;
Label118: TLabel;
DBEdit84: TDBEdit;
Label119: TLabel;
GroupBox2: TGroupBox;
ComboBox1: TComboBox;
GroupBox1: TGroupBox;
DBComboBox3: TDBComboBox;
DBGrid2: TDBGrid;
Button7: TButton;
DBNavigator3: TDBNavigator;
Button11: TButton;
Label19: TLabel;
GroupBox4: TGroupBox;
Label20: TLabel;
Label21: TLabel;
Label22: TLabel;
Label23: TLabel;
DBEdit12: TDBEdit;
DBEdit13: TDBEdit;
GroupBox5: TGroupBox;
ComboBox3: TComboBox;
DBRadioGroup5: TDBRadioGroup;
Bevel2: TBevel;

Label24: TLabel;
DBComboBox6: TDBComboBox;
Label25: TLabel;
DBComboBox7: TDBComboBox;
DBRadioGroup30: TDBRadioGroup;
Bevel6: TBevel;
Label120: TLabel;
DBEdit85: TDBEdit;
Label121: TLabel;
DBGrid3: TDBGrid;
DBNavigator16: TDBNavigator;
Button58: TButton;
GroupBox22: TGroupBox;
ComboBox6: TComboBox;
Label106: TLabel;
Label107: TLabel;
Label112: TLabel;
DBEdit80: TDBEdit;
Label113: TLabel;
DBEdit81: TDBEdit;
GroupBox21: TGroupBox;
Label108: TLabel;
Label109: TLabel;
Label110: TLabel;
Label111: TLabel;
DBEdit78: TDBEdit;
DBEdit79: TDBEdit;
DBRadioGroup28: TDBRadioGroup;
DBGrid16: TDBGrid;
PageControl4: TPageControl;
TabSheet3: TTabSheet;
TabSheet5: TTabSheet;
DBNavigator4: TDBNavigator;
DBRadioGroup6: TDBRadioGroup;
Label28: TLabel;
GroupBox6: TGroupBox;
Label29: TLabel;
Label30: TLabel;
Label31: TLabel;
Label32: TLabel;
DBEdit17: TDBEdit;
DBEdit18: TDBEdit;
GroupBox7: TGroupBox;
ComboBox4: TComboBox;
Label33: TLabel;
DBEdit19: TDBEdit;

Label34: TLabel;
Label102: TLabel;
DBEdit73: TDBEdit;
Label101: TLabel;
DBRadioGroup31: TDBRadioGroup;
DBEdit86: TDBEdit;
Bevel7: TBevel;
Button19: TButton;
DBGrid4: TDBGrid;
DBNavigator5: TDBNavigator;
Button22: TButton;
Label39: TLabel;
DBRadioGroup9: TDBRadioGroup;
DBRadioGroup7: TDBRadioGroup;
DBRadioGroup8: TDBRadioGroup;
GroupBox8: TGroupBox;
Label40: TLabel;
Label41: TLabel;
Label42: TLabel;
Label43: TLabel;
DBEdit24: TDBEdit;
DBEdit25: TDBEdit;
GroupBox9: TGroupBox;
ComboBox5: TComboBox;
Label44: TLabel;
DBEdit26: TDBEdit;
Label45: TLabel;
Label114: TLabel;
DBEdit82: TDBEdit;
Label115: TLabel;
DBGrid5: TDBGrid;
PageControl5: TPageControl;
TabSheet4: TTabSheet;
TabSheet6: TTabSheet;
DBNavigator6: TDBNavigator;
Label48: TLabel;
GroupBox10: TGroupBox;
DBComboBox9: TDBComboBox;
Button26: TButton;
DBRadioGroup10: TDBRadioGroup;
GroupBox11: TGroupBox;
DBComboBox8: TDBComboBox;
DBRadioGroup11: TDBRadioGroup;
DBRadioGroup13: TDBRadioGroup;
DBRadioGroup12: TDBRadioGroup;
DBGrid6: TDBGrid;

GroupBox14: TGroupBox;
DBCheckBox1: TDBCheckBox;
DBCheckBox2: TDBCheckBox;
DBCheckBox3: TDBCheckBox;
GroupBox15: TGroupBox;
DBCheckBox4: TDBCheckBox;
DBCheckBox5: TDBCheckBox;
GroupBox13: TGroupBox;
Label53: TLabel;
Label54: TLabel;
Label55: TLabel;
Label49: TLabel;
Label50: TLabel;
Label51: TLabel;
DBEdit30: TDBEdit;
DBEdit31: TDBEdit;
DBEdit32: TDBEdit;
PageControl6: TPageControl;
TabSheet21: TTabSheet;
TabSheet22: TTabSheet;
DBNavigator7: TDBNavigator;
Button31: TButton;
Label58: TLabel;
DBRadioGroup14: TDBRadioGroup;
GroupBox12: TGroupBox;
DBComboBox10: TDBComboBox;
DBRadioGroup15: TDBRadioGroup;
DBRadioGroup16: TDBRadioGroup;
GroupBox17: TGroupBox;
DBCheckBox6: TDBCheckBox;
DBCheckBox7: TDBCheckBox;
DBCheckBox8: TDBCheckBox;
GroupBox16: TGroupBox;
Label60: TLabel;
Label63: TLabel;
DBEdit38: TDBEdit;
Label59: TLabel;
DBEdit37: TDBEdit;
Label61: TLabel;
Label104: TLabel;
DBEdit74: TDBEdit;
Label103: TLabel;
DBGrid7: TDBGrid;
DBNavigator8: TDBNavigator;
Button34: TButton;
Label65: TLabel;

DBGrid8: TDBGrid;
GroupBox19: TGroupBox;
DBCheckBox9: TDBCheckBox;
DBCheckBox10: TDBCheckBox;
DBCheckBox11: TDBCheckBox;
DBRadioGroup19: TDBRadioGroup;
DBRadioGroup18: TDBRadioGroup;
GroupBox18: TGroupBox;
DBComboBox11: TDBComboBox;
DBRadioGroup17: TDBRadioGroup;
GroupBox20: TGroupBox;
Label66: TLabel;
Label67: TLabel;
DBEdit42: TDBEdit;
Label68: TLabel;
DBEdit43: TDBEdit;
Label69: TLabel;
Label116: TLabel;
DBEdit83: TDBEdit;
Label117: TLabel;
DBRadioGroup20: TDBRadioGroup;
DBRadioGroup21: TDBRadioGroup;
Label122: TLabel;
Label123: TLabel;
GroupBox23: TGroupBox;
DBLookupComboBox1: TDBLookupComboBox;
GroupBox24: TGroupBox;
DBLookupComboBox2: TDBLookupComboBox;
GroupBox25: TGroupBox;
GroupBox26: TGroupBox;
DBComboBox13: TDBComboBox;
DBComboBox14: TDBComboBox;
Button3: TButton;
GroupBox27: TGroupBox;
GroupBox28: TGroupBox;
GroupBox29: TGroupBox;
Label4: TLabel;
DBComboBox1: TDBComboBox;
Label100: TLabel;
DBEdit72: TDBEdit;
Label5: TLabel;
DBComboBox2: TDBComboBox;
Button4: TButton;
Button5: TButton;
Button6: TButton;
Label52: TLabel;

DBEdit33: TDBEdit;
DBEdit87: TDBEdit;
Label70: TLabel;
Label124: TLabel;
GroupBox30: TGroupBox;
DBCheckBox12: TDBCheckBox;
DBCheckBox13: TDBCheckBox;
Label125: TLabel;
Label126: TLabel;
DBEdit88: TDBEdit;
DBEdit89: TDBEdit;
Label127: TLabel;
DBEdit90: TDBEdit;
Label128: TLabel;
DBEdit91: TDBEdit;
Button8: TButton;
Label129: TLabel;
DBEdit92: TDBEdit;
Button12: TButton;
Button13: TButton;
Button14: TButton;
Button15: TButton;
Button16: TButton;
DBChart8: TDBChart;
Label130: TLabel;
LineSeries6: TLineSeries;
Button10: TButton;
DBChart1: TDBChart;
Label131: TLabel;
LineSeries1: TLineSeries;
DBChart2: TDBChart;
Label132: TLabel;
LineSeries2: TLineSeries;
Button17: TButton;
Label133: TLabel;
DBEdit93: TDBEdit;
Label134: TLabel;
Label135: TLabel;
Label136: TLabel;
Label7: TLabel;
Label8: TLabel;
Label15: TLabel;
Label16: TLabel;
Label137: TLabel;
Label138: TLabel;
Label139: TLabel;

Label140: TLabel;
Label141: TLabel;
Label3: TLabel;
Label142: TLabel;
Label143: TLabel;
Label26: TLabel;
Label27: TLabel;
Label38: TLabel;
Label37: TLabel;
Label105: TLabel;
Label144: TLabel;
Label145: TLabel;
Label46: TLabel;
Label47: TLabel;
BitBtn2: TBitBtn;
BitBtn3: TBitBtn;
BitBtn4: TBitBtn;
BitBtn5: TBitBtn;
BitBtn6: TBitBtn;
BitBtn7: TBitBtn;
BitBtn8: TBitBtn;
BitBtn9: TBitBtn;
BitBtn10: TBitBtn;
BitBtn11: TBitBtn;
BitBtn12: TBitBtn;
BitBtn13: TBitBtn;
DBComboBox15: TDBComboBox;
BitBtn14: TBitBtn;
Label62: TLabel;
GroupBox31: TGroupBox;
Label56: TLabel;
DBEdit1: TDBEdit;
Label57: TLabel;
Label73: TLabel;
DBEdit9: TDBEdit;
Label64: TLabel;
DBEdit4: TDBEdit;
Label72: TLabel;
DBEdit5: TDBEdit;
Label87: TLabel;
DBEdit21: TDBEdit;
DBEdit15: TDBEdit;
Label82: TLabel;
Label77: TLabel;
DBEdit14: TDBEdit;
DBEdit10: TDBEdit;

Label76: TLabel;
DBEdit3: TDBEdit;
DBComboBox16: TDBComboBox;
DBComboBox17: TDBComboBox;
BitBtn15: TBitBtn;
BitBtn16: TBitBtn;
DBComboBox18: TDBComboBox;
BitBtn17: TBitBtn;
DBComboBox19: TDBComboBox;
DBComboBox20: TDBComboBox;
BitBtn18: TBitBtn;
BitBtn19: TBitBtn;
BitBtn20: TBitBtn;
DBComboBox21: TDBComboBox;
DBComboBox22: TDBComboBox;
DBComboBox23: TDBComboBox;
DBComboBox24: TDBComboBox;
DBComboBox25: TDBComboBox;
BitBtn21: TBitBtn;
BitBtn22: TBitBtn;
BitBtn23: TBitBtn;
BitBtn24: TBitBtn;
BitBtn25: TBitBtn;
Label36: TLabel;
Label71: TLabel;
Label90: TLabel;
Label93: TLabel;
Label94: TLabel;
Label98: TLabel;
Label99: TLabel;
Label146: TLabel;
Label147: TLabel;
Label148: TLabel;
Label149: TLabel;
Label150: TLabel;
Label151: TLabel;
Label152: TLabel;
Label153: TLabel;
Label154: TLabel;
Label155: TLabel;
Label156: TLabel;
Label157: TLabel;
Label158: TLabel;
Label159: TLabel;
DBEdit6: TDBEdit;
DBComboBox26: TDBComboBox;

DBComboBox27: TDBComboBox;
BitBtn1: TBitBtn;
Label160: TLabel;
Label161: TLabel;
DBComboBox28: TDBComboBox;
Label162: TLabel;
DBComboBox29: TDBComboBox;
Label163: TLabel;
Label164: TLabel;
DBEdit11: TDBEdit;
BitBtn26: TBitBtn;
Label165: TLabel;
DBEdit16: TDBEdit;
DBComboBox30: TDBComboBox;
Label166: TLabel;
DBComboBox31: TDBComboBox;
Label167: TLabel;
BitBtn27: TBitBtn;
DBComboBox32: TDBComboBox;
Label168: TLabel;
DBComboBox33: TDBComboBox;
Label169: TLabel;
Label170: TLabel;
BitBtn28: TBitBtn;
DBComboBox34: TDBComboBox;
DBRadioGroup2: TDBRadioGroup;
DBRadioGroup4: TDBRadioGroup;
Label171: TLabel;
DBEdit22: TDBEdit;
Label172: TLabel;
DBEdit23: TDBEdit;
Label173: TLabel;
DBEdit27: TDBEdit;
DBRadioGroup32: TDBRadioGroup;
Bevel8: TBevel;
DBEdit28: TDBEdit;
Label174: TLabel;
Label175: TLabel;
procedure Button1Click(Sender: TObject);
procedure FormActivate(Sender: TObject);
procedure Button2Click(Sender: TObject);
procedure ComboBox1Change(Sender: TObject);
procedure Button7Click(Sender: TObject);
procedure DBRadioGroup3Click(Sender: TObject);
procedure Button9Click(Sender: TObject);
procedure Button11Click(Sender: TObject);

```
procedure ComboBox3Change(Sender: TObject);
procedure DBRadioGroup5Click(Sender: TObject);
procedure Button19Click(Sender: TObject);
procedure ComboBox4Change(Sender: TObject);
procedure Button22Click(Sender: TObject);
procedure ComboBox5Change(Sender: TObject);
procedure DBEdit26Change(Sender: TObject);
procedure DBRadioGroup10Click(Sender: TObject);
procedure Button26Click(Sender: TObject);
procedure Button31Click(Sender: TObject);
procedure Button34Click(Sender: TObject);
procedure Button38Click(Sender: TObject);
procedure DBEdit47Change(Sender: TObject);
procedure Button43Click(Sender: TObject);
procedure DBRadioGroup25Click(Sender: TObject);
procedure DBRadioGroup26Click(Sender: TObject);
procedure Button45Click(Sender: TObject);
procedure Button47Click(Sender: TObject);
procedure Button50Click(Sender: TObject);
procedure Button49Click(Sender: TObject);
procedure Button52Click(Sender: TObject);
procedure Button51Click(Sender: TObject);
procedure TbPOEVBeforeDelete(DataSet: TDataSet);
procedure TbPOEHBeforeDelete(DataSet: TDataSet);
procedure TbPOILCBeforeDelete(DataSet: TDataSet);
procedure TbPOILNCBeforeDelete(DataSet: TDataSet);
procedure TbAppareils_elBeforeDelete(DataSet: TDataSet);
procedure TbMoteurs_elBeforeDelete(DataSet: TDataSet);
procedure TbAppareils_gazBeforeDelete(DataSet: TDataSet);
procedure TbLocalBeforeDelete(DataSet: TDataSet);
procedure Button54Click(Sender: TObject);
procedure TbDirectionsVentBeforeDelete(DataSet: TDataSet);
procedure Button55Click(Sender: TObject);
procedure Button56Click(Sender: TObject);
procedure Button58Click(Sender: TObject);
procedure ComboBox6Change(Sender: TObject);
procedure TbPOESolBeforeDelete(DataSet: TDataSet);
procedure DBRadioGroup29Click(Sender: TObject);
procedure DBRadioGroup30Click(Sender: TObject);
procedure DBRadioGroup31Click(Sender: TObject);
procedure Label70Click(Sender: TObject);
procedure DBCheckBox4Click(Sender: TObject);
procedure DBCheckBox5Click(Sender: TObject);
procedure Button3Click(Sender: TObject);
procedure Button4Click(Sender: TObject);
procedure Button5Click(Sender: TObject);
```

```
procedure Button6Click(Sender: TObject);
procedure DBCheckBox12Click(Sender: TObject);
procedure DBCheckBox13Click(Sender: TObject);
procedure Button12Click(Sender: TObject);
procedure Button13Click(Sender: TObject);
procedure Button14Click(Sender: TObject);
procedure Button8Click(Sender: TObject);
procedure Button15Click(Sender: TObject);
procedure Button16Click(Sender: TObject);
procedure Button10Click(Sender: TObject);
procedure Button17Click(Sender: TObject);
procedure Label134Click(Sender: TObject);
procedure Label135Click(Sender: TObject);
procedure Label136Click(Sender: TObject);
procedure Label10Click(Sender: TObject);
procedure Label11Click(Sender: TObject);
procedure Label9Click(Sender: TObject);
procedure Label118Click(Sender: TObject);
procedure Label17Click(Sender: TObject);
procedure Label18Click(Sender: TObject);
procedure Label19Click(Sender: TObject);
procedure Label20Click(Sender: TObject);
procedure Label21Click(Sender: TObject);
procedure Label8Click(Sender: TObject);
procedure Label24Click(Sender: TObject);
procedure Label25Click(Sender: TObject);
procedure Label120Click(Sender: TObject);
procedure Label1Click(Sender: TObject);
procedure Label2Click(Sender: TObject);
procedure Label3Click(Sender: TObject);
procedure Label142Click(Sender: TObject);
procedure Label143Click(Sender: TObject);
procedure Label4Click(Sender: TObject);
procedure Label100Click(Sender: TObject);
procedure Label5Click(Sender: TObject);
procedure Label133Click(Sender: TObject);
procedure DBRadioGroup1Click(Sender: TObject);
procedure Label35Click(Sender: TObject);
procedure Label89Click(Sender: TObject);
procedure Label129Click(Sender: TObject);
procedure DBRadioGroup24Click(Sender: TObject);
procedure Label28Click(Sender: TObject);
procedure Label26Click(Sender: TObject);
procedure Label29Click(Sender: TObject);
procedure Label30Click(Sender: TObject);
procedure Label27Click(Sender: TObject);
```

```
procedure DBRadioGroup6Click(Sender: TObject);
procedure Label33Click(Sender: TObject);
procedure Label101Click(Sender: TObject);
procedure Label122Click(Sender: TObject);
procedure Label39Click(Sender: TObject);
procedure Label38Click(Sender: TObject);
procedure Label40Click(Sender: TObject);
procedure Label41Click(Sender: TObject);
procedure DBRadioGroup7Click(Sender: TObject);
procedure Label37Click(Sender: TObject);
procedure Label44Click(Sender: TObject);
procedure Label114Click(Sender: TObject);
procedure DBRadioGroup9Click(Sender: TObject);
procedure DBRadioGroup8Click(Sender: TObject);
procedure Label107Click(Sender: TObject);
procedure Label105Click(Sender: TObject);
procedure Label108Click(Sender: TObject);
procedure Label109Click(Sender: TObject);
procedure Label112Click(Sender: TObject);
procedure Label144Click(Sender: TObject);
procedure DBRadioGroup28Click(Sender: TObject);
procedure Label113Click(Sender: TObject);
procedure Label74Click(Sender: TObject);
procedure Label75Click(Sender: TObject);
procedure DBRadioGroup22Click(Sender: TObject);
procedure BitBtn2Click(Sender: TObject);
procedure DBComboBox15Change(Sender: TObject);
procedure BitBtn14Click(Sender: TObject);
procedure Label56Click(Sender: TObject);
procedure Label57Click(Sender: TObject);
procedure Label73Click(Sender: TObject);
procedure Label64Click(Sender: TObject);
procedure Label72Click(Sender: TObject);
procedure Label76Click(Sender: TObject);
procedure Label77Click(Sender: TObject);
procedure Label82Click(Sender: TObject);
procedure Label87Click(Sender: TObject);
procedure PageControl1Changing(Sender: TObject);
  var AllowChange: Boolean);
procedure BitBtn15Click(Sender: TObject);
procedure BitBtn16Click(Sender: TObject);
procedure BitBtn17Click(Sender: TObject);
procedure BitBtn18Click(Sender: TObject);
procedure BitBtn19Click(Sender: TObject);
procedure DBRadioGroup23Click(Sender: TObject);
procedure BitBtn20Click(Sender: TObject);
```

```
procedure BitBtn21Click(Sender: TObject);
procedure BitBtn22Click(Sender: TObject);
procedure BitBtn23Click(Sender: TObject);
procedure Label58Click(Sender: TObject);
procedure Label65Click(Sender: TObject);
procedure DBRadioGroup15Click(Sender: TObject);
procedure DBRadioGroup16Click(Sender: TObject);
procedure DBCheckBox6Click(Sender: TObject);
procedure DBCheckBox7Click(Sender: TObject);
procedure DBCheckBox8Click(Sender: TObject);
procedure Label36Click(Sender: TObject);
procedure DBCheckBox6Enter(Sender: TObject);
procedure DBCheckBox7Enter(Sender: TObject);
procedure DBCheckBox8Enter(Sender: TObject);
procedure Label103Click(Sender: TObject);
procedure Label59Click(Sender: TObject);
procedure Label71Click(Sender: TObject);
procedure DBRadioGroup14Click(Sender: TObject);
procedure Label90Click(Sender: TObject);
procedure DBRadioGroup17Click(Sender: TObject);
procedure Label93Click(Sender: TObject);
procedure DBRadioGroup18Click(Sender: TObject);
procedure DBRadioGroup19Click(Sender: TObject);
procedure Label94Click(Sender: TObject);
procedure Label68Click(Sender: TObject);
procedure Label116Click(Sender: TObject);
procedure DBRadioGroup20Click(Sender: TObject);
procedure DBRadioGroup21Click(Sender: TObject);
procedure Label48Click(Sender: TObject);
procedure Label99Click(Sender: TObject);
procedure DBRadioGroup11Click(Sender: TObject);
procedure DBRadioGroup12Click(Sender: TObject);
procedure DBRadioGroup13Click(Sender: TObject);
procedure Label146Click(Sender: TObject);
procedure Label147Click(Sender: TObject);
procedure Label148Click(Sender: TObject);
procedure Label149Click(Sender: TObject);
procedure Label150Click(Sender: TObject);
procedure Label151Click(Sender: TObject);
procedure Label53Click(Sender: TObject);
procedure Label124Click(Sender: TObject);
procedure Label54Click(Sender: TObject);
procedure Label156Click(Sender: TObject);
procedure Label125Click(Sender: TObject);
procedure Label126Click(Sender: TObject);
procedure Label127Click(Sender: TObject);
```

```
procedure Label128Click(Sender: TObject);
procedure Label157Click(Sender: TObject);
procedure Label158Click(Sender: TObject);
procedure Label159Click(Sender: TObject);
procedure Label83Click(Sender: TObject);
procedure Label85Click(Sender: TObject);
procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
procedure Label95Click(Sender: TObject);
procedure Label96Click(Sender: TObject);
procedure Label164Click(Sender: TObject);
procedure BitBtn26Click(Sender: TObject);
procedure Label92Click(Sender: TObject);
procedure Label91Click(Sender: TObject);
procedure BitBtn27Click(Sender: TObject);
procedure Label78Click(Sender: TObject);
procedure Label79Click(Sender: TObject);
procedure Label80Click(Sender: TObject);
procedure BitBtn28Click(Sender: TObject);
procedure Label97Click(Sender: TObject);
procedure DBRadioGroup27Click(Sender: TObject);
procedure Button7MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,Y: Integer);
procedure Button12MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,Y: Integer);
procedure Button13MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,Y: Integer);
procedure Button14MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,Y: Integer);
procedure Button6MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,Y: Integer);
procedure Button8MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,Y: Integer);
procedure Button15MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,Y: Integer);
procedure Button16MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,Y: Integer);
procedure Button10MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,Y: Integer);
procedure Button17MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,Y: Integer);
procedure Button54MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,Y: Integer);
procedure Label14Click(Sender: TObject);
procedure Label165Click(Sender: TObject);
procedure DBRadioGroup2Click(Sender: TObject);
procedure DBRadioGroup4Click(Sender: TObject);
procedure Label171Click(Sender: TObject);
procedure Label172Click(Sender: TObject);
procedure Label173Click(Sender: TObject);
procedure DBRadioGroup32Click(Sender: TObject);
procedure Label175Click(Sender: TObject);
private
  { Déclarations privées }
public
  { Déclarations publiques }
end;
```

```

var
  Form5: TForm5;

implementation

uses Unit4, Unit2, Unit6, Unit7, Unit8, Unit9, Unit10, Unit11, Unit12,
  Unit13, Unit14, Unit15, Unit16, Unit17, Unit18, Unit19, Unit20, Unit21,
  Unit24, Unit23, Unit25, Unit26, Unit27, Unit28, Module, Unit33, Unit34,
  Unit1;

{$R *.DFM}
  //*****Procédures de Vérifications
Procedure VerificationLocal;
Var
  NB,N:Integer;
begin
  If (Form5.DBCombobox15.Text='')then
    begin
      Form5.Label1.OnClick(Form5.Label1);
      Abort;
    end;
  If (Form5.DBEdit2.Text='')then
    begin
      Form5.Label2.OnClick(Form5.Label2);
      Abort;
    end;
  If (Form5.DBEdit1.Text='')then
    ...
    'ou bien cliquez sur "Composite", en haut de la liste déroulante et donnez alors la
    composition précise de la paroi à étudier. ');
  end;
procedure TForm5.DBRadioGroup28Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Indiquez le type de paroi a étudier, en cliquant sur le bouton radion qui
  vous convien. ');
end;
procedure TForm5.Label113Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Saisissez le coefficient de transmission linéique de la paroi a étudier en
  [W/m.°C]. ');
end;
procedure TForm5.Label74Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Indiquez l"heure d"entrée d"occupants dans local a étudier, en choisissant
  dans la liste déroulante l"heure qui vous convien. ');
end;
procedure TForm5.Label75Click(Sender: TObject);

```

```

begin
  ShowMessage('Indiquez l'heure de sortie d'occupants de local a étudier, en choisissant
dans la liste déroulante l'heure qui vous convien.');
```

```

end;
procedure TForm5.DBRadioGroup22Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Indiquez le type d'activité qui correspond aux personnes présents dans
local étudié, en cliquant sur le bouton radion qui vous convien.');
```

```

end;
procedure TForm5.BitBtn2Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('L'aide dont vous pouvez disposer, est contextuelle.'+#13+
  'Vous pouvez l'obtenir en cliquant sur les pavés en caractères gras de couleur
bleau.');
```

```

end;
procedure TForm5.DBCombobox15Change(Sender: TObject);
begin
  Form5.Caption:='Données du local à étudié N°'+ ' '+DBCombobox15.Text+' '+Projet :'+
'+
  DataModule29.TbProjet.FieldValues['Nom_Projet'];
end;
procedure TForm5.BitBtn14Click(Sender: TObject);
begin
  VerificationLocal;
  DataModule29.TbLocal.Open;
  DataModule29.TbLocal.Edit;

DataModule29.TbLocal.FieldValues['Code_Local']:=StrTofloat(DBCombobox15.Text);
  DataModule29.TbLocal.FieldValues['Nom_Local']:=DBEdit2.Text;
  DataModule29.TbLocal.FieldValues['Temp_IBE']:=StrTofloat(DBCombobox1.Items[DBCo
mboBox1.ItemIndex]);
  DataModule29.TbLocal.FieldValues['Temp_IBE']:=StrTofloat(DBCombobox1.Text);
  DataModule29.TbLocal.FieldValues['Temp_IBH']:=StrTofloat(DBCombobox2.Text);
  DataModule29.TbLocal.FieldValues['Usage_Local']:=DBRadioGroup1.Value;
  DataModule29.TbLocal.FieldValues['M_surft_Local']:=DBEdit20.Text;
  DataModule29.TbLocal.FieldValues['surf_PL']:=DBEdit57.Text;
  DataModule29.TbLocal.FieldValues['Durée_fonct_Inst']:=DBRadioGroup24.Value;
  DataModule29.TbLocal.FieldValues['HS_IBE']:=CalculHS(StrTofloat(DBEdit72.Text),Calcu
IPS(StrTofloat(DBCombobox1.Text)));
  DataModule29.TbLocal.FieldValues['HS_IBH']:=CalculHS(StrTofloat(DBEdit93.Text),Calc
uIPS(StrTofloat(DBCombobox2.Text)));
  DataModule29.TbLocal.FieldValues['Coef_Cas']:=DataModule29.TbProjet.FieldValues['Co
ef_Cas'];
  DataModule29.TbLocal.FieldValues['Coef_Cal']:=DataModule29.TbProjet.FieldValues['Co
ef_Cal'];
  DataModule29.TbLocal.FieldValues['Facteur_BF']:=CalculBF;

```

```

DataModule29.TbLocal.FieldValues['Qv_an']:=DBEdit92.Text;
DataModule29.TbLocal.FieldValues['ENT_ibe']:=CalculENT(StrTofloat(DBComboBo
x1.Text),StrTofloat(DBEdit72.Text));
DataModule29.TbLocal.FieldValues['ENT_ibh']:=CalculENT(StrTofloat(DBComboBo
x2.Text),StrTofloat(DBEdit93.Text));
DataModule29.TbLocal.FieldValues['ENT_ibe']:=CalculENT(StrTofloat(DBComboBo
x1.Text),CalculHS(StrTofloat(DBEdit72.Text),CalculPS(StrTofloat(DBComboBox1.Tex
t))));
DataModule29.TbLocal.FieldValues['ENT_ibh']:=CalculENT(StrTofloat(DBComboBo
x2.Text),CalculHS(StrTofloat(DBEdit93.Text),CalculPS(StrTofloat(DBComboBox2.Tex
t))));
DataModule29.TbLocal.FieldValues['PV_ibe']:=CalculPv(CalculHS(StrTofloat(DBEdi
t72.Text),CalculPS(StrTofloat(DBComboBox1.Text))));
DataModule29.TbLocal.FieldValues['PV_ibh']:=CalculPv(CalculHS(StrTofloat(DBEdi
t93.Text),CalculPS(StrTofloat(DBComboBox2.Text))));
DataModule29.TbLocal.FieldValues['PS_ibe']:=CalculPs(StrTofloat(DBComboBox1.T
ext));
DataModule29.TbLocal.FieldValues['PS_ibh']:=CalculPs(StrTofloat(DBComboBox2.T
ext));
DataModule29.TbLocal.FieldValues['DH_ibe']:=CalculDH(CalculPv(StrTofloat(DBEd
it72.Text),CalculPs(StrTofloat(DBComboBox1.Text))); //??
DataModule29.TbLocal.FieldValues['DH_ibh']:=CalculDH(CalculPv(StrTofloat(DBE
dit93.Text),CalculPs(StrTofloat(DBComboBox2.Text))); //??
DataModule29.TbLocal.FieldValues['DH_ibe']:=DBEdit72.Text;
DataModule29.TbLocal.FieldValues['DH_ibh']:=DBEdit93.Text;

//*****
DataModule29.TbLocal.FieldValues['Nbr_POEV']:=DBEdit1.Text;
DataModule29.TbLocal.FieldValues['Nbr_POEH']:=DBEdit3.Text;
DataModule29.TbLocal.FieldValues['Nbr_POESol']:=DBEdit9.Text;
DataModule29.TbLocal.FieldValues['Nbr_POILC']:=DBEdit4.Text;
DataModule29.TbLocal.FieldValues['Nbr_POILNC']:=DBEdit5.Text;
DataModule29.TbLocal.FieldValues['Nbr_PVE']:=DBEdit10.Text;
DataModule29.TbLocal.FieldValues['Nbr_PVILC']:=DBEdit14.Text;
DataModule29.TbLocal.FieldValues['Nbr_PVILNC']:=DBEdit15.Text;
DataModule29.TbLocal.FieldValues['Nbr_Occ']:=DBEdit21.Text;
DataModule29.TbLocal.FieldValues['Nbr_Ape']:=DBEdit6.Text;
DataModule29.TbLocal.FieldValues['Nbr_Apg']:=DBEdit11.Text;
DataModule29.TbLocal.FieldValues['Nbr_Mm']:=DBEdit16.Text;
//*****
DataModule29.TbLocal.Post;
end;
procedure TForm5.Label56Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Saisissez le nombre de parois opaques extérieures verticales du local a
étudier.');
```

```
end;
procedure TForm5.Label57Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Saisissez le nombre de parois opaques extérieures horizontales du local a
étudier.');
```

end;

```
procedure TForm5.Label73Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Saisissez le nombre de parois opaques extérieures en contact avec le sol
du local a étudier.');
```

end;

```
procedure TForm5.Label64Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Saisissez le nombre de parois opaques intérieures en contact avec un
autre local climatisé.');
```

end;

```
procedure TForm5.Label72Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Saisissez le nombre de parois opaques intérieures en contact avec un
autre local non climatisé.');
```

end;

```
procedure TForm5.Label76Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Saisissez le nombre de parois vitrées extérieures du local a étudier.');
```

end;

```
procedure TForm5.Label77Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Saisissez le nombre de parois vitrées intérieures en contact avec un autre
local climatisé.');
```

end;

```
procedure TForm5.Label82Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Saisissez le nombre de parois vitrées intérieures en contact avec un autre
local non climatisé.');
```

end;

```
...
  begin
    Clear;
    for i:=1 to 16 do
      begin
        Items.Add(IntToStr(i));
      end;
    end;
  end;

  //*****
end
Else
```

```

begin
  AllowChange:=False; // ne permet pas changer les pages
  ShowMessage('Indiquez les informations du local');
end;
end;

procedure TForm5.BitBtn15Click(Sender: TObject);
Var
  m,m1:Integer;
Begin
  VerificationPOEV;
  DataModule29.TbPOEV.Open;
  DataModule29.TbPOEV.Edit;

DataModule29.TbPOEV.FieldValues['Code_POEV']:=StrToFloat(DBCombobox16.Text);
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['Longueur']:=DBEdit7.Text;
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['Hauteur']:=DBEdit8.Text;
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['Surface_totale']:=CalculS;
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['Azimut_PV']:=CalculAzimut_POEV;
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['It,b']:=CalculRayt;
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['It,b(^40)']:=CalculRayt_Jui;
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['1/hi+1/he']:=CalculH;
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['M_surf']:=Calculm_surf;
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['Somme_R']:=CalculR;
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['Coef_K']:=CalculK; //été
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['Coef_Kc']:=CalculKc(CalculK);
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['Facteur_absorption']:=CalculAlpha;
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['Facteur_Cte']:=CalculC;
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['Ds_POEV']:=CalculDs_POEV; //Hiver
déperdition Surf
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['Coef_KHV']:=CalculK_HV; // Hiver
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['Coef_KcHV']:=CalculKc(CalculK_HV);
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['1/hi+1/heHV']:=CalculH_HV; // Hiver
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['Maj_Zh']:=CalculMaj_Zh; // Zh pour
Orientation
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['APOV(1)']:=Calcul_Flux_PEV[1];
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['APOV(2)']:=Calcul_Flux_PEV[2];
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['APOV(3)']:=Calcul_Flux_PEV[3];
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['APOV(4)']:=Calcul_Flux_PEV[4];
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['APOV(5)']:=Calcul_Flux_PEV[5];
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['APOV(6)']:=Calcul_Flux_PEV[6];
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['APOV(7)']:=Calcul_Flux_PEV[7];
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['APOV(8)']:=Calcul_Flux_PEV[8];
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['APOV(9)']:=Calcul_Flux_PEV[9];
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['APOV(10)']:=Calcul_Flux_PEV[10];
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['APOV(11)']:=Calcul_Flux_PEV[11];

```

```

DataModule29.TbPOEV.FieldValues['APOV(12)']:=Calcul_Flux_PEV[12];
DataModule29.TbPOEV.FieldValues['APOV(13)']:=Calcul_Flux_PEV[13];
DataModule29.TbPOEV.FieldValues['APOV(14)']:=Calcul_Flux_PEV[14];
DataModule29.TbPOEV.FieldValues['APOV(15)']:=Calcul_Flux_PEV[15];
DataModule29.TbPOEV.FieldValues['APOV(16)']:=Calcul_Flux_PEV[16];
DataModule29.TbPOEV.FieldValues['APOV(17)']:=Calcul_Flux_PEV[17];
DataModule29.TbPOEV.FieldValues['APOV(18)']:=Calcul_Flux_PEV[18];
DataModule29.TbPOEV.FieldValues['APOV(19)']:=Calcul_Flux_PEV[19];
DataModule29.TbPOEV.FieldValues['APOV(20)']:=Calcul_Flux_PEV[20];
DataModule29.TbPOEV.FieldValues['APOV(21)']:=Calcul_Flux_PEV[21];
DataModule29.TbPOEV.FieldValues['APOV(22)']:=Calcul_Flux_PEV[22];
DataModule29.TbPOEV.FieldValues['APOV(23)']:=Calcul_Flux_PEV[23];
DataModule29.TbPOEV.FieldValues['APOV(24)']:=Calcul_Flux_PEV[24];
m:=DBRadioGroup3.ItemIndex+1;
Case m Of
1:begin
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['Couleur_face_ext']:=DBComboBox4.Items[DBCo
mboBox4.ItemIndex];
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['Paroi_Peinte']:=DBRadioGroup3.Value;
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['Materiau_face_ext']:='Néant';
end;
2:begin

  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['Materiau_face_ext']:=DBComboBox5.Items[DBC
omboBox5.ItemIndex];
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['Paroi_Peinte']:=DBRadioGroup3.Value;
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['Couleur_face_ext']:='Néant';
end;
end;
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['Présence_Ouv?']:=DBRadioGroup29.Value;
  m1:=DBRadioGroup29.ItemIndex+1;
Case m1 Of
1:begin
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['SurfT_Ouv']:=DBEdit84.Text;
end;
2:begin
  DataModule29.TbPOEV.FieldValues['SurfT_Ouv']:=0;
end;
end;
  DataModule29.TbPOEV.Post;
End;
procedure TForm5.BitBtn16Click(Sender: TObject);
Var
  m,m1:Integer;
Begin
  VerificationPOEH;

```

```

DataModule29.TbPOEH.Open;
DataModule29.TbPOEH.Edit;

DataModule29.TbPOEH.FieldValues['Code_POEH']:=StrToFloat(DBCombobox17.Text);
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['Longueur']:=DBEdit12.Text;
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['Hauteur']:=DBEdit13.Text;
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['Surface_totale']:=CalculS_PEH;
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['It,b']:=CalculRayt_PEH;
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['It,b(^40)']:=CalculRayt_JuiPEH;
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['1/hi+1/he']:=CalculH_PEH;
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['M_surf']:=Calculm_surf_PEH;
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['Somme_R']:=CalculR_PEH;
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['Coef_K']:=CalculK_PEH;
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['Coef_Kc']:=CalculKc_PEH(CalculK_PEH);
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['Facteur_absorption']:=CalculAlpha_PEH;
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['Facteur_Cte']:=CalculC;
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['Ds_POEH']:=CalculDs_POEH; //déperdition
Surf
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['Coef_KHV']:=CalculK_PEH_HV; // Hiver

DataModule29.TbPOEH.FieldValues['Coef_KcHV']:=CalculKc_PEH(CalculK_PEH_HV);
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['1/hi+1/heHV']:=CalculH_PEH_HV; // Hiver
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['APOH(1)']:=Calcul_Flux_PEH[1];
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['APOH(2)']:=Calcul_Flux_PEH[2];
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['APOH(3)']:=Calcul_Flux_PEH[3];
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['APOH(4)']:=Calcul_Flux_PEH[4];
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['APOH(5)']:=Calcul_Flux_PEH[5];
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['APOH(6)']:=Calcul_Flux_PEH[6];
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['APOH(7)']:=Calcul_Flux_PEH[7];
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['APOH(8)']:=Calcul_Flux_PEH[8];
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['APOH(9)']:=Calcul_Flux_PEH[9];
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['APOH(10)']:=Calcul_Flux_PEH[10];
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['APOH(11)']:=Calcul_Flux_PEH[11];
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['APOH(12)']:=Calcul_Flux_PEH[12];
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['APOH(13)']:=Calcul_Flux_PEH[13];
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['APOH(14)']:=Calcul_Flux_PEH[14];
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['APOH(15)']:=Calcul_Flux_PEH[15];
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['APOH(16)']:=Calcul_Flux_PEH[16];
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['APOH(17)']:=Calcul_Flux_PEH[17];
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['APOH(18)']:=Calcul_Flux_PEH[18];
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['APOH(19)']:=Calcul_Flux_PEH[19];
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['APOH(20)']:=Calcul_Flux_PEH[20];
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['APOH(21)']:=Calcul_Flux_PEH[21];
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['APOH(22)']:=Calcul_Flux_PEH[22];
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['APOH(23)']:=Calcul_Flux_PEH[23];
DataModule29.TbPOEH.FieldValues['APOH(24)']:=Calcul_Flux_PEH[24];

```

```

    m:=DBRadioGroup5.ItemIndex+1;
Case m Of
1:begin
    DataModule29.TbPOEH.FieldValues['Couleur_face_ext']:=DBComboBox6.Items[DBComboBox6.ItemIndex];
    DataModule29.TbPOEH.FieldValues['Paroi_Peinte']:=DBRadioGroup5.Value;
    DataModule29.TbPOEH.FieldValues['Materiau_face_ext']:= 'Néant';
end;
2:begin

    DataModule29.TbPOEH.FieldValues['Materiau_face_ext']:=DBComboBox7.Items[DBComboBox7.ItemIndex];
    DataModule29.TbPOEH.FieldValues['Paroi_Peinte']:=DBRadioGroup5.Value;
    DataModule29.TbPOEH.FieldValues['Couleur_face_ext']:= 'Néant';
end;
end;
    DataModule29.TbPOEH.FieldValues['Présence_Ouv?']:=DBRadioGroup30.Value;
    m1:=DBRadioGroup30.ItemIndex+1;
Case m1 Of
1:begin
    DataModule29.TbPOEH.FieldValues['SurfT_Ouv']:=DBEdit85.Text;
end;
2:begin
    DataModule29.TbPOEH.FieldValues['SurfT_Ouv']:=0;
end;
end;

    DataModule29.TbPOEH.Post;
End;
procedure TForm5.BitBtn17Click(Sender: TObject);
begin
    VerificationPOESol;
    DataModule29.TbPOESol.Open;
    DataModule29.TbPOESol.Edit;

DataModule29.TbPOESol.FieldValues['Code_POESol']:=StrToFloat(DBCombobox18.Text);
    DataModule29.TbPOESol.FieldValues['Longueur']:=DBEdit78.Text;
    DataModule29.TbPOESol.FieldValues['Largeur']:=DBEdit79.Text;
    DataModule29.TbPOESol.FieldValues['Surface_totale']:=CalculS_POESol;
    DataModule29.TbPOESol.FieldValues['Sapp']:=CalculSapp;
    DataModule29.TbPOESol.FieldValues['Tsm_TSb,i_eté']:=CalculTm_Ti;
    DataModule29.TbPOESol.FieldValues['Type_Paroi']:=DBRadioGroup28.Value;
    DataModule29.TbPOESol.FieldValues['1/hi+1/he']:=CalculH_POESol;
    DataModule29.TbPOESol.FieldValues['Diff_Niveau_Z']:=DBEdit80.Text;;
    DataModule29.TbPOESol.FieldValues['Diff_Niveau_Zlim']:=CalculZ_limite;
    DataModule29.TbPOESol.FieldValues['Somme_R']:=CalculR_POESol;

```

```

DataModule29.TbPOESol.FieldValues['Coef_K']:=CalculK_Sol;
DataModule29.TbPOESol.FieldValues['Coef_ks']:=Calculks_Sol;
DataModule29.TbPOESol.FieldValues['Coef_KHV']:=CalculK_Sol_HV;
DataModule29.TbPOESol.FieldValues['Dsol_POESol']:=CalculDsol_POESol;
DataModule29.TbPOESol.FieldValues['APOESol (1)']:=Calcul_Flux_POESol[1];
DataModule29.TbPOESol.FieldValues['APOESol (2)']:=Calcul_Flux_POESol[2];
DataModule29.TbPOESol.FieldValues['APOESol (3)']:=Calcul_Flux_POESol[3];
DataModule29.TbPOESol.FieldValues['APOESol (4)']:=Calcul_Flux_POESol[4];
DataModule29.TbPOESol.FieldValues['APOESol (5)']:=Calcul_Flux_POESol[5];
DataModule29.TbPOESol.FieldValues['APOESol (6)']:=Calcul_Flux_POESol[6];
DataModule29.TbPOESol.FieldValues['APOESol (7)']:=Calcul_Flux_POESol[7];
DataModule29.TbPOESol.FieldValues['APOESol (8)']:=Calcul_Flux_POESol[8];
DataModule29.TbPOESol.FieldValues['APOESol (9)']:=Calcul_Flux_POESol[9];
DataModule29.TbPOESol.FieldValues['APOESol (10)']:=Calcul_Flux_POESol[10];
DataModule29.TbPOESol.FieldValues['APOESol (11)']:=Calcul_Flux_POESol[11];
DataModule29.TbPOESol.FieldValues['APOESol (12)']:=Calcul_Flux_POESol[12];
DataModule29.TbPOESol.FieldValues['APOESol (13)']:=Calcul_Flux_POESol[13];
DataModule29.TbPOESol.FieldValues['APOESol (14)']:=Calcul_Flux_POESol[14];
DataModule29.TbPOESol.FieldValues['APOESol (15)']:=Calcul_Flux_POESol[15];
DataModule29.TbPOESol.FieldValues['APOESol (16)']:=Calcul_Flux_POESol[16];
DataModule29.TbPOESol.FieldValues['APOESol (17)']:=Calcul_Flux_POESol[17];
DataModule29.TbPOESol.FieldValues['APOESol (18)']:=Calcul_Flux_POESol[18];
DataModule29.TbPOESol.FieldValues['APOESol (19)']:=Calcul_Flux_POESol[19];
DataModule29.TbPOESol.FieldValues['APOESol (20)']:=Calcul_Flux_POESol[20];
DataModule29.TbPOESol.FieldValues['APOESol (21)']:=Calcul_Flux_POESol[21];
DataModule29.TbPOESol.FieldValues['APOESol (22)']:=Calcul_Flux_POESol[22];
DataModule29.TbPOESol.FieldValues['APOESol (23)']:=Calcul_Flux_POESol[23];
DataModule29.TbPOESol.FieldValues['APOESol (24)']:=Calcul_Flux_POESol[24];
DataModule29.TbPOESol.Post;
end;
procedure TForm5.BitBtn18Click(Sender: TObject);
Var
  m1:Byte;          //POILC
Begin
  VerificationPOILC;
  DataModule29.TbPOILC.Open;
  DataModule29.TbPOILC.Edit;

DataModule29.TbPOILC.FieldValues['Code_POILC']:=StrToFloat(DBCombobox19.Text);
  DataModule29.TbPOILC.FieldValues['Longueur']:=DBEdit17.Text;
  DataModule29.TbPOILC.FieldValues['Hauteur']:=DBEdit18.Text;
  DataModule29.TbPOILC.FieldValues['Surface_totale']:=CalculS_POILC;
  DataModule29.TbPOILC.FieldValues['1/hi+1/he']:=CalculH_POILC;
  DataModule29.TbPOILC.FieldValues['M_surf']:=Calculm_surf_POILC;
  DataModule29.TbPOILC.FieldValues['Somme_R']:=CalculR_POILC;
  DataModule29.TbPOILC.FieldValues['Coef_K']:=CalculK_POILC;

```

```

DataModule29.TbPOILC.FieldValues['TSb,i_été']:=
DataModule29.TbLocal.FieldValues['Temp_IBE'];
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['TSa_été']:=DBEdit19.Text;
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['TSa_HV']:=DBEdit73.Text;
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['TSa_TSb,i_été']:=CalculTSa_TSbi_Ete;
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['Ds_POILC']:=CalculDs_POILC; //déperdition
Surf
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['Coef_KHV']:=CalculK_POILC_HV; // Hiver
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['1/hi+1/heHV']:=CalculH_POILC_HV; //
Hiver
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['APOILC(1)']:=Calcul_Flux_POILC[1];
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['APOILC(2)']:=Calcul_Flux_POILC[2];
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['APOILC(3)']:=Calcul_Flux_POILC[3];
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['APOILC(4)']:=Calcul_Flux_POILC[4];
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['APOILC(5)']:=Calcul_Flux_POILC[5];
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['APOILC(6)']:=Calcul_Flux_POILC[6];
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['APOILC(7)']:=Calcul_Flux_POILC[7];
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['APOILC(8)']:=Calcul_Flux_POILC[8];
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['APOILC(9)']:=Calcul_Flux_POILC[9];
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['APOILC(10)']:=Calcul_Flux_POILC[10];
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['APOILC(11)']:=Calcul_Flux_POILC[11];
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['APOILC(12)']:=Calcul_Flux_POILC[12];
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['APOILC(13)']:=Calcul_Flux_POILC[13];
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['APOILC(14)']:=Calcul_Flux_POILC[14];
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['APOILC(15)']:=Calcul_Flux_POILC[15];
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['APOILC(16)']:=Calcul_Flux_POILC[16];
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['APOILC(17)']:=Calcul_Flux_POILC[17];
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['APOILC(18)']:=Calcul_Flux_POILC[18];
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['APOILC(19)']:=Calcul_Flux_POILC[19];
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['APOILC(20)']:=Calcul_Flux_POILC[20];
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['APOILC(21)']:=Calcul_Flux_POILC[21];
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['APOILC(22)']:=Calcul_Flux_POILC[22];
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['APOILC(23)']:=Calcul_Flux_POILC[23];
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['APOILC(24)']:=Calcul_Flux_POILC[24];
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['Type_Paroi']:=DBRadioGroup6.Value;
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['Présence_Ouv?']:=DBRadioGroup31.Value;
m1:=DBRadioGroup31.ItemIndex+1;
Case m1 Of
1:begin
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['SurfT_Ouv']:=DBEdit86.Text;
end;
2:begin
DataModule29.TbPOILC.FieldValues['SurfT_Ouv']:=0;
end;
end;
DataModule29.TbPOILC.Post;

```

```
end;
procedure TForm5.BitBtn19Click(Sender: TObject);
Var
m1:Byte;          //POILNC
Begin
  VerificationPOILNC;
  DataModule29.TbPOILNC.Open;
  DataModule29.TbPOILNC.Edit;
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['Code_POILNC']:=StrToFloat(DBCombobox20
.Text);
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['Longueur']:=DBEdit24.Text;
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['Hauteur']:=DBEdit25.Text;
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['Surface_totale']:=CalculS_POILNC;
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['1/hi+1/he']:=CalculH_POILNC;
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['M_surf']:=Calculm_surf_POILNC;
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['Somme_R']:=CalculR_POILNC;
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['Coef_K']:=CalculK_POILNC;
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['TSb,i_été']:=
  DataModule29.TbLocal.FieldValues['Temp_IBE'];

  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['APOILNC(1)']:=Calcul_Flux_POILNC[1];
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['APOILNC(2)']:=Calcul_Flux_POILNC[2];
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['APOILNC(3)']:=Calcul_Flux_POILNC[3];
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['APOILNC(4)']:=Calcul_Flux_POILNC[4];
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['APOILNC(5)']:=Calcul_Flux_POILNC[5];
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['APOILNC(6)']:=Calcul_Flux_POILNC[6];
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['APOILNC(7)']:=Calcul_Flux_POILNC[7];
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['APOILNC(8)']:=Calcul_Flux_POILNC[8];
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['APOILNC(9)']:=Calcul_Flux_POILNC[9];
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['APOILNC(10)']:=Calcul_Flux_POILNC[10];
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['APOILNC(11)']:=Calcul_Flux_POILNC[11];
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['APOILNC(12)']:=Calcul_Flux_POILNC[12];
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['APOILNC(13)']:=Calcul_Flux_POILNC[13];
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['APOILNC(14)']:=Calcul_Flux_POILNC[14];
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['APOILNC(15)']:=Calcul_Flux_POILNC[15];
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['APOILNC(16)']:=Calcul_Flux_POILNC[16];
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['APOILNC(17)']:=Calcul_Flux_POILNC[17];
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['APOILNC(18)']:=Calcul_Flux_POILNC[18];
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['APOILNC(19)']:=Calcul_Flux_POILNC[19];
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['APOILNC(20)']:=Calcul_Flux_POILNC[20];
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['APOILNC(21)']:=Calcul_Flux_POILNC[21];
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['APOILNC(22)']:=Calcul_Flux_POILNC[22];
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['APOILNC(23)']:=Calcul_Flux_POILNC[23];
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['APOILNC(24)']:=Calcul_Flux_POILNC[24];
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['Type_Paroi']:=DBRadioGroup7.Value;
  DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['Paroi_Contact']:=DBRadioGroup8.Value;
```

```

    DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['M_surfLNC']:=DBEdit26.Text;           //
M_surfLNC
    DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['TS_Inc']:=DBEdit82.Text; //hiver
    DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['Ds_POILNC']:=CalculDs_POILNC;
    DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['DInc_POILNC']:=CalculDInc_POILNC;
    DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['Présence_Ouv?']:=DBRadioGroup32.Value;
    m1:=DBRadioGroup32.ItemIndex+1;
Case m1 Of
1:begin
    DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['SurfT_Ouv']:=DBEdit28.Text;
    end;
2:begin
    DataModule29.TbPOILNC.FieldValues['SurfT_Ouv']:=0;
    end;
end;

    DataModule29.TbPOILNC.Post;

End;

procedure TForm5.DBRadioGroup23Click(Sender: TObject);
begin
    ShowMessage('Indiquez le type d"occupation du local étudié, en cliquant sur le bouton
radion qui vous convien.???');
end;
procedure TForm5.BitBtn20Click(Sender: TObject);
begin
    VerificationOcc;
    DataModule29.TbOccupants.Open;
    DataModule29.TbOccupants.Edit;
    DataModule29.TbOccupants.FieldValues['Nb_Occ']:=DataModule29.TbLocal.FieldValu
es['Nbr_Occ'];

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['H_entrée']:=StrToFloat(DBComboBox21.Text);
    DataModule29.TbOccupants.FieldValues['H_sortie']:=StrToFloat(DBComboBox22.Text);
    //DBEdit48.Text
    DataModule29.TbOccupants.FieldValues['Durée_Occ']:=CalculDuree_Occ;
    DataModule29.TbOccupants.FieldValues['Type_Occupation']:=DBRadioGroup23.Value;
    DataModule29.TbOccupants.FieldValues['Degré_activité']:=DBRadioGroup22.Value;
    DataModule29.TbOccupants.FieldValues['Usage_Local']:=DataModule29.TbLocal.Field
Values['Usage_Local'];
    DataModule29.TbOccupants.FieldValues['M_surf']:=DataModule29.TbLocal.FieldValue
s['M_surft_Local'];
    DataModule29.TbOccupants.FieldValues['TSb,i_été']:=DataModule29.TbLocal.FieldVal
ues['Temp_IBE'];

```

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['C_Occ']:=CalculC_occ; // Coef. d'occupation (Cocc)

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['CS_Occ']:=CalculCS_Occ; //Coef. de Simultanéité (CS_Occ)

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['At_pers']:=CalculAEnthalpie_pers;
//enthalpie t. dégagée par un occupant

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['As_pers']:=CalculAs_pers;

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['AI_pers']:=CalculAI_pers;

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['AIs_Occ(1)']:=CalculAIs_Occ (1);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['AIs_Occ(2)']:=CalculAIs_Occ (2);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['AIs_Occ(3)']:=CalculAIs_Occ (3);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['AIs_Occ(4)']:=CalculAIs_Occ (4);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['AIs_Occ(5)']:=CalculAIs_Occ (5);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['AIs_Occ(6)']:=CalculAIs_Occ (6);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['AIs_Occ(7)']:=CalculAIs_Occ (7);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['AIs_Occ(8)']:=CalculAIs_Occ (8);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['AIs_Occ(9)']:=CalculAIs_Occ (9);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['AIs_Occ(10)']:=CalculAIs_Occ (10);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['AIs_Occ(11)']:=CalculAIs_Occ (11);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['AIs_Occ(12)']:=CalculAIs_Occ (12);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['AIs_Occ(13)']:=CalculAIs_Occ (13);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['AIs_Occ(14)']:=CalculAIs_Occ (14);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['AIs_Occ(15)']:=CalculAIs_Occ (15);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['AIs_Occ(16)']:=CalculAIs_Occ (16);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['AIs_Occ(17)']:=CalculAIs_Occ (17);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['AIs_Occ(18)']:=CalculAIs_Occ (18);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['AIs_Occ(19)']:=CalculAIs_Occ (19);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['AIs_Occ(20)']:=CalculAIs_Occ (20);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['AIs_Occ(21)']:=CalculAIs_Occ (21);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['AIs_Occ(22)']:=CalculAIs_Occ (22);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['AIs_Occ(23)']:=CalculAIs_Occ (23);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['AIs_Occ(24)']:=CalculAIs_Occ (24);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['All_Occ(1)']:=CalculAll_Occ (1);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['All_Occ(2)']:=CalculAll_Occ (2);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['All_Occ(3)']:=CalculAll_Occ (3);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['All_Occ(4)']:=CalculAll_Occ (4);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['All_Occ(5)']:=CalculAll_Occ (5);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['All_Occ(6)']:=CalculAll_Occ (6);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['All_Occ(7)']:=CalculAll_Occ (7);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['All_Occ(8)']:=CalculAll_Occ (8);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['All_Occ(9)']:=CalculAll_Occ (9);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['All_Occ(10)']:=CalculAll_Occ (10);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['All_Occ(11)']:=CalculAll_Occ (11);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['All_Occ(12)']:=CalculAll_Occ (12);

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['All_Occ(13)']:=CalculAll_Occ (13);

```

DataModule29.TbOccupants.FieldValues['All_Occ(14)']:=CalculAll_Occ (14);
DataModule29.TbOccupants.FieldValues['All_Occ(15)']:=CalculAll_Occ (15);
DataModule29.TbOccupants.FieldValues['All_Occ(16)']:=CalculAll_Occ (16);
DataModule29.TbOccupants.FieldValues['All_Occ(17)']:=CalculAll_Occ (17);
DataModule29.TbOccupants.FieldValues['All_Occ(18)']:=CalculAll_Occ (18);
DataModule29.TbOccupants.FieldValues['All_Occ(19)']:=CalculAll_Occ (19);
DataModule29.TbOccupants.FieldValues['All_Occ(20)']:=CalculAll_Occ (20);
DataModule29.TbOccupants.FieldValues['All_Occ(21)']:=CalculAll_Occ (21);
DataModule29.TbOccupants.FieldValues['All_Occ(22)']:=CalculAll_Occ (22);
DataModule29.TbOccupants.FieldValues['All_Occ(23)']:=CalculAll_Occ (23);
DataModule29.TbOccupants.FieldValues['All_Occ(24)']:=CalculAll_Occ (24);
DataModule29.TbOccupants.Post;
end;

procedure TForm5.BitBtn21Click(Sender: TObject);
begin
    // PVE
    VerificationPVE;
    DataModule29.TbPVE.Open;
    DataModule29.TbPVE.Edit;
    DataModule29.TbPVE.FieldValues['Code_PVE']:=StrToFloat(DBComboBox23.Text);
    DataModule29.TbPVE.FieldValues['Type_Vitrage']:=DBRadioGroup10.Value;
    DataModule29.TbPVE.FieldValues['Ep_lame_air']:=DBComboBox8.Items[DBComboBox8.ItemIndex];
    DataModule29.TbPVE.FieldValues['Nature_menuiserie']:=DBRadioGroup11.Value;
    DataModule29.TbPVE.FieldValues['Position']:=DBRadioGroup12.Value;
    DataModule29.TbPVE.FieldValues['Orientation']:=DBComboBox9.Items[DBComboBox9.ItemIndex];
    DataModule29.TbPVE.FieldValues['Coef_Kvn']:=CalculKvn_PVE;
    DataModule29.TbPVE.FieldValues['S_Ouv']:=CalculS_Ouv;
    DataModule29.TbPVE.FieldValues['SV_T']:=CalculSV_t;
    DataModule29.TbPVE.FieldValues['SV_ens']:=CalculSV_ens;
    DataModule29.TbPVE.FieldValues['SV_omb']:=CalculSV_omb;
    If (DBCCheckBox4.State=CbGrayed)Then
    begin
        DataModule29.TbPVE.FieldValues['Prot_Solaire_int']:= 'Non';
    end;
    If (DBCCheckBox5.State=CbGrayed)Then
    begin
        DataModule29.TbPVE.FieldValues['Prot_Solaire_ext']:= 'Non';
    end;
    DataModule29.TbPVE.FieldValues['FS']:=CalculFS;
    DataModule29.TbPVE.FieldValues['Coef_K']:=CalculK_PVE;
    DataModule29.TbPVE.FieldValues['1/hi+1/he']:=CalculH_PVE;
    DataModule29.TbPVE.FieldValues['R_voilage']:=CalculR_voilage;
    DataModule29.TbPVE.FieldValues['R_rideau']:=CalculR_rideau;

```

```

DataModule29.TbPVE.FieldValues['R_occultation']:=CalculR_occultation;
If (DBCcheckBox1.State=CbGrayed)Then
begin
DataModule29.TbPVE.FieldValues['Présence_Voilage']:='Non';
end;
If (DBCcheckBox2.State=CbGrayed)Then
begin
DataModule29.TbPVE.FieldValues['Présence_Rideau']:='Non';
end;
If (DBCcheckBox3.State=CbGrayed)Then
begin
DataModule29.TbPVE.FieldValues['Présence_Occultation']:='Non';
end;
If (DBCcheckBox12.State=CbGrayed)Then
begin
DataModule29.TbPVE.FieldValues['Présence_SVer']:='Non';
end;
If (DBCcheckBox13.State=CbGrayed)Then
begin
DataModule29.TbPVE.FieldValues['Présence_SHor']:='Non';
end;
DataModule29.TbPVE.FieldValues['Nature_Cadre']:=DBRadioGroup13.Value;
DataModule29.TbPVE.FieldValues['C_Cadre']:=CalculC_cadre;
DataModule29.TbPVE.FieldValues['Type_atmosphere']:=DataModule29.TbProjet.Field
Values['Type_atmosphere'];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['C_limp']:=CalculC_limp;
DataModule29.TbPVE.FieldValues['C_alt']:=CalculC_alt;
DataModule29.TbPVE.FieldValues['C_ros']:=CalculC_ros;
DataModule29.TbPVE.FieldValues['It,b_PVE']:=CalculRaytb_PVE; // It,b PVE
DataModule29.TbPVE.FieldValues['Id,b_PVE']:=CalculRaydb_PVE; // Id,b PVE
DataModule29.TbPVE.FieldValues['It,r_PVE']:=CalculRaytR_PVE; // It PVE
DataModule29.TbPVE.FieldValues['Id,r_PVE']:=CalculRaydR_PVE; // Id PVE
//*****
DataModule29.TbPVE.FieldValues['Ds_PVE']:=CalculDs_PVE; //déperdition Surf
DataModule29.TbPVE.FieldValues['Coef_KHV']:=CalculK_PVE_HV; // Hiver
DataModule29.TbPVE.FieldValues['1/hi+1/heHV']:=CalculH_PVE_HV; // Hiver
//*****
DataModule29.TbPVE.FieldValues['ATPVE(1)']:=Calcul_FluxT_PVE[1];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['ATPVE(2)']:=Calcul_FluxT_PVE[2];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['ATPVE(3)']:=Calcul_FluxT_PVE[3];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['ATPVE(4)']:=Calcul_FluxT_PVE[4];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['ATPVE(5)']:=Calcul_FluxT_PVE[5];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['ATPVE(6)']:=Calcul_FluxT_PVE[6];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['ATPVE(7)']:=Calcul_FluxT_PVE[7];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['ATPVE(8)']:=Calcul_FluxT_PVE[8];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['ATPVE(9)']:=Calcul_FluxT_PVE[9];

```

```
DataModule29.TbPVE.FieldValues['ATPVE(10)']:=Calcul_FluxT_PVE[10];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['ATPVE(11)']:=Calcul_FluxT_PVE[11];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['ATPVE(12)']:=Calcul_FluxT_PVE[12];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['ATPVE(13)']:=Calcul_FluxT_PVE[13];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['ATPVE(14)']:=Calcul_FluxT_PVE[14];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['ATPVE(15)']:=Calcul_FluxT_PVE[15];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['ATPVE(16)']:=Calcul_FluxT_PVE[16];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['ATPVE(17)']:=Calcul_FluxT_PVE[17];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['ATPVE(18)']:=Calcul_FluxT_PVE[18];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['ATPVE(19)']:=Calcul_FluxT_PVE[19];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['ATPVE(20)']:=Calcul_FluxT_PVE[20];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['ATPVE(21)']:=Calcul_FluxT_PVE[21];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['ATPVE(22)']:=Calcul_FluxT_PVE[22];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['ATPVE(23)']:=Calcul_FluxT_PVE[23];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['ATPVE(24)']:=Calcul_FluxT_PVE[24];

DataModule29.TbPVE.FieldValues['APVE(1)']:=Calcul_Flux_PVE[1];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['APVE(2)']:=Calcul_Flux_PVE[2];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['APVE(3)']:=Calcul_Flux_PVE[3];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['APVE(4)']:=Calcul_Flux_PVE[4];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['APVE(5)']:=Calcul_Flux_PVE[5];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['APVE(6)']:=Calcul_Flux_PVE[6];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['APVE(7)']:=Calcul_Flux_PVE[7];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['APVE(8)']:=Calcul_Flux_PVE[8];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['APVE(9)']:=Calcul_Flux_PVE[9];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['APVE(10)']:=Calcul_Flux_PVE[10];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['APVE(11)']:=Calcul_Flux_PVE[11];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['APVE(12)']:=Calcul_Flux_PVE[12];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['APVE(13)']:=Calcul_Flux_PVE[13];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['APVE(14)']:=Calcul_Flux_PVE[14];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['APVE(15)']:=Calcul_Flux_PVE[15];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['APVE(16)']:=Calcul_Flux_PVE[16];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['APVE(17)']:=Calcul_Flux_PVE[17];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['APVE(18)']:=Calcul_Flux_PVE[18];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['APVE(19)']:=Calcul_Flux_PVE[19];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['APVE(20)']:=Calcul_Flux_PVE[20];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['APVE(21)']:=Calcul_Flux_PVE[21];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['APVE(22)']:=Calcul_Flux_PVE[22];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['APVE(23)']:=Calcul_Flux_PVE[23];
DataModule29.TbPVE.FieldValues['APVE(24)']:=Calcul_Flux_PVE[24];
//*****
DataModule29.TbPVE.FieldValues['Haut_PV']:=DBEdit87.Text;
DataModule29.TbPVE.FieldValues['Larg_PV']:=DBEdit31.Text;
If (DBCcheckBox12.Checked=True)Then // avec Saillie Verticale
begin
  DataModule29.TbPVE.FieldValues['Larg_SVer']:=DBEdit88.Text; //d ver
```

```

    DataModule29.TbPVE.FieldValues['Larg_b']:=DBEdit90.Text; //b ver
end
Else // sans Saillie Verticale
begin
    DataModule29.TbPVE.FieldValues['Larg_SVer']:=0; //d ver
    DataModule29.TbPVE.FieldValues['Larg_b']:=0; //b ver
end ;

If (DBCcheckBox13.Checked=True)Then // avec saillie horizontale
begin
    DataModule29.TbPVE.FieldValues['Larg_SHor']:=DBEdit89.Text; //c hor
    DataModule29.TbPVE.FieldValues['Haut_f']:=DBEdit91.Text; //f hor
end
Else // sans saillie horizontale
begin
    DataModule29.TbPVE.FieldValues['Larg_SHor']:=0; //c hor
    DataModule29.TbPVE.FieldValues['Haut_f']:=0; //f hor
end;
DataModule29.TbPVE.Post;
End;
procedure TForm5.BitBtn22Click(Sender: TObject);
begin // PVILC
    VerificationPVILC;
    DataModule29.TbPVILC.Open;
    DataModule29.TbPVILC.Edit;
    DataModule29.TbPVILC.FieldValues['Code_PVILC']:=StrToFloat(DBComboBox24.Text
); DataModule29.TbPVILC.FieldValues['Type_Vitrage']:=DBRadioGroup14.Value;
    DataModule29.TbPVILC.FieldValues['Ep_lame_air']:=DBComboBox10.Items[DBCombo
Box10.ItemIndex];
    DataModule29.TbPVILC.FieldValues['Nature_menuiserie']:=DBRadioGroup15.Value;
    DataModule29.TbPVILC.FieldValues['Position']:=DBRadioGroup16.Value;
    DataModule29.TbPVILC.FieldValues['Coef_Kvn']:=CalculKvn_PVILC;
    DataModule29.TbPVILC.FieldValues['S_Ouv']:=CalculSO_PVILC;
    DataModule29.TbPVILC.FieldValues['Coef_K']:=CalculK_PVILC;
    DataModule29.TbPVILC.FieldValues['1/hi+1/he']:=CalculH_PVILC;
    DataModule29.TbPVILC.FieldValues['R_voilage']:=CalculR_voilagePVILC;
    DataModule29.TbPVILC.FieldValues['R_rideau']:=CalculR_rideauPVILC;
    DataModule29.TbPVILC.FieldValues['R_occultation']:=CalculR_occultationPVILC;
    If (DBCcheckBox6.State=CbGrayed)Then
begin
    DataModule29.TbPVILC.FieldValues['Présence_Voilage']:= 'Non';
end;
    If (DBCcheckBox7.State=CbGrayed)Then
begin
    DataModule29.TbPVILC.FieldValues['Présence_Rideau']:= 'Non';
end;

```

```

If (DBCcheckBox8.State=CbGrayed)Then
begin
  DataModule29.TbPVILC.FieldValues['Présence_Occultation']:= 'Non';
end;

DataModule29.TbPVILC.FieldValues['TSb,i_été']:=
DataModule29.TbLocal.FieldValues['Temp_IBE'];
DataModule29.TbPVILC.FieldValues['TSa_été']:=DBEdit37.Text;
DataModule29.TbPVILC.FieldValues['TSa_TSb,i_été']:=CalculSa_TSbi_PVILC;
  //*****
DataModule29.TbPVILC.FieldValues['Ds_PVILC']:=CalculDs_PVILC; //déperdition
Surf
DataModule29.TbPVILC.FieldValues['Coef_KHV']:=CalculK_PVILC_HV; // Hiver
DataModule29.TbPVILC.FieldValues['1/hi+1/heHV']:=CalculH_PVILC_HV; // Hiver
  //*****
DataModule29.TbPVILC.FieldValues['APVILC(1)']:=Calcul_Flux_PVILC[1];
DataModule29.TbPVILC.FieldValues['APVILC(2)']:=Calcul_Flux_PVILC[2];
DataModule29.TbPVILC.FieldValues['APVILC(3)']:=Calcul_Flux_PVILC[3];
DataModule29.TbPVILC.FieldValues['APVILC(4)']:=Calcul_Flux_PVILC[4];
DataModule29.TbPVILC.FieldValues['APVILC(5)']:=Calcul_Flux_PVILC[5];
DataModule29.TbPVILC.FieldValues['APVILC(6)']:=Calcul_Flux_PVILC[6];
DataModule29.TbPVILC.FieldValues['APVILC(7)']:=Calcul_Flux_PVILC[7];
DataModule29.TbPVILC.FieldValues['APVILC(8)']:=Calcul_Flux_PVILC[8];
DataModule29.TbPVILC.FieldValues['APVILC(9)']:=Calcul_Flux_PVILC[9];
DataModule29.TbPVILC.FieldValues['APVILC(10)']:=Calcul_Flux_PVILC[10];
DataModule29.TbPVILC.FieldValues['APVILC(11)']:=Calcul_Flux_PVILC[11];
DataModule29.TbPVILC.FieldValues['APVILC(12)']:=Calcul_Flux_PVILC[12];
DataModule29.TbPVILC.FieldValues['APVILC(13)']:=Calcul_Flux_PVILC[13];
DataModule29.TbPVILC.FieldValues['APVILC(14)']:=Calcul_Flux_PVILC[14];
DataModule29.TbPVILC.FieldValues['APVILC(15)']:=Calcul_Flux_PVILC[15];
DataModule29.TbPVILC.FieldValues['APVILC(16)']:=Calcul_Flux_PVILC[16];
DataModule29.TbPVILC.FieldValues['APVILC(17)']:=Calcul_Flux_PVILC[17];
DataModule29.TbPVILC.FieldValues['APVILC(18)']:=Calcul_Flux_PVILC[18];
DataModule29.TbPVILC.FieldValues['APVILC(19)']:=Calcul_Flux_PVILC[19];
DataModule29.TbPVILC.FieldValues['APVILC(20)']:=Calcul_Flux_PVILC[20];
DataModule29.TbPVILC.FieldValues['APVILC(21)']:=Calcul_Flux_PVILC[21];
DataModule29.TbPVILC.FieldValues['APVILC(22)']:=Calcul_Flux_PVILC[22];
DataModule29.TbPVILC.FieldValues['APVILC(23)']:=Calcul_Flux_PVILC[23];
DataModule29.TbPVILC.FieldValues['APVILC(24)']:=Calcul_Flux_PVILC[24];
DataModule29.TbPVILC.Post;
End;
procedure TForm5.BitBtn23Click(Sender: TObject);
Begin
  VerificationPVILNC;
  DataModule29.TbPVILNC.Open;
  DataModule29.TbPVILNC.Edit;

```

```

DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['Code_PVILNC']:=StrToFloat(DBComboBox25.Text);
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['Type_Vitrage']:=DBRadioGroup17.Value;
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['Ep_lame_air']:=DBComboBox11.Items[DBComboBox11.ItemIndex];
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['Nature_menuiserie']:=DBRadioGroup18.Value;
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['Position']:=DBRadioGroup19.Value;
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['Coef_Kvn']:=CalculKvn_PVILNC;
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['S_Ouv']:=CalculSO_PVILNC;
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['Coef_K']:=CalculK_PVILNC;
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['1/hi+1/he']:=CalculH_PVILNC;
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['R_voilage']:=CalculR_voilagePVILNC;
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['R_rideau']:=CalculR_rideauPVILNC;
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['R_occultation']:=CalculR_occultationPVILNC;
If (DBCCheckBox9.State=CbGrayed)Then
begin
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['Présence_Voilage']:= 'Non';
end;
If (DBCCheckBox10.State=CbGrayed)Then
begin
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['Présence_Rideau']:= 'Non';
end;
If (DBCCheckBox11.State=CbGrayed)Then
begin
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['Présence_Occultation']:= 'Non';
end;
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['TSb,i_été']:=
DataModule29.TbLocal.FieldValues['Temp_IBE'];
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['APVILNC(1)']:=Calcul_Flux_PVILNC[1];
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['APVILNC(2)']:=Calcul_Flux_PVILNC[2];
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['APVILNC(3)']:=Calcul_Flux_PVILNC[3];
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['APVILNC(4)']:=Calcul_Flux_PVILNC[4];
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['APVILNC(5)']:=Calcul_Flux_PVILNC[5];
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['APVILNC(6)']:=Calcul_Flux_PVILNC[6];
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['APVILNC(7)']:=Calcul_Flux_PVILNC[7];
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['APVILNC(8)']:=Calcul_Flux_PVILNC[8];
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['APVILNC(9)']:=Calcul_Flux_PVILNC[9];
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['APVILNC(10)']:=Calcul_Flux_PVILNC[10];
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['APVILNC(11)']:=Calcul_Flux_PVILNC[11];
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['APVILNC(12)']:=Calcul_Flux_PVILNC[12];
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['APVILNC(13)']:=Calcul_Flux_PVILNC[13];
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['APVILNC(14)']:=Calcul_Flux_PVILNC[14];
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['APVILNC(15)']:=Calcul_Flux_PVILNC[15];
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['APVILNC(16)']:=Calcul_Flux_PVILNC[16];
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['APVILNC(17)']:=Calcul_Flux_PVILNC[17];

```

```
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['APVILNC(18)']:=Calcul_Flux_PVILNC[18];
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['APVILNC(19)']:=Calcul_Flux_PVILNC[19];
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['APVILNC(20)']:=Calcul_Flux_PVILNC[20];
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['APVILNC(21)']:=Calcul_Flux_PVILNC[21];
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['APVILNC(22)']:=Calcul_Flux_PVILNC[22];
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['APVILNC(23)']:=Calcul_Flux_PVILNC[23];
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['APVILNC(24)']:=Calcul_Flux_PVILNC[24];
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['TS_Inc']:=DBEdit83.Text; //hiver
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['Ds_PVILNC']:=CalculDs_PVILNC;
//déperdition Ds_Inc
DataModule29.TbPVILNC.FieldValues['DInc_PVILNC']:=CalculDInc_PVILNC;
DataModule29.TbPVILNC.Post;

End;
procedure TForm5.Label58Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Indiquez le numéro de la paroi à étudier, en choisissant dans la liste
déroulante le némuro qui vous convien.');
```

end;

```
procedure TForm5.Label65Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Indiquez le numéro de la paroi à étudier, en choisissant dans la liste
déroulante le némuro qui vous convien.');
```

end;

```
procedure TForm5.DBRadioGroup16Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Indiquez la position de la paroi à étudier, en cliquant sur le bouton
radion qui vous convien.');
```

end;

```
procedure TForm5.DBRadioGroup15Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Indiquez la nature de la menuiserie utilisée, en cliquant sur le bouton
radion qui vous convien.');
```

end;

```
procedure TForm5.Label36Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Indiquez s"il ya présence ou non de voilage, rideau et d"occlusion. Si oui
couchez la case à coucher qui vous convienne, si non ne la couchez pas.');
```

end;

```
procedure TForm5.DBCheckBox6Enter(Sender: TObject);
begin
```

```
procedure TForm5.BitBtn1Click(Sender: TObject);
Begin
  VerificationApe;
  DataModule29.TbAppareils_el.Open;
  DataModule29.TbAppareils_el.Edit;
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['H_allumage']:=StrToFloat(DBComboBox26.Text);
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['H_éteindre']:=StrToFloat(DBComboBox27.Text);
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['Usage_Local']:=DataModule29.TbLocal.FieldValues['Usage_Local'];
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['M_surf']:=DataModule29.TbLocal.FieldValues['M_surft_Local'];
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['Durée_FI']:=CalculDuree_FI;
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['Durée_Fape']:=CalculDuree_ape;
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['CS_ape']:=CalculCS_ape; // Calcul du
  Coef. de Simultanéité (CS_ape)
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['Somme_Gsth']:=CalculAls_apeth;
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['Somme_Glth']:=CalculAll_apeth;
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['Als_ape(1)']:=CalculAls_ape (1);
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['Als_ape(2)']:=CalculAls_ape (2);
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['Als_ape(3)']:=CalculAls_ape (3);
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['Als_ape(4)']:=CalculAls_ape (4);
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['Als_ape(5)']:=CalculAls_ape (5);
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['Als_ape(6)']:=CalculAls_ape (6);
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['Als_ape(7)']:=CalculAls_ape (7);
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['Als_ape(8)']:=CalculAls_ape (8);
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['Als_ape(9)']:=CalculAls_ape (9);
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['Als_ape(10)']:=CalculAls_ape (10);
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['Als_ape(11)']:=CalculAls_ape (11);
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['Als_ape(12)']:=CalculAls_ape (12);
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['Als_ape(13)']:=CalculAls_ape (13);
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['Als_ape(14)']:=CalculAls_ape (14);
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['Als_ape(15)']:=CalculAls_ape (15);
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['Als_ape(16)']:=CalculAls_ape (16);
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['Als_ape(17)']:=CalculAls_ape (17);
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['Als_ape(18)']:=CalculAls_ape (18);
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['Als_ape(19)']:=CalculAls_ape (19);
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['Als_ape(20)']:=CalculAls_ape (20);
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['Als_ape(21)']:=CalculAls_ape (21);
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['Als_ape(22)']:=CalculAls_ape (22);
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['Als_ape(23)']:=CalculAls_ape (23);
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['Als_ape(24)']:=CalculAls_ape (24);
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['All_ape(1)']:=CalculAll_ape (1);
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['All_ape(2)']:=CalculAll_ape (2);
  DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['All_ape(3)']:=CalculAll_ape (3);
```

```
DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['All_ape(4)']:=CalculAll_ape (4);
DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['All_ape(5)']:=CalculAll_ape (5);
DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['All_ape(6)']:=CalculAll_ape (6);
DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['All_ape(7)']:=CalculAll_ape (7);
DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['All_ape(8)']:=CalculAll_ape (8);
DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['All_ape(9)']:=CalculAll_ape (9);
DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['All_ape(10)']:=CalculAll_ape (10);
DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['All_ape(11)']:=CalculAll_ape (11);
DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['All_ape(12)']:=CalculAll_ape (12);
DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['All_ape(13)']:=CalculAll_ape (13);
DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['All_ape(14)']:=CalculAll_ape (14);
DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['All_ape(15)']:=CalculAll_ape (15);
DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['All_ape(16)']:=CalculAll_ape (16);
DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['All_ape(17)']:=CalculAll_ape (17);
DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['All_ape(18)']:=CalculAll_ape (18);
DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['All_ape(19)']:=CalculAll_ape (19);
DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['All_ape(20)']:=CalculAll_ape (20);
DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['All_ape(21)']:=CalculAll_ape (21);
DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['All_ape(22)']:=CalculAll_ape (22);
DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['All_ape(23)']:=CalculAll_ape (23);
DataModule29.TbAppareils_el.FieldValues['All_ape(24)']:=CalculAll_ape (24);
DataModule29.TbAppareils_el.Post;
End;
procedure TForm5.Label95Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Indiquez l''heure d''allumage d''appareils à gaz, en choisissant dans la
liste déroulante l''heure qui vous convient.');
```

end;

```
procedure TForm5.Label96Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Indiquez l''heure d''éteindre d''appareils à gaz, en choisissant dans la liste
déroulante l''heure qui vous convient.');
```

end;

```
procedure TForm5.Label164Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Saisissez le nombre d''appareils à gaz existant dans local à étudier.');
```

end;

```
procedure TForm5.BitBtn26Click(Sender: TObject);
Begin
  VerificationApg;
  DataModule29.TbAppareils_gaz.Open;
  DataModule29.TbAppareils_gaz.Edit;
```

DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['H_allumage']:=StrToFloat(DBComboBox28.
Text);

```
DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['H_éteindre']:=StrToFloat(DBComboBox29.T
ext);
DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['Usage_Local']:=DataModule29.TbLocal.Fiel
dValues['Usage_Local'];
DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['M_surft']:=DataModule29.TbLocal.FieldValu
es['M_surft_Local'];
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['Durée_FI']:=CalculDuree_FI;
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['Durée_Fapg']:=CalculDuree_apg;
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['CS_apg']:=CalculCS_apg; // Calcul du
Coef. de Simultanéité (CS_apg)
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['Somme_Gsth']:=CalculAls_apgth;
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['Somme_Glth']:=CalculAll_apgth;
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['Als_apg(1)']:=CalculAls_apg (1);
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['Als_apg(2)']:=CalculAls_apg (2);
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['Als_apg(3)']:=CalculAls_apg (3);
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['Als_apg(4)']:=CalculAls_apg (4);
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['Als_apg(5)']:=CalculAls_apg (5);
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['Als_apg(6)']:=CalculAls_apg (6);
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['Als_apg(7)']:=CalculAls_apg (7);
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['Als_apg(8)']:=CalculAls_apg (8);
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['Als_apg(9)']:=CalculAls_apg (9);
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['Als_apg(10)']:=CalculAls_apg (10);
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['Als_apg(11)']:=CalculAls_apg (11);
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['Als_apg(12)']:=CalculAls_apg (12);
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['Als_apg(13)']:=CalculAls_apg (13);
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['Als_apg(14)']:=CalculAls_apg (14);
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['Als_apg(15)']:=CalculAls_apg (15);
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['Als_apg(16)']:=CalculAls_apg (16);
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['Als_apg(17)']:=CalculAls_apg (17);
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['Als_apg(18)']:=CalculAls_apg (18);
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['Als_apg(19)']:=CalculAls_apg (19);
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['Als_apg(20)']:=CalculAls_apg (20);
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['Als_apg(21)']:=CalculAls_apg (21);
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['Als_apg(22)']:=CalculAls_apg (22);
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['Als_apg(23)']:=CalculAls_apg (23);
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['Als_apg(24)']:=CalculAls_apg (24);
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['All_apg(1)']:=CalculAll_apg (1);
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['All_apg(2)']:=CalculAll_apg (2);
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['All_apg(3)']:=CalculAll_apg (3);
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['All_apg(4)']:=CalculAll_apg (4);
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['All_apg(5)']:=CalculAll_apg (5);
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['All_apg(6)']:=CalculAll_apg (6);
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['All_apg(7)']:=CalculAll_apg (7);
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['All_apg(8)']:=CalculAll_apg (8);
  DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['All_apg(9)']:=CalculAll_apg (9);
```

```

DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['All_apg(10)']:=CalculAll_apg (10);
DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['All_apg(11)']:=CalculAll_apg (11);
DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['All_apg(12)']:=CalculAll_apg (12);
DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['All_apg(13)']:=CalculAll_apg (13);
DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['All_apg(14)']:=CalculAll_apg (14);
DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['All_apg(15)']:=CalculAll_apg (15);
DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['All_apg(16)']:=CalculAll_apg (16);
DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['All_apg(17)']:=CalculAll_apg (17);
DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['All_apg(18)']:=CalculAll_apg(18);
DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['All_apg(19)']:=CalculAll_apg (19);
DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['All_apg(20)']:=CalculAll_apg (20);
DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['All_apg(21)']:=CalculAll_apg (21);
DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['All_apg(22)']:=CalculAll_apg (22);
DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['All_apg(23)']:=CalculAll_apg (23);
DataModule29.TbAppareils_gaz.FieldValues['All_apg(24)']:=CalculAll_apg (24);
DataModule29.TbAppareils_gaz.Post;
End;
procedure TForm5.Label92Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Indiquez l'heure d'allumage de moteurs électriques, en choisissant dans
la liste déroulante l'heure qui vous convien.');
```

```

end;
procedure TForm5.Label91Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Indiquez l'heure d'éteindre de moteurs électriques, en choisissant dans la
liste déroulante l'heure qui vous convien.');
```

```

end;
procedure TForm5.BitBtn27Click(Sender: TObject);
begin
  VerificationMm;
  DataModule29.TbMoteurs_el.Open;
  DataModule29.TbMoteurs_el.Edit;
DataModule29.TbMoteurs_el.FieldValues['H_allumage']:=StrToFloat(DBComboBox30.Text);

DataModule29.TbMoteurs_el.FieldValues['H_éteindre']:=StrToFloat(DBComboBox31.Text);
DataModule29.TbMoteurs_el.FieldValues['Usage_Local']:=DataModule29.TbLocal.FieldValues['Usage_Local'];
DataModule29.TbMoteurs_el.FieldValues['M_surf']:=DataModule29.TbLocal.FieldValues['M_surf_Local'];
  DataModule29.TbMoteurs_el.FieldValues['Durée_FI']:=CalculDuree_FI;
  DataModule29.TbMoteurs_el.FieldValues['Durée_Fmm']:=CalculDuree_mm;
  DataModule29.TbMoteurs_el.FieldValues['CS_mm']:=CalculCS_mm; // Calcul du
Coef. de Simultanéité (CS_mm)
  DataModule29.TbMoteurs_el.FieldValues['Somme_Gsth']:=CalculAls_mmth;

```



```

DataModule29.TbMoteurs_el.FieldValues['All_mm(23)']:=CalculAll_mm (23);
DataModule29.TbMoteurs_el.FieldValues['All_mm(24)']:=CalculAll_mm (24);
DataModule29.TbMoteurs_el.Post;
end;
procedure TForm5.Label78Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Indiquez l'heure d'allumage d'éclairage, en choisissant dans la liste
déroulante l'heure qui vous convien.');
```

```

end;
procedure TForm5.Label79Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Indiquez l'heure d'éteindre d'éclairage, en choisissant dans la liste
déroulante l'heure qui vous convien.');
```

```

end;
procedure TForm5.Label80Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Indiquez le débit d'air d'extraction, en choisissant dans la liste déroulante
la valeur qui vous convienne.');
```

```

end;
procedure TForm5.BitBtn28Click(Sender: TObject);
  Var
    m:byte;
begin
  VerificationEcl;
  DataModule29.TbEclairage.Open;
  DataModule29.TbEclairage.Edit;

DataModule29.TbEclairage.FieldValues['H_allumage']:=StrToFloat(DBComboBox32.Text);

DataModule29.TbEclairage.FieldValues['H_éteindre']:=StrToFloat(DBComboBox33.Text);
  DataModule29.TbEclairage.FieldValues['Durée_ec']:=CalculDuree_ec;
  DataModule29.TbEclairage.FieldValues['Type_éclairage']:=DBRadioGroup25.Value;
DataModule29.TbEclairage.FieldValues['Usage_Local']:=DataModule29.TbLocal.FieldValu
es['Usage_Local'];
DataModule29.TbEclairage.FieldValues['M_surf']:=DataModule29.TbLocal.FieldValues['M
_surf Local'];
  DataModule29.TbEclairage.FieldValues['Durée_FI']:=CalculDuree_FI;
  DataModule29.TbEclairage.FieldValues['Coef_C2']:=CalculC2; // Coef. C2
  DataModule29.TbEclairage.FieldValues['Coef_C1']:=CalculC1; // Coef. C1
  DataModule29.TbEclairage.FieldValues['CS_ec']:=CalculCS_ec; // Calcul du Coef. de
Simultanéité (CS_ec)
DataModule29.TbEclairage.FieldValues['Débit_air']:=DBComboBox12.Items[DBComboBo
x12.ItemIndex];
  DataModule29.TbEclairage.FieldValues['Puis_Inst_Ec?']:=DBRadioGroup26.Value;
DataModule29.TbEclairage.FieldValues['Surf_PL']:=DataModule29.TbLocal.FieldValues['s
urf_PL'];

```

```
m:=DBRadioGroup26.ItemIndex+1;
Case m Of
  1:begin
    DataModule29.TbEclairage.FieldValues['Wn']:=DBEdit53.Text;
    DataModule29.TbEclairage.FieldValues['Nb_Ec']:=DBEdit56.Text;
    DataModule29.TbEclairage.FieldValues['P_Surf']:=1;
  end;
  2:begin
    DataModule29.TbEclairage.FieldValues['Wn']:=1;
    DataModule29.TbEclairage.FieldValues['Nb_Ec']:=1;
    DataModule29.TbEclairage.FieldValues['P_Surf']:=DBEdit54.Text;
  end;
end;
DataModule29.TbEclairage.FieldValues['AIs_Ec(1)']:=CalculAIs_Ec (1);
DataModule29.TbEclairage.FieldValues['AIs_Ec(2)']:=CalculAIs_Ec (2);
DataModule29.TbEclairage.FieldValues['AIs_Ec(3)']:=CalculAIs_Ec (3);
DataModule29.TbEclairage.FieldValues['AIs_Ec(4)']:=CalculAIs_Ec (4);
DataModule29.TbEclairage.FieldValues['AIs_Ec(5)']:=CalculAIs_Ec (5);
DataModule29.TbEclairage.FieldValues['AIs_Ec(6)']:=CalculAIs_Ec (6);
DataModule29.TbEclairage.FieldValues['AIs_Ec(7)']:=CalculAIs_Ec (7);
DataModule29.TbEclairage.FieldValues['AIs_Ec(8)']:=CalculAIs_Ec (8);
DataModule29.TbEclairage.FieldValues['AIs_Ec(9)']:=CalculAIs_Ec (9);
DataModule29.TbEclairage.FieldValues['AIs_Ec(10)']:=CalculAIs_Ec (10);
DataModule29.TbEclairage.FieldValues['AIs_Ec(11)']:=CalculAIs_Ec (11);
DataModule29.TbEclairage.FieldValues['AIs_Ec(12)']:=CalculAIs_Ec (12);
DataModule29.TbEclairage.FieldValues['AIs_Ec(13)']:=CalculAIs_Ec (13);
DataModule29.TbEclairage.FieldValues['AIs_Ec(14)']:=CalculAIs_Ec (14);
DataModule29.TbEclairage.FieldValues['AIs_Ec(15)']:=CalculAIs_Ec (15);
DataModule29.TbEclairage.FieldValues['AIs_Ec(16)']:=CalculAIs_Ec (16);
DataModule29.TbEclairage.FieldValues['AIs_Ec(17)']:=CalculAIs_Ec (17);
DataModule29.TbEclairage.FieldValues['AIs_Ec(18)']:=CalculAIs_Ec (18);
DataModule29.TbEclairage.FieldValues['AIs_Ec(19)']:=CalculAIs_Ec (19);
DataModule29.TbEclairage.FieldValues['AIs_Ec(20)']:=CalculAIs_Ec (20);
DataModule29.TbEclairage.FieldValues['AIs_Ec(21)']:=CalculAIs_Ec (21);
DataModule29.TbEclairage.FieldValues['AIs_Ec(22)']:=CalculAIs_Ec (22);
DataModule29.TbEclairage.FieldValues['AIs_Ec(23)']:=CalculAIs_Ec (23);
DataModule29.TbEclairage.FieldValues['AIs_Ec(24)']:=CalculAIs_Ec (24);
DataModule29.TbEclairage.Post;
end;
procedure TForm5.Label97Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Indiquez le numéro de la direction du vent a étudier, en choisissant dans
la liste déroulante le némuro qui vous convien.');
```

```
ShowMessage('Indiquez la direction du vent, en cliquant sur le bouton radion qui vous
convienne.');
```

```
end;
procedure TForm5.Button7MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
begin
  Button7.Hint:='Cliquez ici pour obtenir le graphe représentant les apports
calorifiques'+#13+' '+à travers la paroi opaque extérieure verticale.';
end;
procedure TForm5.Button12MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,Y: Integer);
begin
  Button12.Hint:='Cliquez ici pour obtenir le graphe représentant les apports
calorifiques'+#13+'à travers la paroi opaque extérieure horizontale.';
end;
procedure TForm5.Button13MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,Y: Integer);
begin
  Button13.Hint:='Cliquez ici pour obtenir le graphe représentant les apports
calorifiques'+#13+'à travers la paroi opaque intérieure en contact avec un local non
climatisé';
end;
procedure TForm5.Button14MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,Y: Integer);
begin
  Button14.Hint:='Cliquez ici pour obtenir le graphe représentant les apports
calorifiques'+#13+'dus aux rayonnement solaire à travers la paroi vitrée extérieure.';
end;
procedure TForm5.Button6MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
begin
  Button6.Hint:='Cliquez ici pour obtenir le graphe représentant les apports
calorifiques'+#13+'dus au gradient de température à travers la paroi vitrée extérieure.';
end;
procedure TForm5.Button8MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,Y: Integer);
begin
  Button8.Hint:='Cliquez ici pour obtenir le graphe représentant les apports
calorifiques'+#13+'totals à travers la paroi vitrée extérieure.';
end;
procedure TForm5.Button15MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,Y: Integer);
begin
  Button15.Hint:='Cliquez ici pour obtenir le graphe représentant les apports
calorifiques'+#13+'à travers la paroi vitrée intérieure en contact avec un local non
climatisé.';
end;
procedure TForm5.Button16MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,Y: Integer);
begin
  Button16.Hint:='Cliquez ici pour obtenir le graphe représentant les apports
calorifiques'+#13+'sensibles dus aux occupants.';
end;
procedure TForm5.Button10MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,Y: Integer);
```

```
begin
  Button10.Hint:='Cliquez ici pour obtenir le graphe représentant les apports calorifiques'+#13+'sensibles dus à l"éclairage.';
end;
procedure TForm5.Button17MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,Y: Integer);
begin
  Button17.Hint:='Cliquez ici pour obtenir le graphe représentant les apports calorifiques'+#13+'sensibles dus aux infiltrations d"air extérieur.';
end;
procedure TForm5.Button54MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,Y: Integer);
begin
  Button54.Hint:='Cliquez ici pour choisir tous les ouvrants correspond à la direction du vent en cours.'+#13+
    'Si la direction du vent est perpendiculaire à la paroi, on considère seulement les ouvrants de cette paroi.'+#13+
    'Si la direction du vent est oblique par rapport aux deux parois contigus, on considérera les ouvrants des deux parois.';
end;
procedure TForm5.Label14Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Vous devez déterminer le mois pour lequel vous voulez obtenir les différents bilans thermiques du local à étudier.'+#13+
    'Il suffit de cliquer sur la liste déroulante et de choisir votre mois.');
```

end;

```
procedure TForm5.Label165Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Saisissez le nombre de machines entraînées par des moteurs électriques existant dans local à étudier.');
```

end;

```
procedure TForm5.DBRadioGroup2Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Indiquez dans quelle classe d"exposition se trouve la paroi considérée, en cliquant sur le bouton radion qui correspond.'+#13+
    'Cette question permettra de déterminer la valeur réel du coefficient de transmission thermique surfasique (K) de la paroi à étudier.'+#13+
    'Pour cela on distingue les cas suivants:'+#13+
    '- exposition abritée : paroi donnant sur rue et hauteur des façades vis-à-vis, au-dessus du niveau de la paroi considérée, au moins égale au tiers de la largeur de la rue;'+#13+
    '- exposition normale : paroi non abritée et dont la hauteur au-dessus du sol dégagé ou des obstacles environnants ne dépasse pas 6 m;'+#13+
    '- exposition dégagée : paroi non abritée et dont la hauteur au-dessus du sol dégagé ou des obstacles environnants dépasse 6 m.');
```

end;

```
procedure TForm5.DBRadioGroup4Click(Sender: TObject);
begin
```

```
ShowMessage('Indiquez dans quelle classe d'exposition se trouve la paroi considérée, en cliquant sur le bouton radion qui correspond.'+#13+
'Cette question permettra de déterminer la valeur réel du coefficient de transmission thermique surfasique (K) de la paroi à étudier.'+#13+
'Pour cela on distingue les cas suivants:'+#13+
'- exposition abritée : paroi donnant sur rue et hauteur des façades vis-à-vis, au-dessus du niveau de la paroi considérée, au moins égale au tiers de la largeur de la rue;'+#13+
'- exposition normale : paroi non abritée et dont la hauteur au-dessus du sol dégagé ou des obstacles environnants ne dépasses pas 6 m;'+#13+
'- exposition dégagée : paroi non abritée et dont la hauteur au-dessus du sol dégagé ou des obstacles environnants dépasses 6 m. ');
end;
procedure TForm5.Label171Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Saisissez le nombre de portes extérieures du local a étudier. ');
end;
procedure TForm5.Label172Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Saisissez le nombre de portes intérieures en contact avec un autre local climatisé. ');
end;
procedure TForm5.Label173Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Saisissez le nombre de portes intérieures en contact avec un autre local non climatisé. ');
end;
procedure TForm5.DBRadioGroup32Click(Sender: TObject);
Var
  m:byte;
Begin
  m:=DBRadioGroup32.ItemIndex+1;
  ShowMessage('Indiquez s'il ya présence ou non d'ouvertures comme des fennetres, des portes sur la paroi à étudier.'+#13+
  'Cette question permettra de déterminer la surface nette de la paroi. ');
  If (m=1) Then
  begin
    DBEdit28.Text:='';
    DBEdit28.Enabled:=True;
  end;
  If (m=2) Then
  begin
    DBEdit28.Text:='0';
    DBEdit28.Enabled:=False;
  end;
End;
procedure TForm5.Label175Click(Sender: TObject);
```

```
begin
  ShowMessage('S''il ya d''ouvertures sur la paroi a étudier, saisissez la surface totale en m2
de ces ouvertures.');
```

```
end;
END.
// ***** //

begin
  ShowMessage('Saisissez le nombre de portes extérieures du local a étudier.');
```

```
end;
procedure TForm5.Label172Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Saisissez le nombre de portes intérieures en contact avec un autre local
climatisé.');
```

```
end;
procedure TForm5.Label173Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('Saisissez le nombre de portes intérieures en contact avec un autre local
non climatisé.');
```

```
end;
procedure TForm5.DBRadioGroup32Click(Sender: TObject);
Var
  m:byte;
Begin
  m:=DBRadioGroup32.ItemIndex+1;
  ShowMessage('Indiquez s''il ya présence ou non d''ouvertures comme des fennetres, des
portes sur la paroi à étudier.'+#13+
  'Cette question permettra de déterminer la surface nette de la paroi.');
```

```
If (m=1) Then
  begin
    DBEdit28.Text:='';
    DBEdit28.Enabled:=True;
  end;
If (m=2) Then
  begin
    DBEdit28.Text:='0';
    DBEdit28.Enabled:=False;
  end;
End;
procedure TForm5.Label175Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('S''il ya d''ouvertures sur la paroi a étudier, saisissez la surface totale en m2
de ces ouvertures.');
```

```
end;
END.
// ***** //
```

```

unit Unit6;           // calcul des apports calorifiques à travers les POE Ver. Et Hor.

interface
  Uses sysutils,Math,Unit5,Unit2,Unit3,Unit7,Unit8,Module;

Type
  Tab_Tem =array [1..24]of Double;
  Tab_P =array [1..24]of String;
Var
  HeureMax,HeureMin,HeureMaxH,HeureMinH,HeureMaxT,HeureMinT:Integer;

Function CalculRayt :double;    // It,b POV
Function CalculRayt_PEH :double; // It,b POH
Function CalculRayt_Jui :double; // It,b (40°) POV
Function CalculRayt_JuiPEH :double; // It,b (40°) POH
Function CalculCoef_Cts :Tab_Tem ;

Function CalculAzimut_POEV :double; // Azimut de la POEV
Function CalculAzimutS :Tab_Tem ; // Calcul Azimut Solaire
Function CalculDAzimut_POEV :Tab_Tem ; // Calcul Azimut Solaire -Azimut PV
Function Position_POEV :Tab_P ; // Détermination de la position POEV
Function Position_POEH :Tab_P; // Détermination de la position POEH

Function CalculText :Tab_Tem; // TSe(t) pour le mois 07,08 et 11
Function CalculTem :Tab_Tem ;
Function CalculTem_PEH:Tab_Tem ;
function Calculm_surf :Double;
function Calculm_surf_PEH :Double;
function CalculR :Double;
function CalculR_PEH :Double;
Function CalculH :Double;
Function CalculH_PEH :Double;
Function CalculK :Double; // calcul du coef. K POEV
Function CalculKc(K:Double):Double; // calcul du coef. K corrigé POEV
Function CalculK_PEH :Double;
Function CalculKc_PEH(K:Double):Double; // calcul du coef. K corrigé POEH
Function CalculC :Double; // Pour POEV et POEH
Function CalculAlpha:Double;
Function CalculAlpha_PEH:Double;
Function CalculTes:Tab_Tem ;
Function CalculTes_PEH:Tab_Tem ;
Function CalculTe :Tab_Tem ;
Function CalculTe_PEH :Tab_Tem ;
Function CalculS :Double;
Function CalculS_PEH :Double;
Function Calcul_Flux_PEV:Tab_Tem ;

```

Function CalculSom_APOVH1 :Double;
Function CalculSom_APOVH2 :Double;
Function CalculSom_APOVH3 :Double;
Function CalculSom_APOVH4 :Double;
Function CalculSom_APOVH5 :Double;
Function CalculSom_APOVH6 :Double;
Function CalculSom_APOVH7 :Double;
Function CalculSom_APOVH8 :Double;
Function CalculSom_APOVH9 :Double;
Function CalculSom_APOVH10 :Double;
Function CalculSom_APOVH11 :Double;
Function CalculSom_APOVH12 :Double;
Function CalculSom_APOVH13 :Double;
Function CalculSom_APOVH14 :Double;
Function CalculSom_APOVH15 :Double;
Function CalculSom_APOVH16 :Double;
Function CalculSom_APOVH17 :Double;
Function CalculSom_APOVH18 :Double;
Function CalculSom_APOVH19 :Double;
Function CalculSom_APOVH20 :Double;
Function CalculSom_APOVH21 :Double;
Function CalculSom_APOVH22 :Double;
Function CalculSom_APOVH23 :Double;
Function CalculSom_APOVH24 :Double;
Function CalculMAX_APOV :Double;
Function CalculMin_APOV :Double;

Function Calcul_Flux_PEH:Tab_Tem ;
Function CalculSom_APOHH1 :Double;
Function CalculSom_APOHH2 :Double;
Function CalculSom_APOHH3 :Double;
Function CalculSom_APOHH4 :Double;
Function CalculSom_APOHH5 :Double;
Function CalculSom_APOHH6 :Double;
Function CalculSom_APOHH7 :Double;
Function CalculSom_APOHH8 :Double;
Function CalculSom_APOHH9 :Double;
Function CalculSom_APOHH10 :Double;
Function CalculSom_APOHH11 :Double;
Function CalculSom_APOHH12 :Double;
Function CalculSom_APOHH13 :Double;
Function CalculSom_APOHH14 :Double;
Function CalculSom_APOHH15 :Double;
Function CalculSom_APOHH16 :Double;
Function CalculSom_APOHH17 :Double;
Function CalculSom_APOHH18 :Double;

```

Function CalculSom_APOHH19 :Double;
Function CalculSom_APOHH20 :Double;
Function CalculSom_APOHH21 :Double;
Function CalculSom_APOHH22 :Double;
Function CalculSom_APOHH23 :Double;
Function CalculSom_APOHH24 :Double;
Function CalculMAX_APOH :Double;
Function CalculMin_APOH :Double;

```

```

Function CalculSom_APOEH1:Double ;
Function CalculSom_APOEH2:Double ;
Function CalculSom_APOEH3:Double ;
Function CalculSom_APOEH4:Double ;
Function CalculSom_APOEH5:Double ;
Function CalculSom_APOEH6:Double ;
Function CalculSom_APOEH7:Double ;
Function CalculSom_APOEH8:Double ;
Function CalculSom_APOEH9:Double ;
Function CalculSom_APOEH10:Double ;
Function CalculSom_APOEH11:Double ;
Function CalculSom_APOEH12:Double ;
Function CalculSom_APOEH13:Double ;
Function CalculSom_APOEH14:Double ;
Function CalculSom_APOEH15:Double ;
Function CalculSom_APOEH16:Double ;
Function CalculSom_APOEH17:Double ;
Function CalculSom_APOEH18:Double ;
Function CalculSom_APOEH19:Double ;
Function CalculSom_APOEH20:Double ;
Function CalculSom_APOEH21:Double ;
Function CalculSom_APOEH22:Double ;
Function CalculSom_APOEH23:Double ;
Function CalculSom_APOEH24:Double ;
Function CalculMAX_APOE :Double;
Function CalculMin_APOE :Double;
Function CalculDuree_FI :Integer; //durée de fonct. de l'installation

```

```

Function CalculStot_POEV :Double; // surface totale des POEV
Function CalculStot_POEH :Double; // surface totale des POEH

```

implementation

```

Const //Tableau 3.2 Tem ou Tes Parois extérieures Verticales
      tabt1:array[1..24]of Double =(0,-1.1,-1.7,-2.2,-
1.1,2.8,8.3,12.2,12.8,13.3,10.6,7.8,7.2,6.7,7.2,7.8,7.8,7.8,6.7,5.5,4.4,3.3,2.2,1.1);

```

```

unit Unit7;                                // Composition de la paroi opaque extérieure Vertucale

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
  Grids, DBGrids, ExtCtrls, DBCtrls, Db, DBTables, StdCtrls, Mask, Buttons;

type
  TForm7 = class(TForm)
    DBNavigator1: TDBNavigator;
    DBGrid1: TDBGrid;
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    DBLookupComboBox1: TDBLookupComboBox;
    Label3: TLabel;
    Button2: TButton;
    DBComboBox1: TDBComboBox;
    Label4: TLabel;
    BitBtn1: TBitBtn;
    BitBtn2: TBitBtn;
    BitBtn3: TBitBtn;
    DBComboBox2: TDBComboBox;
    procedure FormActivate(Sender: TObject);
    procedure Button2Click(Sender: TObject);
    procedure Label1Click(Sender: TObject);
    procedure Label2Click(Sender: TObject);
    procedure Label3Click(Sender: TObject);
    procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
    procedure BitBtn2Click(Sender: TObject);
  private
    { Déclarations privées }
  public
    { Déclarations publiques }
  end;

var
  Form7: TForm7;
  R:Double;
implementation

uses Unit5, Unit6, Module, Unit29;

{$R *.DFM}
  //*****
...

```

```

        Items.Add(FloatToStr(1+(0.5*(i-10))));
    end;
end;
End;
procedure TForm7.Button2Click(Sender: TObject);
begin
    Form29.ShowModal;
end;
procedure TForm7.Label1Click(Sender: TObject);
begin
    ShowMessage('Indiquez le numéro de la couche de matériau composant la paroi
étudiée, '+#13+'en choisissant dans la liste déroulante le némuro qui vous convien.');
```

end;

```

procedure TForm7.Label2Click(Sender: TObject);
begin
    ShowMessage('Indiquez l'épaisseur de la couche de matériau composant la paroi
étudiée '+#13+'en centimètres, en choisissant dans la liste déroulante l'épaisseur qui vous
convienne.');
```

end;

```

procedure TForm7.Label3Click(Sender: TObject);
begin
    ShowMessage('Indiquez en choisissant dans la liste déroulante, la composition de la
couche '+#13+'de matériau composant la paroi étudiée.');
```

end;

```

procedure TForm7.BitBtn1Click(Sender: TObject);
begin
    ShowMessage('L'aide dont vous pouvez disposer, est contextuelle. '+#13+
        'Vous pouvez l'obtenir en cliquant sur les pavés en caractères gras de couleur
bleau. '+#13+
        'Vous pouvez ajouter de nouveaux matériaux pour la composition de la paroi
étudiée. '+#13+
        'Pour cela, cliquez sur le bouton'+ ' '+'"Ajout nouveaux matériaux".');
```

end;

```

procedure TForm7.BitBtn2Click(Sender: TObject);
begin
    VerificationCouchesPOEV;
    DataModule29.TbCouchesPOEV.Open;
    DataModule29.TbCouchesPOEV.Edit;

    DataModule29.TbCouchesPOEV.FieldValues['N_Couche']:=StrToFloat(DBCombox1.Te
xt);

    DataModule29.TbCouchesPOEV.FieldValues['Epaisseur']:=StrToFloat(DBCombox2.Text
);
    DataModule29.TbCouchesPOEV.FieldValues['Materiau']:=DataModule29.tbMat_Hom.Fiel
dValues['Matériau'];
```

```
DataModule29.TbCouchesPOEV.FieldValues['Conductivite  
Thermique']:=DataModule29.tbMat_Hom.FieldValues['Conductivité Thermique'];  
DataModule29.TbCouchesPOEV.FieldValues['Masse  
Volumique']:=DataModule29.tbMat_Hom.FieldValues['Masse Volumique'];  
DataModule29.TbCouchesPOEV.FieldValues['Masse  
Surfacique']:=DataModule29.tbMat_Hom.FieldValues['Masse  
Volumique']*(StrToFloat(DBCombobox2.Text)*0.01);  
DataModule29.TbCouchesPOEV.FieldValues['Resistance  
Thermique']:=((StrToFloat(DBCombobox2.Text)*0.01)/DataModule29.tbMat_Hom.FieldV  
alues['Conductivité Thermique']);  
DataModule29.TbCouchesPOEV.Post;  
end;
```

END.

```
unit Unit8;           // Composition de la paroi opaque extérieure Horizontale

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
  DBCtrls, StdCtrls, Mask, ExtCtrls, Db, DBTables, Grids, DBGrids, Buttons;

type
  TForm8 = class(TForm)
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    Label3: TLabel;
    DBNavigator1: TDBNavigator;
    DBLookupComboBox1: TDBLookupComboBox;
    DBGrid1: TDBGrid;
    Button2: TButton;
    DBComboBox1: TDBComboBox;
    BitBtn2: TBitBtn;
    BitBtn1: TBitBtn;
    BitBtn3: TBitBtn;
    DBComboBox2: TDBComboBox;
    Label5: TLabel;
    procedure FormActivate(Sender: TObject);
    procedure Button2Click(Sender: TObject);
    procedure Label1Click(Sender: TObject);
    procedure Label2Click(Sender: TObject);
    procedure Label3Click(Sender: TObject);
    procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
    procedure BitBtn2Click(Sender: TObject);
  private
    { Déclarations privées }
  public
    { Déclarations publiques }
  end;
var
  Form8: TForm8;

implementation
uses Unit5, Unit6, Module, Unit29;

{$R *.DFM}
```

```

        end;
    end;
End;
procedure TForm8.Button2Click(Sender: TObject);
begin
    Form29.ShowModal;
end;
procedure TForm8.Label1Click(Sender: TObject);
begin
    ShowMessage('Indiquez le numéro de la couche de matériau composant la paroi
étudiée,'+#13+'en choisissant dans la liste déroulante le némuro qui vous convien.');
```

end;

```

procedure TForm8.Label2Click(Sender: TObject);
begin
    ShowMessage('Indiquez l"épaisseur de la couche de matériau composant la paroi
étudiée'+#13+'en centimètres, en choisissant dans la liste déroulante l"épaisseur qui vous
convienne.');
```

end;

```

procedure TForm8.Label3Click(Sender: TObject);
begin
    ShowMessage('Indiquez en choisissant dans la liste déroulante, la composition de la
couche'+#13+'de matériau composant la paroi étudiée.');
```

end;

```

procedure TForm8.BitBtn1Click(Sender: TObject);
begin
    ShowMessage('L"aide dont vous pouvez disposer, est contextuelle.'+#13+
        'Vous pouvez l"obtenir en cliquant sur les pavés en caractères gras de couleur
bleau.'+#13+
        'Vous pouvez ajouter de nouveaux matériaux pour la composition de la paroi
étudiée.'+#13+
        'Pour cela, cliquez sur le bouton'+' '+'"Ajout nouveaux matériaux".');
```

end;

```

procedure TForm8.BitBtn2Click(Sender: TObject);
    Begin
        VerificationCouchesPOEH;
        DataModule29.TbCouchesPOEH.Open;
        DataModule29.TbCouchesPOEH.Edit;
        DataModule29.TbCouchesPOEH.FieldValues['N_Couche']:=StrToFloat(DBCombobox1.Te
xt);
        DataModule29.TbCouchesPOEH.FieldValues['Epaisseur']:=StrToFloat(DBCombobox2.Tex
t);
        DataModule29.TbCouchesPOEH.FieldValues['Materiau']:=DataModule29.tbMat_Hom.Fie
ldValues['Matériau'];
        DataModule29.TbCouchesPOEH.FieldValues['Conductivite
Thermique']:=DataModule29.tbMat_Hom.FieldValues['Conductivité Thermique'];
```

```
DataModule29.TbCouchesPOEH.FieldValues['Masse  
Volumique']:=DataModule29.tbMat_Hom.FieldValues['Masse Volumique'];  
DataModule29.TbCouchesPOEH.FieldValues['Masse  
Surfacique']:=DataModule29.tbMat_Hom.FieldValues['Masse  
Volumique']*(StrToFloat(DBCombobox2.Text)*0.01);  
DataModule29.TbCouchesPOEH.FieldValues['Resistance  
Thermique']:=((StrToFloat(DBCombobox2.Text)*0.01)/DataModule29.tbMat_Hom.FieldV  
alues['Conductivité Thermique']);  
  DataModule29.TbCouchesPOEH.Post;  
End;  
  
END.
```

```
unit Unit9; // calcul des apports calorifiques à travers les parois opaques intérieures
// en contact avec un local climatéisé ou non
interface
Uses sysutils,Math,Unit2,Unit5,Unit6,Unit10,Unit11,Module;
Type
Tab_PI =array [1..24]of Double;

Var

HeureMaxLC,HeureMinLC,HeureMaxLNC,HeureMinLNC,HeureMaxTPI,HeureMinTPI:integer;

Function CalculS_POILC :Double;
Function CalculS_POILNC :Double;
Function CalculR_POILC :Double;
Function CalculR_POILNC :Double;
Function Calculm_surf_POILC:Double;
Function Calculm_surf_POILNC:Double;
Function CalculH_POILC :Double;
Function CalculH_POILNC :Double;
Function CalculK_POILC :Double;
Function CalculK_POILNC :Double;
Function CalculTSa_TSbi_Ete :Double ;
Function CalculTLNC :Tab_PI ;
Function Calcul_Flux_POILC:Tab_PI ; //APOILc
Function CalculSom_APOILCH1 :Double;
Function CalculSom_APOILCH2 :Double;
Function CalculSom_APOILCH3 :Double;
Function CalculSom_APOILCH4 :Double;
Function CalculSom_APOILCH5 :Double;
Function CalculSom_APOILCH6 :Double;
Function CalculSom_APOILCH7 :Double;
Function CalculSom_APOILCH8 :Double;
Function CalculSom_APOILCH9 :Double;
Function CalculSom_APOILCH10 :Double;
Function CalculSom_APOILCH11 :Double;
Function CalculSom_APOILCH12 :Double;
Function CalculSom_APOILCH13 :Double;
Function CalculSom_APOILCH14 :Double;
Function CalculSom_APOILCH15 :Double;
Function CalculSom_APOILCH16 :Double;
Function CalculSom_APOILCH17 :Double;
Function CalculSom_APOILCH18 :Double;
Function CalculSom_APOILCH19 :Double;
Function CalculSom_APOILCH20 :Double;
Function CalculSom_APOILCH21 :Double;
```

Function CalculSom_APOILCH22 :Double;
Function CalculSom_APOILCH23 :Double;
Function CalculSom_APOILCH24 :Double;
Function CalculMAX_APOILC :Double;
Function CalculMin_APOILC :Double;
Function CalculCInc :Tab_PI ;
Function Calcul_Flux_POILNC:Tab_PI ;
Function CalculSom_APOILNCH1 :Double;
Function CalculSom_APOILNCH2 :Double;
Function CalculSom_APOILNCH3 :Double;
Function CalculSom_APOILNCH4 :Double;
Function CalculSom_APOILNCH5 :Double;
Function CalculSom_APOILNCH6 :Double;
Function CalculSom_APOILNCH7 :Double;
Function CalculSom_APOILNCH8 :Double;
Function CalculSom_APOILNCH9 :Double;
Function CalculSom_APOILNCH10 :Double;
Function CalculSom_APOILNCH11 :Double;
Function CalculSom_APOILNCH12 :Double;
Function CalculSom_APOILNCH13 :Double;
Function CalculSom_APOILNCH14 :Double;
Function CalculSom_APOILNCH15 :Double;
Function CalculSom_APOILNCH16 :Double;
Function CalculSom_APOILNCH17 :Double;
Function CalculSom_APOILNCH18 :Double;
Function CalculSom_APOILNCH19 :Double;
Function CalculSom_APOILNCH20 :Double;
Function CalculSom_APOILNCH21 :Double;
Function CalculSom_APOILNCH22 :Double;
Function CalculSom_APOILNCH23 :Double;
Function CalculSom_APOILNCH24 :Double;
Function CalculMAX_APOILNC :Double;
Function CalculMin_APOILNC :Double;
Function CalculSom_APOIH1:Double ;
Function CalculSom_APOIH2:Double ;
Function CalculSom_APOIH3:Double ;
Function CalculSom_APOIH4:Double ;
Function CalculSom_APOIH5:Double ;
Function CalculSom_APOIH6:Double ;
Function CalculSom_APOIH7:Double ;
Function CalculSom_APOIH8:Double ;
Function CalculSom_APOIH9:Double ;
Function CalculSom_APOIH10:Double ;
Function CalculSom_APOIH11:Double ;
Function CalculSom_APOIH12:Double ;
Function CalculSom_APOIH13:Double ;

```

Function CalculSom_APOIH14:Double ;
Function CalculSom_APOIH15:Double ;
Function CalculSom_APOIH16:Double ;
Function CalculSom_APOIH17:Double ;
Function CalculSom_APOIH18:Double ;
Function CalculSom_APOIH19:Double ;
Function CalculSom_APOIH20:Double ;
Function CalculSom_APOIH21:Double ;
Function CalculSom_APOIH22:Double ;
Function CalculSom_APOIH23:Double ;
Function CalculSom_APOIH24:Double ;
Function CalculMAX_APOI :Double;
Function CalculMin_APOI :Double;
Function CalculStot_POILC :Double;
Function CalculStot_POILNC :Double;
implementation
Const
  //Tableau 3.6 Valeurs de CInc pour une température de base >= 46°C
  tabC1:array[1..24]of Double =(-1,-2,-3,-4,-4,-3,-3,-2,0,1,3,4,6,7,8,9,8,7,7,6,5,4,2,1);
  tabC2:array[1..24]of Double =(-14,-15,-16,-17,-16,-16,-16,-15,-13,-12,-11,-9,-7,-7,-6,-5,-6,-7,-7,-8,-9,-10,-11,-12);
  tabC3:array[1..24]of Double =(-3,-4,-4,-5,-5,-5,-4,-3,-2,-1,0,2,3,4,4,5,4,4,3,2,1,1,-1,-2);
  tabC4:array[1..24]of Double =(-4,-4,-5,-6,-5,-5,-4,-3,-7,-6,-5,-4,-3,-2,-2,-1,-2,-3,-3,-4,0,-1,-2,-3);
  //Tableau 3.7 Valeurs de CInc pour une température de base = 41°C
  tabC5:array[1..24]of Double =(-4,-5,-7,-6,-6,-6,-4,-3,-1,1,3,5,6,7,8,7,7,6,5,4,3,1,-1,-3);
  tabC6:array[1..24]of Double =(-17,-18,-19,-19,-19,-18,-17,-15,-14,-12,-10,-8,-7,-6,-5,-6,-7,-8,-9,-10,-11,-12,-14,-16);
  tabC7:array[1..24]of Double =(-5,-6,-7,-7,-6,-6,-5,-3,-3,-1,1,3,4,4,5,4,3,3,2,1,0,-2,-3,-4);
  tabC8:array[1..24]of Double =(-6,-7,-7,-7,-7,-6,-5,-3,-7,-6,-4,-3,-2,-1,-1,-2,-3,-3,-4,-6,-1,-3,-4,-5);
  //Tableau 3.8 Valeurs de CInc pour une température de base = 37°C
  tabC9:array[1..24]of Double =(-3,-4,-5,-6,-6,-6,-5,-4,-3,-1,1,2,4,5,6,6,6,5,4,4,3,2,0,-1);
  tabC10:array[1..24]of Double =(-16,-17,-18,-18,-18,-18,-18,-16,-15,-14,-12,-11,-9,-8,-8,-7,-8,-8,-9,-10,-11,-11,-13,-14);
  tabC11:array[1..24]of Double =(-4,-5,-6,-6,-6,-6,-6,-4,-4,-3,-1,0,2,2,3,3,3,2,2,1,0,-1,-2,-3);
  tabC12:array[1..24]of Double =(-5,-6,-6,-7,-6,-6,-6,-4,-9,-8,-6,-5,-4,-3,-3,-3,-3,-4,-5,-6,-1,-2,-3,-4);
  //Tableau 3.9 Valeurs de CInc pour une température de base = 34°C
  tabC13:array[1..24]of Double =(-2,-2,-3,-3,-3,-3,-3,-2,-1,-1,0,1,2,2,3,4,3,3,3,2,2,1,0,-1);

```

```
unit Unit10;           // Composition de la paroi opaque intérieure en contact avec LC

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
  DBCtrls, StdCtrls, Mask, Grids, DBGrids, Db, DBTables, ExtCtrls, Buttons;

type
  TForm10 = class(TForm)
    DBLookupComboBox1: TDBLookupComboBox;
    DBNavigator1: TDBNavigator;
    DBGrid1: TDBGrid;
    Button2: TButton;
    DBComboBox1: TDBComboBox;
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    Label3: TLabel;
    BitBtn2: TBitBtn;
    BitBtn1: TBitBtn;
    BitBtn3: TBitBtn;
    DBComboBox2: TDBComboBox;
    Label5: TLabel;
    procedure FormActivate(Sender: TObject);
    procedure Button2Click(Sender: TObject);
    procedure BitBtn2Click(Sender: TObject);
    procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
    procedure Label1Click(Sender: TObject);
    procedure Label2Click(Sender: TObject);
    procedure Label3Click(Sender: TObject);
  private
    { Déclarations privées }
  public
    { Déclarations publiques }
  end;

var
  Form10: TForm10;

implementation

uses Unit5, Module, Unit29;

{$R *.DFM}
  //*****
Procedure VerificationCouchesPOILC;
```

```

Begin
  If (Form10.DBCombobox1.Text="")then
    begin
      Form10.Label1.OnClick(Form10.Label1);
      Abort;
    end;
  If (Form10.DBCombobox2.Text="")then
    begin
      Form10.Label2.OnClick(Form10.Label2);
      Abort;
    end;
  If (Form10.DBLookupComboBox1.Text="")then
    begin
      Form10.Label3.OnClick(Form10.Label3);
      Abort;
    end;
End;

  //*****

procedure TForm10.FormActivate(Sender: TObject);
Var
  i:Integer;
Begin
  Caption:='Composition de la paroi opaque intérieure N°'+
'+Form5.DBComboBox19.Text+' en contact avec un autre local climatisé';
  With DBCombobox1 Do
    begin
      Clear;
      for i:=1 to 10 do
        begin
          Items.Add(IntToStr(i));
        end;
      end;
  With DBCombobox2 Do
    begin
      Clear;
      for i:=1 to 208 do
        begin
          If (i<=9) then
            Items.Add(FloatToStr(0.1+0.1*(i-1)))
          Else
            Items.Add(FloatToStr(1+(0.5*(i-10))));
        end;
      end;
    end;
end;

```

```
End;

procedure TForm10.Button2Click(Sender: TObject);
begin
  Form29.ShowModal;
end;

procedure TForm10.BitBtn2Click(Sender: TObject);
Begin
  VerificationCouchesPOILC;
  DataModule29.TbCouchesPOILC.Open;
  DataModule29.TbCouchesPOILC.Edit;

  DataModule29.TbCouchesPOILC.FieldValues['N_Couche']:=StrToFloat(DBCombobox1.Text);
  DataModule29.TbCouchesPOILC.FieldValues['Epaisseur']:=StrToFloat(DBCombobox2.Text);
  DataModule29.TbCouchesPOILC.FieldValues['Materiau']:=DataModule29.tbMat_Hom.FieldValues['Matériau'];
  DataModule29.TbCouchesPOILC.FieldValues['Conductivite Thermique']:=DataModule29.tbMat_Hom.FieldValues['Conductivité Thermique'];
  DataModule29.TbCouchesPOILC.FieldValues['Masse Volumique']:=DataModule29.tbMat_Hom.FieldValues['Masse Volumique'];
  DataModule29.TbCouchesPOILC.FieldValues['Masse Surfacique']:=DataModule29.tbMat_Hom.FieldValues['Masse Volumique']*(StrToFloat(DBCombobox2.Text)*0.01);
  DataModule29.TbCouchesPOILC.FieldValues['Resistance Thermique']:=((StrToFloat(DBCombobox2.Text)*0.01)/DataModule29.tbMat_Hom.FieldValues['Conductivité Thermique']);
  DataModule29.TbCouchesPOILC.Post;

End;

procedure TForm10.BitBtn1Click(Sender: TObject);
Begin
  ShowMessage('L''aide dont vous pouvez disposer, est contextuelle.'+#13+
    'Vous pouvez l''obtenir en cliquant sur les pavés en caractères gras de couleur
    bleu.'+#13+
```

unit Unit11; / Composition de la paroi opaque intérieure en contact avec LNC

interface

uses

Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
StdCtrls, ExtCtrls, DBCtrls, Db, DBTables, Mask, Grids, DBGrids, Buttons;

type

```
TForm11 = class(TForm)
  DBLookupComboBox1: TDBLookupComboBox;
  DBNavigator1: TDBNavigator;
  DBGrid1: TDBGrid;
  Button2: TButton;
  Label1: TLabel;
  Label2: TLabel;
  Label3: TLabel;
  Label4: TLabel;
  DBComboBox1: TDBComboBox;
  BitBtn2: TBitBtn;
  BitBtn1: TBitBtn;
  BitBtn3: TBitBtn;
  DBComboBox2: TDBComboBox;
  procedure FormActivate(Sender: TObject);
  procedure Button2Click(Sender: TObject);
  procedure Label1Click(Sender: TObject);
  procedure Label2Click(Sender: TObject);
  procedure Label3Click(Sender: TObject);
  procedure BitBtn2Click(Sender: TObject);
  procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
private
  { Déclarations privées }
public
  { Déclarations publiques }
end;
```

var

Form11: TForm11;

implementation

uses Unit5, Module, Unit29;

{\$R *.DFM}

```

//*****
Procedure VerificationCouchesPOILNC;
Begin
  If (Form11.DBCombobox1.Text=")then
    begin
      Form11.Label1.OnClick(Form11.Label1);
      Abort;
    end;
  If (Form11.DBCombobox2.Text=")then
    begin
      Form11.Label2.OnClick(Form11.Label2);
      Abort;
    end;
  If (Form11.DBLookupComboBox1.Text=")then
    begin
      Form11.Label3.OnClick(Form11.Label3);
      Abort;
    end;
End;

//*****
procedure TForm11.FormActivate(Sender: TObject);
Var
  i:Integer;
Begin
  Caption:='Composition de la paroi opaque intérieure N°'+
'+Form5.DBCombobox20.Text+' '+en contact avec un local non climatisé';
  With DBCombobox1 Do
    begin
      Clear;
      for i:=1 to 10 do
        begin
          Items.Add(IntToStr(i));
        end;
      end;
  With DBCombobox2 Do
    begin
      Clear;
      for i:=1 to 208 do
        begin
          If (i<=9) then
            Items.Add(FloatToStr(0.1+0.1*(i-1)))
          Else
            Items.Add(FloatToStr(1+(0.5*(i-10))));
        end;
      end;
    end;
End;

```

```
End;
procedure TForm11.Button2Click(Sender: TObject);
begin
    form29.ShowModal;
end;
procedure TForm11.Label1Click(Sender: TObject);
begin
    ShowMessage('Indiquez le numéro de la couche de matériau composant la paroi
étudiée,'+#13+'en choisissant dans la liste déroulante le némuro qui vous convien.');
```

end;

```
procedure TForm11.Label2Click(Sender: TObject);
begin
    ShowMessage('Indiquez l"épaisseur de la couche de matériau composant la paroi
étudiée'+#13+'en centimètres, en choisissant dans la liste déroulante l"épaisseur qui vous
convienne.');
```

end;

```
procedure TForm11.Label3Click(Sender: TObject);
begin
    ShowMessage('Indiquez en choisissant dans la liste déroulante, la composition de la
couche'+#13+'de matériau composant la paroi étudiée.');
```

end;

```
procedure TForm11.BitBtn2Click(Sender: TObject);
Begin
    VerificationCouchesPOILNC;
    DataModule29.TbCouchesPOILNC.Open;
    DataModule29.TbCouchesPOILNC.Edit;
    DataModule29.TbCouchesPOILNC.FieldValues['N_Couche']:=StrToFloat(DBCombobox1.
Text);
    DataModule29.TbCouchesPOILNC.FieldValues['Epaisseur']:=StrToFloat(DBCombobox2.T
ext);
    DataModule29.TbCouchesPOILNC.FieldValues['Materiau']:=DataModule29.tbMat_Hom.
FieldValues['Matériau'];
    DataModule29.TbCouchesPOILNC.FieldValues['Conductivite
Thermique']:=DataModule29.tbMat_Hom.FieldValues['Conductivité Thermique'];
    DataModule29.TbCouchesPOILNC.FieldValues['Masse
Volumique']:=DataModule29.tbMat_Hom.FieldValues['Masse Volumique'];
    DataModule29.TbCouchesPOILNC.FieldValues['Masse
Surfacique']:=DataModule29.tbMat_Hom.FieldValues['Masse
Volumique']*(StrToFloat(DBCombobox2.Text)*0.01);
    DataModule29.TbCouchesPOILNC.FieldValues['Resistance
Thermique']:=((StrToFloat(DBCombobox2.Text)*0.01)/DataModule29.tbMat_Hom.FieldV
alues['Conductivité Thermique']);
    DataModule29.TbCouchesPOILNC.Post;
End;
procedure TForm11.BitBtn1Click(Sender: TObject);
begin
```

```
ShowMessage('L'aide dont vous pouvez disposer, est contextuelle.'+#13+
    'Vous pouvez l'obtenir en cliquant sur les pavés en caractères gras de couleur
bleau.'+#13+
    'Vous pouvez ajouter de nouveaux matériaux pour la composition de la paroi
étudiée.'+#13+
    'Pour cela, cliquez sur le bouton'+ ' '+'"Ajout nouveaux matériaux".');
end;
END.
```

```

unit Unit12; // Calcul de apports calorifiques à travers les parois vitrées extérieures

interface
Uses Sysutils,Math,unit2,unit5,Unit6,Module;
Type
Tab_N =array [1..24]of Double;
Tab_PV =array [1..24]of String;
Function CalculNPV:Tab_N ;
Function CalculRaytb_PVE :double; // ray. total de base It,b PV Ver et Hor
Function CalculRaytR_PVE :double; // ray. total max. réel It PV Ver et Hor
//*****
Function CalculAzimut_PVE :double; // Azimut de la PVE
Function CalculHauteurS :Tab_N ; // Calcul hauteur du Soleil
Function CalculDAzimut_PVE :Tab_N ; // Calcul Azimut Solaire -Azimut PVE
Function Position_PVE :Tab_PV ; // Détermination de la position P.Vitrée Ext
Function CalculE1:Tab_N ; // Longueur d'ombre verticale E1 S_Ver
Function CalculE2:Tab_N ; // Longueur d'ombre horizontale E2 S_Hor
Function CalculX:Tab_N ; // X=E1-b
Function CalculY:Tab_N ; // Y=E2-f
Function CalculSV_ens1 :Tab_N; // Surface vitrée ensoleillée
Function CalculSV_omb1 :Tab_N; // Surface vitrée à l'ombre
//*****
Function CalculC_cadre :double; // coef. Ccadre
Function CalculC_limp :double; // Coef Climp
Function CalculC_alt :double; // Coef. Calt
Function CalculC_ros :double; // Coef. Cros
Function CalculRaydb_PVE :double; // ray. diffus de base Id,b PV Ver et Hor
Function CalculRaydR_PVE :double; // ray. diffus maximal réel Id PV Ver et Hor
Function Calcul_FluxR_PVE:Tab_N ; // Gains dus au rayonnement solaire PVE (AVR)
Function CalculSV_t :double; // Surface totale vitrée
Function CalculSV_ens :double; // Surface vitrée ensoleillée
Function CalculSV_omb :double; // Surface vitrée à l'ombre
Function CalculFS :double; // Facteur Solaire du paroi vitrée (FS)
Function CalculKvn_PVE :Double; // Kvn de la Paroi vitrée extérieure
Function CalculK_PVE :Double; // Coef. K de la Paroi vitrée extérieure
Function CalculS_Ouv :Double; //surface de l'ouverture dans la Paroi opaque
Function CalculH_PVE :Double; // 1/hi+1/he Paroi vitrée Ext.
Function CalculR_voilage :Double; // Résistance sup. des voilages
Function CalculR_rideau :Double; // Résistance sup. des rideaux
Function CalculR_occultation :Double; // Résistance sup. des occultations
Function CalculTe_Ti :Tab_N ; // Calcul Te(t)-Ti
Function Calcul_FluxT_PVE:Tab_N ; // Gains dus au gradient de température à
travers PVE (AVT)
Function Calcul_Flux_PVE: Tab_N ;// Apports de chaleur à travers une paroi vitrée
extérieur AVE(t)=AVT(t)+AVR(t)
Function CalculSom_APVEH1 :Double;

```

```

Function CalculSom_APVEH2 :Double;
Function CalculSom_APVEH3 :Double;
Function CalculSom_APVEH4 :Double;
Function CalculSom_APVEH5 :Double;
Function CalculSom_APVEH6 :Double;
Function CalculSom_APVEH7 :Double;
Function CalculSom_APVEH8 :Double;
Function CalculSom_APVEH9 :Double;
Function CalculSom_APVEH10 :Double;
Function CalculSom_APVEH11 :Double;
Function CalculSom_APVEH12 :Double;
Function CalculSom_APVEH13 :Double;
Function CalculSom_APVEH14 :Double;
Function CalculSom_APVEH15 :Double;
Function CalculSom_APVEH16 :Double;
Function CalculSom_APVEH17 :Double;
Function CalculSom_APVEH18 :Double;
Function CalculSom_APVEH19 :Double;
Function CalculSom_APVEH20 :Double;
Function CalculSom_APVEH21 :Double;
Function CalculSom_APVEH22 :Double;
Function CalculSom_APVEH23 :Double;
Function CalculSom_APVEH24 :Double;
Function CalculStot_PVE :Double; // surface totale des PVE

```

implementation

```

Const //Tableau 4.1 Coef. d'amortissement pour 24 heures de fonctionnement
      // sans protection
      tabN1:array[1..24]of Double
=(8,7,7,6,6,17,27,33,33,31,29,27,25,23,22,20,19,17,15,14,12,11,10,9);
      tabN2: array[1..24]of
Double=(6,5,5,4,3,19,31,38,39,36,34,27,24,22,21,19,17,16,14,12,10,7,8,7);
      tabN3: array[1..24]of Double=(1,0,0,0,0,31,56,65,61,46,33,26,21,18,16,14,12,9,6,4,3,2,1,1);
      tabN4: array[1..24]of
Double=(9,8,8,7,6,16,26,34,39,40,38,34,30,28,26,23,22,20,18,16,14,13,12,10);
      tabN5: array[1..24]of
Double=(8,6,6,5,4,16,29,40,46,46,42,36,31,28,25,23,20,18,15,14,12,11,9,8);
      tabN6: array[1..24]of Double=(1,1,0,0,1,27,50,67,73,68,53,38,27,22,18,15,12,9,6,4,3,2,1,1);
      tabN7: array[1..24]of
Double=(12,11,10,9,8,8,14,22,31,38,43,44,43,39,35,32,29,26,23,21,19,16,15,13);
...

```

```
unit Unit13;      // Calcul des apports calorifiques à travers les parois vitrées intérieures
                  // en contact avec un autre local climatisé ou non climatisé
interface
  Uses sysutils,unit2,unit5,unit6,Module;
  Type
  Tab_VI =array [1..24]of Double;

  Function CalculKvn_PVILC :Double;
  Function CalculKvn_PVILNC :Double;
  Function CalculK_PVILC :Double;
  Function CalculK_PVILNC :Double;
  Function CalculK_PVILNC_HV :Double;
  Function CalculSO_PVILC :Double;
  Function CalculSO_PVILNC :Double;
  Function CalculH_PVILC :Double;
  Function CalculH_PVILNC :Double;
  Function CalculH_PVILNC_HV :Double; // H en hiver
  Function CalculR_voilagePVILC :Double;
  Function CalculR_voilagePVILNC :Double;
  Function CalculR_rideauPVILC :Double;
  Function CalculR_rideauPVILNC :Double;
  Function CalculR_occultationPVILC :Double;
  Function CalculR_occultationPVILNC :Double;
  Function CalculTSa_TSbi_PVILC :Double ;
  Function Calcul_Flux_PVILC:Tab_VI ;
  Function CalculCInc_VI :Tab_VI ;
  Function CalculTLNC_VI :Tab_VI ;
  Function Calcul_Flux_PVILNC:Tab_VI ;
  Function CalculSom_APVILCH1 :Double;
  Function CalculSom_APVILCH2 :Double;
  Function CalculSom_APVILCH3 :Double;
  Function CalculSom_APVILCH4 :Double;
  Function CalculSom_APVILCH5 :Double;
  Function CalculSom_APVILCH6 :Double;
  Function CalculSom_APVILCH7 :Double;
  Function CalculSom_APVILCH8 :Double;
  Function CalculSom_APVILCH9 :Double;
  Function CalculSom_APVILCH10 :Double;
  Function CalculSom_APVILCH11 :Double;
  Function CalculSom_APVILCH12 :Double;
  Function CalculSom_APVILCH13 :Double;
  Function CalculSom_APVILCH14 :Double;
  Function CalculSom_APVILCH15 :Double;
  Function CalculSom_APVILCH16 :Double;
  Function CalculSom_APVILCH17 :Double;
  Function CalculSom_APVILCH18 :Double;
```

```
Function CalculSom_APVILCH19 :Double;
Function CalculSom_APVILCH20 :Double;
Function CalculSom_APVILCH21 :Double;
Function CalculSom_APVILCH22 :Double;
Function CalculSom_APVILCH23 :Double;
Function CalculSom_APVILCH24 :Double;
  //*****
Function CalculSom_APVILNCH1 :Double;
Function CalculSom_APVILNCH2 :Double;
Function CalculSom_APVILNCH3 :Double;
Function CalculSom_APVILNCH4 :Double;
Function CalculSom_APVILNCH5 :Double;
Function CalculSom_APVILNCH6 :Double;
Function CalculSom_APVILNCH7 :Double;
Function CalculSom_APVILNCH8 :Double;
Function CalculSom_APVILNCH9 :Double;
Function CalculSom_APVILNCH10 :Double;
Function CalculSom_APVILNCH11 :Double;
Function CalculSom_APVILNCH12 :Double;
Function CalculSom_APVILNCH13 :Double;
Function CalculSom_APVILNCH14 :Double;
Function CalculSom_APVILNCH15 :Double;
Function CalculSom_APVILNCH16 :Double;
Function CalculSom_APVILNCH17 :Double;
Function CalculSom_APVILNCH18 :Double;
Function CalculSom_APVILNCH19 :Double;
Function CalculSom_APVILNCH20 :Double;
Function CalculSom_APVILNCH21 :Double;
Function CalculSom_APVILNCH22 :Double;
Function CalculSom_APVILNCH23 :Double;
Function CalculSom_APVILNCH24 :Double;
  //*****
Function CalculSom_APVIH1:Double ;
Function CalculSom_APVIH2:Double ;
Function CalculSom_APVIH3:Double ;
Function CalculSom_APVIH4:Double ;
Function CalculSom_APVIH5:Double ;
Function CalculSom_APVIH6:Double ;
Function CalculSom_APVIH7:Double ;
Function CalculSom_APVIH8:Double ;
Function CalculSom_APVIH9:Double ;
Function CalculSom_APVIH10:Double ;
Function CalculSom_APVIH11:Double ;
Function CalculSom_APVIH12:Double ;
Function CalculSom_APVIH13:Double ;
Function CalculSom_APVIH14:Double ;
```

```

Function CalculSom_APVIH15:Double ;
Function CalculSom_APVIH16:Double ;
Function CalculSom_APVIH17:Double ;
Function CalculSom_APVIH18:Double ;
Function CalculSom_APVIH19:Double ;
Function CalculSom_APVIH20:Double ;
Function CalculSom_APVIH21:Double ;
Function CalculSom_APVIH22:Double ;
Function CalculSom_APVIH23:Double ;
Function CalculSom_APVIH24:Double ;
Function CalculStot_PVILC :Double; // surface totale des PVILC
Function CalculStot_PVILNC :Double; // surface totale des PVILNC

```

implementation

Const

```

//Tableau 3.6 Valeurs de CInc pour une température de base >= 46°C
tabC1:array[1..24]of Double =(-1,-2,-3,-4,-4,-3,-3,-2,0,1,3,4,6,7,8,9,8,7,7,6,5,4,2,1);
tabC2:array[1..24]of Double =(-14,-15,-16,-17,-16,-16,-16,-15,-13,-12,-11,-9,-7,-7,-6,-5,-6,-7,-7,-8,-9,-10,-11,-12);
tabC3:array[1..24]of Double =(-3,-4,-4,-5,-5,-5,-4,-3,-2,-1,0,2,3,4,4,5,4,4,3,2,1,1,-1,-2);
tabC4:array[1..24]of Double =(-4,-4,-5,-6,-5,-5,-4,-3,-7,-6,-5,-4,-3,-2,-2,-1,-2,-3,-3,-4,0,-1,-2,-3);
//Tableau 3.7 Valeurs de CInc pour une température de base = 41°C
tabC5:array[1..24]of Double =(-4,-5,-7,-6,-6,-6,-4,-3,-1,1,3,5,6,7,8,7,7,6,5,4,3,1,-1,-3);
tabC6:array[1..24]of Double =(-17,-18,-19,-19,-19,-18,-17,-15,-14,-12,-10,-8,-7,-6,-5,-6,-7,-8,-9,-10,-11,-12,-14,-16);
tabC7:array[1..24]of Double =(-5,-6,-7,-7,-6,-6,-5,-3,-3,-1,1,3,4,4,5,4,3,3,2,1,0,-2,-3,-4);
tabC8:array[1..24]of Double =(-6,-7,-7,-7,-7,-6,-5,-3,-7,-6,-4,-3,-2,-1,-1,-2,-3,-3,-4,-6,-1,-3,-4,-5);
//Tableau 3.8 Valeurs de CInc pour une température de base = 37°C
tabC9:array[1..24]of Double =(-3,-4,-5,-6,-6,-6,-5,-4,-3,-1,1,2,4,5,6,6,6,5,4,4,3,2,0,-1);
tabC10:array[1..24]of Double =(-16,-17,-18,-18,-18,-18,-18,-16,-15,-14,-12,-11,-9,-8,-8,-7,-8,-8,-9,-10,-11,-11,-13,-14);
tabC11:array[1..24]of Double =(-4,-5,-6,-6,-6,-6,-6,-4,-4,-3,-1,0,2,2,3,3,3,2,2,1,0,-1,-2,-3);
tabC12:array[1..24]of Double =(-5,-6,-6,-7,-6,-6,-6,-4,-9,-8,-6,-5,-4,-3,-3,-3,-3,-4,-5,-6,-1,-2,-3,-4);
//Tableau 3.9 Valeurs de CInc pour une température de base = 34°C
tabC13:array[1..24]of Double =(-2,-2,-3,-3,-3,-3,-3,-2,-1,-1,0,1,2,2,3,4,3,3,3,2,1,0,-1);
tabC14:array[1..24]of Double =(-14,-15,-15,-16,-16,-16,-16,-15,-14,-14,-13,-12,-11,-11,-10,-9,-10,-10,-10,-11,-11,-12,-13,-14);

```

```

unit Unit14; // calcul des Apports internes dus aux occupants (Alocc)

interface
  Uses
    sysutils,Unit5,Unit6,Module;
  Type
    Tab_Occ =array [0..23]of Double;
    Tab_Occ2 =array [1..24]of Double;
  Function CalculC_occ :double; // Coef. d'occupation
  Function CalculCS_Occ :double; // Coef. de simultanéité CS_Occ
  Function CalculAs_pers :double; // Calcul As/pers.
  Function CalculAEnthalpie_pers :double; // Calcul AEnt./pers = As_pers + AI_pers
  Function CalculAI_pers :double; // Calcul AI/pers.
  // Function CalculAll_Occ : Tab_Occ2; // Calcul All_Occ. latente
  Function CalculAll_Occ (Hc:Integer):Double; // Calcul All_Occ(Hc) latente
  Function CalculDuree_Occ :double; // calcul de la durée d'occupation
  Function CalculCN_Occ :Tab_Occ; // Calcul de Coef. d'amortissement CN_Occ(t)
  Function CalculAIs_Occ(Hc:Integer) :double; // AIs_occ(Hc)

  Function CalculSom_AIs_OccH1 :Double;
  Function CalculSom_AIs_OccH2 :Double;
  Function CalculSom_AIs_OccH3 :Double;
  Function CalculSom_AIs_OccH4 :Double;
  Function CalculSom_AIs_OccH5 :Double;
  Function CalculSom_AIs_OccH6 :Double;
  Function CalculSom_AIs_OccH7 :Double;
  Function CalculSom_AIs_OccH8 :Double;
  Function CalculSom_AIs_OccH9 :Double;
  Function CalculSom_AIs_OccH10 :Double;
  Function CalculSom_AIs_OccH11 :Double;
  Function CalculSom_AIs_OccH12 :Double;
  Function CalculSom_AIs_OccH13 :Double;
  Function CalculSom_AIs_OccH14 :Double;
  Function CalculSom_AIs_OccH15 :Double;
  Function CalculSom_AIs_OccH16 :Double;
  Function CalculSom_AIs_OccH17 :Double;
  Function CalculSom_AIs_OccH18 :Double;
  Function CalculSom_AIs_OccH19 :Double;
  Function CalculSom_AIs_OccH20 :Double;
  Function CalculSom_AIs_OccH21 :Double;
  Function CalculSom_AIs_OccH22 :Double;
  Function CalculSom_AIs_OccH23 :Double;
  Function CalculSom_AIs_OccH24 :Double;
  //*****
  Function CalculSom_All_OccH1 :Double;
  Function CalculSom_All_OccH2 :Double;

```

```

Function CalculSom_All_OccH3 :Double;
Function CalculSom_All_OccH4 :Double;
Function CalculSom_All_OccH5 :Double;
Function CalculSom_All_OccH6 :Double;
Function CalculSom_All_OccH7 :Double;
Function CalculSom_All_OccH8 :Double;
Function CalculSom_All_OccH9 :Double;
Function CalculSom_All_OccH10 :Double;
Function CalculSom_All_OccH11 :Double;
Function CalculSom_All_OccH12 :Double;
Function CalculSom_All_OccH13 :Double;
Function CalculSom_All_OccH14 :Double;
Function CalculSom_All_OccH15 :Double;
Function CalculSom_All_OccH16 :Double;
Function CalculSom_All_OccH17 :Double;
Function CalculSom_All_OccH18 :Double;
Function CalculSom_All_OccH19 :Double;
Function CalculSom_All_OccH20 :Double;
Function CalculSom_All_OccH21 :Double;
Function CalculSom_All_OccH22 :Double;
Function CalculSom_All_OccH23 :Double;
Function CalculSom_All_OccH24 :Double;

```

implementation

```

Const //Tableau 5.2 DTR (Tab. 1.3.II PORCH Coef. d'amortissement N_Occ
// Type d'apport interne I (Occupant)

```

```

    tab1:array[0..23]of Double
=(0.37,0.67,0.29,0.26,0.23,0.20,0.19,0.17,0.15,0.14,0.12,0.11,0.10,0.09,0.08,0.07,0.06,0.05,0.04,0.03,0.02,0.01,0,0);

```

```

    tab2:array[0..23]of Double
=(0.31,0.67,0.30,0.26,0.22,0.19,0.16,0.15,0.13,0.12,0.10,0.09,0.08,0.07,0.06,0.05,0.04,0.03,0.02,0.01,0,0,0,0);

```

```

    tab3:array[0..23]of Double
=(0.25,0.74,0.26,0.17,0.12,0.08,0.05,0.04,0.03,0.02,0.01,0.01,0.01,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0);

```

```

    tab4:array[0..23]of Double
=(0.37,0.67,0.71,0.29,0.26,0.23,0.20,0.19,0.17,0.15,0.14,0.12,0.11,0.10,0.09,0.08,0.07,0.06,0.05,0.04,0.03,0.02,0.01,0);

```

```

unit Unit15; // calcul des Apports internes dus à l'éclairage (AI_ec)
Interface
  Uses
    sysutils,Unit5,Unit6,Module;
  Type
    Tab_ec =array [0..23]of Double;
    Tab_ec2 =array [1..24]of Double;
    Function CalculCN_ec1 :Tab_ec; // Calcul de Coef. d'amortissement CN_ec1(t) (Type I)
    Function CalculCN_ec2 :Tab_ec; // Calcul de Coef. d'amortissement CN_ec2(t) (Type
II)
    Function CalculCN_ec3 :Tab_ec; // Calcul de Coef. d'amortissement CN_ec3(t) (Type
III)
    Function CalculCN_ec :Tab_ec; // Coef. d'amortissement CN_ec (Type I,II etIII)
    Function CalculCS_ec :double; // Coef. de Simultanéité (CS_ec) (Type I,II et III)
    Function CalculC1 :double; // Calcul de Coef. de majoration (C1)
    Function CalculC2 :double; // Calcul de Coef. de chaleur résiduelle (C2)
    Function CalculDuree_ec :Integer; // calcul de la durée de l'éclairage
    Function CalculAIs_ecth :double; // AIs_ecth Théorique
    Function CalculAIs_ec (Hc:Integer):double;
    Function CalculAll_Ec : Tab_ec2; //All_Ec=0
    Function CalculSom_AIs_EcH1 :Double;
    Function CalculSom_AIs_EcH2 :Double;
    Function CalculSom_AIs_EcH3 :Double;
    Function CalculSom_AIs_EcH4 :Double;
    Function CalculSom_AIs_EcH5 :Double;
    Function CalculSom_AIs_EcH6 :Double;
    Function CalculSom_AIs_EcH7 :Double;
    Function CalculSom_AIs_EcH8 :Double;
    Function CalculSom_AIs_EcH9 :Double;
    Function CalculSom_AIs_EcH10 :Double;
    Function CalculSom_AIs_EcH11 :Double;
    Function CalculSom_AIs_EcH12 :Double;
    Function CalculSom_AIs_EcH13 :Double;
    Function CalculSom_AIs_EcH14 :Double;
    Function CalculSom_AIs_EcH15 :Double;
    Function CalculSom_AIs_EcH16 :Double;
    Function CalculSom_AIs_EcH17 :Double;
    Function CalculSom_AIs_EcH18 :Double;
    Function CalculSom_AIs_EcH19 :Double;
    Function CalculSom_AIs_EcH20 :Double;
    Function CalculSom_AIs_EcH21 :Double;
    Function CalculSom_AIs_EcH22 :Double;
    Function CalculSom_AIs_EcH23 :Double;
    Function CalculSom_AIs_EcH24 :Double;
implementation

```

```
unit Unit16; // Apports dus aux appareils électriques
```

```
Interface
```

```
Uses
```

```
  sysutils,Unit5,Unit6,Unit17,Module;
```

```
Type
```

```
Tab_ape =array [0..23]of Double;
```

```
Tab_ape2 =array [1..24]of Double;
```

```
function CalculAIs_apeth :Double; // la somme théorique des apports sensibles du aux
// appareils électriques
```

```
function CalculAll_apeth :Double; // la somme théorique des apports latentes du aux
// appareils électriques
```

```
Function CalculCS_ape :double; // Calcul du Coef. de Simultanéité (CS_ape)
```

```
Function CalculDuree_ape :double; // calcul de la durée de fonctionnement des
//appareils électriques
```

```
Function CalculCN_ape :Tab_ape; // Calcul de Coef. d'amortissement CN_ape(t)
```

```
Function CalculAIs_ape (Hc:Integer):Double; // apports sensibles réeles dus aux
//appareils électriques
```

```
Function CalculAll_ape (Hc:Integer):Double; // apports latents réeles dus aux
//appareils électriques
```

```
Function CalculSom_AIs_apeH1 :Double;
```

```
Function CalculSom_AIs_apeH2 :Double;
```

```
Function CalculSom_AIs_apeH3 :Double;
```

```
Function CalculSom_AIs_apeH4 :Double;
```

```
Function CalculSom_AIs_apeH5 :Double;
```

```
Function CalculSom_AIs_apeH6 :Double;
```

```
Function CalculSom_AIs_apeH7 :Double;
```

```
Function CalculSom_AIs_apeH8 :Double;
```

```
Function CalculSom_AIs_apeH9 :Double;
```

```
Function CalculSom_AIs_apeH10 :Double;
```

```
Function CalculSom_AIs_apeH11 :Double;
```

```
Function CalculSom_AIs_apeH12 :Double;
```

```
Function CalculSom_AIs_apeH13 :Double;
```

```
Function CalculSom_AIs_apeH14 :Double;
```

```
Function CalculSom_AIs_apeH15 :Double;
```

```
Function CalculSom_AIs_apeH16 :Double;
```

```
Function CalculSom_AIs_apeH17 :Double;
```

```
Function CalculSom_AIs_apeH18 :Double;
```

```
Function CalculSom_AIs_apeH19 :Double;
```

```
Function CalculSom_AIs_apeH20 :Double;
```

```
Function CalculSom_AIs_apeH21 :Double;
```

```
Function CalculSom_AIs_apeH22 :Double;
```

```
Function CalculSom_AIs_apeH23 :Double;
```

```
Function CalculSom_AIs_apeH24 :Double;
```

```
//*****
```

```

Function CalculSom_All_apeH1 :Double;
Function CalculSom_All_apeH2 :Double;
Function CalculSom_All_apeH3 :Double;
Function CalculSom_All_apeH4 :Double;
Function CalculSom_All_apeH5 :Double;
Function CalculSom_All_apeH6 :Double;
Function CalculSom_All_apeH7 :Double;
Function CalculSom_All_apeH8 :Double;
Function CalculSom_All_apeH9 :Double;
Function CalculSom_All_apeH10 :Double;
Function CalculSom_All_apeH11 :Double;
Function CalculSom_All_apeH12 :Double;
Function CalculSom_All_apeH13 :Double;
Function CalculSom_All_apeH14 :Double;
Function CalculSom_All_apeH15 :Double;
Function CalculSom_All_apeH16 :Double;
Function CalculSom_All_apeH17 :Double;
Function CalculSom_All_apeH18 :Double;
Function CalculSom_All_apeH19 :Double;
Function CalculSom_All_apeH20 :Double;
Function CalculSom_All_apeH21 :Double;
Function CalculSom_All_apeH22 :Double;
Function CalculSom_All_apeH23 :Double;
Function CalculSom_All_apeH24 :Double;

```

Implementation

```

Const //Tableau 5.2 DTR (Tab. 1.3.II PORCH Coef. d'amortissement CN
      // Type d'apport interne I

      tabl1:array[0..23]of Double
=(0.37,0.67,0.29,0.26,0.23,0.20,0.19,0.17,0.15,0.14,0.12,0.11,0.10,0.09,0.08,0.07,0.06,0.05,0.04,0.
03,0.02,0.01,0,0);
      tabl2:array[0..23]of Double
=(0.31,0.67,0.30,0.26,0.22,0.19,0.16,0.15,0.13,0.12,0.10,0.09,0.08,0.07,0.06,0.05,0.04,0.03,0.02,0.
01,0,0,0,0);
      tabl3:array[0..23]of Double
=(0.25,0.74,0.26,0.17,0.12,0.08,0.05,0.04,0.03,0.02,0.01,0.01,0.01,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0);

```

```
unit Unit17;           // Choix des appareils électriques

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
  Db, DBTables, DBCtrls, ExtCtrls, StdCtrls, Mask, Grids, DBGrids;

type
  TForm17 = class(TForm)
    Label1: TLabel;
    DBNavigator1: TDBNavigator;
    Label2: TLabel;
    DBLookupComboBox1: TDBLookupComboBox;
    Table2: TTable;
    DataSource2: TDataSource;
    DBGrid1: TDBGrid;
    Button1: TButton;
    Table2Typedappareil: TStringField;
    Table2Puissance nominale: TFloatField;
    Table2Gainsensible: TFloatField;
    Table2Gainlatente: TFloatField;
    DBRadioGroup1: TDBRadioGroup;
    Button2: TButton;
    DBComboBox1: TDBComboBox;
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
    procedure Button2Click(Sender: TObject);
    procedure Label1Click(Sender: TObject);
    procedure Label2Click(Sender: TObject);
    procedure DBRadioGroup1Click(Sender: TObject);
  private
    { Déclarations privées }
  public
    { Déclarations publiques }
  end;

var
  Form17: TForm17;

implementation

uses Unit5, Module, Unit30;

{$R *.DFM}

procedure TForm17.Button1Click(Sender: TObject);
```

```
Const
  C=0.5;
Var
  m:Byte;
begin
  DataModule29.TbTypeAp_el.Open;
  DataModule29.TbTypeAp_el.Edit;
  DataModule29.TbTypeAp_el.FieldValues['N_ape']:=StrToFloat(DBCombobox1.Text);
  DataModule29.TbTypeAp_el.FieldValues['Type_appareil']:=Table2.FieldValues['Type
d"appareil'];

DataModule29.TbTypeAp_el.FieldValues['Puissance_nominale']:=Table2.FieldValues['Pui
ssance nominale'];
  m:=DBRadioGroup1.ItemIndex+1;
  Case m Of
    1:begin // Oui
      DataModule29.TbTypeAp_el.FieldValues['Gain_sensible']:=C*
Table2.FieldValues['Gain sensible'];
      DataModule29.TbTypeAp_el.FieldValues['Gain_latente']:=C*
Table2.FieldValues['Gain latente'];
    end;
    2:begin // Non
      DataModule29.TbTypeAp_el.FieldValues['Gain_sensible']:= Table2.FieldValues['Gain
sensible'];
      DataModule29.TbTypeAp_el.FieldValues['Gain_latente']:= Table2.FieldValues['Gain
latente'];
    end;
  end;
  DataModule29.TbTypeAp_el.FieldValues['Hotte_extraction']:=DBRadioGroup1.Value;
  DataModule29.TbTypeAp_el.Post;

end;

procedure TForm17.Button2Click(Sender: TObject);
begin
  Form30.ShowModal;
end;

...
```

```
unit Unit18;           // Choix d'ensembles machines moteurs

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
  StdCtrls, ExtCtrls, DBCtrls, Db, DBTables, Mask, Grids, DBGrids;

type
  TForm18 = class(TForm)
    DBNavigator1: TDBNavigator;
    DBRadioGroup1: TDBRadioGroup;
    DBRadioGroup2: TDBRadioGroup;
    DBRadioGroup3: TDBRadioGroup;
    DBRadioGroup4: TDBRadioGroup;
    Label1: TLabel;
    DBGrid1: TDBGrid;
    Button1: TButton;
    Label2: TLabel;
    Label3: TLabel;
    Label4: TLabel;
    Label5: TLabel;
    DBEdit2: TDBEdit;
    DBEdit3: TDBEdit;
    DBEdit4: TDBEdit;
    DBEdit5: TDBEdit;
    Button2: TButton;
    DBComboBox1: TDBComboBox;
    procedure FormActivate(Sender: TObject);
    procedure DBRadioGroup1Click(Sender: TObject);
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
    procedure Button2Click(Sender: TObject);
  private
    { Déclarations privées }
  public
    { Déclarations publiques }
  end;
var
  Form18: TForm18;
implementation
uses Unit5, Unit19, Module;

{$R *.DFM}
...
```

```
    DBEdit3.Text:="";
    DBEdit4.Text:="";
    DBEdit5.Text:=";*")
end;
end;
End;
```

```
procedure TForm18.Button1Click(Sender: TObject);
```

```
Var
```

```
    m:byte;
```

```
begin
```

```
m:=DBRadioGroup1.ItemIndex+1;
```

```
DataModule29.TbTypem_m.Open;
```

```
DataModule29.TbTypem_m.Edit;
```

```
DataModule29.TbTypem_m.FieldValues['Als_mm']:=CalculAls_mm1;
```

```
DataModule29.TbTypem_m.FieldValues['N_mm']:=StrToFloat(DBComboBox1.Text);
```

```
DataModule29.TbTypem_m.FieldValues['Type_mm']:=DBRadioGroup1.Value;
```

```
Case m Of
```

```
1:DataModule29.TbTypem_m.FieldValues['Type_Installation_mm']:=DBRadioGroup2.Value;
```

```
2:DataModule29.TbTypem_m.FieldValues['Type_Installation_mm']:=DBRadioGroup3.Value;
```

```
3:DataModule29.TbTypem_m.FieldValues['Type_Installation_mm']:=DBRadioGroup4.Value;
```

```
end;
```

```
DataModule29.TbTypem_m.post;
```

```
end;
```

```
procedure TForm18.Button2Click(Sender: TObject);
```

```
begin
```

```
ShowMessage('Als_mm1 =' + FloatToStr(CalculAls_mm1));
```

```
end;
```

```
END.
```

```

unit Unit19;          // calcul des Apports internes dus aux machines entrainées
                    // par un moteur électrique (Alm_m) (l'ensemble moteur_machine)
interface
  Uses
    sysutils,Unit5,Unit6,Unit18,Module;
  Type
    Tab_mm =array [0..23]of Double;
    Tab_mm2 =array [1..24]of Double;
    Function CalculCN_mm :Tab_mm; // Calcul de Coef. d'amortissement CN_mm(t)
    Function CalculDuree_mm :double; // calcul de la durée de fonctionnement de
l'ensemble moteur_machine
    Function CalculCS_mm :double; // Calcul du Coef. de Simultanéité (CS_mm)
    Function CalculAIs_mm1 :double; // AIs_mm ???
    function CalculAIs_mmth :Double; // Somme des gains sensibles dus aux moteurs
électriques
    Function CalculAIs_mm (Hc:Integer):Double; // AIs_mm(t)
    Function CalculAll_mm (Hc:Integer):Double; // All_mm =0
    Function CalculSom_AIs_mmH1 :Double;
    Function CalculSom_AIs_mmH2 :Double;
    Function CalculSom_AIs_mmH3 :Double;
    Function CalculSom_AIs_mmH4 :Double;
    Function CalculSom_AIs_mmH5 :Double;
    Function CalculSom_AIs_mmH6 :Double;
    Function CalculSom_AIs_mmH7 :Double;
    Function CalculSom_AIs_mmH8 :Double;
    Function CalculSom_AIs_mmH9 :Double;
    Function CalculSom_AIs_mmH10 :Double;
    Function CalculSom_AIs_mmH11 :Double;
    Function CalculSom_AIs_mmH12 :Double;
    Function CalculSom_AIs_mmH13 :Double;
    Function CalculSom_AIs_mmH14 :Double;
    Function CalculSom_AIs_mmH15 :Double;
    Function CalculSom_AIs_mmH16 :Double;
    Function CalculSom_AIs_mmH17 :Double;
    Function CalculSom_AIs_mmH18 :Double;
    Function CalculSom_AIs_mmH19 :Double;
    Function CalculSom_AIs_mmH20 :Double;
    Function CalculSom_AIs_mmH21 :Double;
    Function CalculSom_AIs_mmH22 :Double;
    Function CalculSom_AIs_mmH23 :Double;
    Function CalculSom_AIs_mmH24 :Double;

```

Implementation

...

