RÉPUBLIQUE ALGERIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI – TIZI OUZOU
FACULTE DU GENIE DE LA CONSTRUCTION
DEPARTEMENT GENIE MECANIQUE

MEMOIRE PRESENTE POUR L'OBTENTION
DU DIPLOME DE MASTER EN GENIE MECANIQUE

OPTION : FROID, CHAUFFAGE ET CLIMATISATION

Intitulé du Sujet :

Étude et réalisation d'un projet de climatisation de l'hôtel BEST DAY

Réalisé par :

MEKKOUR Slimane

LARBI Mehdi

Encadrés par :

A. HADIOUCHE

PROMOTION : 2020/2021

Remerciements

On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de

Mr. HADIOUCH Ahmed

Nos remerciements s'adressent également aux responsables de l'entreprise HVAC Algérie ou nous avons effectué le stage pratique

MR. MENNAD Hakim** ET **MR. DIB Samir

Nos profonds remerciements vont également à toutes les personnes qui nous ont aidés et soutenues de près ou de loin

De la part : ***MEKKOUR Slimane***

LARBI Mehdi

Du profond de nos cœurs, nous dédions ce travail à tous ceux qui nous sont chers,

À nos parents, à nos chers frères et sœurs,
à nos famille, nos proches et à ceux qui nous donnent de l'amour et de la Vivacité et a tous nos amis

Merci !

Nomenclature

Lettres latines	Désignations	Unités
A	Apports calorifiques	W
AI	Apports calorifiques internes	W
AINF	Apports dus aux infiltrations d’air	W
Alt	Altitude	m
APO	Apports par les parois opaques	W
AREN	Apports dus au renouvellement d’air	W
AV	Apports à travers les parois vitrées	W
AVE	Apportes calorifique à travers les parois vitrées dus au rayonnement solaire	W
AVT	Apportes calorifique à travers les parois vitrées dus au gradient de température	W
BP	Basse pression	/
c	Profondeur de la saillie horizontal	m
C_{cr}	Pourcentage de chaleur résiduelle	%
CE	Comité d'entreprise.	/
C_i	Coefficient	/
C_{lnc}	Coefficient correcteur	°C
Cl_{oc}	Chaleur latente des occupants	W
C_{me}	Coefficient de majoration	/
COP	Coefficient de performance	/
COV	Corona virus	/
cp	Capacité thermique	J/Kg.°C
CS	Coefficient de simultanéité	/
Cs_{oc}	Chaleur sensible des occupants	W
C_{TS}	Coefficient correcteur de température	%
$C_{\Delta te}$	Facteur de correction	°C
d	Profondeur de la saillie vertical	m
DAO	Dessin Assisté par Ordinateur	/
Db	Décibel (Unité de bruit)	Db

Lettres latines	Désignations	Unités
DRV	Débit réfrigérant variable	/
E	Orientation est	/
e_i	Épaisseur	m
é	Coefficient relatif à la nature des locaux	W/m². °C
e_1	Longueur d'ombre latérale	m
e_2	Longueur d'ombre verticale	m
EAT	Différence de température entre la température de base d'été et la température de base d'hiver	°C
E_b	Écart diurne de base	°C
ENE	Orientation est-nord-est	/
EN14012	Norme Française	/
ESE	Orientation est-sud-est	/
ET	Équation du temps	minutes
FS	Facteur solaire du vitrage	/
GPS	Système de localisation (de mobiles) par satellite	/
h_i et h_e	Coefficient de transmission thermique par convection	W/m². °C
HLV	Heure Locale Vrai	heures
HP	Haute pression	/
HR	Humidité relative de l'air	%
HS	Humidité spécifique de l'air	g_{vap}/Kg_{as}
HVAC	Heating, Ventilation and Air conditioning	/
Id	Rayonnement diffus réel	W/m²
Id, b	Rayonnement diffus de base	W/m²
It	Rayonnement total réel	W/m²
It, b	Rayonnement total de base	W/m²
K	Coefficient de transmission surfacique	W/m². °C
L	Latitude du lieu considéré	degrés
Lat	Latent	/
LG	Société multinational (Life is good)	/
m	Mass	Kg
M_{surf}	La mass rapporté à la surface	Kg/m²
N	Orientation nord	/
n	Nombre	/

Lettres latines	Désignations	Unités
N_{Pvi}	Coefficient d'amortissement	%
NE	Orientation nord-est	/
NNE	Orientation nord-nord-est	/
NNO	Orientation nord-nord-ouest	/
NO	Orientation nord-ouest	/
O	Orientation ouest	/
ONO	Orientation ouest-nord-ouest	/
OSO	Orientation ouest-sud-ouest	/
PH	Parois opaque horizontales	/
PMV	Vote moyen prévisible	/
PPD	Pourcentage prévisible d'insatisfait	/
PV	Parois opaque verticales	/
PVC	Polyvinyl chloride	/
PVI	Parois vitrées	/
Q	Flux de chaleur	W
Qv	Débit	m^3/h
R	Résistance thermique	$m^2.°C/W$
RDC	Rez-de-chaussée.	/
R32	Fluide frigorigène hydrofluorocarbure (HFC)	/
R125	Fluide frigorigène Le penta-fluor-éthane	/
R410a	Fluide frigorigène dit HFC pour (Hydro-Fluoro-Carbones)	/
S	Orientation sud	/
SE	Orientation sud-est	/
Sen	Sensible	/
SHFT	Longitude, positive à l'Est de Greenwich	degrés
S_i	Surface	m^2
SO	Orientation sud-ouest	/
SSE	Orientation sud-sud-est	/
SSO	Orientation sud-sud-ouest	/
T_i	Température	K
TO	Heure officielle	heures
TS	Température sèche de l'air	°C

Lettres latines	Désignations	Unités
TS (t)	Température sèche de l'air a l'heure t	°C
TSV	Temps Solaire Vrai	heures
VRV	Volume réfrigérant variable	/
Wn	Puissance nominale	W

Symbole grecs	Désignations	Unités
α	Facteur d'absorption	/
β	Hauteur du soleil	degrés
δ	Déclinaison solaire	degrés
ΔT	Différence de température entre les deux ambiances	°C
$\Delta te\ (t)$	Déférence équivalente de température à l'heur t	°C
Δtes	Déférence équivalente de température à l'heur t. la paroi est à l'ombre	°C
Δtem	Déférence équivalente de température à l'heur t. pour l'orientation de la paroi considérée	°C
Δt_{lnc}	Écart de température entre l'espace non conditionne et le local considéré	°C
ΔTS_{max}	Différence maximale de la température sèche de l'air	°C
ε	Facteur d'émission ou émissivité du matériau	/
λ	Conductivité thermique	$m^2/°C$
ρ	Masse volumique	Kg/m^3
σ	Constante de Stefan-Boltzmann	$W/m^2\,K^4$
φ	Azimut d'une paroi verticale	degrés
ϕ	Azimut solaire	degrés
ω	Angle horaire	degrés

Indice	Désignations
réf	Référence
b	Base
i	intérieur
e	extérieur
m	moyen

Sommaire

Nomenclature .....

Liste des figures .....

Liste des tableaux .....

Présentation de l'organisme d'accueille .....

Introduction générale 01

Chapitre I : Présentation du projet « Hôtel BEST DAY »

1. Présentation du projet 03
1.1. Implantation géographique 03
1.2. Aspect architectural 04
1.2.1. Plans de différents étages 08
2. Donnée de base du site 18
2.1. La zone climatique 18
2.2. Condition intérieur de base 18
2.3. Condition de base extérieure 18

Chapitre II : Rappels sur les transferts et le confort thermiques

1. Transfert thermique 20
1.1. Par conduction 20
1.2. Par convection 21
1.3. Par rayonnement 21
2. Équation fondamentale du transfert thermique 22
3. Coefficient de transmission globale K 22
3.1. Résistance thermique superficiel 23
3.2. Résistance thermique d'une couche homogène 24
3.3. Résistance thermique d'une couche hétérogène 24
3.4. Résistance thermique d'une lame d'air 24
4. Paramètres solaire 25
4.1. L'heure solaire vraie 25
4.2. Position du soleil 26
4.2.1. La hauteur du soleil 26
4.2.2. L'azimute solaire 26
4.3. Les surfaces ombrées 27
4.3.1. Saillie verticale 28
4.3.2. Saillie horizontale 28
4.4. Le rayonnement solaire de base 29
4.4.1. Rayonnement solaire directe 29
4.4.2. Rayonnement solaire diffus 29

4.4.3. Valeur de rayonnement de base 29
4.4.4. Valeur de rayonnement réel 30
5. Le confort 31
5.1.Différents exemples du conforte 31
5.2.Le confort thermique 31
5.2.1. Le vote moyen prévisible 31
5.2.2. Pourcentage prévisible d'insatisfait 32
5.3.Présentation des zones du confort thermique 33

Chapitre III : Processus de calcul en climatisation et bilan thermique de l'hôtel

1. Formule générale des apports calorifiques 35
2. Apports à travers les parois opaques 36
2.1.Parois aériennes 36
2.2.Parois intérieures 37
2.2.1. Parois en contact avec un local non conditionné 37
2.2.2. Parois en contact avec le sol 38
3. Apports à travers les parois vitrées 38
3.1.Vitre intérieure 38
3.2.Vitre extérieure 38
4. La masse M rapportée à la surface 39
5. Apports de chaleur interne 39
5.1.Gains dus aux occupants 40
5.2.Gains dus aux machines électriques 40
5.3.Gains dus à l'éclairage 40
6. Apports de chaleur par introduction d'air 41
6.1.Gains dus au renouvellement d'air 41
6.2.Gains dus à l'infiltration de l'air 41
7. Bilan thermique de l'hôtel 41
7.1.Puissance par chambre et par étage 41
8. Vérification règlementaire 45
8.1.Formule de la relation de vérification 45
8.2.Apports de référence des parois horizontale 45
8.3.Apports de référence des parois verticales 46
8.4.Apports de référence des parois vitrées 46
9. Solution 48
9.1.Suggestions des modifications 48
9.2.Nouveaux bilan thermique 48
9.3.Nouvelle vérification 52

Chapitre IV : Choix de système et d'équipements

1. Le choix de système 53
1.1.Définition 53
1.2.Principe de fonctionnement 54
1.3.Les éléments constitutifs 54
1.3.1. Unité intérieure 54
1.3.2. Unité extérieure 54

1.3.3. Fluides frigorigènes 55
1.3.4. Réseau de distribution 56
2. Types de VRV 57
2.1.Le VRV à 02 tubes 57
2.2.Le VRV à récupération d'énergie ou à 03 tubes 58
2.3.Les avantages et les inconvenants du système 59
3. Choix de l'appareillage 60
3.1.Groupe extérieur 60
3.2.Choix des unités terminales de la climatisation 61
3.3.Paramètres de cassettes installées pour chaque étage 61
3.4.Implantation de système sure le plan d'hôtel 66

Conclusion générale 77

Liste des figures

Chapitre I : Présentation de projet

Figure I.01 : Vue arienne de l'hôtel THE BEST DAY 04
Figure I.02 : Sous-sol 02 09
Figure I.03: Sous-sol 01 10
Figure I.04 : RDC 11
Figure I.05: 1er étage 12
Figure I.06: 2em étage 13
Figure I.07: 3em étage 14
Figure I.08: 4em étage 15
Figure I.09: 5em étage 16
Figure I.10: Attique 17

Chapitre II : Processus de calcul en climatisation et bilan thermique de l'hôtel

Figure II.01 : Paramètres associés à la position du soleil 26
Figure II.02 : Ombre produite par un retrait 28
Figure II.03 : Ombre produite par une saillie horizontale 28
Figure II.04 : Échelle de sensation thermique 32
Figure II.05 : PPD en fonction de PMV 33
Figure II.06 : Diagramme de l'air humide représentant les zones du confort thermique ... 33

Chapitre IV : Le choix de système

Figure IV.01 : Conduite frigorifique en cuivre 57
Figure IV.02 : Système VRV a 2 tubes Froid uniquement 58
Figure IV.03 : Système VRV a 2 tubes mode chaud uniquement 58
Figure IV.04 : Système VRV à récupération d'énergie trois tubes 59

Figure IV.05 : Unité extérieure de groupe de production de froid VRV LG 60
Figure IV.06 : Cassette a 4 way 61
Figure IV.07 : Réseau d'installation du RDC 67
Figure IV.08 : Réseau d'installation du 1er Etage 68
Figure IV.09 : Réseau d'installation du 2em Etage 69
Figure IV.10 : Réseau d'installation du 3em Etage 70
Figure IV.11 : Réseau d'installation du 4em Etage 71
Figure IV.12 : Réseau d'installation du 5em Etage 72
Figure IV.13 : Réseau d'installation de l'Attique 73
Figure IV.14 : Schéma de l'installation du 1er groupe extérieur 74
Figure IV.15 : Schéma de l'installation du 2em groupe extérieur 75

Liste des tableaux

Chapitre I : Présentation de projet

Tableau I.01 : Locaux du RDC 04

Tableau I.02 : Locaux du 1er étage 05

Tableau I.03 : locaux du 2em étage 05

Tableau I.04 : Locaux du 3em étage 06

Tableau I.05 : Locaux du 4em étage 06

Tableau I.06 : Locaux du 5em étage 07

Tableau I.07 : Locaux d'Attique 07

Tableau I.08 : Matériaux utilisés 08

Tableau I.09 : Les conditions intérieures de base 18

Tableau I.10 : Conditions extérieurs de base 19

Tableau I.11 : Valeurs de C_{TS} 19

Chapitre II : Rappels sur les transferts et le confort thermiques

Tableau II.01 : Valeurs des coefficients d'échange superficiel en hiver 23

Tableau II.02 : Valeurs des coefficients d'échange superficiel en été 24

Tableau II.03 : Valeurs des résistances thermiques d'une couche d'air non ventilée 25

Tableau II.04 : Hauteur et azimut solaire (latitude 36°44') 27

Tableau II.05 : Azimut φ d'une paroi verticale 27

Tableau II.06 : Valeurs de rayonnements de base 30

Chapitre III : Processus de calcul en climatisation et bilan thermique de l'hôtel

Tableau III.01 : Valeurs de Δtes(t) et Δtem(t) pour les parois verticales 37

Tableau III.02 : Valeurs de Δtes(t) et Δtem(t) pour les parois horizontales 37

Tableau III.03 : Valeurs de $C_{\Delta te}$ 37

Tableau III.04 : Valeurs de Cs_{oc} et Cl_{oc} 40
Tableau III.05 : Puissance par chambre du RDC 41
Tableau III.06 : Puissance par chambre du 1er Étage 42
Tableau III.07 : Puissance par chambre du 2eme Étage 42
Tableau III.08 : Puissance par chambre du 3eme Étage 43
Tableau III.09 : Puissance par chambre du 4eme Étage 43
Tableau III.10 : Puissance par chambre du 5eme Étage 44
Tableau III.11 : Puissance par chambre de l'Attique 44
Tableau III.12 : Puissance totale du bâtiment 44
Tableau III.13 : Valeurs de constante a 46
Tableau III.14 : Valeurs de $\Delta TS_{réf,PH}$ pour les parois horizontales 46
Tableau III.15 : Valeurs de $\Delta TS_{réf,PV}$ pour les parois verticales 46
Tableau III.16 : Valeurs de $N_{PVI,réf}$ 47
Tableau III.17 : Valeurs de $\Delta TS_{réf,PVI}$ pour les parois vitrées 48
Tableau III.18 : Nouvelle puissance par chambre du RDC 48
Tableau III.19 : Puissance par chambre du 1er Étage 49
Tableau III.20 : Nouvelle puissance par chambre du 2eme Étage 49
Tableau III.21 : Nouvelle puissance par chambre du 3eme Étage 50
Tableau III.22 : Nouvelle puissance par chambre du 4eme Étage 50
Tableau III.23 : Nouvelle puissance par chambre du 5eme Étage 51
Tableau III.24 : Nouvelle puissance par chambre de l'Attique 51
Tableau III.25 : Nouvelle puissance totale du bâtiment 51

Chapitre IV : le choix de système

Tableau IV.01 : Propriétés physique et chimique R410A 56
Tableau IV.02 : Les avantages et les inconvenants du système VRV 59
Tableau IV.03 : Données technique du groupe de production extérieur VRV 60
Tableau IV.04 : Données technique de la 4 way cassette 61

Tableau IV.05 : Le RDC 61
Tableau IV.06 : Le 1 er étage 62
Tableau IV.07 : Le 2em étage 63
Tableau IV.08 : Le 3em étage 64
Tableau IV.09 : Le 4em étage 65
Tableau IV.10 : Le 5em étage 65
Tableau IV.11 : Attique 66

HVAC-ALGERIE est une société à responsabilité limitée (SARL), son siège est situé à la cité Ali Saddek 3, lot N22 route National N05 à bordj el-kiffan, la wilaya d'ALGER, son capital social est estimé à une valeur de 100 000 000 DA, c'est une société de droits algériens, et elle est distributeurs officiel de la marque LG ici en Algérie.

La société est fondée en 2003, elle est spécialisée dans l'étude, la planification et la réalisation des projets liés au domaine de HVAC ;

- Installation et maintenance des systèmes de climatisations, chauffage et de ventilation.
- Systèmes de désenfumage.
- Travaux d'installation et de maintenance de gaz, eau chaude sanitaire.
- Systèmes de régulation automatique.
- Systèmes de protection de détection d'incendies.

Introduction générale :

Aujourd'hui on vit dans un monde où la population mondiale augmente de plus en plus ainsi le besoin d'amélioration de son quotidien. Vu le rapport direct entre l'homme et son environnement, il y a une influence directe sur son psychique et son ergonomie. Se sont ces facteurs qui l'ont poussé a créé des méthodes et des outils pour son bien-être et optimiser son rendement dans les divers domaines de la vie.

L'homme dans son quotidien essaye de créer des ambiances favorables et bien taillées à sa guise, qu'elles soient dans sa vie privée ou dans son environnement professionnel ou ailleurs, afin de rendre l'atmosphère plus agréable ou moins embêtante à vivre. Il cherche sans cesse un certain confort pour réaliser ses tâches d'une manière plus facile et moins dure. Pour créer cet environnement de confort, il lui faut contrôler certains paramètres et atteindre certaines conditions comme la température, le degré d'hygrométrie, le niveau sonore et la qualité de l'air de façon permanente.

Afin de rassembler les paramètres cités ci-dessus, la recherche scientifique et la technologie se sont évoluées simultanément dans ce domaine, ce qui a conduit à concevoir plusieurs dispositifs et systèmes. En effet, ces systèmes sont les systèmes HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning). Un domaine très étendu, il est en évolution continuelle grâce au développement technologique, et de la recherche scientifique. Les changements climatiques dus à l'élévation de la température du globe, exigent que les agents de la génie climatique développent d'une manière intelligente l'environnement intérieur des locaux et le rendre plus adoptable et confortable quel que soit les conditions climatique externes. Pour avoir ce confort, il faut en tenir compte lors de la conception des installations de climatisation, cela dès le début de la conception de l'ouvrage, pour obtenir la solution la moins couteuse sur le plan économique et la moins énergivore sur le plan énergétique.

Lors de nos recherches, nous nous sommes intéressés à la mise en place d'une installation d'un système de climatisation, afin de résoudre le problème des conditions climatiques à l'intérieur du bâtiment. Comme il existe plusieurs systèmes de climatisation utilisant les différents procédés de traitement d'air, de ce fait, il convient de choisir le système le mieux adapté à notre problématique (projet) en fonction des, besoins et des spécificités bien précises.

Le premier chapitre consacré entièrement à la présentation de projet, l'implantation géographique ainsi que l'aspect architectural de site et les conditions climatiques liée à ce dernier. Les données dont on aura besoin dans le troisième chapitre.

Le second chapitre consiste à donner des aperçus rapides sur les transferts thermiques d'une manière générale et le confort thermique. Des connaissances fondamentales et nécessaires pour la compréhension des bilans thermiques dont le chapitre 3 fait l'objet.

En effet, le troisième chapitre fait l'objet de l'exposition des bilans thermiques de projet en question. A savoir, l'hôtel BEST DAY est situé à Fort-de-l'eau à proximité du chef-lieu de la capitale Alger. Une procédure inévitable pour permettre ensuite de choisir le système adéquat pour ce projet.

Dans le dernier chapitre, la mise en œuvre de système de la climatisation choisis dans le même chapitre a été traitée, ou on met plus d'accent sur les schémas des réseaux de distributions (canalisation de fluide frigorigène, condensat, les câbles de connexion des unités), ainsi que l'emplacement des unités internes et externes.

CHAPITRE I

Chapitre 1 :

Présentation du projet « Hôtel BEST DAY »

Pour procéder à une étude de climatisation dans un bâtiment il est primordial de déterminer et/ou connaitre certains paramètres sur le projet. À savoir, l'aspect architectural, sa situation géographique ainsi que les conditions intérieures et extérieures de bases du bâtiment à climatiser et de l'air relative à la zone climatique où se situe le projet.

1. Présentation du projet :

Le projet s'agit de construire une œuvre à la fois touristique et commercial qui répond à certains critères de beauté et de modernité sur le plan architectural et urbain, hygiénique et confortable sur le plan ergonomique, économique et efficace sur le plan énergétique.

La mise en œuvre des travaux de cet hôtel a débuté en mois de mars 2018, et la date pour laquelle ce dernier soit en fin opérationnel est estimée pour le début de la période estivale de l'année en cours 2022, la dénomination de cet hôtel ont BEST DAY, il est classé comme étant un hôtel de 3 étoiles sur le plan qualitatif, sa superficie est estimée à 600 mètre carré.

1.1. Implantation géographique :

Cet hôtel est situé plus exactement à la Commune de Bordj El-kiffan, anciennement appelé Fort-de-l'eau, en face de la station tramway de cette dernière, dans la Daïra de Dar El Beida, situe à 15 km de la banlieue Est de la Willaya d'Alger, à une altitude de 32 m par rapport au niveau de la mer, ses coordonnées GPS sur la carte 36° 44' Nord 3° 11' Est.

Figure I.01 : Vue arienne de l'hôtel THE BEST DAY.

1.2. Aspect architectural :

L’hôtel contient deux niveaux au sous-sol, qui sont destinés aux activités techniques, un RDC, cinq étages et un attique.

Cependant, dans cette étude, il n’est tenu en compte que des locaux à climatiser. À savoir, de rez-de-chaussée jusqu’à l’attique (R-D-C, 1er étage, 2em étage, 3em étage, 4em étage, 5em étage et l’étage de l’attique). D’une autre manière, les deux niveaux de sous-sol, ne sont pas pris en considération (ne seront pas climatisés).

Ci-dessous, dans les tableaux I-01 jusqu’à I-07, les pièces composantes chaque étage et leurs superficies :

NIVEAU	NOM DE PIECES	SUPERFICIE (m2)
RDC	Entrée Réception	46
	Lobby	19
	Service Cafétéria	44
	Restauration	45

Tableau I.01 : Locaux du RDC. [2]

NIVEAU	NOM DE PIECES	SUPERFICIE (m^2)
1^{er} étage	Chambre 01	18
	Chambre 02	17
	Chambre 03	16
	Chambre 04	20
	Chambre 05	25
	Chambre 06	13
	Chambre 07	11
	Salle de réunion	18
	Bureau 1	9
	Bureau 2	7
	Grand bureaux	49
	Circulation	67

Tableau I.02 : Locaux du 1er étage. [2]

NIVEAU	NOM DE PIECES	SUPERFICIE (m^2)
2^{em} étage	Chambre 01	18
	Chambre 02	17
	Chambre 03	16
	Chambre 04	15
	Chambre 05	20
	Chambre 06	25
	Chambre 07	13
	Chambre 08	14
	Chambre 09	11
	Chambre 10	17
	Circulation	52

Tableau I.03 : Locaux du 2em étage. [2]

NIVEAU	NOM DE PIECES	SUPERFICIE (m^2)
3^{em} étage	Chambre 01	18
	Chambre 02	17
	Chambre 03	16
	Chambre 04	15
	Chambre 05	20
	Chambre 06	25
	Chambre 07	13
	Chambre 08	14
	Chambre 09	11
	Chambre 10	17
	Circulation	52

Tableau I.04 : Locaux du 3em étage. [2]

NIVEAU	NOM DE PIECES	SUPERFICIE (m^2)
4^{em} étage	Chambre 01	17
	Chambre 02	17
	Chambre 03	13
	Chambre 04	15
	Chambre 05	20
	Chambre 06	25
	Chambre 07	13
	Chambre 08	14
	Chambre 09	11
	Chambre 10	17
	Circulation	52

Tableau I.05 : Locaux du 4em étage. [2]

NIVEAU	NOM DE PIECES	SUPERFICIE (m^2)
5^{em} étage	Chambre 01	13
	Chambre 02	14
	Chambre 03	20
	Chambre 04	25
	Chambre 05	13
	Chambre 06	12
	Chambre 07	11
	Chambre 08	15
	Grande Suite 01	37
	Circulation	48

Tableau I.06 : Locaux du 5em étage. [2]

NIVEAU	NOM DE PIECES	SUPERFICIE (m^2)
Attique	Suite 02	33
	Suite 03	24
	Public Snack	38
	Circulation	38

Tableau I.07 : Locaux d'Attique. [2]

Par ailleurs, la construction de ce bâtiment est faite à base de matériaux et des produits qui sont disponibles sur le marché national. Dans le tableau I-08, les différents matériaux utilisés ainsi que leurs propriétés thermo-physiques.

Composants	Conductivité thermique λ [m²/°C]	Résistance thermique R [m². °C/W]	Masse volumique ρ (Kg/m^3)	Capacité thermique Cp (J/Kg. °C)
Brique creuses 10 cm	-	0,2	-	-
Brique creuses 15 cm	-	0,3	-	-
Brique creuses 20 cm	-	0,39	-	-
Hourdis 20 cm	-	0,16	1950 à 2250	-
Enduit plâtre	0,35	-	750 à 1000	936
Mortier de bâtard	1,15	-	1900	1080
Mortier de chaux	0,87	-	1800	1080
Béton	1,5	-	700 à 1000	936
Plaque de BA 13	0,35	-	750 à 1000	792
Laines de roche	0,047	-	18 à 25	612
Carreaux de céramique	1	-	1900	936
Granito	2,1	-	2200	936
Sable + Gravillons	1,2	-	1800	792
Vitrage double (6,6,6)	-	-	-	-
Menuiserie en aluminium (Fenêtre)	-	-	-	-
Menuiserie en bois (Portes)	-	-	-	-

Tableau I.08 : Matériaux utilisés. [1], [2]

1.2.1. Plans de différents étages :

En ce qui suit, dans les figures I-02 jusqu'à I-10, les plans architecturaux des chaque étage, à commencer par le RDC jusqu'à l'attique.

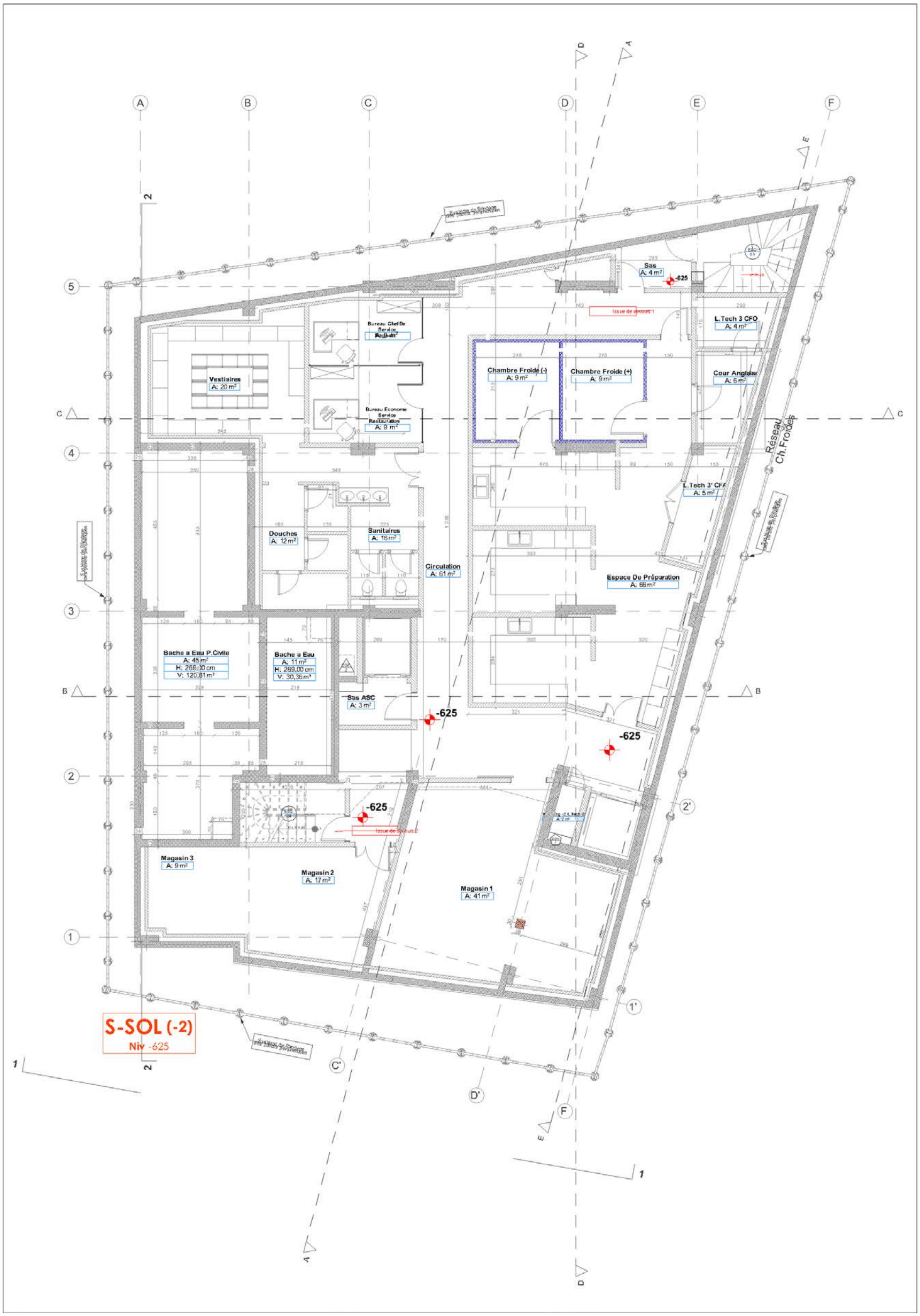


Figure I.02 : Sous-sol 02.

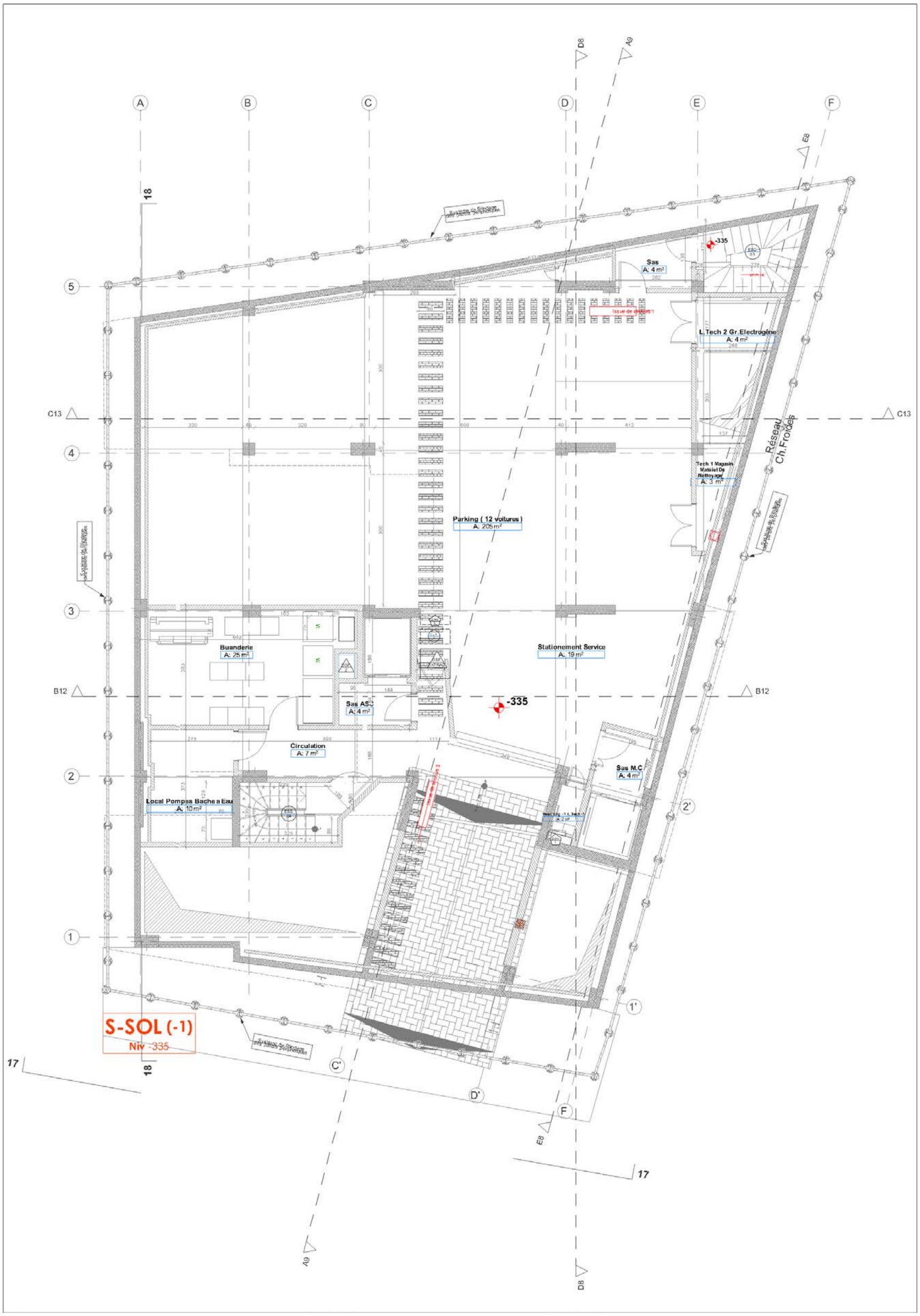


Figure I.03 : Sous-sol 01.

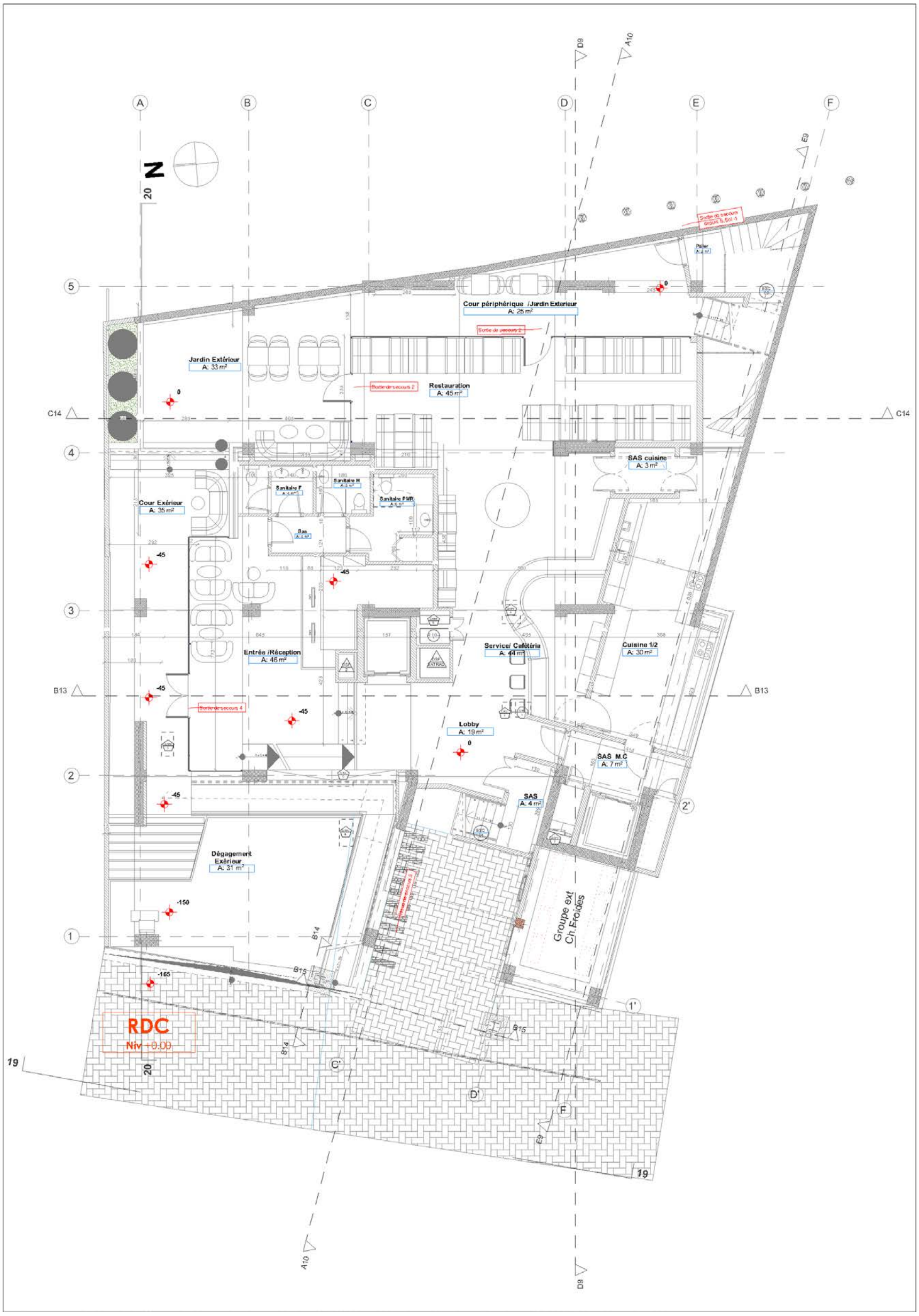


Figure I.04 : RDC.

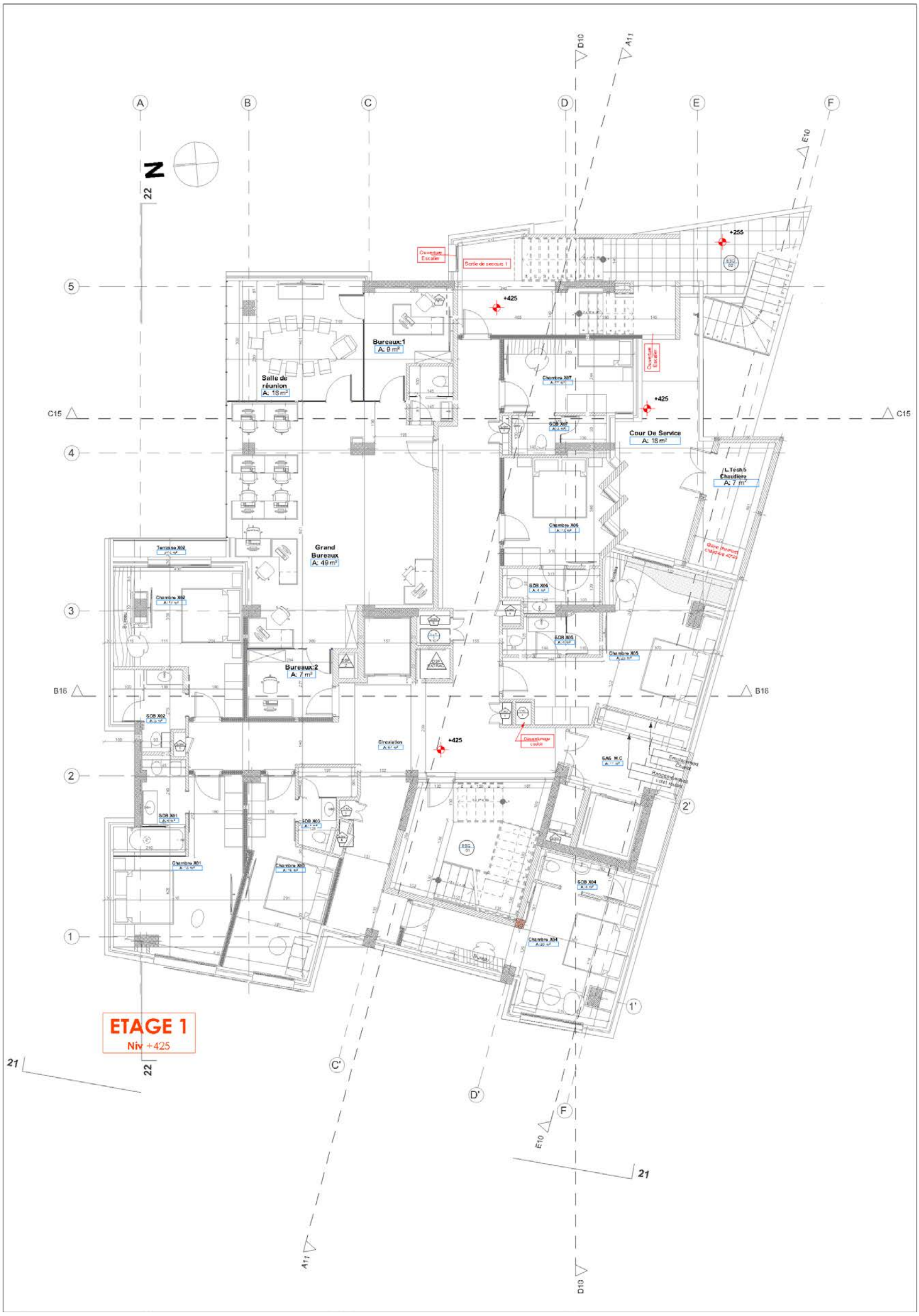


Figure I.05 : 1er étage.

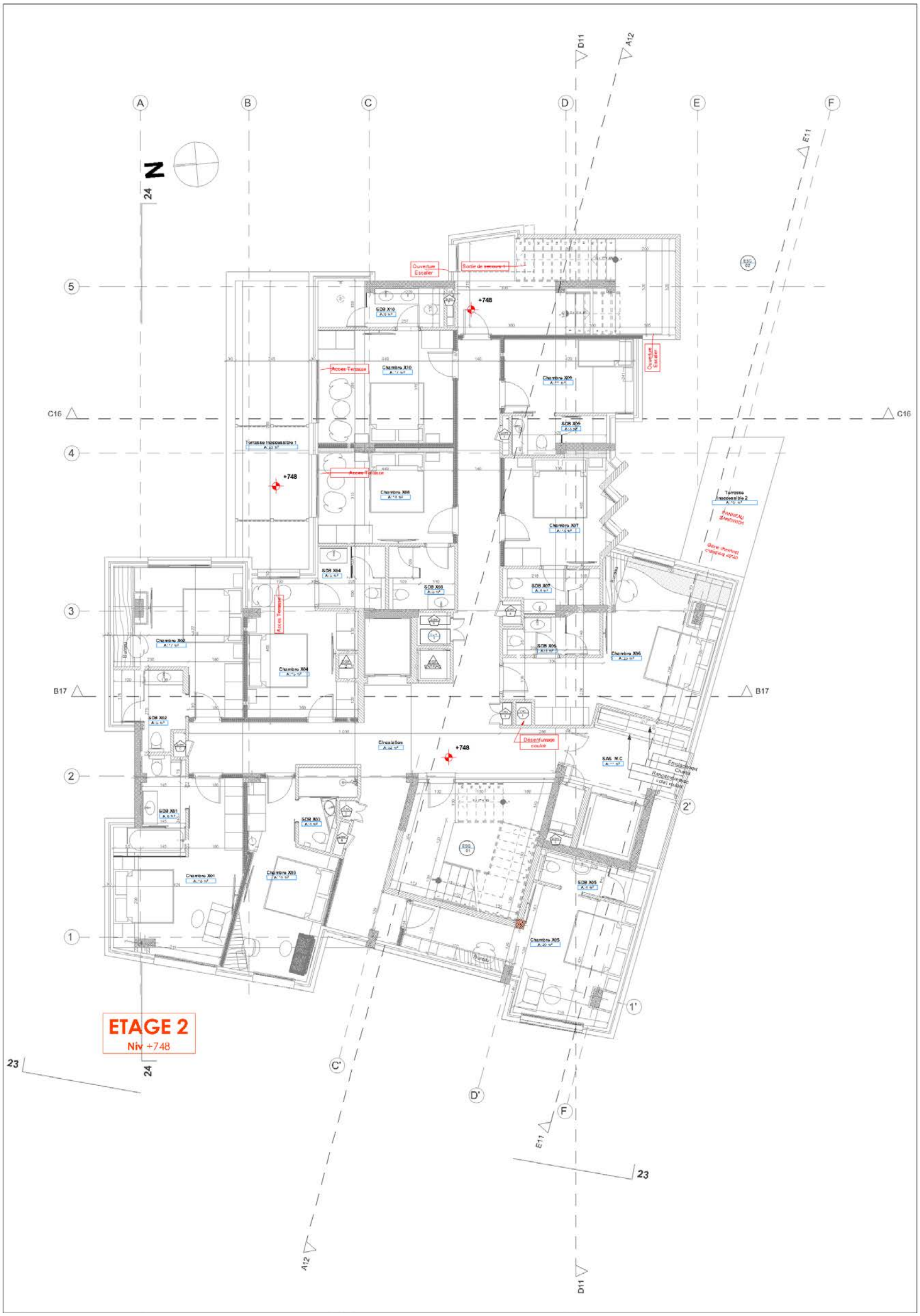


Figure I.06 : 2em étage.

Figure I.07 : 3em étage.

Figure I.08 : 4em étage.

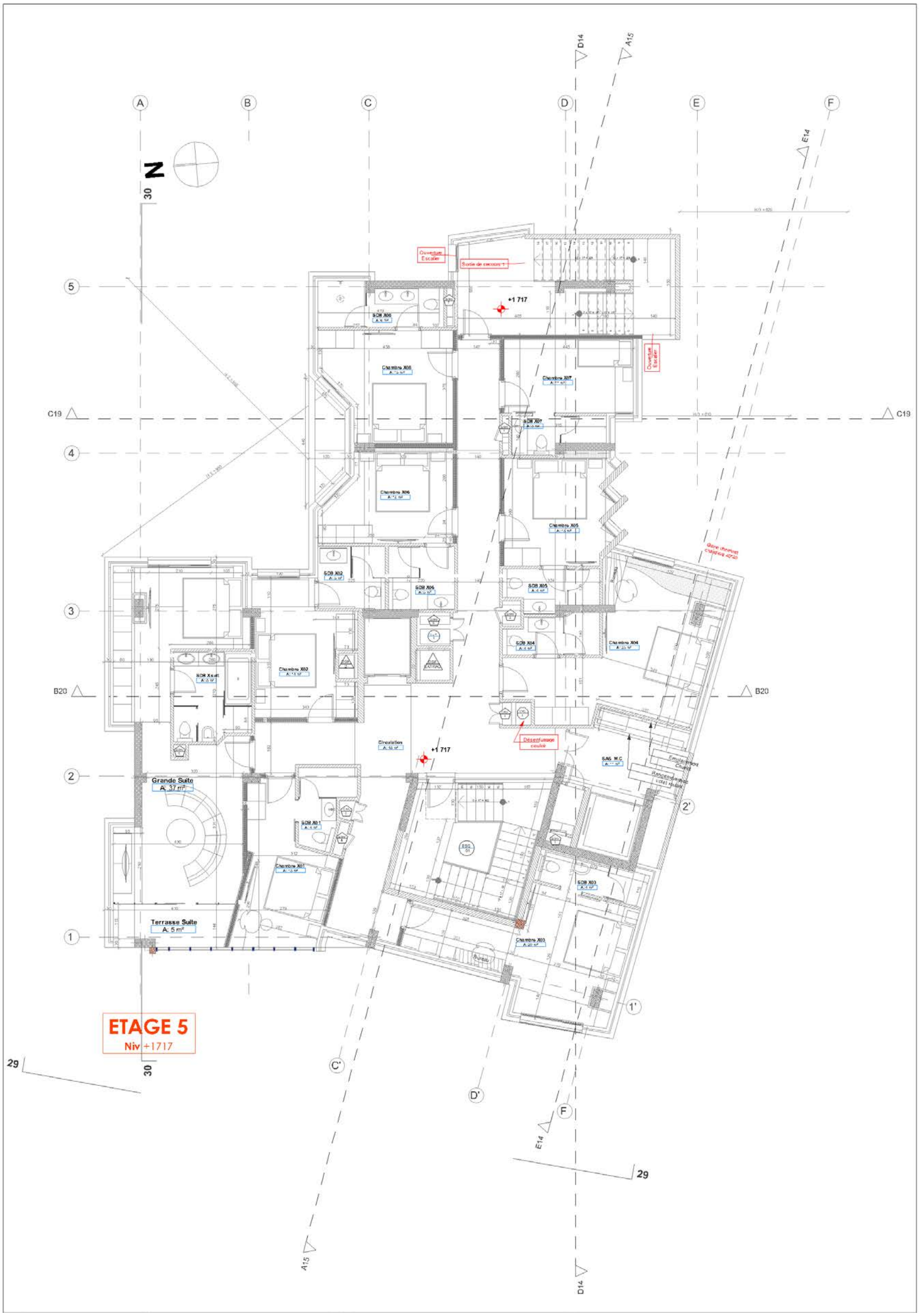


Figure I.09 : 5em étage.

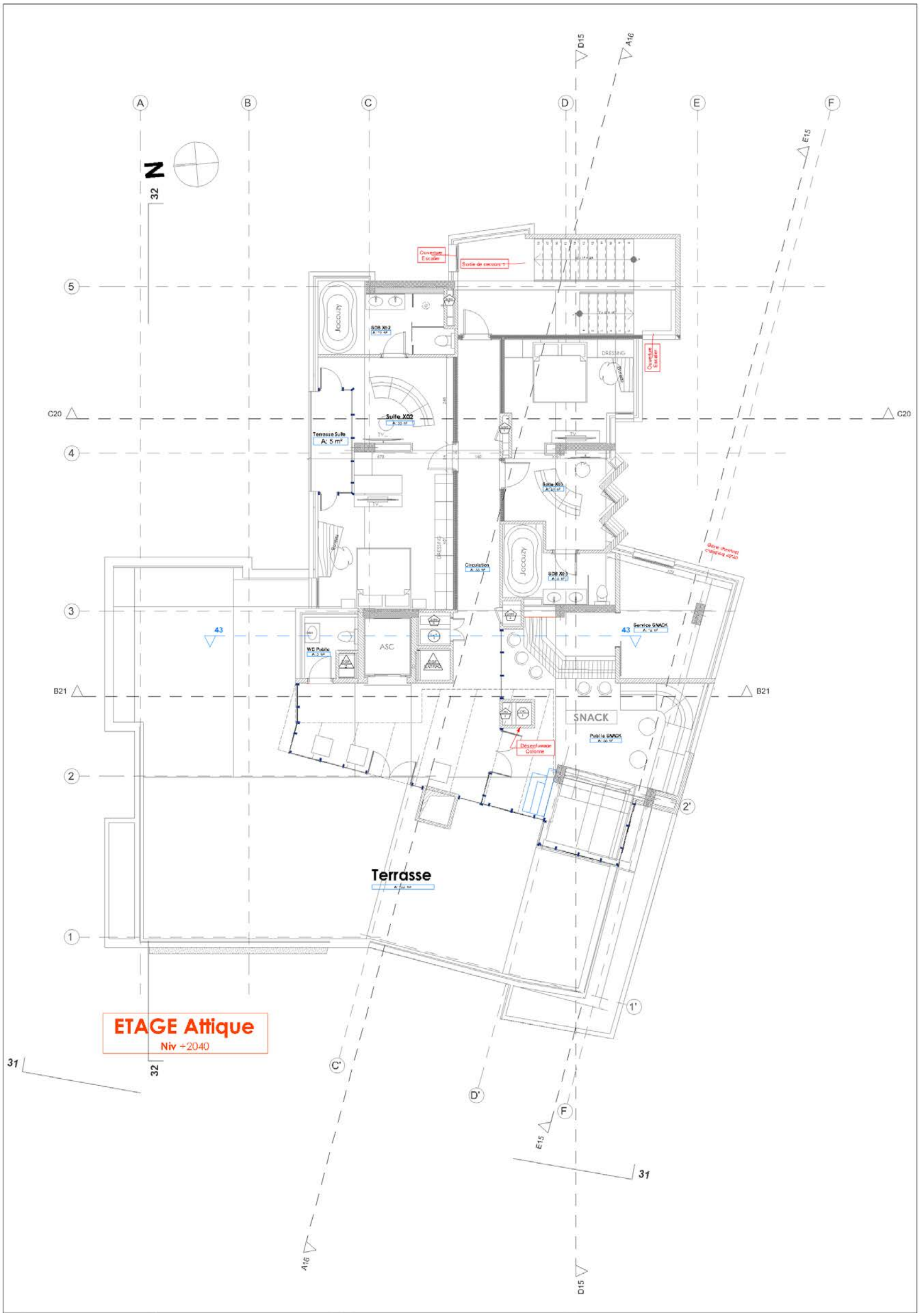


Figure I.10 : Attique.

2. Donnée de base du site :

2.1. La zone climatique :

D'après le **D**ocument **T**echnique **R**égimentaire algérien qui est défini par le **C**entre **N**ational d'**É**tudes et de **R**echerche **I**ntégré du **B**âtiment en Avril 1998 ainsi que l'office national météorologique de la Wilaya d'Alger, La région dans laquelle se situe cet hôtel est classé dans la zone climatique A (cf. Annexe 1).

2.2. Condition intérieur de base :

Les conditions intérieures de base sont définies par :

- $TS_{b,i}$ (en °C) ; La température sèche de base de l'air intérieur.
- $HR_{b,i}$ (en %) ; L'humidité relative de base de l'air intérieur.

L'obtention de ces paramètres fait l'objectif de la climatisation,–ils sont déterminés selon la nature du bâtiment, (cf. [1]).

Sachant que le projet en question est un hôtel (il s'agit d'un séjour de longue durée), le niveau de confort exigé est donné par le tableau I.09 :

	Température sèche (°C)	Humidité relative (%)
Séjour de longue durée	27 ∓ 2	50

Tableau I.09 : Les conditions intérieures de base. [1]

2.3. Condition de base extérieure :

L'air extérieur est défini par :

- $TS_{b,e}$ (en °C) ; La température sèche de base.
- $HS_{b,e}$ (eng_{vap}/Kg_{as}) ; L'humidité spécifique de base (ou teneur en vapeur d'eau).
- E_b (en °C) ; L'écart diurne de base.
- TS_m (en °C) ; La température moyenne.
- EAT (en °C) ; La différence de température entre la température de base d'été et la température de base d'hiver.

Les valeurs des caractéristiques climatiques de base de l'air extérieur sont données dans le Tableau I.10,

Zone Climatique		Température sèche $TS_{b,e}$ (°C)	Humidité spécifique $HS_{b,e}(g_{vap}/Kg_{as})$	Écart diurne E_b (°C)	température moyenne TS_m (°C)	Écart annuel de température EAT (°C)
A	Alt < 500	34	14.5	9	25.5	31

Tableau I.10 : Conditions extérieurs de base. [1]

La température sèche de l'air extérieur à l'heure (t) pour les mois de Juillet et d'Août, est obtenue à l'aide de la formule suivante : [1]

$$TS_e(t) = TS_{b,e} - [C_{TS}(t) \times E_b] \qquad (I.1)$$

- $TS_e(t)$ (en °C) ; la température sèche de l'air extérieur a l'heure t.
- $TS_{b,e}$ (en °C) ; la température sèche de base de l'air extérieur.
- $C_{TS}(t)$ (en %) ; représente un coefficient correcteur.
- E_b (en °C) ; représente l'écart diurne base.

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

Tableau I.11 : Valeurs de C_{TS}. [1]

Une fois nous avons déterminé les paramètres relatifs au site qui sont la classification de bâtiment, la zone climatique, les conditions de base ainsi que les éléments constitutifs de parois, cela veut dire que nous avons rassemblé tous les paramètres nécessaires afin de procéder aux calculs préliminaires.

CHAPITRE II

Chapitre 2 :

Rappels sur les transferts et le confort thermiques

Dans une étude quelconque de climatisation, la connaissance des équations régissantes les phénomènes de transfert thermique et le rayonnement solaires, paramètres influant le confort thermique, est primordial. Par conséquent, ce chapitre fait l'objet d'un ensemble de définitions fondamentales dans le domaine des transferts thermiques et de confort thermique.

1. Transfert thermique :

Le transfert thermique est défini comme une transition d'énergie qui est due à des gradients de température entre deux milieux.

Ce transfert d'énergie se fait sous trois modes :

1.1. Par conduction :

Au niveau microscopique, les mécanismes physiques de la conduction sont complexes, englobant des phénomènes tell que les collisions moléculaires dans les gaz, les vibrations du réseau dans les cristaux et le flux d'électrons libres dans les métaux. Cependant, dans la mesure du possible , l'ingénieur évite de considérer les processus au niveau microscopique , préférent utiliser les lois phénoménologiques , au niveau macroscopique . La loi phénoménologique régissant la conduction thermique a été proposée par le physicien mathématicien français J. B. Fourier en 1822. Cette loi sera introduite ici en considérant le problème simple du flux thermique unidimensionnel à travers une paroi plane. [3]

$$Q = -\lambda \times S \times \frac{dT}{dx} \qquad (II.1)$$

Avec :

- Q (en W) ; est le flux de chaleur.
- λ (en W/m. °C) ; est la conductivité thermique du matériau considéré.
- S (en m²) ; est les surface de la paroi considéré.

- $\frac{dT}{dx}$ est la variation de la température par unité de longueur selon l'axe X.

1.2. Par convection :

La convection ou le transfert de chaleur par convection est le terme utilisé pour décrire le transfert de chaleur d'une surface solide avec un fluide en mouvement . L'écoulement peut être forcé , comme peut être naturel (ou libre). Les deux types d'écoulement peuvent être internes ou externes . De plus, les écoulements forcés et naturels peuvent être laminaires ou turbulents.

Le mouvement des particules les plus chaudes transmetent l'énergie aux particules moins chaudes à travers leurs déplacements. [3]

La loi régissant sur la convection thermique est la loi de Newton, donnée par :

$$Q = h_c \times S \times (T_1 - T_2) \qquad (II.2)$$

Avec :

- Q (en W) ; est le flux de chaleur.
- h_c (enW/m². °C) ; coefficient de transmission thermique par convection.
- S (en m²) ; est les surface de la paroi considéré.
- T_1 (en °C) ; la température du fluide considéré.
- T_2 (en °C) ; la température de la paroi considéré.

1.3. Par rayonnement :

Toute matière et espace contiennent un rayonnement électromagnétique. Une particule d'énergie électromagnétique est un photon, et le transfert de chaleur par rayonnement peut être considéré soit en termes d'ondes électromagnétiques, soit en termes de photons. Le flux d'énergie radiante incident sur une surface est son rayonnement, le flux d'énergie quittant une surface en raison de l'émission et de la réflexion du rayonnement électromagnétique est sa radiosité. Une surface noire (ou corps noir) est définie comme une surface qui absorbe tout le rayonnement incident et n'en réfléchit aucun. Par conséquent, tout le rayonnement quittant une surface noire est émis par la surface et est donné par la loi de Stefan-Boltzmann, par : [3]

$$Q = \sigma \times \varepsilon \times S \times (T_1^4 - T_2^4) \qquad (II.3)$$

Avec :

- Q (en W) ; est le flux de chaleur.
- σ (égale à $5{,}67 \times 10^{-8}\ W/m^2\ K^4$) ; est la constante de Stefan-Boltzmann.

- ε (sans dimension) ; est le facteur d'émission ou émissivité du matériau.
- S (en m²) ; est la surface d'échange.
- T_1 (en Kelvin) ; Température de la surface du mur.
- T_2 (en Kelvin) ; Température ambiante.

2. Équation fondamentale du transfert thermique :

Pour une différence de température ΔT, le flux de chaleur transmis à travers une paroi qui sépare deux ambiances est donné par la formule : [1]

$$Q = K \times S \times \Delta T \qquad (II.4)$$

Où :

- Q (en W) ; est le flux de chaleur.
- K (en W/m².°C) ; le coefficient de transmission surfacique.
- S (en m²) ; la surface intérieure de la paroi qui sépare les deux ambiances.
- ΔT (en °C) ; la différence de température entre les deux ambiances.

3. Coefficient de transmission globale K :

Le coefficient $K_{été}$ d'une paroi est définit par la formule suivante : [1]

$$K_{été} = \frac{1}{R_T} \qquad (II.5)$$

Où R_T est la résistance thermique totale de la paroi, avec :

$$R_T = R_{si} + \sum_{n=1}^{n} \frac{e_i}{\lambda_i} + \sum_{n=1}^{n} R_a + \sum_{n=1}^{n} R_u + R_{se} \qquad (II.6)$$

Où :

- R_{si} et R_{se} (en m². °C/W) ; les résistances thermiques superficielles estivales.
- $\sum_{n=1}^{n} \frac{e_i}{\lambda_i}$; la somme des résistances des portions de parois constituées de tranches de matériaux homogènes d'épaisseur élémentaire e et de conductivité thermique λ.
- $\sum_{n=1}^{n} R_a$; la somme des résistances des lames d'air.
- $\sum_{n=1}^{n} R_u$; la somme des résistances des portions de parois constituées de tranches de matériaux hétérogènes.

3.1. Résistance thermique superficiel :

Le transfert de la chaleur qui se transmet de l'air ambiant vers une paroi et vice versa, se fait à la fois par rayonnement et par convection ;

Le coefficient d'échange thermique superficiel (h_i) entre une ambiance intérieure et la face intérieur d'une paroi, est la somme des quantités de chaleur transmise par convection et par rayonnement, exprimé en W/m²K.

La résistance thermique d'échange d'une surface intérieure (R_{si}) est l'inverse du coefficient d'échange thermique de surface intérieureh_i, exprimé en m²K/W ; [1]

$$R_{si} = \frac{1}{h_i} \qquad (II.7)$$

Le coefficient d'échange thermique superficiel (h_e) entre une ambiance extérieure et la face externe d'une paroi, est la somme des quantités de chaleur transmise par convection et par rayonnement, exprimé en W/m²K.

La résistance thermique d'échange d'une surface extérieure (R_{se}) est l'inverse du coefficient d'échange thermique de surface extérieure h_e, exprimé en m²K/W ; [1]

$$R_{se} = \frac{1}{h_e} \qquad (II.8)$$

$\frac{1}{h}$ (en m²K/W)	Parois en contact avec : - L'extérieur, - Un passage ouvert, - Un local ouvert.			Parois en contact avec : - Un autre local, chauffé ou non, - Un comble, - Un vide sanitaire.		
	$\frac{1}{h_i}$	$\frac{1}{h_e}$	$\frac{1}{h_i}+\frac{1}{h_e}$	$\frac{1}{h_i}$	$\frac{1}{h_e}$	$\frac{1}{h_i}+\frac{1}{h_e}$
Latéral (Mur) $\alpha > 60°$	0,11	0,06	0,17	0,11	0,11	0,22
Ascendant (toiture) $\alpha \leq 60°$	0,09	0,05	0,14	0,09	0,09	0,18
Descendant (plancher) $\alpha \leq 60°$	0,17	0,05	0,22	0,17	0,17	0,34

Tableau II.01 : Valeurs des coefficients d'échange superficiel (en hiver). [1]

$\frac{1}{h}$ (en m²K/W)	Parois en contact avec : - L'extérieur, - Un passage ouvert, - Un local ouvert.			Parois en contact avec : - Un autre local, chauffé ou non, - Un comble, - Un vide sanitaire.		
	$\frac{1}{h_i}$	$\frac{1}{h_e}$	$\frac{1}{h_i}+\frac{1}{h_e}$	$\frac{1}{h_i}$	$\frac{1}{h_e}$	$\frac{1}{h_i}+\frac{1}{h_e}$
Latéral (Mur) $\alpha > 60°$	0,10	0,04	0,14	0,10	0,11	0,21
Descendant (toiture) $\alpha \leq 60°$	0,16	0,04	0,20	0,17	0,17	0,33
Ascendant (plancher) $\alpha \leq 60°$	0,08	0,04	0,12	0,08	0,09	0,17

Tableau II.02 : Valeurs des coefficients d'échange superficiel (en été). [1]

3.2. Résistance thermique d'une couche homogène :

La résistance thermique d'une couche homogène est donnée par la formule suivante : [1]

$$R_i = \frac{e_i}{\lambda_i} \qquad (II.9)$$

Où :

- R_i (en m². °C/W) ; la résistance thermique de la couche i.
- e_i (en m) ; l'épaisseur de la couche de matériau.
- λ_i (en W/m. °C) ; la conductivité thermique du matériau. Les valeurs des conductivités thermiques sont tirées des tableaux (cf. Annexe 2).

3.3. Résistance thermique d'une couche hétérogène :

Les résistances thermiques équivalentes des matériaux hétérogènes sont données directement en fonction des épaisseurs dans des tableaux (cf. Annexe 3).

3.4. Résistance thermique d'une lame d'air :

La résistance thermique R_a d'une couche d'air plane est l'inverse de la quantité de chaleur qui est transmise de la face chaude vers la face froide, par conduction, convection et rayonnement. Les valeurs de R_a sont fournie ci-dessous selon l'épaisseur de la lame d'air :

Position de la lame d'air	Sens du flux de chaleur	Épaisseur de la lame d'air en mm						
		5 à 7	8 à 9	10 à 11	12 à 13	14 à 24	25 à 50	55 à 300
Verticale	Latérale	0,11	0,13	0,14	0,15	0,16	0,16	0,16
Horizontale	Ascendant	0,11	0,12	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14
	Descendant	0,11	0,13	0,14	0,15	0,16	0,18	0,20

Tableau II.03 : Valeurs des résistances thermiques d'une couche d'air non ventilée. [1]

Les conductances thermiques K de toutes les parois opaques, parois vitrés et portes sont donnée dans cf. (Annexe 4).

4. Paramètres solaire :

4.1. L'heure solaire vraie :

Le Temps Solaire Vrai (TSV), appelé aussi Heure Locale Vrai (HLV) est définie par la rotation de la terre. Le midi solaire correspond au passage du soleil au méridien. Cette heure change au cours de l'année et à chaque méridien, ce qui n'est pas pratique, l'heure officiel est commune à tout un fuseau horaire, et le temps solaire vrais et rarement égale à l'heure officielle [4].

Le Temps Solaire Vrais pour le territoire nationale est donnée par : [1]

$$\mathrm{TSV} = (\mathrm{TO} - 1) + (4 \times \mathrm{SHFT}) + \mathrm{ET} \qquad (\mathrm{II}.10)$$

- SHFT (en degrés) ; est la longitude, positive à l'Est de Greenwich.
- TO (en heures) ; est l'heure officielle.
- 4 (en minutes) ; représente la correction pour la rotation terrestre ; cette correction est de 4 minutes par degré de longitude, soit 1 heure par 15°.
- ET (en minutes) ; est l'équation du temps qui tient compte du fait que, d'une part la trajectoire de la terre autour du soleil est elliptique, et d'autre part du fait que l'inclinaison de l'axe de rotation de la terre n'est pas constante. Pour l'été on estime la correction a -4 minutes.

4.2. Position du soleil :

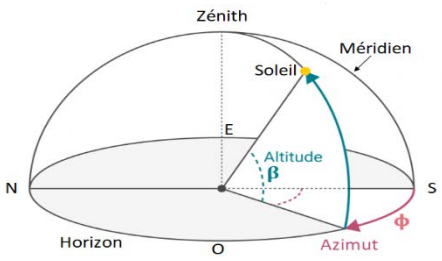


Figure II.01 : Paramètres associés à la position du soleil.

La (cf. Fig.II.1) représente les paramètres associes à la position du soleil tel que le degré d'altitude par rapport à l'horizon, et l'azimut qui est l'angle fait par le soleil par rapport au Sud.

4.2.1. La hauteur du soleil :

La hauteur du soleil β est donnée par la formule suivante : [1]

$$\sin(\beta) = \sin(L) \times \sin(\delta) + \cos(L) \times \cos(\delta) \times \cos(\omega) \qquad (II.11)$$

Où :

- L (en degrés) ; est la latitude du lieu considéré qui est comprise entre (-90° et +90°).
- δ (en degrés) ; est la déclinaison solaire, elle est donnée par la formule suivante :

$$\delta = 23{,}45 \times \sin\left(\frac{360 \times (284 + n)}{365}\right) \qquad (II.12)$$

Avec : n : le jour dans l'année compté à partir du 1er janvier.

- ω (en degrés) ; est l'angle horaire ; il est donnée par la formule suivante :

$$\omega = 0{,}25 \times (\text{minutes separant l'instant donnee de Midi Solaire}) \qquad (II.13)$$

ω est négatif le matin, et positif l'après-midi.

4.2.2. L'azimute solaire :

L'azimut solaire ϕ est donnée par la formule suivante : [1]

$$\cos(\phi) = \frac{\sin(\beta) \times \sin(L) - \sin(\delta)}{\cos(\beta) \times \cos(L)} \qquad (II.14)$$

Où :

- β (en degrés) ; représente la hauteur du soleil.
- L (en degrés) ; est la latitude du lieu considéré.
- δ (en degrés) ; est la déclinaison solaire.

Latitude 36°44’ Nord (Pour le 23 juillet)													
TSV	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
β (en°)	11,9	23,9	36	47,1	59,1	69,2	73,2	69,2	59,1	47,1	36	23,9	11,9
ϕ (en°)	-106,1	-98,1	-89,2	-79,2	-65,4	-42,4	0	42,4	65,4	79,2	89,2	98,1	106,1

Tableau II.04 : Hauteur et azimut solaire (latitude 36°44’). [1]

4.3. Les surfaces ombrées :

Orientation	Azimut φ (degrés)	Orientation	Azimut φ (degrés)
N	-180	S	0
NNE	-157,5	SSO	22,5
NE	-135	SO	45
ENE	-112,5	OSO	65,5
E	-90	O	90
ESE	-65,5	ONO	112,5
SE	-45	NO	135
SSE	-22,5	NNO	157,5

Tableau II.05 : Azimut φ d’une paroi verticale. [1]

L’azimut des parois est l’angle compris entre la normale de la paroi et le SUD.

La longueur d’ombre horizontale et verticale d’une fenêtre du fait d’une saillie est en fonction de la hauteur du soleil (β), l’angle ψ et la profondeur de la partie en saillie. [1]

$$\psi = \phi(\text{azimut solaire}) - \varphi\ (\text{azimute de la paroi}) \qquad (\text{II. } 15)$$

4.3.1. Saillie verticale :

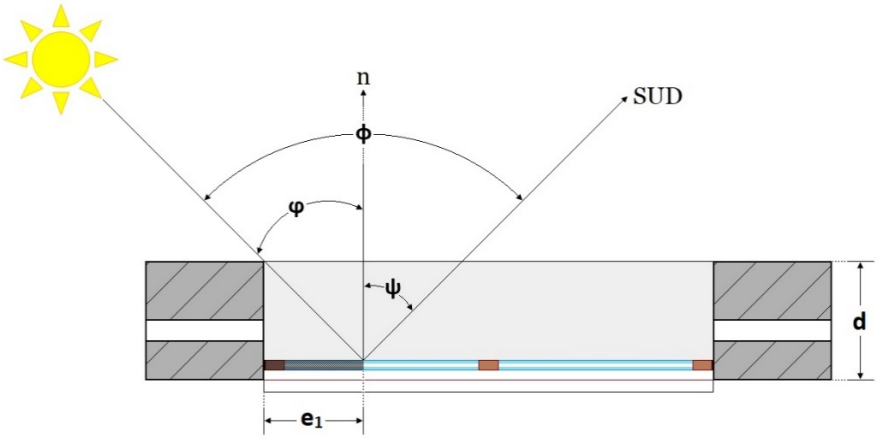


Figure II.02 : Ombre produite par un retrait. [1]

La longueur de l'ombre horizontale $\mathbf{e_1}$ est donnée par la formule suivant : [1]

$$e_1 = \tan(\psi) \times d \qquad (II.16)$$

Avec : d (en m) ; est la profondeur de la saillie.

4.3.2. Saillie horizontale :

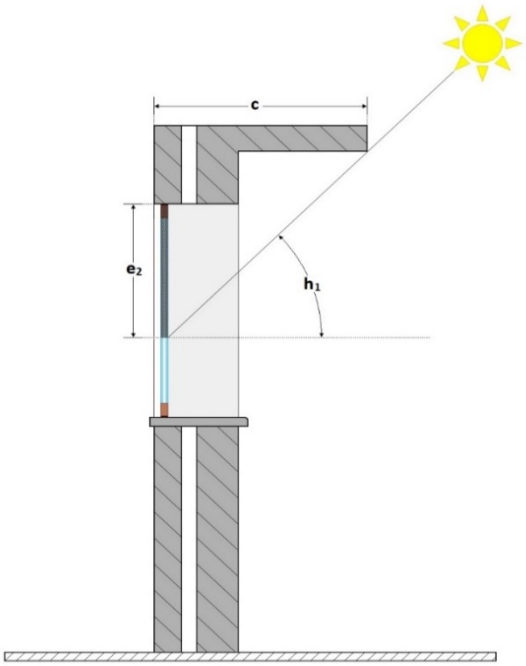


Figure II.03 : Ombre produite par une saillie horizontal. [1]

La longueur de l'ombre verticale $\mathbf{e_2}$ est donnée par la formule suivant : [1]

$$e_2 = \tan(h_1) \times c \qquad (II.17)$$

Avec : c (en m) ; est la profondeur de la saillie et ;

$$h_1 = \frac{\tan(\beta)}{\cos(\psi)} \qquad (II.18)$$

4.4. Le rayonnement solaire de base :

On distingue deux types de rayonnement :

4.4.1. Rayonnement solaire directe :

Qui est du rayonnement initial qui parvient jusqu'à la surface de la terre. [1]

4.4.2. Rayonnement solaire diffus :

Qui est 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.

Les rayonnements directs et diffus réels affectent 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. [1]

4.4.3. Valeur de rayonnement de base :

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.
- Vitrage ordinaire en simple épaisseur non équipé d'occultation et dont l'encadrement est en bois.

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

Le rayonnement diffus de base, Id,b (en W/m²), correspond aux apports de chaleur non amortis dus au rayonnement solaire à travers un vitrage de référence à l'ombre (c'est à dire pour la direction Nord) dans les conditions de référence. [1]

Rayonnement total de base It, b et diffus de base Id, b (en W/m²)										
Latitude Nord	Mois	Orientation								
		N	**NE**	**E**	**SE**	**S**	**SO**	**O**	**NO**	**Horiz**
36°45''	Juillet	47,98	404,23	516	368,33	177,03	368,33	516	404,23	747,65
40°	Juillet	47	400	516	394	217	394	516	400	743

Tableau II.06 : Valeurs de rayonnements de base. [1]

4.4.4. Valeur de rayonnement réel :

Le rayonnement total réel It et le rayonnement diffus réel Id sont donnée par ; [1]

$$\mathrm{It} = \left[\mathrm{C_{cadre}} \times \mathrm{C_{limp}} \times \mathrm{C_{alt}} \times \mathrm{C_{ros}}\right] \times \mathrm{It, b} \qquad (\mathrm{II.19})$$

$$\mathrm{Id} = \left[\mathrm{C_{cadre}} \times \mathrm{C_{limp}} \times \mathrm{C_{alt}} \times \mathrm{C_{ros}}\right] \times \mathrm{Id, b} \qquad (\mathrm{II.20})$$

Où :

- $\mathrm{C_{cadre}}$; est un coefficient tenant compte de la nature du cadre :
  - $\mathrm{C_{cadre}} = 1{,}17$ pour un cadre métallique.
  - $\mathrm{C_{cadre}} = 1$ pour un cadre en bois, ou en PVC.
- $\mathrm{C_{limp}}$; est un coefficient tenant compte de la limpidité de l'atmosphère :
  - $\mathrm{C_{limp}} = 1$ pour une atmosphère limpide ; zone rurale, hors agglomération.
  - $\mathrm{C_{limp}} = 0{,}92$ pour une atmosphère peu limpide ; zones suburbaines, les zones résidentielles des villes.
  - $\mathrm{C_{limp}} = 0{,}87$ pour une atmosphère obscure ; le centre des grandes villes, les zones industrielles, à proximité d'industries polluantes.
- $\mathrm{C_{alt}}$; est un coefficient tenant compte de l'altitude :
  - $\mathrm{C_{alt}} = 1$ pour l'Altitude <300 m.
- $\mathrm{C_{ros}}$; est un coefficient tenant compte de la valeur du point de rosée :
  - $\mathrm{C_{ros}} = 0{,}99$ pour la zone climatique A et pour une Altitude <500 m.

5. Le confort :

Le confort est défini comme une sensation de la satisfaction et de bien-être de l'individu, qui est relié à plusieurs facteurs dont la température, le degré hygrométrique, et d'autres facteurs liés directement à la situation physique, physiologique et psychologique, ainsi qu'au temps, la culture et la personnalité de chaque individu. [5]

5.1. Différents exemples du conforte :

Il existe plusieurs types du confort :

- Confort visuel.
- Confort acoustique.
- Confort hygrothermique.

5.2. Le confort thermique :

La sensation thermique de l'être humain est une sensation physiologique liée d'une manière directe à l'équilibre thermique de l'individu dans l'environnement où il vit, cet équilibre thermique est influencé par de divers paramètres environnementaux comme la température de l'air et les surfaces environnante, la vitesse relative de l'air ainsi que la pression de vapeur d'eau ou l'humidité relative et des paramètres liés à l'individu comme l'activité physique et son rendement, la nature d'habillement, une fois ces facteurs ont été recensés et mesurés, la sensation thermique du corps considéré dans son ensemble peut-être prédite en calculant le vote moyen prévisible et pourcentage prévisible d'insatisfaits. [5]

5.2.1. Le vote moyen prévisible :

Généralement appelé par l'acronyme PMV, est un indicateur d'appréciation moyenne d'une population dans un milieu donné.

Plusieurs recherches ont été faites par des chercheurs dans nombreux pays, ils ont soumis un grand nombre de sujets à divers microclimats bien déterminés, les sujets devaient exprimer leurs sensations par un vote sur une échelle allant de (-3) à (+3). [5]

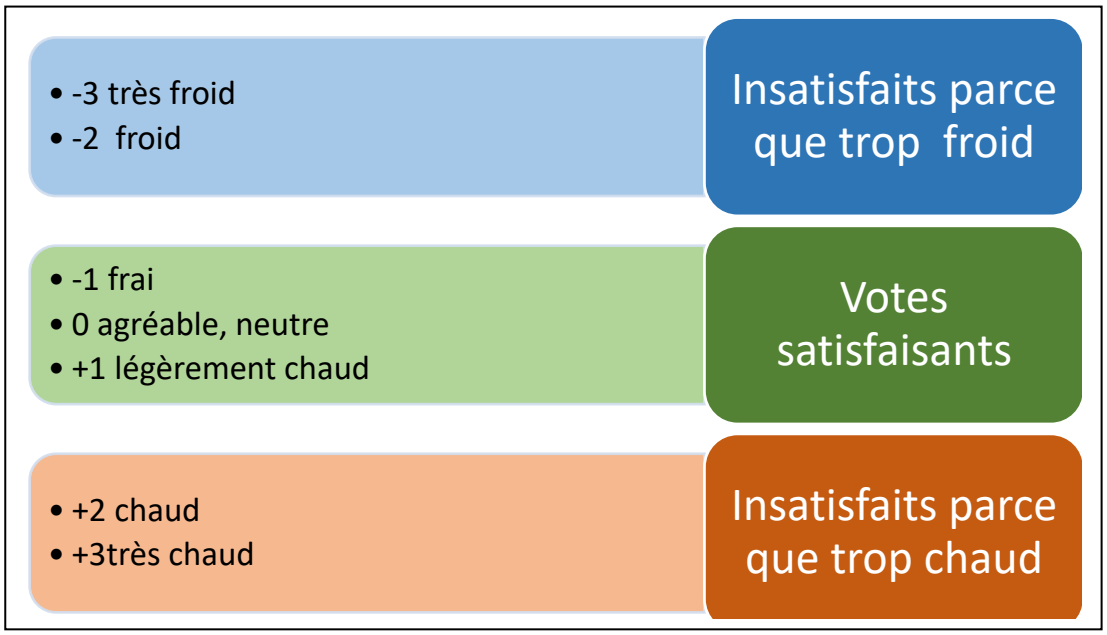


Figure II.04 : Échelle de sensation thermique. [5]

Les résultats montrent que les votes pour chacune des conditions, représente une distribution gaussienne autour d'une moyenne.

Pour des raisons physiologiques, il est impossible de satisfaire tout le monde en réunissant toutes les conditions idéales, mais c'est possible de créer une atmosphère ou on peut rassembler le pourcentage de personne satisfaites est optimal.

On voit que sur l'échelle (-3) à (+3), Le confort optimal c'est quand le PMV prend la valeur zéro. [5]

5.2.2. Pourcentage prévisible d'insatisfait :

Appelé PPD (Perdicted pourcentage of dissatisfied), il exprime la part des sujets insatisfaits dans une condition donnée, il peut être calculé avec la relation suivante : [5]

$$PPD = 1 - 0{,}95 \times \exp(-0{,}003353 \times PMV^2 - 0{,}2179 \times PMV^2) \qquad (II.21)$$

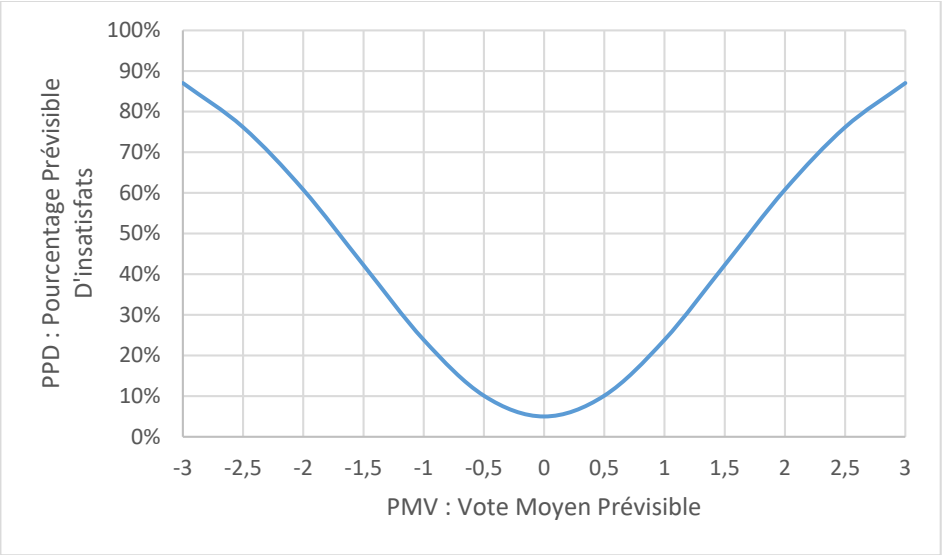


Figure II.05 : PPD en fonction de PMV. [5]

La (cf. Fig.II.5) montre le PPD en fonction de PMV, Pour un PMV nul, il reste 5% d'insatisfaits.

5.3. Présentation des zones du confort thermique :

On distingue quatre zones thermiques qui sont représentées dans le diagramme suivant :

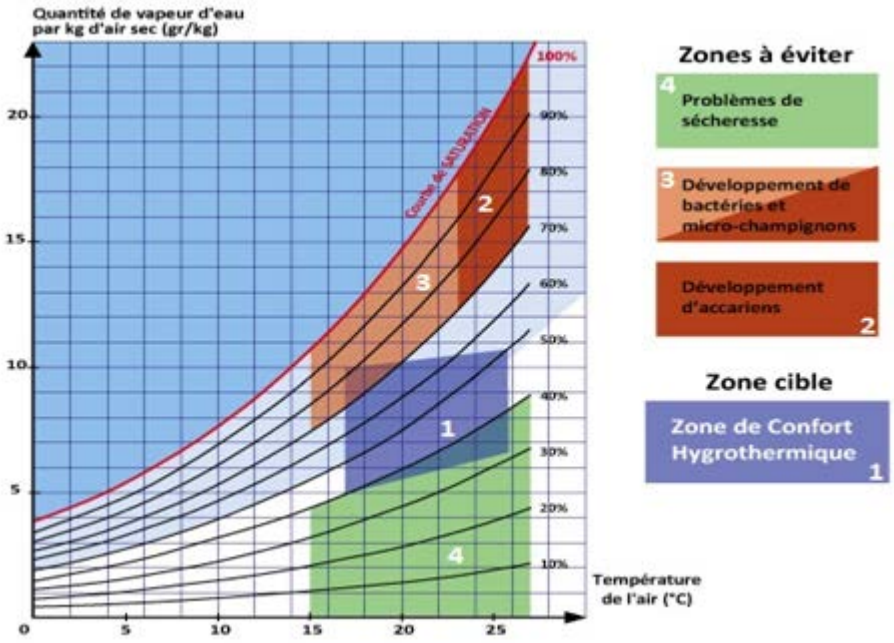


Figure II.06 : Diagramme de l'air humide représentant les zones du confort thermique. [6]

Les quatre zones colorées indiquent les plages de température de confort entre 15 et 27°C.

La zone 1 : La zone de confort hygrothermique (couleur lavande) va donc :

- De 40 à 80% d'humidité relative à une température ambiante de 17°C.
- De 30 à 50% d'humidité relative à température ambiante de 27°C.

La zone 2 : La zone orange foncé étant aussi à éviter cause du développement d'acariens au-dessus de 23°C.

La zone 3 : Les zones orange clair et orange foncé au-dessus de 70% sont aussi à éviter à cause de développement de bactéries et microchampignons au-dessus de 15°C.

La zone 4 : La zone verte en dessous de 40% d'humidité est à éviter à cause des problèmes de sécheresse.

CHAPITRE III

Chapitre 3 :

Processus de calcul en climatisation et bilan thermique de l'hôtel

Le bilan thermique permet de distinguer les apports et les déperditions thermiques pour un local, il sert comme base de calcul à toute l'installation afin de dimensionner ses réseaux.

Ce chapitre consiste à introduire le bilan thermique estival qui se présente par l'égalité de tous les apports de chaleur intérieur et extérieur qui correspond à la quantité de chaleur à soustraire des locaux pour maintenir la température constante. (Charge frigorifique).

1. Formule générale des apports calorifiques :

Les apports calorifiques (appelés aussi gains) d'un local sont égaux à la somme des apports de chaleur sensibles et latentes, provenant d'une source intérieure ou extérieure du local, pour des conditions extérieures et intérieures déterminées.

$$\text{Charge frigorifique} = \text{Apports sensibles} + \text{Apports latents} \qquad \text{(III. 1)}$$

Les apports calorifiques sensibles $A_s$et latents A_l sont donnes par :

$$A_s = APO + AV + AI_s + AINF_s \qquad \text{(III. 2)}$$

$$A_l = AI_l + AINF_l \qquad \text{(III. 3)}$$

Où :

- APO ; (en W) représente les apports par les parois opaques.
- AV ; (en W) représente les apports à travers les parois vitrées.
- AI_s et AI_l ; (en W) représentent les parties sensibles et latentes des apports internes.
- $AINF_s$ et $AINF_l$; (en W) représentent les parties sensibles et latentes des apports dus aux infiltrations d'air. [1]

2. Apports à travers les parois opaques :

2.1. Parois aériennes :

$$APO(t) = 1{,}2 \times K_{été} \times S_{int} \times \Delta te(t) \qquad (III.4)$$

- 1,2 (nombre sans dimension) ; est un coefficient majorateur tenant compte des apports linéiques à travers les ponts thermiques.
- $K_{été}$ (en W/m^2. °C) ; est le coefficient de transmission de la paroi considérée pour l'été.
- S_{int} (en m^2) ; est la surface intérieure totale de la paroi considérée.
- $\Delta te(t)$ (en °C) ; est la déférence équivalente de température à l'heur t.

➢ **Différence de température équivalente Δte (t) :**

▪ **Parois ensoleillées :**

$$\Delta te(t) = \Delta tes(t) + C_{\Delta te} + \frac{\alpha}{0.9} \times [\Delta tem(t) - \Delta tes(t)] \times \frac{It, b}{It, b(40°)} \qquad (III.5)$$

▪ **Parois à l'ombre 24h/24h :**

$$\Delta te(t) = \Delta tes(t) + C_{\Delta te} \qquad (III.6)$$

Où :

- $\Delta tes(t)$(en °C) ; est la différence de température équivalente à l'heure (t) en considérant que la paroi est à l'ombre ; les valeurs de $\Delta tes(t)$ sont données par (cf. tableau III.1) pour les parois verticales et (cf. tableau III.2) les parois horizontales.
- $\Delta tem(t)$ (en °C) ; est la différence équivalente de température a l'heure (t) pour l'orientation de la paroi considérée ; les valeurs de $\Delta tem(t)$ sont données par (cf. tableau III.1) pour les parois verticales et (cf. tableau III.2) les parois horizontales.
- $C_{\Delta te}$(en °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 (cf. tableau I.10); les valeurs de $C_{\Delta te}$ sont données dans (cf. tableau III.3).
- α ; est le facteur d'absorption de la paroi (cf. Annexe 5).
- It, b (en W/m²) ; est le rayonnement total de base pour le mois, la latitude et l'orientation considérés (cf. tableau II.6).
- $It, b(40°)$ (en W/m²) ; est le rayonnement total de base pour le mois de Juillet, la latitude 40° Nord et pour l'orientation considérée (cf. tableau II.2). [1]

Différence équivalente de température $\Delta tes(t)$ ou $\Delta tem(t)$ (en °C) - Murs ensoleillés ou à l'ombre														
Orientation	M_{surf} Kg/m²	Temps Solaire Vrais												
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
NE	≥ 700	2,8	2,8	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	5,5	7,8	8,9	7,8	6,7	5,5
E	≥ 700	6,1	5,5	5,5	5,0	4,4	5,0	5,5	8,3	10,0	10,6	10,0	9,4	8,9
SE	≥ 700	5,0	4,4	4,4	4,4	4,4	3,9	3,3	6,1	7,8	8,3	8,9	10,0	8,9
S	≥ 700	3,9	3,3	3,3	2,8	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	3,9	5,5	7,2	7,8
SO	≥ 700	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	3,9	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4	5,0	5,5
O	≥ 700	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	4,4	4,4	5,0	5,5	5,5	5,5	6,1	6,7
NO	≥ 700	4,4	3,9	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4
N (à l'ombre)	≥ 700	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1,1	1,7	2,2

Tableau III.01 : Valeurs de Δtes(t) et Δtem(t) pour les parois verticales. [1]

Différence équivalente de température $\Delta tes(t)$ ou $\Delta tem(t)$ (en °C) - Toits ensoleillés ou à l'ombre														
Orientation	M_{surf} Kg/m²	Temps Solaire Vrais												
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Ensoleillé	≥ 400	7,2	6,7	6,1	6,1	6,7	7,2	8,9	12,2	14,4	15,6	17,8	19,4	20,6
À l'ombre	≥ 300	-1,7	-1,7	-1,1	-1,1	-1,1	-0,5	0	1,1	2,2	3,3	4,4	5,0	5,5

Tableau III.02 : Valeurs de Δtes(t) et Δtem(t) pour les parois horizontales. [1]

Valeurs de $C_{\Delta te}$ (en °C)					
$\Delta TS_{max} = TS_{b,e} - TS_{b,i}$	Écarts diurnes de base E_b (en °C)				
	7	8	9	10	11
-4	-10,30	-10,80	-11,27	-11,80	-12,20
-0	-6,10	-6,60	-7,26	-7,60	-8.00
2	-4,20	-4,70	-5,25	-5,60	-6,10
4	-2,20	-2,70	-3,25	-3,60	-4,10
6	-0,30	-0,80	-1,24	-1,70	-2,20
8	1,70	1,20	0,76	0,30	0.00

Tableau III.03 : Valeurs de $C_{\Delta te}$. [1]

2.2. Parois intérieures :

2.2.1. Parois en contact avec un local non conditionné :

$$APO(t) = K_{été} \times S_{int} \times \Delta t_{lnc} \qquad (III.7)$$

- $K_{été}$ (en W/m^2. °C) est le coefficient de transmission en partie courante de la paroi considérée.
- S_{int} (en m^2) est la surface intérieure de la paroi considérée.
- Δt_{lnc} (en °C) ; représente l'écart de température entre l'espace non conditionne et le local considéré. Δt_{lnc} est donne par la formule suivante :

$$\Delta t_{lnc} = (TS_e(t) - C_{lnc}) - TS_{b,i} \qquad (III.8)$$

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

- $TS_{b,i}$ (en °C) ; représente la température intérieure du local conditionne.
- C_{lnc} (en °C) ; est un coefficient correcteur, donnée dans (cf. Annexe 6).

2.2.2. Parois en contact avec le sol :

$$APO(t) = K_{été} \times S_{app} \times (T_{Sm} - T_{Sb,i}) \quad \text{(III. 9)}$$

- $K_{été}$ (en W/m^2. °C) ; est le coefficient de transmission de la paroi calcule comme si la paroi était en contact avec l'extérieur.
- S_{app} (en m^2) ; est la surface de la zone d'apport.
- $T_{Sb,i}$ (en °C) ;est la température du local conditionne.
- T_{Sm} (en °C) ; est la température moyenne sèche de l'air extérieur (cf. Tableau I.10).

3. Apports à travers les parois vitrées :

3.1. Vitre intérieure :

$$AVT(t) = K_{été} \times S_{ouv} \times [(TS_e(t) - C_{lnc}) - TS_{b,i}] \quad \text{(III. 10)}$$

- $K_{été}$ (en W/m^2. °C) ; est le coefficient de transmission en partie courante de la paroi considérée.
- S_{ouv} (en m^2) ; est la surface de l'ouverture dans la paroi opaque.
- $TS_e(t)$ (en °C) ; est la température extérieure sèche à l'heure t.
- C_{lnc} ; est un coefficient correcteur.
- $TS_{b,i}$ (en °C) ; est la température intérieure sèche de base pour le local considéré.

3.2. Vitre extérieure :

$$AV(t) = AVT(t) + AVE(t) \quad \text{(III. 11)}$$

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

Où :

$$AVT(t) = 1{,}2 \times K_{été} \times S_{ouv} \times [TS_e(t) - T_{Sb,i}] \quad \text{(III. 12)}$$

- 1,2 (sans dimension) ; est un coefficient majorateur tenant compte des apports à travers les ponts thermiques.
- $K_{été}$ (en W/m^2. °C) ; est le coefficient de transmission en partie courante de la paroi considérée.
- S_{ouv} (en m^2) ; est la surface de l'ouverture dans la paroi opaque.

- $TS_e(t)$ (en °C) ; est la température extérieure sèche à l'heure t.
- $T_{Sb,i}$ (en °C) ; est la température intérieure de base.

$$AVE(t) = [S_{Ven} \times It + (S_V - S_{Ven}) \times Id] \times FS \times N_{Pvi}(t) \quad (III.13)$$

- S_V (en m²) ; est la surface totale vitrée.
- S_{Ven} (en m²) ; est la surface vitrée ensoleillée.
- $(S_V - S_{Ven})$ (en m²) ; est la surface vitrée à l'ombre.
- It (en W/m²) ; est le rayonnement total maximal réel.
- Id (en W/m²) ; est le rayonnement diffus maximal réel.
- $N_{Pvi}(t)$; représente le coefficient d'amortissement relatif aux gains par ensoleillement à travers les parois vitrées à l'heure t considérée (cf. Annexe 7).
- FS ; est le facteur solaire du vitrage (cf. Annexe 8).

4. La masse M rapportée à la surface :

$$M_{surf} = \frac{\sum m_{ext} + \frac{1}{2}\sum m_{sep} + \sum m_i}{S_{pl}} \quad (III.14)$$

Où :

- m_{ext} (en Kg) ; est la masse des parois séparant la zone thermique considérée et l'environnement extérieur.
- m_{sep} (en Kg) ; est la masse des parois séparant la zone thermique considérée et les autres zones thermiques.
- m_i (en Kg) ; désigne toute masse fixe se trouvant au sein de la zone thermique.
- S_{pl} (en m²) ; est la surface de plancher pour la zone thermique considéré.

5. Apports de chaleur interne :

$$AI(t) = \sum (CS_j \times AI_{s.j} \times N_{AI.J}) + \sum (CS_j \times AI_{l.j}) \quad (III.15)$$

- $AI_{s.j}$ (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 ; les valeurs à considérer pour les coefficients de simultanéité sont celles de (cf. Annexe 9).
- $N_{AI.J}$; est le coefficient d'amortissement relatif à l'apport interne j (cf. Annexe 10).

5.1. Gains dus aux occupants :

Gains sensibles occupants :

$$As_{oc} = n \times Cs_{oc} \qquad (III.16)$$

Gains latente occupants :

$$Al_{oc} = n \times Cl_{oc} \qquad (III.17)$$

Avec :

- n ; Nombre d'occupants.
- Cs_{oc} (en W) ; chaleur sensible des occupants.
- Cl_{oc} (en W) ; chaleur latente des occupants.

Degré d'activité	Exemple d'application	Température sèche du local (°C)											
		28		27		26		25		24		21	
		Apports sensibles (Sen) et latents (Lat) en W/pers.											
		Sen	Lat	Sen	Lat	Sen	Lat	Sen	Lat	Sen	Lat	Sen	Lat
Assis, repos	Classe, salle de spectacle	51	51	57	45	62	40	65	37	67	35	76	27
Assis, travail très léger	Logement, bureau, hôtel, amphithéâtre	52 52	79 94	58 58	73 88	63 64	69 83	67 70	65 77	71 74	60 72	83 85	49 62
Debout, marche	Magasin, accueil	60	102	66	96	72	91	68	63	82	80	93	70
Travail léger	Atelier, usine	56	164	64	156	72	148	80	140	86	134	107	113
Travail assez pénible	Atelier, usine, salle de sport	79 214		88 205		97 197		132 161		112 181		135	158
Travail pénible	Atelier, usine, salle de sport	131 293		136 288		142 283		149 277		154	271	177	248

Tableau III.04 : Valeurs de Cs_{oc} et Cl_{oc}. [1]

5.2. Gains dus aux machines électriques :

Les valeurs des gains dus aux machines électrique sont inscrites dans (cf. Annexe 11).

5.3. Gains dus à l'éclairage :

$$AI = \sum (Wn \times C_{me} \times C_{cr}) \qquad (III.18)$$

- Wn (en W) ; est la puissance nominale de l'ampoule ou du tube fluorescent.
- C_{me} ; est un coefficient de majoration ; il est égal a :
  - 1,2 pour les lampes à incandescence.
  - 1,25 pour les tubes fluorescents.
- C_{cr} ; est le pourcentage de chaleur résiduelle correspondant à la part d'énergie restant dans la salle ; C_{cr} est égale a : 1 pour les installations dont l'éclairage n'est pas raccorde à un system d'extraction d'air.

6. Apports de chaleur par introduction d'air :

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

6.1. Gains dus au renouvellement d'air :

$$\mathrm{AREN_s}(t) = 0{,}320 \times \mathrm{Qv_{an}} \times \left(\mathrm{TS_e}(t) - \mathrm{TS_{b,i}}\right) \quad \text{(III. 19)}$$

$$\mathrm{AREN_l} = 0{,}797 \times \mathrm{Qv_{an}} \times \mathrm{Max.}\left[\left(\mathrm{HS_{b,e}} - \mathrm{HS_{b,i}}\right), 0\right] \quad \text{(III. 20)}$$

- $0{,}32$ (en J/m^3. °C) ; représente le produit de la chaleur spécifique de l'air par la masse volumique de l'air et par un facteur de conversion.
- $0{,}797$ (en J.Kg$_{air}$/g$_{vap}$.m$^3_{air}$) ; représente le produit de la masse volumique moyenne de l'air par la chaleur de vaporisation de l'eau et par un facteur de conversion.
- $\mathrm{Qv_{an}}$ (en m^3/h) ; représente le débit d'air neuf.
- $\mathrm{TS_e}(t)$ (en °C) ; est la température extérieure sèche à l'heure t.
- $\mathrm{TS_{b,i}}$ (en °C) ; est la température intérieure sèche de base pour le local considéré.
- $\mathrm{HS_{b,e}}$ (en g$_{vap}$/Kg as) ; représente l'humidité spécifique de base de l'air extérieur.
- $\mathrm{HS_{b,i}}$ (en g$_{vap}$/Kg as) ; représente l'humidité spécifique de base de l'air intérieur.

6.2. Gains dus à l'infiltration de l'air :

$$\mathrm{AINF_s}(t) = 0{,}320 \times \mathrm{Qv_{inf}} \times \left(\mathrm{TS_e}(t) - \mathrm{TS_{b,i}}\right) \quad \text{(III. 21)}$$

$$\mathrm{AINF_l} = 0{,}797 \times \mathrm{Qv_{inf}} \times \mathrm{Max.}\left[\left(\mathrm{HS_{b,e}} - \mathrm{HS_{b,i}}\right), 0\right] \quad \text{(III. 22)}$$

- $\mathrm{Qv_{inf}}$ (en m^3/h) ; représente le débit du aux infiltrations.

7. Bilan thermique de l'hôtel :

Après un calcul précis (cf. Annexe 12), les résultats obtenus sont présentés comme suit :

7.1. Puissance par chambre et par étage :

RDC (en W)	
Réception	7120
Lobby	1204
Cafétéria	3942
Restauration	6337
TOTAL	18604

Tableau III.05 : Puissance par chambre du RDC.

Étage (1) (en W)	
Chambre:1	1191
Chambre: 2	976
Chambre: 3	914
Chambre: 4	1346
Chambre: 5	1384
Chambre: 6	581
Chambre: 7	395
Bureau:1	875
Bureau:2	443
Salle de réunion	2229
Grand Bureaux	6568
Circulation	842
TOTAL	17745

Tableau III.06 : Puissance par chambre du 1er Étage.

Étage (2) (en W)	
Chambre:1	1050
Chambre: 2	672
Chambre: 3	796
Chambre: 4	522
Chambre: 5	1187
Chambre: 6	816
Chambre: 7	581
Chambre: 8	647
Chambre: 9	395
Chambre: 10	668
Circulation	755
TOTAL	8090

Tableau III.07 : Puissance par chambre du 2eme Étage.

Étage (3) (en W)	
Chambre:1	1066
Chambre: 2	672
Chambre: 3	836
Chambre: 4	522
Chambre: 5	1187
Chambre: 6	816
Chambre: 7	581
Chambre: 8	647
Chambre: 9	395
Chambre: 10	705
Circulation	755
TOTAL	8183

Tableau III.08 : Puissance par chambre du 3eme Étage.

Étage (4) (en W)	
Chambre:1	2258
Chambre: 2	693
Chambre: 3	2422
Chambre: 4	522
Chambre: 5	1187
Chambre: 6	816
Chambre: 7	581
Chambre: 8	664
Chambre: 9	395
Chambre: 10	728
Circulation	760
TOTAL	11027

Tableau III.09 : Puissance par chambre du 4eme Étage.

Étage (5) (en W)	
Grand suite	1800
Chambre:1	2645
Chambre:2	703
Chambre:3	1533
Chambre:4	1004
Chambre: 5	594
Chambre:6	491
Chambre:7	395
Chambre:8	531
Circulation	931
TOTAL	10627

Tableau III.10 : Puissance par chambre du 5eme Étage.

Attique (en W)	
Suite:2	2575
Suite:3	1230
Snack	12565
Circulation	12156
TOTAL	28528

Tableau III.11 : Puissance par chambre de l'Attique.

RDC	18604
Étage (1)	17745
Étage (2)	8090
Étage (3)	8183
Étage (4)	11027
Étage (5)	10627
Attique	28528
Puissance TOTAL	102804

Tableau III.12 : Puissance totale du bâtiment.

8. Vérification règlementaire :

La vérification règlementaire est exigée afin de déterminer si le bâtiment est conforme à la norme algérienne ou non.

8.1. Formule de la relation de vérification :

La somme des apports calorifique par les parois vitrées et les parois opaque aériennes doit vérifier au mois de juillet à 15 h TSV, pour une température sèche intérieure de 27 °C, la relation ci-après :

$$\sum \mathrm{APO(15h)} + \sum \mathrm{AV(15h)} \leq 1{,}05 \times \mathrm{A_{réf}(15\ h)} \qquad \text{(III. 23)}$$

Où :

- APO (en W) ; désigne les apportes calorifique aux parois opaques aériennes.
- AV (en W) ; désigne les apportes calorifique aux parois vitrées.
- $\mathrm{A_{réf}}$ (en W) ; désigne les apportes calorifique de référence.
- $1{,}05$; facteur sans dimension.

Avec :

$$\mathrm{A_{réf}} = \mathrm{A_{réf,PH}} + \mathrm{A_{réf,PV}} + \mathrm{A_{réf,PVI}} \qquad \text{(III. 24)}$$

Où :

- $\mathrm{A_{réf,PH}}$ (en W) ; désigne l'apportes de référence à travers les parois opaque horizontales.
- $\mathrm{A_{réf,PV}}$ (en W) ; désigne l'apportes de référence à travers les parois opaque verticales.
- $\mathrm{A_{réf,PVI}}$ (en W) ; désigne l'apportes de référence à travers les parois vitrées.

8.2. Apports de référence des parois horizontale :

$$\mathrm{A_{réf,PH}} = \sum (\mathrm{a} \times \mathrm{S_{int}} \times \Delta \mathrm{TS_{réf,PH}}) \qquad \text{(III. 25)}$$

Où :

- a (en W/m². °C) ; est un coefficient lié à la nature de la construction en fonction de la zone climatique ; la valeur de a est donnée dans le Tableau III.13.
- $\mathrm{S_{int}}$ (en m²) ; désigne la surface de la paroi horizontale comptée de l'intérieur.
- $\Delta \mathrm{TS_{réf,PH}}$ (en °C) ; est la différence de température de référence pour les parois horizontales.

Valeurs de a (en W/m². °C)		
En contact avec l'extérieur	En contact avec l'intérieur	
Zone Climatique A	Planchers hauts	Planchers bas
0.9	1,9	2,7

Tableau III.13 : Valeurs de constante a. [1]

Valeurs de $\Delta TS_{réf,PH}$ (en °C)		
Zone climatique et altitude	Parois en contact avec l'extérieur	Parois en contact avec un LNC
Zone A, alt <500m	13,39	4

Tableau III.14 : Valeurs de $\Delta TS_{réf,PH}$ pour les parois horizontales. [1]

8.3. Apports de référence des parois verticales :

$$A_{réf,PV} = \sum (c \times S_{int} \times \Delta TS_{réf,PV}) \qquad (III.26)$$

Où :

- c (en W/m². °C) ; est un coefficient lié à la nature de la construction en fonction de la zone climatique ; la valeur de c pour la zone climatique A est donnée 1,2 (W/m². °C).
- S_{int} (en m²) ; désigne la surface de la paroi verticale comptée de l'intérieur.
- $\Delta TS_{réf,PV}$ (en °C) ; est la différence de température de référence pour les parois verticales donnée dans le Tableau III.15.

Valeurs de $\Delta TS_{réf,PV}$ (en °C) – Latitude 36°44' Nord										
Zone Climatique Altitude (en m)		Paroi en contact avec l'extérieur								Paroi en contact avec un LNC
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
A	Alt<500	4,66	5,45	5,89	7,99	8,86	9,67	8,75	5,67	4

Tableau III.15 : Valeurs de $\Delta TS_{réf,PV}$ pour les parois verticales. [1]

8.4. Apports de référence des parois vitrées :

$$A_{réf,PVI} = \sum (AVE_{réf} + AVT_{réf}) \qquad (III.27)$$

Où :

- $AVE_{réf}$ (en W) ; désigne les apports de référence dus à l'ensoleillement.

- $AVT_{réf}$ (en W) ; désigne les apports de référence dus au gradient de température.

Avec :$AVE_{réf} = [S_{Ven} \times It + (S_V - S_{Ven}) \times Id] \times FS_{réf} \times N_{PVI,réf}$ (III. 28)

- S_V (en m²) ; est la surface totale vitrée.
- S_{Ven} (en m²) ; est la surface vitrée ensoleillée.
- $(S_V - S_{Ven})$ (en m²) ; est la surface vitrée à l'ombre.
- It (en W/m²) ; est le rayonnement total maximal réel.
- Id (en W/m²) ; est le rayonnement diffus maximal réel.
- $N_{PVI,réf}$; représente le coefficient d'amortissement relatif aux gains par ensoleillement à travers les parois vitrées considérée donnée dans le Tableau III.16.
- $FS_{réf}$; est le facteur solaire du vitrage ; $FS_{réf}$ est égalé a :
    - 0,15 pour les locaux à usage d'habitation et d'hébergement.
    - 0,38 pour les locaux à usage de bureaux.

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

Tableau III.16 : Valeurs de $N_{PVI,réf}$. [1]

et $AVT_{réf} = é \times S_{ouv} \times \Delta TS_{réf,PVI}$ (III. 29)

Où :

- é (en W/m². °C) ; est un coefficient relatif à la nature des locaux ; la valeur de é (en W/m². °C) est prise égale a :
    - 4,2 pour les locaux à usage d'habitation et d'hébergement.
    - 5,4 pour les locaux à usage de bureaux.
- S_{ouv} (en m²) ; est la surface d'ouverture dans le mur
- $\Delta TS_{réf,PVI}$ (en °C) ; est la différence de température de référence des parois vitrées donne dans le (Tableau III.17).

Valeurs de $\Delta TS_{réf,PVI}$ (en °C)			
Zone Climatique		Paroi en contact avec l'extérieur	Paroi en contact avec un LNC
Zone A	Alt<500	7	4

Tableau III.17 : Valeurs de $\Delta TS_{réf,PVI}$ pour les parois vitrées. [1]

- **Application :**

Après un calcul des apportes de référence détaille (cf. Annexe 13) nous avons aboutis au résultat suivant :

$$\sum \mathrm{APO(15h)} + \sum \mathrm{AV(15h)} = 66984\ \mathrm{W} \qquad (\mathrm{III.30})$$

$$1{,}05 \times \mathrm{A_{réf}(15\ h)} = 38918\ \mathrm{W} \qquad (\mathrm{III.31})$$

Nous constatons que la formule (III. 23) n'est pas vérifiée, cela veut dire que l'immeuble n'est pas conforme à la norme, donc il est considéré comme site déficitaire en matière d'énergie autrement dit il est énergivore.

9. Solution :

Afin de ne pas gaspiller d'énergie nous avons opté pour modifier certaines constituantes du bâtiment.

9.1. Suggestions des modifications :

- Nous avons remplacé les vitrages double claire par des vitrages double a glace absorbante extérieure et glace réfléchissante intérieure, en changent les vitrages leurs facteurs solaire va basculer de 0,85 au 0,22. Ce qui va réduire les apporte par ensoleillement.
- Nous avons aussi ajouter une couche de liège de 3,5 cm d'épaisseur recouverte d'une feuille de bitume de 3 mm d'épaisseur sur les terrasses, ce qui vas diminuer les apports.

9.2. Nouveaux bilan thermique :

RDC (en W)	
Réception	5904
Lobby	1125
Cafétéria	3942
Restauration	5690
TOTAL	16662

Tableau III.18 : Nouvelle puissance par chambre du RDC.

Étage (1) (en W)	
Chambre:1	875
Chambre: 2	949
Chambre: 3	706
Chambre: 4	1031
Chambre: 5	1375
Chambre: 6	568
Chambre: 7	310
Bureau:1	875
Bureau:2	443
Salle de réunion	1855
Grand Bureaux	6124
Circulation	842
TOTAL	15952

Tableau III.19 : Nouvelle puissance par chambre du 1er Étage.

Étage (2) (en W)	
Chambre:1	734
Chambre: 2	658
Chambre: 3	587
Chambre: 4	513
Chambre: 5	871
Chambre: 6	807
Chambre: 7	568
Chambre: 8	584
Chambre: 9	310
Chambre: 10	606
Circulation	755
TOTAL	6995

Tableau III.20 : Nouvelle puissance par chambre du 2eme Étage.

Étage (3) (en W)	
Chambre:1	743
Chambre: 2	658
Chambre: 3	609
Chambre: 4	513
Chambre: 5	871
Chambre: 6	807
Chambre: 7	568
Chambre: 8	584
Chambre: 9	310
Chambre: 10	642
Circulation	755
TOTAL	7062

Tableau III.21 : Nouvelle puissance par chambre du 3eme Étage.

Étage (4) (en W)	
Chambre:1	1073
Chambre: 2	679
Chambre: 3	1028
Chambre: 4	513
Chambre: 5	871
Chambre: 6	807
Chambre: 7	568
Chambre: 8	593
Chambre: 9	310
Chambre: 10	655
Circulation	760
TOTAL	7859

Tableau III.22 : Nouvelle puissance par chambre du 4eme Étage.

Étage (5) (en W)	
Grand suite	1484
Chambre:1	1146
Chambre:2	639
Chambre:3	1054
Chambre:4	995
Chambre: 5	581
Chambre:6	483
Chambre:7	310
Chambre:8	515
Circulation	836
TOTAL	8042

Tableau III.23 : Nouvelle puissance par chambre du 5eme Étage.

Attique (en W)	
Suite:2	1653
Suite:3	939
Snack	5453
Circulation	3973
TOTAL	12019

Tableau III.24 : Nouvelle puissance par chambre de l'Attique.

RDC	16662
Étage (1)	15952
Étage (2)	6995
Étage (3)	7062
Étage (4)	7859
Étage (5)	8042
Attique	12019
Puissance TOTAL	74590

Tableau III.25 : Nouvelle puissance totale du bâtiment.

9.3. Nouvelle vérification :

$$\sum \mathrm{APO}(15\mathrm{h}) + \sum \mathrm{AV}(15\mathrm{h}) = 38771\ \mathrm{W} \qquad (\mathrm{III}.32)$$

$$1{,}05 \times \mathrm{A}_{\mathrm{réf}}(15\ \mathrm{h}) = 38918\ \mathrm{W} \qquad (\mathrm{III}.33)$$

La formule (III. 23) est vérifiée, le bâtiment est à la norme.

Après ces calcules on conclut que les apports trouvée pour chaque local servent à déterminer la puissance de l'unité intérieur, La puissance totale calculée de l'immeuble est de 74590 W, cette dernière sert à déterminer la puissance de la pompe à chaleur à installer.

Une fois le bilan thermique est établi, on procède au dimensionnement et et la représentation du réseau dans le prochain chapitre.

CHAPITRE IV

Chapitre 4 :

Choix de système et d'équipements

Dans ce chapitre, l'étude du système de climatisation à installer dans cet Hôtel est présentée. Après le choix de l'installation la plus adéquate à ce projet, à savoir une installation fonctionnant au système VRV, un choix appuis par le fait de la faible consommation énergétique de l'hôtel en terme de climatisation (cf. chapitre III), tous les éléments composants cette installation ont été présentés ainsi que leurs principes de fonctionnement.

1. Le choix de système :

Pour choisir entre des systèmes spécifiques, plusieurs critères et paramètres doivent être pris en compte, dont les plus importants sont : [7]

- L'emplacement du site (les conditions internes et externes du site).
- Configuration de l'emplacement (restrictions architecturales).
- Normes économiques.

Le choix de système de climatisation est basé sur les critères citer précédemment, et ainsi que le besoin calorifique demandé par les locaux à climatiser, d'après les résultats du bilan thermique effectuer dans 3^{em} chapitre et citer dans le tableau III.18, nous avons eu une puissance de 74.00 KW, pour bien cerner toutes les exigences abordées auparavant la technologie la mieux adaptée pour cet hôtel est le système de climatisation centrale VRV (Volume réfrigérant Variable).

1.1. Définition :

Le système VRV c'est à la fois un système de chauffage et de climatisation multizones à détente directe, à partir d'une seule unité extérieure (ou plusieurs) alimente par des tubes frigorifiques (cuivres isolés) de petite dimension plusieurs unités intérieures, utiliser en

installation neuve ou en remplacement. Idéal pour les hôtels, bureaux sur plusieurs étages, salles de conférences, villa de grandes surfaces .... En règle générale des locaux ayant besoins de différents types d'appareils, consoles, plafonniers, gagnables, muraux, cassettes, qui peuvent être de puissance différentes. [8]

1.2. Principe de fonctionnement :

Le système de climatisation VRV est conçu pour apporter le confort d'un air ambiant à une température adaptée dans des locaux. Le fonctionnement d'un VRV est assez simple, le compresseur, ou le groupe extérieur de l'appareil alimente toutes les unités intérieures, grâce à des liaisons frigorifiques.

En fonctionnement en froid seul, la climatisation fonctionne sur le principe de la détente directe : l'évaporateur de la machine frigorifique refroidit directement l'air ambiant de la pièce à climatiser. Pour cela, il transporte un fluide réfrigérant spécifique. Cette opération est répétée dans chaque local.

Quand le fonctionnement est réversible, l'échangeur sert aussi de condenseur. L'apport de chaleur est possible grâce à des détendeurs électroniques et d'un bus de communication entre tous les équipements.

Le système VRV peut connecter jusqu'à 64 unités intérieures à 1 unité extérieure et fonctionne comme un système Multi-Split. Chaque unité intérieure individuelle détermine sa puissance requise via la télécommande (point de consigne) en fonction de la température ambiante actuelle et de la température souhaitée. [10]

1.3. Les éléments constitutifs :

1.3.1. Unité intérieure :

Chaque unité intérieure contient un échangeur de chaleur, un détendeur électronique et un ventilateur et une pompe pour l'évacuation de condensat, il y a aussi des vannes à 2 ou 3 voies pour le passage d'un mode à l'autre et pour le contrôle du cycle, et cette unité intérieure peut-être une cassette a 2 ou 4 voies, un gainable, ventilo-convecteur …, selon le besoin. [10]

1.3.2. Unité extérieure :

L'unité extérieure se compose d'un compresseur Scroll équipé d'un convertisseur de fréquence, d'une vanne à quatre voies, d'un échangeur de chaleur et d'un ventilateur.

L'unité extérieure est généralement placée sur le toit (il n'y a pas de local technique dédié). Cela permet au condenseur d'être facilement refroidi par l'air extérieur.

Les unités extérieures sont modulables et peuvent être disposées côte à côte selon la puissance requise. [9]

1.3.3. Fluides frigorigènes :

Le fluide frigorigène, également appelé réfrigérant, est un fluide susceptible de mettre en œuvre un cycle de réfrigération ou un cycle de compression/détente. En d'autres termes, il permet le transfert de chaleur (calories) grâce à certaines propriétés physiques. En effet, les calories captées au niveau de l'évaporateur et du compresseur seront expulsées au niveau du condenseur. [11]

Selon sa température et sa pression, le fluide frigorigène peut être pur ou un mélange de fluides purs liquides et/ou gazeux. [11]

Les fluides frigorigènes sont utilisés toujours dans un circuit fermés pour des installations frigorifiques ménagères, et également dans le domaine de froid industriel et cryogénique. [11]

Le fluide frigorigène utiliser dans ce système est le R410A, les informations techniques de ce fluide sont citées ci-dessous :

- **Données technique de R410A :**

✓ **Identification du produit :**

Nom du produit : R410A.

Utilisations recommandées : Fluide frigorigène.

✓ **Identification des dangers :**

- Effets néfastes sur la santé : Les vapeurs sont plus lourdes que l'air et peuvent provoquer des asphyxies par réduction de la teneur en oxygène. [12]
- Gaz liquéfié : Le contact avec le liquide peut provoquer des gelures et des lésions oculaires graves. [12]

✓ **Dangers physiques et chimiques :**

- **Incendie ou explosion :**

N'est pas classé comme inflammable selon les critères CE, mais peut présenter des risques en cas d'incendie. [12]

- **Classification du produit :**

Ce produit n'est pas classé comme "préparation dangereuse" selon la réglementation de la Communauté Européenne. [12]

- **Composition et information sur les composants :**

Nature chimique : Mélange de deux substances Difluorométhane R32 & Pentafluoroéthane R125. [12]

➢ **PROPRIETES PHYSIQUES ET CHIMIQUES :**

PROPRIETES PHYSIQUES ET CHIMIQUES	
État physique	Gaz liquéfié
Couleur	Incolore
Odeur	légèrement éthérée
Ph	Non applicable
Point d'ébullition	-51.6
Température critique	+70.2
Pression critique	49.7 bar
Caractéristiques d'inflammabilité	Néant
Point d'éclair	16.18 bar à 25 °C
Pression de vapeur	31.1 bar à 50 °C
Densité de vapeur (air = 1)	2.3
Masse volumique	Liquide : 1.177 g/cm³ à 25 °C
Solubilité dans l'eau :	0.045 % à 25 °C

Tableau IV.01 : Proparietés physique et chimique R410A. [12]

1.3.4. Réseau de distribution :

Afin de connecter divers appareils de climatisation et de chauffage, ainsi que de permettre le transport de réfrigérant, ces appareils sont constitués de tuyaux en cuivre. Selon la norme EN1412, la teneur en cuivre de ces tubes est de 99,9%. Réalisés par étirage des métaux sans aucune soudure, ils sont recouverts d'un vernis à l'intérieur pour réduire la perte de charge causée par le frottement (très faible rugosité). La dimension des tuyaux frigorifique est exprimée en pouces (1 pouce = 2,54 mm) au lieu du système métrique utilisé dans domaine de

la plomberie, et l'épaisseur est également plus importante (de 0,8 mm à 1,25 mm) en raison de la pression de service plus élevée, notamment par l'utilisation de nouveaux fluides. Ils sont livrés déshydratés en couronnes nues isolées ou pré-isolées et liège en barres. [8]

En particulier, le tuyau d'aspiration doit être isolé pour limiter les pertes nuisibles au bon fonctionnement et éviter la condensation. [8]

Les pompes à chaleur de cas particulier ont tous les tuyaux isolés (HP et BP). [8]

La norme EN1412 comporte des marquages réglementaires pour les canalisations :

- Logo du fabricant.
- N° de la norme en vigueur.
- Longueur, épaisseur et diamètre.

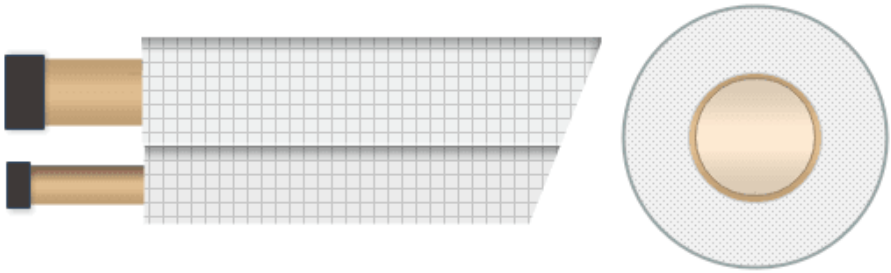


Figure IV.01 : Conduite frigorifique en cuivre. [8]

2. Types de VRV :

En effet cette technologie de volume de réfrigérants variables se décompose en deux types, ces types sont désigner selon les réseaux de tubes qui transporte le fluide frigorigène, ces derniers sont le VRV à 2 tubes et le VRV à 03 tubes ou à récupération d'énergie. [8]

2.1. Le VRV à 02 tubes :

Toutes les unités intérieures sont connectées à la même unité extérieure, qui fonctionne en chauffage ou en refroidissement, cette solution est recommandée dans les pièces avec la même charge interne et la même exposition, l'unité intérieure est connectée au réseau frigorifique par l'intermédiaire de distributeurs ou de raccords refnet, qui permettent une répartition uniforme du fluide et une perte de charge optimisée. Chaque unité intérieure à son propre régulation, aussi bien pour le refroidissement que le chauffage. Les détendeurs électroniques dans chaque unité optimisent l'alimentation en climatisation.

Celui-ci régule le débit de fluide en contrôlant la différence de température du fluide entrant et le fluide sortant de l'appareil. [8]

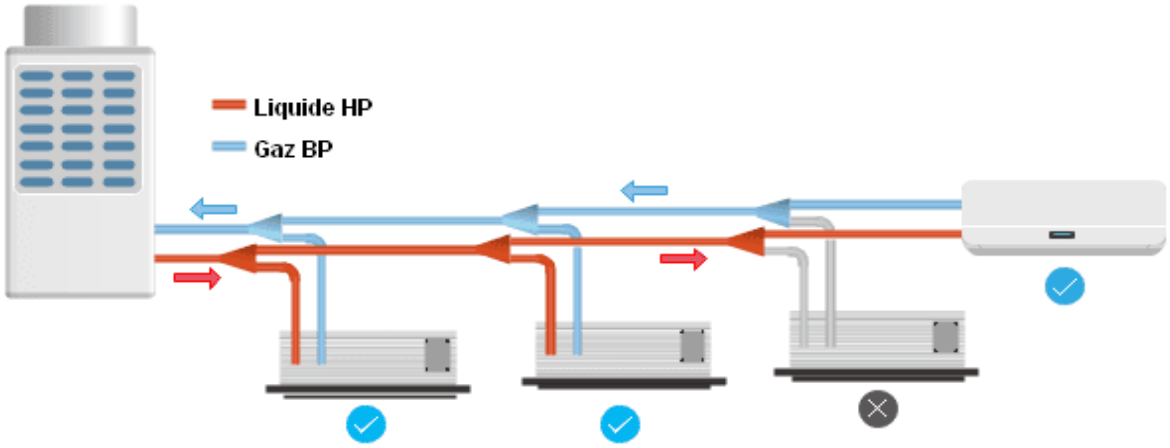


Figure IV.02 : Système VRV a 2 tubes Froid uniquement. [8]

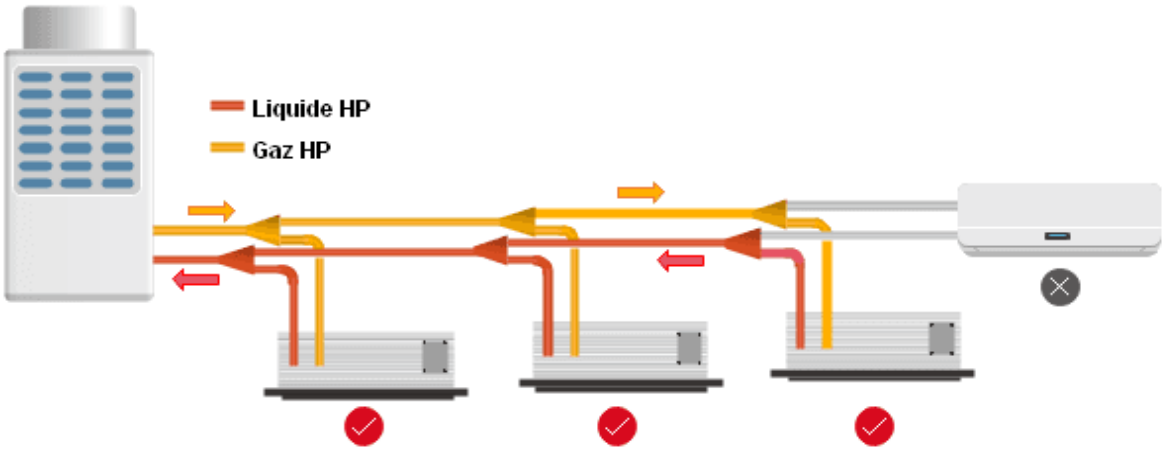


Figure IV.03 : Système VRV a 2 tubes mode chaud uniquement. [8]

2.2. Le VRV à récupération d'énergie ou à 03 tubes :

Entre une unité intérieure et le groupe extérieur, se trouve une boîte de sélection (BS). En fonction des écarts positifs ou négatifs, la boîte de sélection autorise l'alimentation de l'unité en fluide frigorigène liquide : la batterie de l'unité fait alors office d'évaporateur, ou en fluide frigorigène gaz chauds haute pression : la batterie intérieure fait alors office de condenseur.

Le troisième tube est utilisé pour transférer le fluide frigorigène entre les unités intérieures dont le mode de fonctionnement diffère. [10]

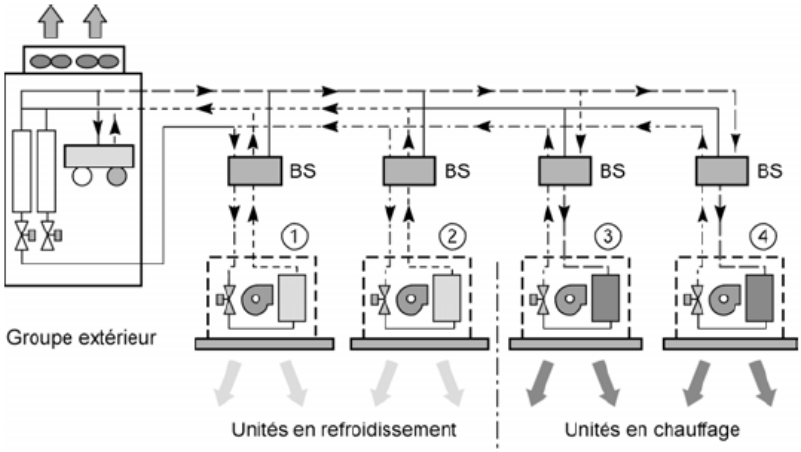


Figure IV.04 : Système VRV à récupération d'énergie trois tubes [10]

2.3. Les avantages et les inconvenants du système :

Les avantages	Les inconvenants
Un COP élevé (coefficient de performance)	Système un peu cher à l'acquisition
Acceptant des longueurs de tube de 1000 mètres cumulés maximum.	La longueur de la tuyauterie peut provoquer la perte de charge si les tuyaux ne sont pas bien isolés
Possibilité d'optimiser la régulation par zone en fonction de l'orientation des bâtiments.	Nécessite la présence des détecteurs de fluide frigorigène en cas de fuite
la clim VRV réversible permet de réaliser des économies d'énergie conséquentes. En effet, elle permet d'alimenter toutes les pièces en climatisation et en chauffage indépendamment.	La nécessité de faire effectuer un bilan thermique : cette étape est nécessaire pour ne pas sous-dimensionner ou surdimensionné la puissance de l'appareil.

Tableau IV.02 : Les avantages et les inconvenants du système VRV.

3. Choix de l'appareillage :

Pour choisir l'appareillage dans n'importe quelle installions de climatisation on doit se référer à un catalogue de produit d'un fournisseur, comme on a effectué un stage au sein de la compagnie HVAC Algérie qui est le distributeur officiel de la marque LG ici en Algérie, donc l'appareillage qu'on va mettre en œuvre dans ce projet est bien celui de cette compagnie cité ci-dessus.

3.1. Groupe extérieur :

Nom de groupe	Modèle	COP (Nominal/ Corrigé)	Charge réfrigérant Additionnelle (kg)	Poids (kg)	Dimensions (mm)	Pression Sonore (dB)
OAC-01	ARUN221LTE5	5,02/3,74	15,68	199x2	(930x1690x760) x2	61.5
OAC-02	ARUN241LTE5	4,69/3,55	16,42	199x2	(930x1690x760) x2	62

Tableau IV.03 : Données technique du groupe extérieur VRV.

Figure IV.05 : Unité extérieure de groupe de production de froid VRV LG.

3.2. Choix des unités terminales de la climatisation :

Modèle	Type d'équipement	Quantité	Description
ARNU07GTUB4	1 Way Cassette	1	2200(W) / 2500(W)
ARNU05GTRB4	4 Way Cassette	55	1600(W) / 1800(W)
ARNU07GTRB4	4 Way Cassette	1	2200(W) / 2500(W)
ARNU15GTQB4	4 Way Cassette	2	4500(W) / 5000(W)
ARNU18GTQB4	4 Way Cassette	2	5600(W) / 6300(W)
ARNU21GTQB4	4 Way Cassette	1	6000(W) / 6800(W)
ARNU24GTPA2	4 Way Cassette	1	7100(W) / 8000(W)

Tableau IV.04 : Données technique de la 4 way cassette.

Figure IV.06 : Cassette a 4way.

3.3. Paramètres de cassettes installées pour chaque étage :

Pièces	Puissance (KW)	Modèle	Dimension (mm)	Débit d'air (m^3/h)	Bruit (dB)
RDC Restauration	5,7	ARNU18GTQB4	570x256x570	11	35
RDC Cafétéria	4,0	ARNU15GTQB4	570x256x570	10	34
RDC réception	5,9	ARNU21GTQB4	570x256x570	11,1	38
RDC Lobby	1,1	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27

Tableau IV.05 : Le RDC.

Pièces	Puissance (KW)	Modèle	Dimension (mm)	Débit d'air (m3/h)	Bruit (dB)
1er étage Salle de réunion	1,9	ARNU07GTRB4	570x214x570	7,0	27
1er étage Bureau : 1	0,9	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
1er étage Bureau : 2	0,5	ARNU05GTRB4	570x214x570	10	34
1er étage G bureaux	6,2	ARNU24GTPA2	840x204x840	15	27
1er étage Chambre : 1	0,9	ARNU05GTRB4	570x214x570	11	35
1er étage Chambre : 2	1,0	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
1er étage Chambre : 3	0,7	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
1er Étage Chambre : 4	1,0	ARNU05GTRB4	570x214x570	11,1	38
1er étage Chambre : 5	1,4	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
1er étage Chambre : 6	0,6	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
1er étage Chambre : 7	0,3	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
1er étage : circulation	0,8	ARNU05GTRB4	7,0	570x214x570	27

Tableau IV.06 : Le 1 er étage.

Pièces	Puissance (KW)	Modèle	Dimension (mm)	Débit d'air (m3/h)	Bruit (dB)
2em étage Chambre : 1	0,7	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
2em étage Chambre : 2	0,7	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
2em étage Chambre : 3	0,6	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
2em étage Chambre : 4	0,5	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
2em étage Chambre : 5	0,9	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
2em étage Chambre : 6	0,8	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
2em étage Chambre : 7	0,6	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
2em étage Chambre : 8	0,6	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
2em étage Chambre : 9	0,3	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
2em étage Chambre : 10	0,7	ARNU05GTRB4	570x214x570	15	27
2em étage Circulation	0,8	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27

Tableau IV.07 : Le 2em étage.

Pièces	Puissance (KW)	Model	Dimension (mm)	Débit d'air m3/h	Bruit (dB)
3em étage Chambre : 1	0,7	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
3em étage Chambre : 2	0,7	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
3em étage Chambre : 3	0,6	ARNU05GTRB4	570x256x570	11	35
3em étage Chambre : 4	0,5	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
3em étage Chambre : 5	0,9	ARNU05GTRB4	860x132x450	7,3	29
3em étage Chambre : 6	0,8	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
3em étage Chambre : 7	0,6	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
3em étage Chambre : 8	0,6	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
3em étage Chambre : 9	0,3	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
3em étage Chambre : 10	0,7	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
3em étage Circulation	0,8	ARNU05GTRB4	570x256x570	10	34

Tableau IV.08 : Le 3em étage.

Pièces	Puissance (KW)	Modèle	Dimension (mm)	Débit d'air (m3/h)	Bruit (dB)
4em étage Chambre : 1	1,1	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
4em étage Chambre : 2	0,7	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
4em étage Chambre : 3	1,1	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
4em étage Chambre : 4	0,5	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
4em étage Chambre : 5	0,9	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
4em étage Chambre : 6	0,8	ARNU05GTRB4	570x214x570	7.0	27
4em étage Chambre : 7	0,6	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
4em étage Chambre : 8	0,6	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
4em étage Chambre : 9	0,3	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
4em étage Chambre : 10	0,7	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
4em étage Circulation	0,8	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27

Tableau IV.09 : Le 4em étage.

Pièces	Puissance (KW)	Modèle	Dimension (mm)	Débit d'air (m3/h)	Bruit (dB)
5em étage Chambre : 1	1,1	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
5em étage Chambre : 2	0,6	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
5em étage Chambre : 3	1,1	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
5em étage Chambre : 4	1,0	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
5em étage Chambre : 5	0,6	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
5em étage Chambre : 6	0,5	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
5em étage Chambre : 7	0,3	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
5em étage Chambre : 8	0,5	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
5em étage Grande suite	1,5	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
5em étage Circulation	0,9	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27

Tableau IV.10 : Le 5em étage.

Pièces	Puissance (KW)	Modèle	Dimension (mm)	Débit d'air (m3/h)	Bruit (dB)
Attique suite : 3	1,0	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
Attique suite : 2	1.7	ARNU05GTRB4	570x214x570	7,0	27
Attique Service Snack	5.5	ARNU18GTQB4	570x256x570	11	35
Attique Circulation	4	ARNU15GTQB4	570x256x570	10	34

Tableau IV.11 : Attique.

4. Implantation de système sur le plan d'hôtel :

Dans ce titre, on tient à citer que les figures suivantes sont tracées à l'aide LATS CAD, une extension de l'AUTO CAD développée par la compagnie LG afin de sélectionner et dessiner les unités intérieures et extérieures ainsi que les circuits frigorifiques de l'installation.

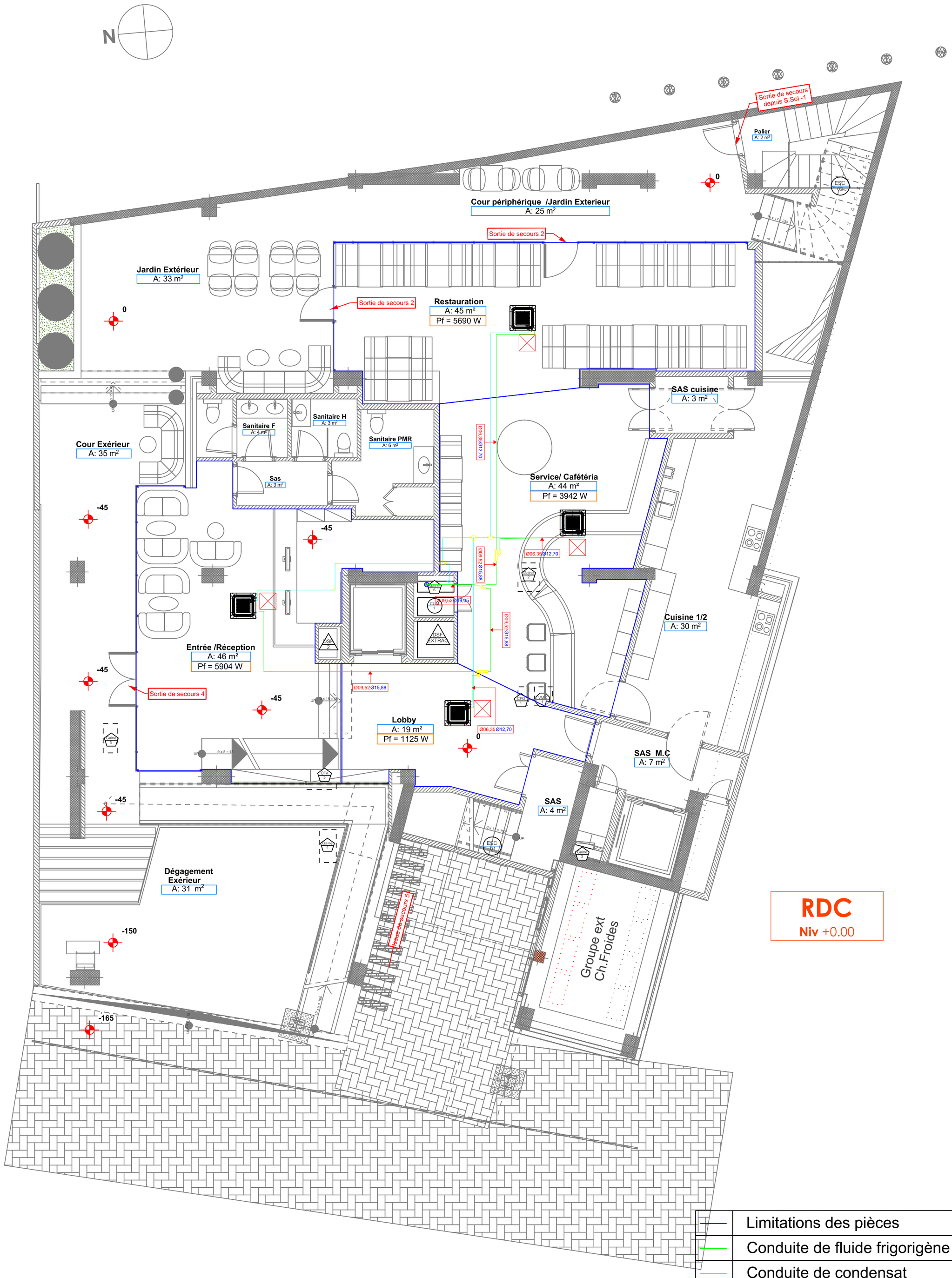
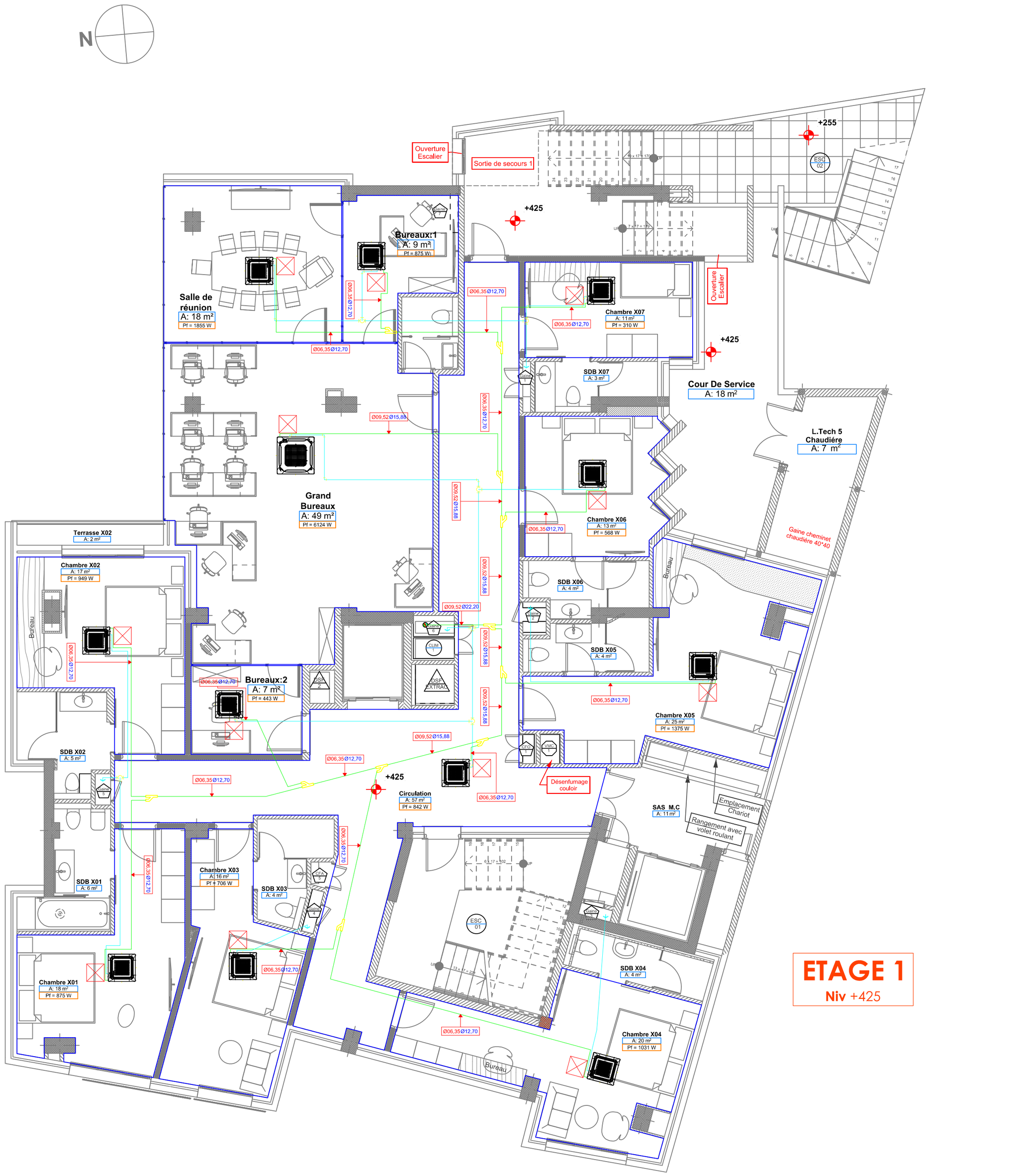


Figure IV.07 : Réseau d'installation du RDC.

RDC



ETAGE 1

Niv +425

	Limitations des pièces
	Conduite de fluide frigorigène
	Conduite de condensat
	Refnet
	Sortie des condensats
	Trou de montée
	Connecteur en T des condensats

Figure IV.08 : Réseau d'installation du 1er Etage.

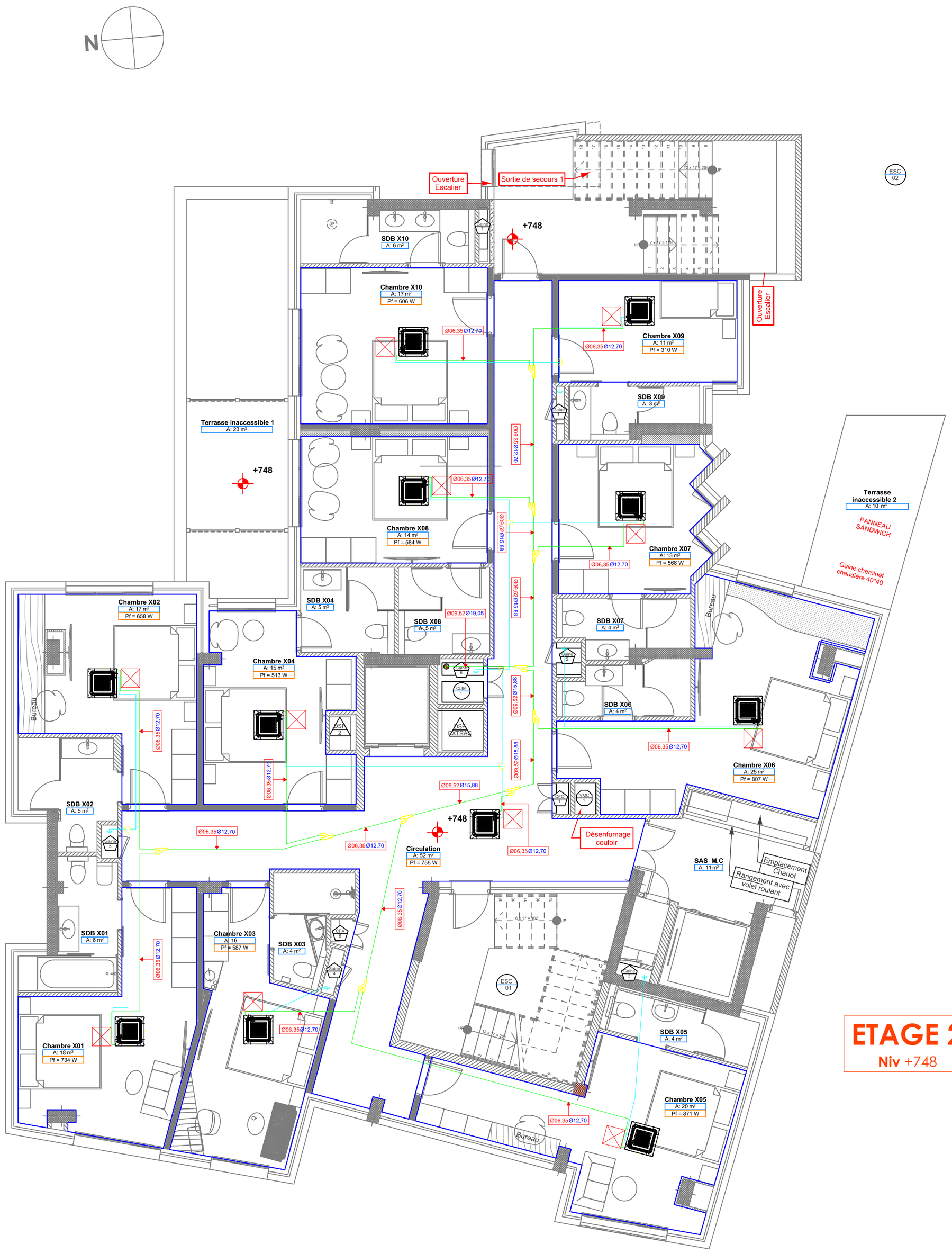
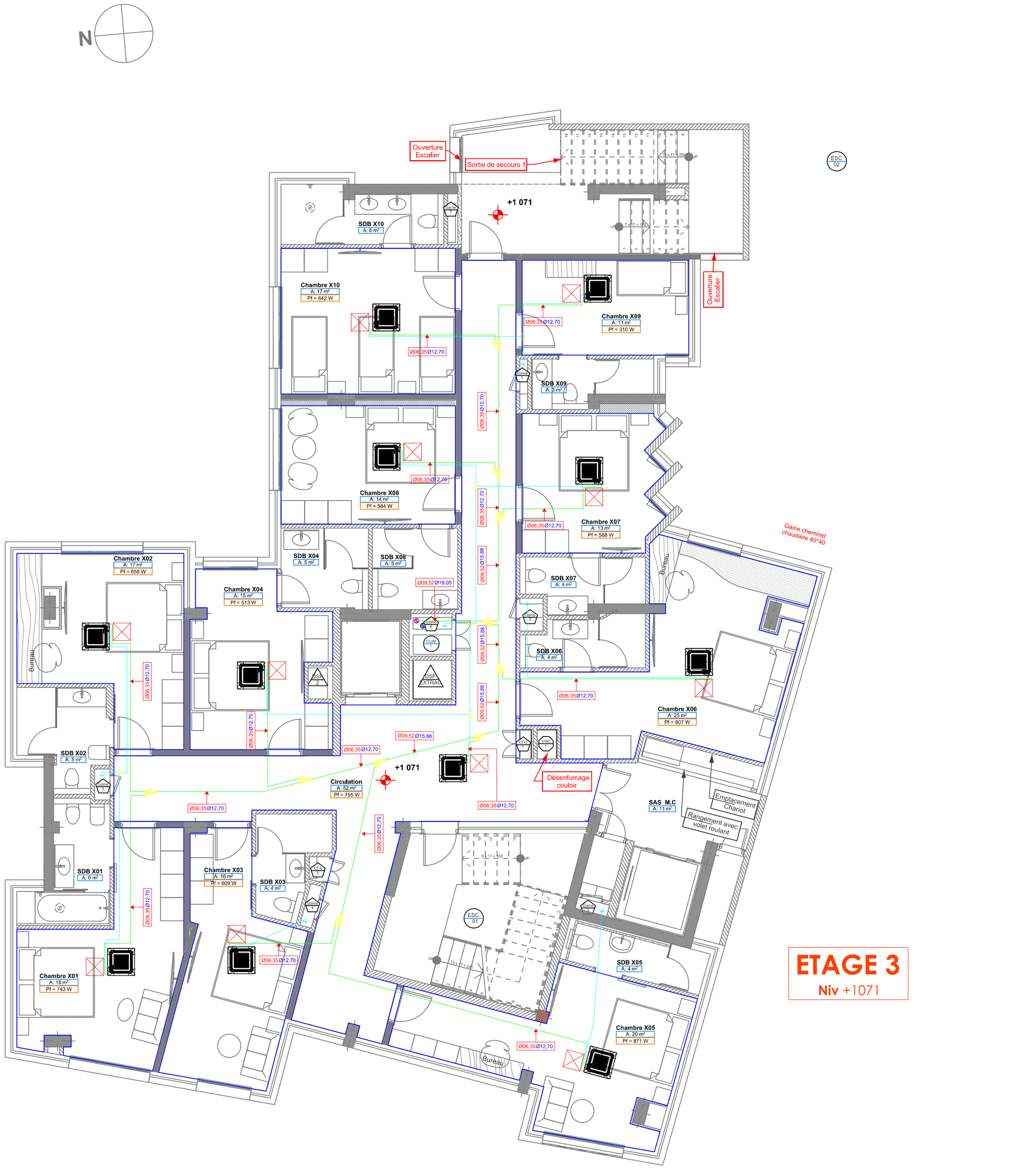


Figure IV.09 : Réseau d'installation du 2em Etage.



	Limitations des pièces
	Conduite de fluide frigorigène
	Conduite de condensat
	Refnet
	Sortie des condensats
	Trou de montée
	Connecteur en T des condensats

Figure IV.10 : Réseau d'installation du 3em Etage.

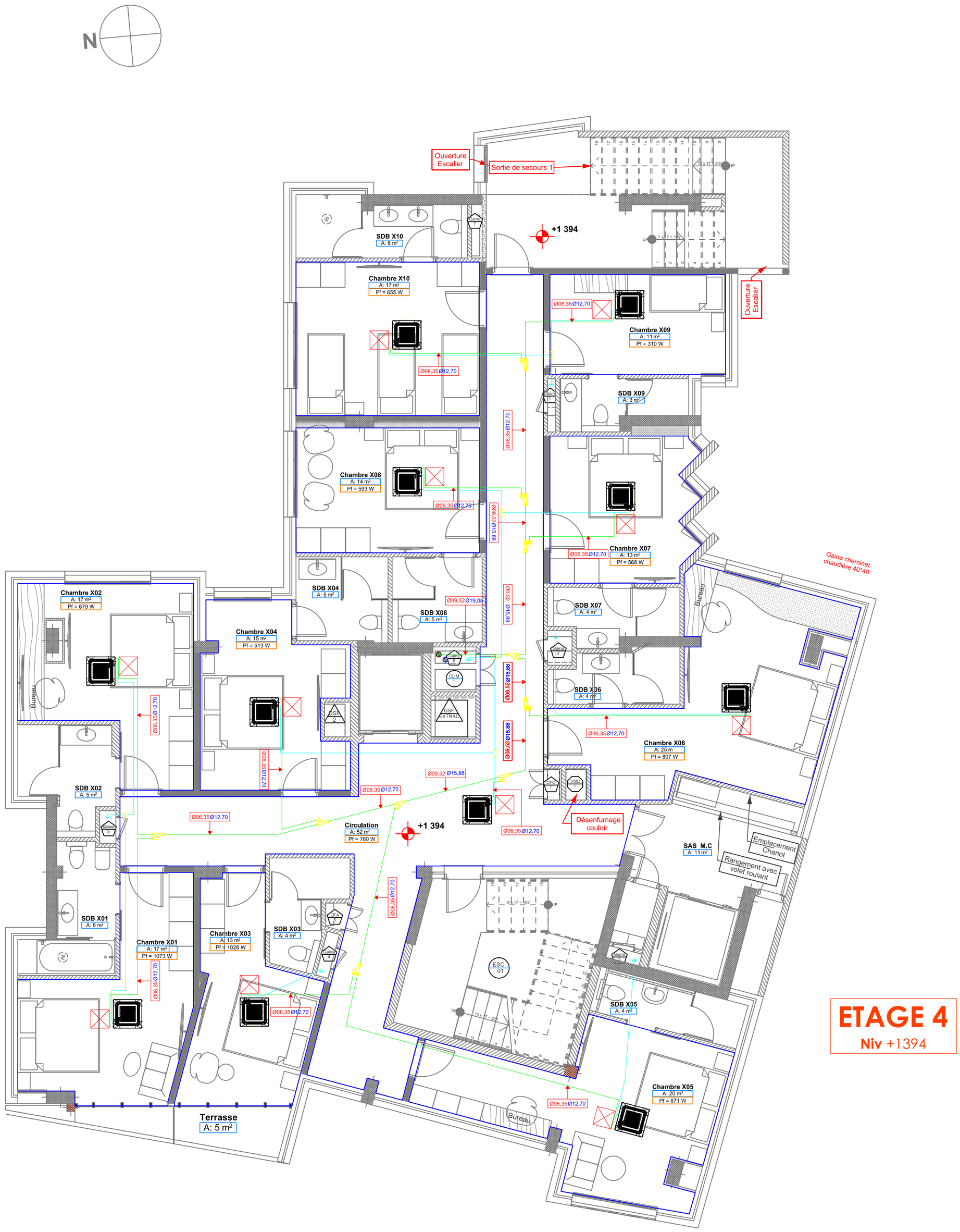


Figure IV.11 : Réseau d'installation du 4em Etage.

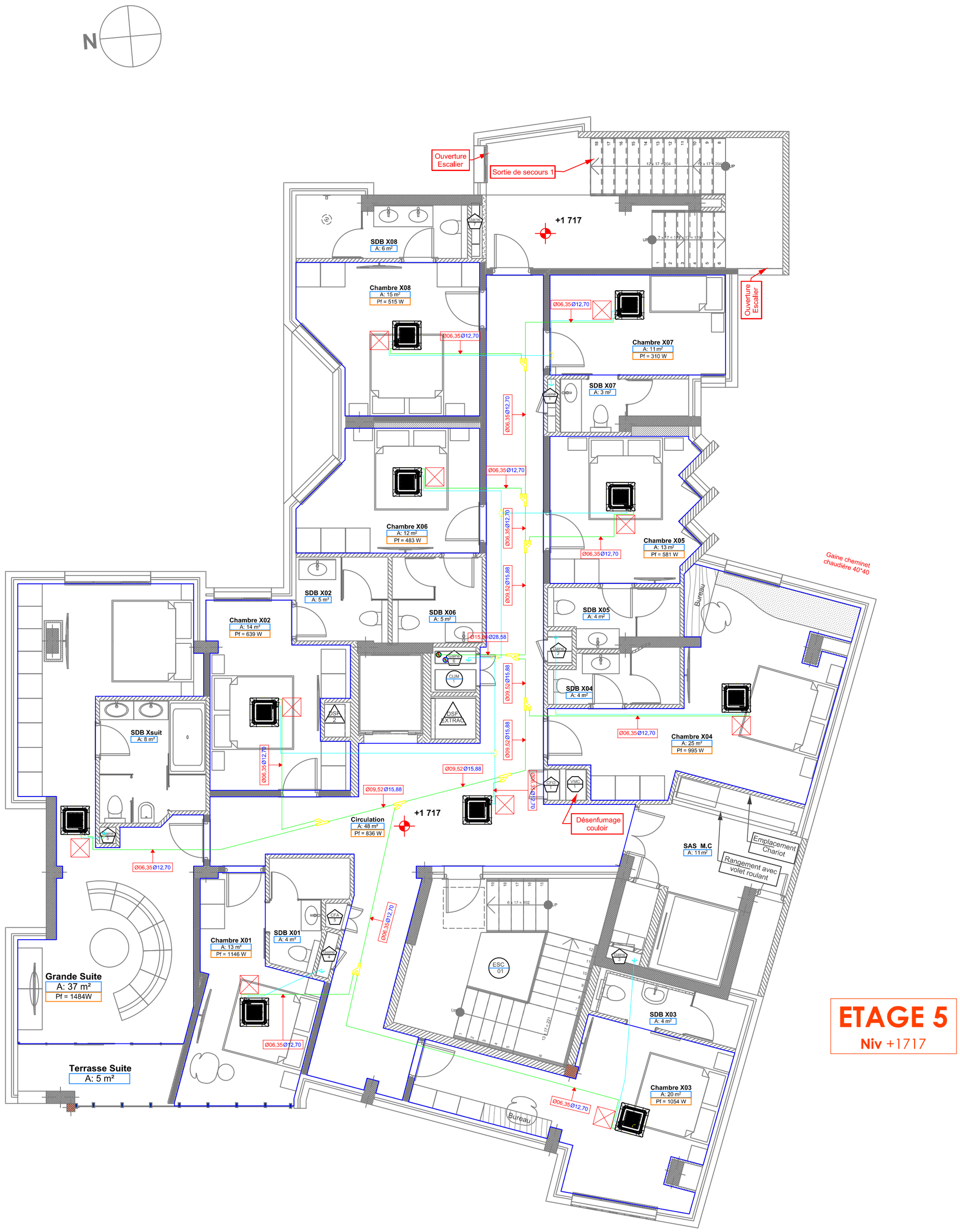


Figure IV.12 : Réseau d'installation du 5em Etage.

Figure IV.13 : Réseau d'installation de l'Attique.

Schéma des unités terminales en fonction de leurs emplacements :

Dans la Figure IV.14 nous avons le raccordement des unités terminales de climatisation qui couvrent le RDC ,1 er et 2em étage.

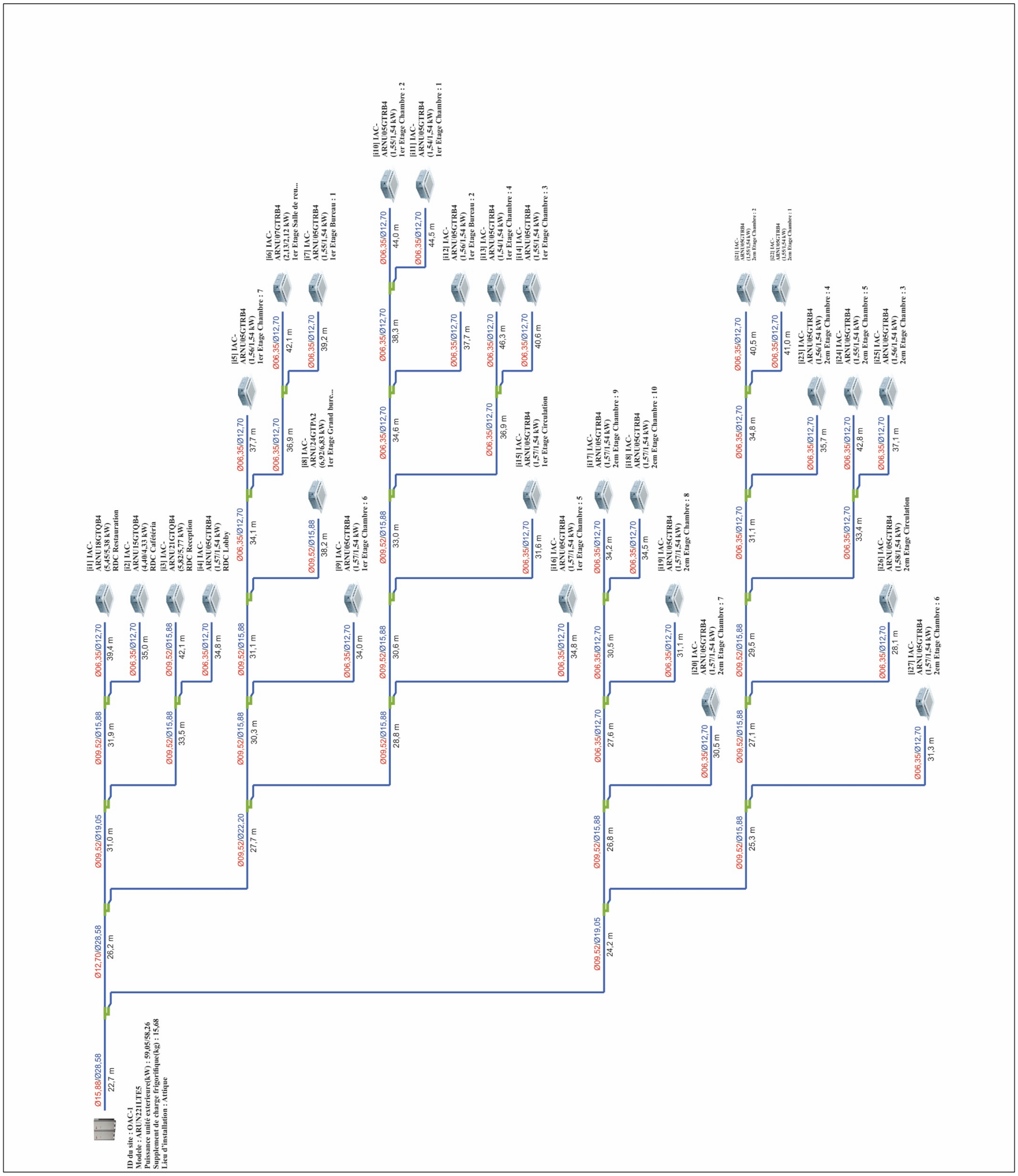


Figure IV.14 : Schéma de l'installation du 1er groupe extérieur.

Dans la Figure IV. 15 nous avons le raccordement des unités terminales de climatisation qui couvrent le 3^{em}, 4^{em}, 5^{em} étage ainsi que l'attique

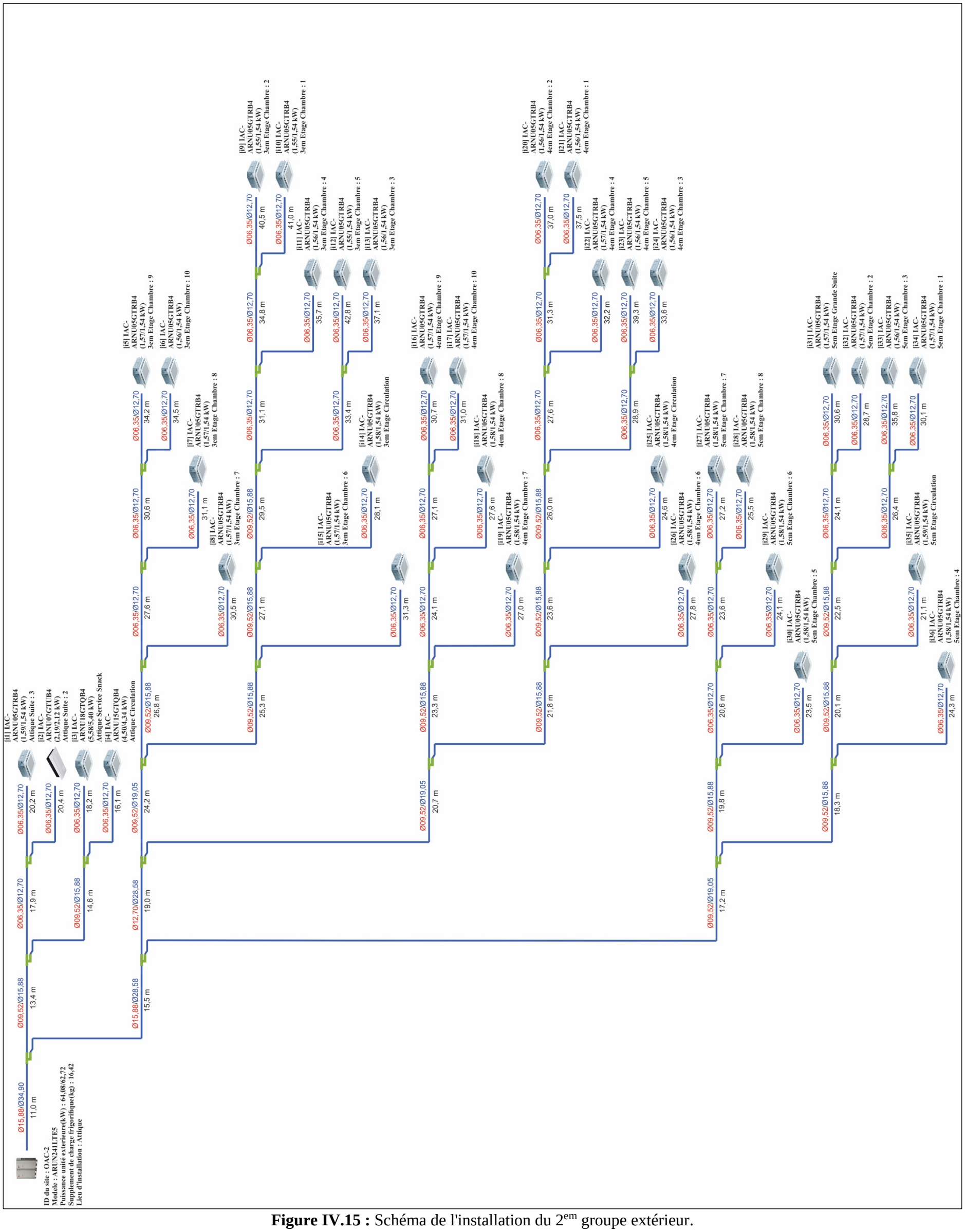


Figure IV.15 : Schéma de l'installation du 2^{em} groupe extérieur.

Après avoir fait l’étude pour ce projet nous avons constaté que chaque système de climatisation a ses avantages et ses inconvénients, sa durée de vie et ses limites de fonctionnement, et dans ce présent travail nous avons choisi le système expliquer précédemment qui est le système de climatisation centrale VRV, ce choix est basé sur les conditions qui règnent dans ce site et les critères fondamentale de choix, ce système est le mieux adapté.

Conclusion générale :

L'objectif de notre travail est de réaliser une installation de climatisation centrale la plus efficace, non seulement sur le plan technique et thermique mais aussi sur le plan environnemental, économique et financier.

Dans cette étude, nous avons sélectionné la technologie la plus adéquate pour cet immeuble. Cela, évidement, après avoir établi tous les bilans thermiques correspondants à l'étude de la climatisation. Une étape cruciale dans ce projet, ou nous avons constaté au départ que l'infrastructure n'était pas conforme à la réglementation algérienne. D'une autre manière, une construction plus consommatrice en terme d'énergie avec les matériaux de conception du départ. En remédiant à cette situation, d'autres matériaux ont été proposés d'une manière à ce que les apports thermiques de la construction soient dans la norme. Par conséquent, l'hôtel devient conforme à la réglementation en vigueurs, et les besoins énergétiques ont été déterminés, à la base de quoi le système de climatisation ici installé a été choisi.

La puissance frigorifique de système à installer devrait couvrir 74,500 KW des apports internes et externes. Le système choisi ici est le VRV, un système moins couteux que les autres systèmes et puis il couvre cette charge frigorifique. Comme l'hôtel a plusieurs niveaux, selon les besoins de chaque étage et aussi selon la puissance des unités disponibles sur le marché, on a choisi d'installer un groupe externe couvrant le RDC, le 1er et le 2em étage et un autre groupe pour le 3em , le 4em, le 5em étage et l'attique . La schématisation des circuits reliant ces unités à leurs terminaux sont également présentés dans cette étude (cf. Chapitre 4). Un réseau confectionné à l'aide de Lats-CAD, un module dans le logiciel D'AUTOCAD conçu spécialement pour l'appareillage de la marque LG, qui permet de calculer les pertes de charges, la longueur et le diamètre de la tuyauterie à installer et les débits nécessaires pour chaque installation ainsi que le COP du groupe.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE :

[1] Document technique règlementaire, Règles de calcul des apports calorifique, C 3.4, Centre national d'étude et de recherche intégrée du bâtiment. 2016.

[2] Documentation d'entreprise HVAC Algérie, Cahier de charge.

[3] Basic heat and mass transfer, F.MILL, A.

[4] Énergétique de bâtiment I, interaction entre le climat et bâtiment, ROULET, CLAUD-ALAINE, 1987.

[5] Énergétique de bâtiment II, présentation du bâtiment, bilan énergétique global, ROULET, CLAUD-ALAINE, 1987.

[6] Traité de chauffage et de climatisation tome 1, Rietschel H, Raiss W. Dunod, 1973

[7] Manuel pratique du génie climatique 1, Le Recknagel, manuel pratique du génie climatique, ventilation, climatisation, conditionnement d'air, 3em édition.

[8] ABC de climatisation.

[9] LG HVAC Solution, MULTI V, version janvier 2020.

[10] Jean Desmons Aide-mémoire Génie climatique 2^{em} édition.

[11] Froid industriel, Francis Meunier, Paul Rivet, Marie-France Terrier.

[12] Document officiel de Climalife, dehon, 28/04/2008, fiche de données de sécurité de R410A.

[13] Pratique de la climatisation, Jack Bossard, Christian Feldman, Jean Hrabovsky

ANNEXES

Annexe 1 :

Classification thermique « été » des communes d'Algérie

Wilayas	Communes	Zones climatiques
01 Adrar	Groupe de communes 1 : Tinerkouk, Ksar Kaddour, Ouled Aissa, Talmine, Gharouine, Tsabit, Sebaa, Bouda, Ouled Ahmed Timi, Fenoughil, Tamest, Zaouiet ,Kounta, Inzegmir, Sali, Reggane, Bordj Badji Mokhtar, Timiaouine	E
	Autres communes	F
02 Chlef	Groupe de communes 1 : Beni Haoua, Tenes, Oued Ghoussine, Sidi Abderrahmane, Breira, Sidi Akkacha, Abou El Hassen, El Marsa, Talassa, Tadjena, Moussadek, Taougrite, Dahra, Herenfa, Ain Merane	A
	Autres communes	B1
03 Laghouat	Groupe de communes 1 : Beidha, Gueltat Sidi Saad, Sidi Bouzid, Oued Morra, Ain Sidi Ali, Aflou, Sebgag, Oued Mzi, Brida, Hadj Mechri, El Ghicha, Taouila	D
	Groupe de communes 2 : Tadjemout, Sidi Makhlouf, El Assafia, Laghouat, Ain Madhi, Ksar El Hirane, Mekhareg, Kheneg, Tadjrouna, El Haouaita, Hassi Rmel	E
04 Oum el bouaghi	Groupe de communes 1 : Ain Kercha, El Harmilia, Bir Chouhada, Oum El Bouaghi, Ouled Zouai, El Zorg, Behir Chergui, Ain Zitoun, El Fedjoudj Boughrara Saoudi, Ain Beida, Rehia, Fkirina, Meskiana, El Djezia, Oued Nini, Dhalaa, El Belala	C
	Groupe de communes 2 : Sigus , Ouled Hamla, El Amiria, Ksar Sbahi, Ain Mlila, Ouled Gacem, Ain Diss, Ain Babouche, Ain Fakroun, Souk Naamane, Berriche, Hanchir Toumghani	B
05 Batna	Groupe de communes 1 : Mdoukal	E
	Groupe de communes 2 : Djezzar, Boumaguer, Metkaouak, Ouled Ammar, Sefiane, Barika, Tilatou, Seggana, Bitam, Maafa, Chir, Kimmel, Menaa, Tigharghar, Ghassira	D
	Autres coummunes	C
06 Bejaia	Groupes de coummunes1 : Ait R_Zine, boudjellil, Ighil Ali	B
	Autres coummunes	A
07 Biskra	Groupe de communes 1 :EL Kantara ,Ain Zaatout, Djemorah, M_Ziraa,M_Chouneche, Branis, chetma ,Khangat Sidi Nadji, Zeribet EL Oued,El Feidh	D
	Autres communes	E

08 Bechar	Groupe de communes 1 :Beni Ounif, Mougheul, Bechar, Lahmar, Kenadsa, Meridja, Taghit, Erg Ferradj, Abdla	D
	Autres communes	E
09 Blida	Toutes Les Communes	A
10 Bouira	Groupe de communes 1 :Bouderbala, Lakhdaria,Kadiria,Boukram,Aomar,Maala,Guerrouma,Zbarbar,Djrbahia, Saharidj, Aghblalou, El Mokrani, Ait Laaziz,Bechloul, Haizer, El Asnam,El Adjiba, Taghzout, Ain Turk, Souk El Khemis, Ain Bessam, Bouira, Ain El Hadjar, Chorfa, Mchedallah, El Khabouzia, Ain Laloui, Bir Ghbalou	A
	Groupe de communes 2 : Taguedit, Hadjera Zerga	C
	Toutes Les Communes	B
11 Tamanrasset	Groupe de communes 1 : Tazrouk, Tamanrasset	E1
	Groupe de communes 2 : Idles, In Amguel, Abalessa, Tin Zaouatine, In Guezzam, Fouggarat Ez Zouaia, In Salah, In Ghar	E
12 Tebessa	Groupe de communes 1 : El Aouinet, El Meridj, Boukhadra, Morsot, Ain Zerga, Bir Dheheb, Boulhaf Dyr, El Kouif, Gourigueur, Hammamet, Bir Mokadem, Tebessa, Bekkaria, Bedjene, El Ma Labiod, Cheria, El Mazeraa, El Houidjbet, El Ogla El Malha, El Ogla, Oum Ali, Thlidjene, Stah Guentis, Safsaf El Ouesra, Bir El Ater	C
	Groupe de communes 2 : El Ouenza	B
	Groupe de communes 3 : Ferkane, Negrine	D
13 Tlemcen	Groupe de communes 1 : Beni Khellad, Beni Khellad, Remchi, Sebaa Chioukh, El Fehoul, Honaine, Bensekrane, Beni Ouarsous, Dar Yaghmourassene, Ain Youcef, Ghazaouet, Nedroma, Mersa Ben Mhidi, Ain Kebira, Souahlia, Souk Thlata, Amieur, Msirda Fouaga, Tienet, Fellaoucene, Zenata, Djebala, Bab El Assa, Ain Fetah, Henaya, Ouled Riah, Hammam Boughrara, Souani, Abra, Maghnia	A
	Autres communes	B
14 Tiaret	Groupe De Communes 1 : Meghila, Oued Lilli, Sidi Hosni, Sebaine, Hamadia, Guertoufa, Dahmouni, Mahdia, Rechaiga, Tagdemt, Ain Zarit, Tiaret, Ain Bouchekif, Nadorah, Serghine, Sidi Bakhti, Sougueur, Ksar Chellala, Sidi Abdelghani, Mellakou, Medroussa, Zmalet Emir Abdelkader, Tousnina, Frenda, Faidja, Naima, Ain Deheb, Medrissa, Chehaima, Ain Kermes, Djebilet Rosfa, Madna, Sidi Abderrahmane, Bougara	C
	Groupe de communes 2 : Sebt, Tidda, Sidi Ali Mellal, Rahouia, Djillali Ben Amar, Machraa Sfa, Takhmaret, Ain El Hadid	H

15Tizi ouzou	Toutes les communes	A
16 Alger	Toutes les communes	A
17 Djelfa	Groupe de communes 1 : Benhar, Ain Ouessara, Birine, Ain Fekka, El Khemis, Hassi Fdoul, Had Sahary, Sidi Laadjel, Bouira Lahdab, Guernini, Hassi El Euch, Sidi Baizid, Hassi Bahbah, Zaafrane, Dar Chioukh, Ain Maabed, El Gueddid, Djelfa, Charef, Beni Yagoub, El Idrissia, Douis, Ain Chouhada	C
	Groupe de communes 2 : Mliliha, Mouadjebar, Feidh El Botma, Ain El Ibel, Zakkar, Tadmit, Deldoul, Selmana, Messaad, Sed Rahal	D
	Groupe de communes 3 : Amoura, Oum Laadham, Guettara	E
18 Jijel	Toutes les communes	A
19 Setif	Groupe de communes 1 : Babor, Ait Tizi, Mzada, Ain Sebt, Serdj El Ghoul, Oued El Bared, Beni Mouhli, Bouandas, Beni Aziz, Bousselam, Beni Chebana, Tala Ifacene, Beni Ouartilane, Tizi Nbechar, Draa Kebila	A
	Groupe de communes 2 : Ain Lahdjar, Tella, Taya, Ain Oulmane, Ouled Sidi Ahmed, Beidha Bordj, Ain Azal, Salah Bey, Ouled Tebben, Rosfa, Boutaleb, Hamma	C
	Autres communes	B
20 Saida	Groupe de communes 1 : Maamora, Sidi Ahmed, Ain Skhouna	C
	Groupe de communes 2 : Hounet, Ouled Brahim, Sidi Boubekeur, Ain Soltane, Tircine, Sidi Amar, Ouled Khaled, Youb, Doui Thabet, El Hassasna, Saida, Ain El Hadjar, Moulay Larbi	B
21 Skikda	Groupe de communes 1 : Zerdezas, Ouled Hebaba	B
	Autres communes	A
22 Sidi bel abbes	Groupe de communes 1 : Makedra, Ain El Berd, Ain Thrid, Sidi Hamadouche, Tessala, Sehala Thaoura	A
	Groupe de communes 2 : Marhoum	C
	Autres communes	B
23 Annaba	Toutes les communes	A
24 Guelma	Groupe de communes 1 : TAMLOUKA	B
	Autres communes	B2
25 Constantine	Toutes les communes	B

26 Medea	Groupe de communes 1 : Deux Bassins, Aissaouia, Tablat, Mihoub, Maghraoua, Baata, El Hamdania, Mezrenna, El Omaria, Tamesguida, Bouchrahil, El Azizia, Sidi Naamane, Medea, Ouzera, El Guelbelkebir, Sidi Errabia, Ouamri, Draa Essmar, Oued Harbil, Sedraia, Beni Slimane, Ouled Brahim, Bouskene, Tizi Mahdi, Ben Chicao, Hannacha, Berrouaghia, Bouaichoune, Si Mahdjoub, Khams Djouamaa, Ouled Deide, Ouled Bouachra	A
	Groupe de communes 2 : Ain Boucif, Ouled Maaref, Ain Ouksir, Sidi Damed, Boughzoul, Bouaiche, Chahbounia	C
	Autres communes	B
27 Mostaganem	Toutes les communes	A
28 Msila	Groupe de communes 1 : Hammam Dhalaa, Beni Ilmene, Ouenougha, Sidi Aissa, Sidi Hadjeres, Tarmount, Maadid, Bouti Sayeh, Khettouti Sed El Djir, Ouled Mansour, Mtarfa, Dehahna, Ain El Hadjel, Sidi Ameur, Medjedel	C
	Groupe de communes 2 : Msila, Ouled Addi Guebala, Ouled Derradj, Magra, Berhoum, Soumaa, Ouled Madhi, Belaiba, Chellal, Ain Khadra, Benzouh, Mcif, Maarif, Ouled Sidi Brahim, Khoubana, Tamsa, Bousaada, Menaa, El Hamri, Djebel Messaad, Slim, Bir Fodda	D
	Groupe de communes 3 : El Houamed, Oultene, Zerzour, Djebel Messaad, Ben Srour, Ouled Slimane, Mohamed Boudiaf, Sidi Mhamed, Ain El Melh, Ain Fares, Ain Errich	E
29 Mascara	Groupe de communes 1 : Moctadouz , El Ghomri, Sidi Abdelmoumene, Alaimia, Ras El Ain Amirouche, Mohammadia, Oggaz, Bouhenni, Sig, Zahana, Chorfa, El Gaada	A
	Autres communes	B
30 Ouargla	Groupe de communes 1 : Taibet, Mnaguer, El Allia, Sidi Slimane, Megarine, Touggourt, Zaouia El Abidia, Tebesbest, Nezla, Tamacine, Balidat Ameur, El Hadjira, Ngoussa, Ouargla, El Borma, Rouissat, Sidi Khouiled	E
	Groupe de communes 2 : Hassi Messaoud, Benaceur, Hassi Ben Abdellah, Ain Beida	F
31 Oran	Toutes les communes	A
32 El Bayadh	Groupe de communes 1 : El Kheither, Rogassa, Bougtoub, Cheguig, Kef El Ahmar, Stitten, Sidi Ameur, Sidi Tifour, Hadj Mechri Boualem, Sidi Slimane, El Bayadh, Tousmouline, El Mehara, Ghassoul, Krakda, Ain El Orak, Arbaouat, Chellala	C
	Groupe de communes 2 : Brezina, El Abiodh Sidi Cheikh, El Bnoud	D

33 Illizi	Groupe de communes 1 : Bordj El Haoues, Djanet	E1
	Groupe de communes 2 : Debdeb, In Amenas	D
	Groupe de communes 3 : Bordj Omar Driss, Illizi	E
34 Bordj bou arreridj	Groupe de communes 1 : Ras El Oued , El Euch, Rabta, Bordj Ghdir, Ouled Brahem, Taglait, Ghilassa	C
	Autres communes	B
35 Boumerdes	Toutes les communes	A
36 El-tarf	Groupe de communes 1 : El Kala, Souarekh, Berrihane, Raml Souk, Ain El Assel, Echatt, Bouteldja, Ben Mhidi, El-Tarf, Lac Des Oiseaux, Besbes, Chbaita Mokhtar, Bougous, Chefia, Zerizer, Zitouna, Drean, Asfour, Chihani	A
	Groupe de communes 2 : Ain Kerma, Hammam Beni Salah, Bouhadjar, Oued Zitoun	B
37 Tindouf	Toutes les communes	E
38 Tissemsilt	Groupe de communes 1 : Khemisti, Layoune, Ouled Bessem, Ammari, Tissemsilt, Maacem	C
	Autres communes	B
39 El oued	Groupe de communes 1 : Beni Guecha	D
	Autres communes	E
40 Khenchela	Groupe de communes 1 : Remila, Mtoussa, Baghai, Ain Touila, El Hamma, Taouzianat, Chelia, Ensigha, Tamza, Yabous, Khenchela, El Mahmal, Bouhmama, Ouled Rechache, Msara, Khirane, Cherchar, Kais	C
	Groupe de communes 2 : Babar, Djellal, El Oueldja	D
41 Souk-ahras	Groupe de communes 1 : Ain Soltane	D
	Autres communes	B
42 Tipaza	Toutes les communes	A
43 Mila	Groupe de communes 1 : Hamala, Tassala Lemtai, Cheraga, Amira Arres, Terrai Bainem, Tassadane Haddada, Minar Zarza, Rouached	A
	Autres communes	B

44 Ain-defla	Groupe de communes 1 : Arib, Ben Allal, El Amra, Mekhatria, Hammam Righa, Ain Torki, Boumedfaa, Ain Benian, Miliana, El Hoceinia, Djendel, Sidi Lakhdar,Khemis Miliana, Ain Soltane, Bir Ouled Khelifa, Oued Chorfa, Ain Lechiakh, Barbouche	A
	Groupe de communes 2 : Bordj Emir Khaled, Oued Djemaa, Tarik Ibn Ziad, El Hassania, Bathia	B
	Autres communes	D
45 Naama	Groupe de communes 1 : El Biod, Mekmen Ben Amar, Kasdir, Mechria, Ain Ben Khelil, Naama, Asla, Sfissifa, Tiout, Ain Sefra, Djenien Bourezg	C
	Groupe de communes 2 : Moghrar	D
46 Ain-temouchent	Groupe de communes 1 : Ougbellil	B
	Autres communes	A
47 Ghardaia	Groupe de communes 1 : Berriane, El Guerrara, Dhayet Bendahoua, Metlili, Sebseb, Ghardaia, Bounoura, El Atteuf, Zelfana, El Mansoura, Hassi Lefhal, Golea	E
	Groupe de communes 2 : Hassi El Garaa	F
48 Relizane	Groupe de communes 1 : Sidi Mhamed Ben Ali, Mediouna, Mazouna, Beni Zentis, El Guettar, El Hamri, Ouled Sidi Mihoub, Sidi Khettab	A
	Groupe de communes 2 : Souk El Had	D
	Autres communes	B

Annexe 2 :

Caractéristiques thermo physiques des matériaux homogènes

Matériau	Masse volumique sèche ρ (kg/m^3)	Conductivité thermique λ (W/m.°C)	Capacité thermique c (J/kg.°C)
Pierres naturelles			
(Murs, revêtement de sol, revêtement muraux, ...)			
Roches éruptives			
- Granites, porphyres	2300 à 2900	3,0	936
- Basaltes	2700 à 3000	1,6	936
- Andésites, tufs volcaniques …….....	2000 à 2700	1,1	936
Roches sédimentaires			
- Grès quartzeux	2000 à 2800	2,6	792
- Grès saccarifères	2000 à 2700	1,9	792
- Pierres calcaires			
o Pierres dures	2350 à 2580	2,4	936
o Pierres fermes	1840 à 2340	1,4	936
o Pierres tendres	1480 à 1830	1,0	936
o Pierres très tendres	$\leq$ 1470	0,85	936
Roches métamorphiques			
- Marbre	$\geq$ 2590	2,9	936
- Gneiss	2300 à 2900	3,0	936
- Schistes, ardoises	2000 à 2800	2,2	936
- Sable sec……..	1300	0,6	823
- Sable + gravillons……	1800	1,2	792
Béton de granulats légers			
Béton caverneux de pouzzolane ou de			
Laitier expansé	1400 à 1600	0,52	1080
	1200 à 1400	0,44	1080
	1000 à 1200	0,35	1080
Béton d’argile expansée ou de schiste expansé			
- Béton plein dit “de structure”	1600 à 1800	1,05	1080
	1400 à 1600	0,85	1080
	1200 à 1400	0,70	1080
	1000 à 1200	0,46	1080
	800 à 1000	0,33	1080
	600 à 800	0,25	1080

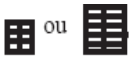
Matériau	Masse volumique sèche ρ (kg/m^3)	Conductivité thermique λ (W/m.°C)	Capacité thermique c (J/kg.°C)
Bétons cellulaires			
Béton autoclave dit béton “gaz”	750 à 850	0,33	1080
	650 à 750	0,27	1080
	550 à 650	0,22	1080
	450 à 550	0,18	1080
	350 à 450	0,16	1080
Béton “mousse”	200 à 600	0,20	1080
	600 à 1200	0,50	1080
	1200 à 1800	0,80	1080
Mortier (d’enduits et joints)			
- Mortier bâtard	1900	1,15	1080
- Mortier de ciment	2200	1,4	1080
- Mortier de chaux	1800	0,87	1080
Plâtres			
- Plâtre gâche serré, ou très serré			
(plâtre de très haute dureté et plâtre projeté).....	1100 à 1300	0,50	936
- Plâtre courant d’enduit intérieur	750 à 1000	0,35	936
- Carreaux de plâtre pleins	900 à 1000	0,35	936
Panneaux ou plaques de plâtre			
- Panneaux courant	750 à 1000	0,35	792
- Panneaux a parement de carton spécial feu……	800 à 900	0,30	792
Brique silico-calcaire			
- Brique pleine	1600 à 1800	0,80	936
	1800 à 2000	1,00	936
	≥2000	1,10	936
- Brique perforée	1400 à 1600	0,70	936
	1200 à 1400	0,56	936
Bois (parquets, revêtements muraux, etc.)			
- Feuillus mi-lourds (chêne, hêtre dur, fruitiers)	600 à 750	0,23	2160
- Résineux très lourds	600 à 750	0,23	2160
- Feuillus légers (tilleul, érable,chêne,hêtre tendre)..	450 à 600	0,15	2160
- Résineux mi-lourds (pin sylvestre, pin maritime)...	450 à 550	0,15	2160
- Résineux légers (sapin, épicéa)	300 à 450	0,12	2160
- Feuillus très légers (peupliers)	300 à 450	0,12	2160
Liège			
- Comprime	500	0,10	1512
- Expansé pur	100 à 150	0,044	1512
- en granulats en vrac	120	0,06	1512
Tuiles	1900	0,80	936
Verre	2700	1,10	792
Amiante ciment	1400 à 1800	0,95	864
	1000 à 1400	0,65	864
Asphalte	2100	0,70	1044

Matériau	Masse volumique sèche ρ (kg/m^3)	Conductivité thermique λ (W/m.°C)	Capacité thermique c (J/kg.°C)
Bitume (cartons feutres et chapes souples imprégnées)	1000 à 1100	0,23	1656
Mastics pour joints et garnitures d'étanchéité (silicones, polyuréthannes, acryliques)……..	1000 à 1650	0,40	1404
Revêtement de sol et muraux Produits en céramique (carreaux et dalles) ..... Carreaux de mosaïque de marbre dit "granito"	 1900 2200	 1,0 2,1	 936 936
Polychlorures de vinyle - compact ..... - en mousse	 1300 à 1400 25 à 48	 0,2 0,033	 1404 1404
Matières synthétiques compactes (caoutchoucs, formo-phenoliques, polyesters, polyéthylènes, polyamides)	 900 à 1500	 0,40	 1404
Polystyrène expansé……..	9 à 13 13 à 16 16 à 20 20 à 35	0,046 0,043 0,040 0,038	1404 1404 1404 1404
Mousse de polyuréthanne…….....	30 à 40 40 à 60	0,031 0,034	1404 1404
Mousses formo-phénoliques……..	30 à 100	0,050	1404
Matières plastiques alvéolaires	10 à 100	0,060	1404
Laines de roche	18 à 25 25 à 35 35 à 80	0,047 0,041 0,038	612 612 612
Laines de verre…….....	7 à 12 12 à 18 18 à 25 25 à 65	0,044 0,039 0,037 0,034	612 612 612 612
Métaux Fer pur ..... Acier ..... Fonte ..... Aluminium ..... Cuivre ..... Plomb ..... Laiton	 7870 7780 7500 2700 8930 11340 8400	 7870 7780 7500 2700 8930 11340 8400	 468 468 468 936 432 468 468

Annexe 3 :

Caractéristiques thermo physiques des matériaux hétérogènes

Résistances thermique de brique creuses :

Résistance thermique (en m².°C/W)									
Formes-types des briques creuses	**Épaisseur des briques (cm)** (Résistances superficielles non comprises)								
	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25
	0,10								
		0,16	0,20						
 ou				0,27	0,30	0,33			
						0,38	0,39	0,42	0,45

Résistances thermique des bloc creux a parois épaisses (parpaing) :

Résistance thermique (en m².°C/W) (Résistances superficielles non comprises)								
Type des blocs	Épaisseur des blocs creux (cm)							
	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25
- Blocs en béton de granulats lourds - Blocs en béton de laitier	0,07 0,13	0,09 0,16	0,10 0,19	0,12 0,22	0,14 0,25			
- Blocs en béton de granulats lourds - Blocs en béton de laitier				0,14	0,16 0,29	0,19 0,32	0,21	0,34

Résistances thermique des Planchers avec entrevous :

Résistance thermique (en m².°C/W)				
Entrevous en béton courant Forme des entrevous :	Hauteur des entrevous (en cm)			
	12	16	20	25
Dalle de compression en béton courant	0,12	0,14	0,16	0,19
Dalle de compression en béton d'argile expansé ou de schiste expansé	0,19	0,22	0,25	0,27
Entrevous en béton d'argile expansé ou de schiste expansé Forme des entrevous :	Hauteur des entrevous (en cm)			
	12	16	20	25
Dalle de compression en béton courant	0,17	0,20	0,23	0,26
Dalle de compression en béton d'argile expansé ou de schiste expansé	0,23	0,26	0,29	0,33
Entrevous en terre cuite Forme des entrevous :	Hauteur des entrevous (en cm)			
	8	12		
Dalle de compression en béton courant	0,11	0,14		
Dalle de compression en béton d'argile expansé ou de schiste expansé	0,17	0,21		
Entrevous en terre cuite Forme des entrevous :	Hauteur des entrevous (en cm)			
	12	16	20	25
Dalle de compression en béton courant	0,19	0,23	0,26	0,31

Annexe 4 :

Les conductances thermiques K des parois

Murs	Composants	Epaisseur [m]	λ [m²/°C]	R [m².°C/W]	1/hi	1/he	Rtot [m².°C/W]	Kété [W/m².°C]
Murs brique 30 int/ext (34)	Enduit plat	0,01	0,35	0,029	0,1	0,04	0,857	1,17
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Brique	0,1	-	0,2				
	Lame d'air	0,05	-	0,16				
	Brique	0,15	-	0,3				
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Mortier de chaux	0,01	0,87	0,011				
Murs brique 60 int/ext (63,5)	Enduit plat	0,01	0,35	0,029	0,1	0,04	0,957	1,04
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Brique	0,15	-	0,3				
	Lame d'air	0,3	-	0,16				
	Brique	0,15	-	0,3				
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Mortier de chaux	0,01	0,87	0,011				
murs brique 20 int/ext (24)	Enduit plat	0,01	0,35	0,029	0,1	0,04	0,587	1,70
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Brique	0,2	-	0,39				
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Mortier de chaux	0,01	0,87	0,011				
Murs beton 25 int/ext (29)	Enduit plat	0,01	0,35	0,029	0,1	0,04	0,364	2,75
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Beton	0,25	1,5	0,167				
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Mortier de chaux	0,01	0,87	0,011				
Murs beton 30 int/ext (34)	Enduit plat	0,01	0,35	0,029	0,1	0,04	0,397	2,52
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Beton	0,3	1,5	0,200				
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Mortier de chaux	0,01	0,87	0,011				
Murs beton 40 int/ext (44)	Enduit plat	0,01	0,35	0,029	0,1	0,04	0,464	2,15
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Beton	0,4	1,5	0,267				
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Mortier de chaux	0,01	0,87	0,011				
Murs beton 60 int/ext (64)	Enduit plat	0,01	0,35	0,029	0,1	0,04	0,597	1,67
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Beton	0,6	1,5	0,400				
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Mortier de chaux	0,01	0,87	0,011				
Murs brique 10 int/Colone gaine (13)	Enduit plat	0,01	0,35	0,029	0,1	0,11	0,456	2,19
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Brique	0,1	-	0,2				
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
Murs brique 15 int/Colone gaine (18)	Enduit plat	0,01	0,35	0,029	0,1	0,11	0,556	1,80
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Brique	0,15	-	0,3				
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
Murs brique 10 int/SAS (14)	Enduit plat	0,01	0,35	0,029	0,1	0,11	0,485	2,06
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Brique	0,1	-	0,2				
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Enduit plat	0,01	0,35	0,029				
Murs brique 15 int/SAS (19)	Enduit plat	0,01	0,35	0,029	0,1	0,11	0,585	1,71
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Brique	0,1	-	0,3				
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Enduit plat	0,01	0,35	0,029				

Murs	Composants	Epaisseur [m]	λ [m²/°C]	R [m².°C/W]	1/hi	1/he	Rtot [m².°C/W]	Kété [W/m².°C]
murs BA13/Cag escale secour (16)	Ba13	0,013	0,35	0,037	0,1	0,11	2,551	0,39
	Ba13	0,013	0,35	0,037				
	line de roch	0,048	0,047	1,021				
	Lame d'air	0,012	-	0,15				
	line de roch	0,048	0,047	1,021				
	Ba13	0,013	0,35	0,037				
	Ba13	0,013	0,35	0,037				
Murs brique 15 int/Cag escale secour (19)	Enduit plat	0,01	0,35	0,029	0,1	0,11	0,585	1,71
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Brique	0,15	-	0,3				
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Enduit plat	0,01	0,35	0,029				
murs brique 20 int/ASC (23)	Enduit plat	0,01	0,35	0,029	0,1	0,11	0,646	1,55
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Brique	0,2	-	0,39				
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
murs beton 25 int/ASC (28)	Enduit plat	0,01	0,35	0,029	0,1	0,11	0,423	2,37
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Beton	0,25	1,5	0,167				
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
murs beton 30 int/ASC (33)	Enduit plat	0,01	0,35	0,029	0,1	0,11	0,456	2,19
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Beton	0,3	1,5	0,200				
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
Murs brique 10 int/SDB (13,5)	Enduit plat	0,01	0,35	0,029	0,1	0,11	0,461	2,17
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Brique	0,1	-	0,2				
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	carreaux céramique	0,005	1	0,005				
Murs brique 15 int/SDB (18,5)	Enduit plat	0,01	0,35	0,029	0,1	0,11	0,561	1,78
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Brique	0,15	-	0,3				
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	carreaux céramique	0,005	1	0,005				
Murs brique 20 int/SDB (23,5)	Enduit plat	0,01	0,35	0,029	0,1	0,11	0,651	1,54
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Brique	0,2	-	0,39				
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	carreaux céramique	0,005	1	0,005				
Murs beton 25 int/SDB (28,5)	Enduit plat	0,01	0,35	0,029	0,1	0,11	0,428	2,34
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Beton	0,25	1,5	0,167				
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	carreaux céramique	0,005	1	0,005				
Murs brique 30 int/WC pub (33,5)	Enduit plat	0,01	0,35	0,029	0,1	0,11	0,921	1,09
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Brique	0,15	-	0,3				
	Lame d'air	0,05	-	0,16				
	Brique	0,1	-	0,2				
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	carreaux céramique	0,005	1	0,005				
murs brique 20 int/Cag escal (24)	Enduit plat	0,01	0,35	0,029	0,1	0,11	0,675	1,48
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Brique	0,2	-	0,39				
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Enduit plat	0,01	0,35	0,029				
murs beton 25 int/Cag escal (29)	Enduit plat	0,01	0,35	0,029	0,1	0,11	0,451	2,22
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Beton	0,25	1,5	0,167				
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Enduit plat	0,01	0,35	0,029				
Murs brique 30 intr/Cag escal (34)	Enduit plat	0,01	0,35	0,029	0,1	0,11	0,945	1,06
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Brique	0,15	-	0,3				
	Lame d'air	0,05	-	0,16				
	Brique	0,1	-	0,2				
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Enduit plat	0,01	0,35	0,029				
Murs brique 30 intr/L,tech chaudi (33)	Enduit plat	0,01	0,35	0,029	0,1	0,11	0,916	1,09
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
	Brique	0,15	-	0,3				
	Lame d'air	0,05	-	0,16				
	Brique	0,1	-	0,2				
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				

Murs	Composants	Epaisseur [m]	λ [m²/°C]	R [m².°C/W]	1/hi	1/he	Rtot [m².°C/W]	Kété [W/m².°C]
Planche Bas/s-sol	Granito	0,02	2,1	0,01	0,08	0,09	0,399	2,51
	Ciment	0,02	1,15	0,017				
	Chappe	0,05	1,5	0,033				
	Dalle	0,2	-	0,16				
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
Planche Bas/int	Granito	0,02	2,1	0,01	0,08	0,09	0,573	1,74
	Ciment	0,02	1,15	0,017				
	Chappe	0,05	1,5	0,033				
	Dalle	0,2	-	0,16				
	Vide	0,275	-	0,14				
	ba13	0,015	0,35	0,043				
Planche Bas/ext	Granito	0,02	2,1	0,01	0,08	0,04	0,349	2,87
	Ciment	0,02	1,15	0,017				
	Chappe	0,05	1,5	0,033				
	Dalle	0,2	-	0,16				
	Enduit cimn	0,01	1,15	0,009				
Planche Haut/int	Granito	0,02	2,1	0,01	0,17	0,17	0,803	1,25
	Ciment	0,02	1,15	0,017				
	Chappe	0,05	1,5	0,033				
	Dalle	0,2	-	0,16				
	Vide	0,275	-	0,2				
	ba13	0,015	0,35	0,043				
Planche Haut terasse	Gravier	0,04	1,2	0,033	0,16	0,04	1,266	0,79
	Feuille de bitume	0,003	0,23	0,013				
	Liége	0,035	0,06	0,583				
	Chappe	0,05	1,5	0,033				
	Dalle	0,2	-	0,16				
	Vide	0,275	-	0,2				
	ba13	0,015	0,35	0,043				
fenetre DV 6 mm/air	Kvn=4	rv=0,025	rrid=0,03					3,64
toiture DV 6 mm/air	Kvn=4,3							3,42
vitrine DV 6 mm/air	Kvn=4	rv=0,025	rrid=0,03					3,64
portes vit sdb	kp=2,4							2,4
portes opaq bois	kp=2							2

Annexe 5 :

Facteurs d’absorption α

Le facteur d’absorption est donné pour une paroi extérieur peinte selon sa couleur :

Couleur	**Facteur d’absorption**
Bleu foncé	0,90
Rouge foncé	0,90
Brun foncé	0,90
Vert clair	0,70
Bleu clair	0,70
Gris clair	0,70
Blanc	0,50
Crème	0,50
Noir mat	1,00

Le facteur d’absorption est donné pour une paroi extérieur non peinte selon le matériau :

Nature du matériau	**Facteur d’absorption**	**Nature du matériau**	**Facteur d’absorption**
Asphalte	0,90	Pierre calcaire blanche	0,60
Feutre bitumé	0,90	Granit poli	0,45
Sable	0,70	Acier poli	0,06
Ardoise	0,93	Cuivre poli	0,04
Tuile	0,80	Aluminium poli	0,04
Carrelage clair	0,30	Tôle galvanisée	0,70
Marbre poli	0,60	Amiante ciment	0,96
Tôle oxydée	0,80	Peinture d’aluminium	0,60
Tôle rugueuse	0,94	Fonte brute	0,80
Béton, brique	0,75	Gravier	0,80

Annexe 6 :

Valeurs du coefficient correcteur C_{lnc}

On distingue 4 cas pour la détermination de C_{lnc} :

- Cas 1 : les locaux à apports de chaleur interne négligeable tels que les combles non habitables faiblement ou très faiblement ventiles, les vides sanitaires faiblement ou très faiblement ventiles, et les circulations.
- Cas 2 : les locaux techniques tels que les chaufferies, les centrales de climatisation, etc.
- Cas 3 : les locaux non conditionnes 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.

$TS_{b,e} = 37°C$									
Heure	Cas 1	Cas 2	Cas 3	Cas 4	Heure	Cas 1	Cas 2	Cas 3	Cas 4
1	-3	-16	-4	-5	13	4	-9	2	-4
2	-4	-17	-5	-6	14	5	-8	2	-3
3	-5	-18	-6	-6	15	6	-8	3	-3
4	-6	-18	-6	-7	16	6	-7	3	-3
5	-6	-18	-6	-6	17	6	-8	3	-3
6	-6	-18	-6	-6	18	5	-8	2	-4
7	-5	-18	-6	-6	19	4	-9	2	-5
8	-4	-16	-4	-4	20	4	-10	1	-6
9	-3	-15	-4	-9	21	3	-11	0	-1
10	-1	-14	-3	-8	22	2	-11	-1	-2
11	1	-12	-1	-6	23	0	-13	-2	-3
12	2	-11	0	-5	24	-1	-14	-3	-4

Annexe 7 :

Coefficient d’amortissement pour 24 heures de fonctionnement – avec protection (en %)

Orientation	M_{surf} Kg/m²	Temps Solaire Vrai																							
		Matin												Après midi -Soirée											
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5
NE	≥ 700	47	58	54	42	27	21	20	19	18	17	16	14	12	9	8	7	6	6	5	5	4	4	4	3
E	≥ 700	39	56	62	59	49	33	23	21	20	18	17	15	12	10	9	8	8	7	6	5	5	5	4	4
SE	≥ 700	3	28	47	59	64	62	53	41	27	24	21	19	16	14	12	11	10	9	8	7	6	6	5	5
S	≥ 700	6	6	23	38	51	60	66	67	64	59	42	24	22	19	17	15	13	12	11	10	9	8	7	7
SO	≥ 700	8	8	9	10	11	24	39	53	63	66	61	47	23	19	18	16	14	13	11	10	9	8	8	7
O	≥ 700	8	9	9	10	10	10	10	18	36	52	63	65	55	22	19	17	15	14	12	11	10	9	8	7
NO	≥ 700	8	9	10	10	10	10	10	10	16	33	49	61	60	19	17	15	13	12	10	9	8	8	7	6
N	≥ 700	8	37	67	71	74	76	79	81	83	84	86	87	88	29	26	23	20	19	17	15	14	12	11	10

Annexe 8 :

Facteur solaire des vitrage double

Type de vitrage	Épaisseur nominale (mm)	Épaisseur (mm)			FS
		Glace int	Glace ext	Lame d'air	
Verre clair	11	3	3	5	0,90
Glace clair	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
grise	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 extérieur et glace réfléchissante intérieure	18	6	6	6	0,30
Glace absorbante extérieur et glace réfléchissante intérieure	18	6	6	6	0,22
Glace réfléchissante extérieur et intérieure	18	6	6	6	0,13

Annexe 9 :

Coefficient de simultanéité relatif à l'apport interne CS_j

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
Éclairage fluorescent non encastré	Sensible	0,70	0,35	0,90	0,85	0,90
Éclairage fluorescent encastré, éclairage incandescent non encastré	Sensible	0,70	0,35	0,90	0,85	0,90
Éclairage encastré dans un faux plafond avec plénum de reprise	Sensible	0,70	0,35	0,90	0,85	0,90
Appareil à gaz	Sensible Latent	0	0,50	0,85	0,85	0
Réservoir	Sensible Latent	0	1,00	1,00	1,00	0
Évaporation 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

Annexe 10 :

Coefficient d'amortissement relatif à l'apport interne N_{AI} en %

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

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

N_{AI} Type	Durée de fonct.de l'inst.	M_{surf} Kg/m²	Durée des apports internes : 24h NOMBRE D4HEURE ECOULEES DEPUIS LE DEBUT DES APPORTS INTERNES																						
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Type I	24 h	≥ 700	37	67	71	74	76	79	81	83	84	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Type II	24 h	≥ 700	34	55	61	65	68	71	74	77	79	81	83	85	87	89	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Type III	24 h	≥ 700	23	33	41	47	52	57	61	66	69	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100

Pour les apportes de Type IV, la valeur de N_{AI} est égale a 100%.

Annexe 11 :

Valeurs des apports calorifique dus aux machines électrique

Appareils	Gains à admettre (en W)		
	Sens.	Lat.	Total
Four micro-onde	1400	-	1400
Plaque chauffante	500	280	780
Télévision	150	-	150
Réfrigérateur	175	-	175
Micro-ordinateur	450	-	450
PC Portable	35	-	35
Impriment	52	-	52
Photocopieur	100	-	100
Fax	62	-	62

Annexe 12 :

Bilan thermique de d'hôtel BEST DAY

	Tsbe=34 [°C]				Ti=27 [°C]					HR=50%			
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CTs(t)	0,93	0,85	0,77	0,63	0,48	0,35	0,21	0,067	0	0	0	0,047	0,12
Eb [°C]	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
TSe(t) [°C]	25,63	26,35	27,07	28,33	29,68	30,85	32,11	33,40	34,00	34,00	34,00	33,58	32,92
TSb,i	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Δtmax [°C]	-1,37	-0,65	0,07	1,33	2,68	3,85	5,11	6,40	7,00	7,00	7,00	6,58	5,92
CΔTe [°C]	-8,63	-7,91	-7,19	-5,92	-4,57	-3,40	-2,13	-0,84	-0,24	-0,24	-0,24	-0,66	-1,32
β (degrés)	11,9	23,9	36	47,1	59,1	69,2	73,2	69,2	59,1	47,1	36	23,9	11,9
Φ (degrés)	-106,1	-98,1	-89,2	-79,2	-65,4	-42,4	0	42,4	65,4	79,2	89,2	98,1	106,1

NORD	**m**surf ≥ 700 [Kg/m²]			ϕ	-180								
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CΔTe [°C]	-8,63	-7,91	-7,19	-5,92	-4,57	-3,40	-2,13	-0,84	-0,24	-0,24	-0,24	-0,66	-1,32
Δtes(t) [°C]	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1,1	1,7	2,2
Δte(t) [°C]	-8,132	-7,410	-7,188	-5,924	-4,571	-3,398	-2,134	-0,841	-0,239	0,261	0,861	1,039	0,878
It,b [W/m²]	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975
Id,b [W/m²]	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975
β (degrés)	11,92	23,92	36,00	47,08	59,08	69,17	73,25	69,17	59,08	47,08	36,00	23,92	11,92
Φ (degrés)	-106,08	-98,08	-89,25	-79,25	-65,42	-42,42	0,00	42,42	65,42	79,25	89,25	98,08	106,08
Ψ (degrés)	-286,08	-278,08	-269,25	-259,25	-245,42	-222,42	-180,00	-137,59	-114,59	-100,75	-90,75	-81,92	-73,92
Npvi (t)	0,08	0,37	0,67	0,71	0,74	0,76	0,79	0,81	0,83	0,84	0,86	0,87	0,88
Cadre bois		**C**cade		1	**C**limp		0,92	**C**alt		1	**C**ros		0,99
It [W/m²]	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70
Id [W/m²]	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70
Cadre metal/PVC		**C**cade		1,17	**C**limp		0,92	**C**alt		1	**C**ros		0,99
It [W/m²]	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12
Id [W/m²]	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12

NORD-EST	msurf ≥ 700 [Kg/m²]			ϕ	-135								
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CΔTe [°C]	-8,63	-7,91	-7,19	-5,92	-4,57	-3,40	-2,13	-0,84	-0,24	-0,24	-0,24	-0,66	-1,32
α	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
It,b [W/m²]	404,23	404,23	404,23	404,23	404,23	404,23	404,23	404,23	404,23	404,23	404,23	404,23	404,23
It,b(40) [W/m²]	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Δtes(t) [°C]	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1,1	1,7	2,2
Δtem(t) [°C]	2,8	2,8	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	5,5	7,8	8,9	7,8	6,7	5,5
Δte(t) [°C]	-6,324	-5,602	-4,594	-3,331	-1,977	-0,804	0,459	3,482	5,891	6,863	6,127	4,969	3,471
Id,b [W/m²]	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975
β (degrés)	11,92	23,92	36,00	47,08	59,08	69,17	73,25	69,17	59,08	47,08	36,00	23,92	11,92
Φ (degrés)	-106,08	-98,08	-89,25	-79,25	-65,42	-42,42	0,00	42,42	65,42	79,25	89,25	98,08	106,08
Ψ (degrés)	28,92	36,92	45,75	55,75	69,59	92,59	135,00	177,42	200,42	214,25	224,25	233,08	241,08
Npvi (t)	0,47	0,58	0,54	0,42	0,27	0,21	0,2	0,19	0,18	0,17	0,16	0,14	0,12
Cadre bois		Ccade		1	Climp		0,92	Calt		1	Cros		0,99
It [W/m²]	368,17	368,17	368,17	368,17	368,17	368,17	368,17	368,17	368,17	368,17	368,17	368,17	368,17
Id [W/m²]	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70
Cadre metal/PVC		Ccade		1,17	Climp		0,92	Calt		1	Cros		0,99
It [W/m²]	430,76	430,76	430,76	430,76	430,76	430,76	430,76	430,76	430,76	430,76	430,76	430,76	430,76
Id [W/m²]	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12

EST	msurf ≥ 700 [Kg/m²]			ϕ	-90								
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CΔTe [°C]	-8,63	-7,91	-7,19	-5,92	-4,57	-3,40	-2,13	-0,84	-0,24	-0,24	-0,24	-0,66	-1,32
α	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
It,b [W/m²]	516	516	516	516	516	516	516	516	516	516	516	516	516
It,b(40) [W/m²]	516	516	516	516	516	516	516	516	516	516	516	516	516
Δtes(t) [°C]	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1,1	1,7	2,2
Δtem(t) [°C]	6,1	5,5	5,5	5	4,4	5	5,5	8,3	10	10,6	10	9,4	8,9
Δte(t) [°C]	-3,776	-3,521	-2,910	-2,036	-1,149	0,491	2,143	5,615	7,538	8,116	7,783	7,028	6,089
Id,b [W/m²]	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975
β (degrés)	11,92	23,92	36,00	47,08	59,08	69,17	73,25	69,17	59,08	47,08	36,00	23,92	11,92
Φ (degrés)	-106,08	-98,08	-89,25	-79,25	-65,42	-42,42	0,00	42,42	65,42	79,25	89,25	98,08	106,08
Ψ (degrés)	-16,08	-8,08	0,75	10,75	24,59	47,59	90,00	132,42	155,42	169,25	179,25	188,08	196,08
Npvi (t)	0,39	0,56	0,62	0,59	0,49	0,33	0,23	0,21	0,2	0,18	0,17	0,15	0,12
Cadre bois		Ccade		1	Climp		0,92	Calt		1	Cros		0,99
It [W/m²]	469,97	469,97	469,97	469,97	469,97	469,97	469,97	469,97	469,97	469,97	469,97	469,97	469,97
Id [W/m²]	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70
Cadre metal/PVC		Ccade		1,17	Climp		0,92	Calt		1	Cros		0,99
It [W/m²]	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87
Id [W/m²]	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12

SUD-EST	**m**surf ≥ 700 [Kg/m²]			ϕ	-45								
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CΔTe [°C]	-8,63	-7,91	-7,19	-5,92	-4,57	-3,40	-2,13	-0,84	-0,24	-0,24	-0,24	-0,66	-1,32
α	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
It,b [W/m²]	368,33	368,33	368,33	368,33	368,33	368,33	368,33	368,33	368,33	368,33	368,33	368,33	368,33
It,b(40) [W/m²]	394	394	394	394	394	394	394	394	394	394	394	394	394
Δtes(t) [°C]	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1,1	1,7	2,2
Δtem(t) [°C]	5	4,4	4,4	4,4	4,4	3,9	3,3	6,1	7,8	8,3	8,9	10	8,9
Δte(t) [°C]	-4,860	-4,574	-3,988	-2,725	-1,372	-0,562	0,265	3,594	5,432	5,932	6,532	7,074	5,749
Id,b [W/m²]	47,98	47,98	47,98	47,98	47,98	47,98	47,98	47,98	47,98	47,98	47,98	47,98	47,98
β (degrés)	11,92	23,92	36,00	47,08	59,08	69,17	73,25	69,17	59,08	47,08	36,00	23,92	11,92
Φ (degrés)	-106,08	-98,08	-89,25	-79,25	-65,42	-42,42	0,00	42,42	65,42	79,25	89,25	98,08	106,08
Ψ (degrés)	-61,08	-53,08	-44,25	-34,25	-20,42	2,59	45,00	87,42	110,42	124,25	134,25	143,08	151,08
Npvi (t)	0,03	0,28	0,47	0,59	0,64	0,62	0,53	0,41	0,27	0,24	0,21	0,19	0,16
Cadre bois		**C**cade		1	**C**limp		0,92	**C**alt		1	**C**ros		0,99
It [W/m²]	335,47	335,47	335,47	335,47	335,47	335,47	335,47	335,47	335,47	335,47	335,47	335,47	335,47
Id [W/m²]	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70
Cadre metal/PVC		**C**cade		1,17	**C**limp		0,92	**C**alt		1	**C**ros		0,99
It [W/m²]	392,50	392,50	392,50	392,50	392,50	392,50	392,50	392,50	392,50	392,50	392,50	392,50	392,50
Id [W/m²]	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12

SUD	**m**surf ≥ 700 [Kg/m²]			ϕ	0								
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CΔTe [°C]	-8,63	-7,91	-7,19	-5,92	-4,57	-3,40	-2,13	-0,84	-0,24	-0,24	-0,24	-0,66	-1,32
α	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
It,b [W/m²]	177,03	177,03	177,03	177,03	177,03	177,03	177,03	177,03	177,03	177,03	177,03	177,03	177,03
It,b(40) [W/m²]	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217
Δtes(t) [°C]	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1,1	1,7	2,2
Δtem(t) [°C]	3,9	3,3	3,3	2,8	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	3,9	5,5	7,2	7,8
Δte(t) [°C]	-5,974	-5,633	-5,094	-4,148	-3,175	-2,002	-0,739	0,555	1,156	2,418	3,652	4,529	4,431
Id,b [W/m²]	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975
β (degrés)	11,92	23,92	36,00	47,08	59,08	69,17	73,25	69,17	59,08	47,08	36,00	23,92	11,92
Φ (degrés)	-106,08	-98,08	-89,25	-79,25	-65,42	-42,42	0,00	42,42	65,42	79,25	89,25	98,08	106,08
Ψ (degrés)	-106,08	-98,08	-89,25	-79,25	-65,42	-42,42	0,00	42,42	65,42	79,25	89,25	98,08	106,08
Npvi (t)	0,06	0,06	0,23	0,38	0,51	0,6	0,66	0,67	0,64	0,59	0,42	0,24	0,22
Cadre bois		**C**cade		1	**C**limp		0,92	**C**alt		1	**C**ros		0,99
It [W/m²]	161,23	161,23	161,23	161,23	161,23	161,23	161,23	161,23	161,23	161,23	161,23	161,23	161,23
Id [W/m²]	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70
Cadre metal/PVC		**C**cade		1,17	**C**limp		0,92	**C**alt		1	**C**ros		0,99
It [W/m²]	188,64	188,64	188,64	188,64	188,64	188,64	188,64	188,64	188,64	188,64	188,64	188,64	188,64
Id [W/m²]	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12

SUD-OUEST	msurf ≥ 700 [Kg/m²]			ϕ	45								
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CΔTe [°C]	-8,63	-7,91	-7,19	-5,92	-4,57	-3,40	-2,13	-0,84	-0,24	-0,24	-0,24	-0,66	-1,32
α	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
It,b [W/m²]	368,33	368,33	368,33	368,33	368,33	368,33	368,33	368,33	368,33	368,33	368,33	368,33	368,33
It,b(40) [W/m²]	394	394	394	394	394	394	394	394	394	394	394	394	394
Δtes(t) [°C]	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1,1	1,7	2,2
Δtem(t) [°C]	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	3,9	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4	5	5,5
Δte(t) [°C]	-5,296	-4,574	-3,988	-2,725	-1,372	-0,562	0,265	1,558	2,160	2,733	3,260	3,439	3,277
Id,b [W/m²]	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975
β (degrés)	11,92	23,92	36,00	47,08	59,08	69,17	73,25	69,17	59,08	47,08	36,00	23,92	11,92
Φ (degrés)	-106,08	-98,08	-89,25	-79,25	-65,42	-42,42	0,00	42,42	65,42	79,25	89,25	98,08	106,08
Ψ (degrés)	-151,08	-143,08	-134,25	-124,25	-110,42	-87,42	-45,00	-2,59	20,42	34,25	44,25	53,08	61,08
Npvi (t)	0,08	0,08	0,09	0,1	0,11	0,24	0,39	0,53	0,63	0,66	0,61	0,47	0,23
Cadre bois		Ccade		1	Climp		0,92	Calt		1	Cros		0,99
It [W/m²]	335,47	335,47	335,47	335,47	335,47	335,47	335,47	335,47	335,47	335,47	335,47	335,47	335,47
Id [W/m²]	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70
Cadre metal/PVC		Ccade		1,17	Climp		0,92	Calt		1	Cros		0,99
It [W/m²]	392,50	392,50	392,50	392,50	392,50	392,50	392,50	392,50	392,50	392,50	392,50	392,50	392,50
Id [W/m²]	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12

OUEST	msurf ≥ 700 [Kg/m²]			ϕ	90								
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CΔTe [°C]	-8,63	-7,91	-7,19	-5,92	-4,57	-3,40	-2,13	-0,84	-0,24	-0,24	-0,24	-0,66	-1,32
α	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
It,b [W/m²]	516	516	516	516	516	516	516	516	516	516	516	516	516
It,b(40) [W/m²]	516	516	516	516	516	516	516	516	516	516	516	516	516
Δtes(t) [°C]	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1,1	1,7	2,2
Δtem(t) [°C]	6,7	6,1	5,5	5	4,4	4,4	4,4	5	5,5	5,5	5,5	6,1	6,7
Δte(t) [°C]	-3,3093	-3,0540	-2,9099	-2,0355	-1,1486	0,0245	1,2878	3,0478	4,0383	4,1494	4,2827	4,4616	4,3777
Id,b [W/m²]	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975
β (degrés)	11,92	23,92	36,00	47,08	59,08	69,17	73,25	69,17	59,08	47,08	36,00	23,92	11,92
Φ (degrés)	-106,08	-98,08	-89,25	-79,25	-65,42	-42,42	0,00	42,42	65,42	79,25	89,25	98,08	106,08
Ψ (degrés)	-196,08	-188,08	-179,25	-169,25	-155,42	-132,42	-90,00	-47,59	-24,59	-10,75	-0,75	8,08	16,08
Npvi (t)	0,08	0,09	0,09	0,1	0,1	0,1	0,1	0,18	0,36	0,52	0,63	0,65	0,55
Cadre bois		Ccade		1	Climp		0,92	Calt		1	Cros		0,99
It [W/m²]	469,97	469,97	469,97	469,97	469,97	469,97	469,97	469,97	469,97	469,97	469,97	469,97	469,97
Id [W/m²]	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70
Cadre metal/PVC		Ccade		1,17	Climp		0,92	Calt		1	Cros		0,99
It [W/m²]	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87
Id [W/m²]	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12

NORD-OUEST	msurf ≥ 700 [Kg/m²]			ϕ	135								
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CΔTe [°C]	-8,63	-7,91	-7,19	-5,92	-4,57	-3,40	-2,13	-0,84	-0,24	-0,24	-0,24	-0,66	-1,32
α	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
It,b [W/m²]	404,23	404,23	404,23	404,23	404,23	404,23	404,23	404,23	404,23	404,23	404,23	404,23	404,23
It,b(40) [W/m²]	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Δtes(t) [°C]	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1,1	1,7	2,2
Δtem(t) [°C]	4,4	3,9	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4
Δte(t) [°C]	-5,066	-4,737	-4,594	-3,331	-1,977	-0,804	0,459	1,753	2,354	2,461	2,590	2,769	2,607
Id,b [W/m²]	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975	47,975
β (degrés)	11,92	23,92	36,00	47,08	59,08	69,17	73,25	69,17	59,08	47,08	36,00	23,92	11,92
Φ (degrés)	-106,08	-98,08	-89,25	-79,25	-65,42	-42,42	0,00	42,42	65,42	79,25	89,25	98,08	106,08
Ψ (degrés)	-241,08	-233,08	-224,25	-214,25	-200,42	-177,42	-135,00	-92,59	-69,59	-55,75	-45,75	-36,92	-28,92
Npvi (t)	0,08	0,09	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,16	0,33	0,49	0,61	0,6
Cadre bois		**C**cade		1	**C**limp		0,92	**C**alt		1	**C**ros		0,99
It [W/m²]	368,17	368,17	368,17	368,17	368,17	368,17	368,17	368,17	368,17	368,17	368,17	368,17	368,17
Id [W/m²]	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70
Cadre metal/PVC		**C**cade		1,17	**C**limp		0,92	**C**alt		1	**C**ros		0,99
It [W/m²]	430,76	430,76	430,76	430,76	430,76	430,76	430,76	430,76	430,76	430,76	430,76	430,76	430,76
Id [W/m²]	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12

Toiture													
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CΔTe [°C]	-8,63	-7,91	-7,19	-5,92	-4,57	-3,40	-2,13	-0,84	-0,24	-0,24	-0,24	-0,66	-1,32
α	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
It,b [W/m²]	747,65	747,65	747,65	747,65	747,65	747,65	747,65	747,65	747,65	747,65	747,65	747,65	747,65
It,b(40) [W/m²]	734	734	734	734	734	734	734	734	734	734	734	734	734
Δtes(t) [°C]	-1,275	-1,275	-0,825	-0,825	-0,825	-0,375	0	0,825	1,65	2,475	3,3	3,75	4,125
Δtem(t) [°C]	5,4	5,025	4,575	4,575	5,025	5,4	6,675	9,15	10,8	11,7	13,35	14,55	15,45
Δte(t) [°C] ombre	-9,91	-9,18	-8,01	-6,75	-5,40	-3,77	-2,13	-0,02	1,41	2,24	3,06	3,09	2,80
Δte(t) [°C] ensole	-4,62	-4,19	-3,73	-2,47	-0,76	0,80	3,15	6,58	8,66	9,54	11,02	11,65	11,77
Id,b [W/m²]	47,98	47,98	47,98	47,98	47,98	47,98	47,98	47,98	47,98	47,98	47,98	47,98	47,98
Φ (degrés)	-106,08	-98,08	-89,25	-79,25	-65,42	-42,42	0,00	42,42	65,42	79,25	89,25	98,08	106,08
Ψ (degrés)	-106,08	-98,08	-89,25	-79,25	-65,42	-42,42	0,00	42,42	65,42	79,25	89,25	98,08	106,08
Npvi (t)	0,06	0,06	0,23	0,38	0,51	0,6	0,66	0,67	0,64	0,59	0,42	0,24	0,22
Cadre bois		**C**cade		1	**C**limp		0,92	**C**alt		1	**C**ros		0,99
It [W/m²]	680,96	680,96	680,96	680,96	680,96	680,96	680,96	680,96	680,96	680,96	680,96	680,96	680,96
Id [W/m²]	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70	43,70
Cadre metal/PVC		**C**cade		1,17	**C**limp		0,92	**C**alt		1	**C**ros		0,99
It [W/m²]	796,72	796,72	796,72	796,72	796,72	796,72	796,72	796,72	796,72	796,72	796,72	796,72	796,72
Id [W/m²]	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12

RDC - Service Cafeteria :

Service/Cafétéria														
paroi/sdb														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	
Sint [m²]	10,72	10,72	10,72	10,72	10,72	10,72	10,72	10,72	10,72	10,72	10,72	10,72	10,72	
ΔTInc(t) [°C]	1,63	2,35	2,07	2,33	3,68	3,85	4,11	4,40	5,00	4,00	3,00	3,58	2,92	Cas 1
APO [W]	31,14	44,89	39,54	44,51	70,30	73,55	78,52	84,00	95,52	76,41	57,31	68,33	55,78	
paroi/colone gaine														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	
Sint [m²]	9,84	9,84	9,84	9,84	9,84	9,84	9,84	9,84	9,84	9,84	9,84	9,84	9,84	
ΔTInc(t) [°C]	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	Cas 1
APO [W]	35,19	35,19	35,19	35,19	35,19	35,19	35,19	35,19	35,19	35,19	35,19	35,19	35,19	
porte/colone gaine														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Sint [m²]	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
ΔTInc(t) [°C]	1,63	2,35	2,07	2,33	3,68	3,85	4,11	4,40	5,00	4,00	3,00	3,58	2,92	Cas 1
APO [W]	2,61	3,76	3,31	3,73	5,89	6,16	6,58	7,04	8,00	6,40	4,80	5,72	4,67	
paroi/SAS Cuisine														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	
Sint [m²]	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	
ΔTInc(t) [°C]	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	Cas 1
APO [W]	12,60	12,60	12,60	12,60	12,60	12,60	12,60	12,60	12,60	12,60	12,60	12,60	12,60	
porte/SAS Cuisine														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Sint [m²]	2,64	2,64	2,64	2,64	2,64	2,64	2,64	2,64	2,64	2,64	2,64	2,64	2,64	
ΔTInc(t) [°C]	1,63	2,35	2,07	2,33	3,68	3,85	4,11	4,40	5,00	4,00	3,00	3,58	2,92	Cas 1
APO [W]	8,61	12,41	10,93	12,30	19,43	20,33	21,70	23,22	26,40	21,12	15,84	18,89	15,42	
paroi/Cuisine														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	
Sint [m²]	25,66	25,66	25,66	25,66	25,66	25,66	25,66	25,66	25,66	25,66	25,66	25,66	25,66	
ΔTInc(t) [°C]	2,63	3,35	3,07	9,33	9,68	10,85	12,11	12,397	13	12	12	11,577	11,92	Cas 4
APO [W]	121,36	154,59	141,67	430,54	446,69	500,68	558,82	572,07	599,89	553,75	553,75	534,23	550,06	
porte/Cuisine														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Sint [m²]	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	
ΔTInc(t) [°C]	2,63	3,35	3,07	9,33	9,68	10,85	12,11	12,397	13	12	12	11,577	11,92	Cas 4
APO [W]	11,57	14,74	13,51	41,05	42,59	47,74	53,28	54,55	57,20	52,80	52,80	50,94	52,45	
Plafond														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	
Sint [m²]	8,63	8,63	8,63	8,63	8,63	8,63	8,63	8,63	8,63	8,63	8,63	8,63	8,63	
ΔTInc(t) [°C]	1,63	2,35	2,07	2,33	3,68	3,85	4,11	4,40	5,00	4,00	3,00	3,58	2,92	Cas 1
APO [W]	17,52	25,25	22,24	25,04	39,54	41,37	44,17	47,25	53,73	42,98	32,24	38,44	31,38	
Planche														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	
Sint [m²]	43,83	43,83	43,83	43,83	43,83	43,83	43,83	43,83	43,83	43,83	43,83	43,83	43,83	
ΔTInc(t) [°C]	1,63	2,35	2,07	2,33	3,68	3,85	4,11	4,40	5,00	4,00	3,00	3,58	2,92	Cas 1
APO [W]	179,08	258,18	227,42	255,99	404,30	422,98	451,55	483,08	549,33	439,46	329,60	392,99	320,81	
Occupant/Machine/Eclairage														
Occupant										398,76				
Machine										1201,9				
Eclairage										1100,71				
Apports Total										3942				

1er Étage – Chambre 1 :

Chambre:1														
paroi nord/ext														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	
Sint [m²]	8,06	8,06	8,06	8,06	8,06	8,06	8,06	8,06	8,06	8,06	8,06	8,06	8,06	
Δte(t) [°C]	-8,13	-7,41	-7,19	-5,92	-4,57	-3,40	-2,13	-0,84	-0,24	0,26	0,86	1,04	0,88	
APO [W]	-91,68	-83,54	-81,04	-66,79	-51,53	-38,31	-24,06	-9,48	-2,70	2,94	9,70	11,72	9,90	
paroi/sdb														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	
Sint [m²]	11,65	11,65	11,65	11,65	11,65	11,65	11,65	11,65	11,65	11,65	11,65	11,65	11,65	
ΔTlnc(t) [°C]	1,63	2,35	2,07	2,33	3,68	3,85	4,11	4,40	5,00	4,00	3,00	3,58	2,92	Cas 1
APO [W]	41,21	59,41	52,33	58,90	93,03	97,33	103,90	111,15	126,40	101,12	75,84	90,43	73,82	
porte/sdb														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	
Sint [m²]	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	
ΔTlnc(t) [°C]	1,63	2,35	2,07	2,33	3,68	3,85	4,11	4,40	5,00	4,00	3,00	3,58	2,92	Cas 1
APO [W]	6,45	9,31	8,20	9,23	14,57	15,25	16,28	17,41	19,80	15,84	11,88	14,16	11,56	
paroi ouest/ext														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	
Sint [m²]	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	
Δte(t) [°C]	-3,31	-3,05	-2,91	-2,04	-1,15	0,02	1,29	3,05	4,04	4,15	4,28	4,46	4,38	
APO [W]	-32,87	-30,34	-28,90	-20,22	-11,41	0,24	12,79	30,27	40,11	41,22	42,54	44,32	43,48	
fentre ouest/ext														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	
Souv [m²]	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	
TSe(t) [°C]	25,63	26,35	27,07	28,33	29,68	30,85	32,11	33,397	34	34	34	33,577	32,92	
TSb,i	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	
AVT(t) [W]	-13,82	-6,56	0,71	13,42	27,04	38,85	51,56	64,55	70,63	70,63	70,63	66,36	59,73	
It [W/m²]	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	
Id [W/m²]	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	
FS	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	
Npvi (t)	0,08	0,09	0,09	0,1	0,1	0,1	0,1	0,18	0,36	0,52	0,63	0,65	0,55	
β (degrés)	11,92	23,92	36,00	47,08	59,08	69,17	73,25	69,17	59,08	47,08	36,00	23,92	11,92	
Ψ (degrés)	-196,08	-188,08	-179,25	-169,25	-155,42	-132,42	-90,00	-47,59	-24,59	-10,75	-0,75	8,08	16,08	
s1								-1,09	-0,46	-0,19	-0,01	0,14	0,29	
s2								3,90	1,84	1,09	0,73	0,45	0,22	
e1 [m]								-0,27	-0,11	-0,05	0,00	0,04	0,07	
e2 [m]								0,97	0,46	0,27	0,18	0,11	0,05	
SVens [m²]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	1,27	1,70	1,93	2,04	2,12	
AVE(t) [W]	2,08	2,34	2,34	2,60	2,60	2,60	2,60	9,22	59,62	110,28	149,47	162,36	142,19	
Planche														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	
Sint [m²]	18,29	18,29	18,29	18,29	18,29	18,29	18,29	18,29	18,29	18,29	18,29	18,29	18,29	
Δte(t) [°C]	-9,91	-9,18	-8,01	-6,75	-5,40	-3,77	-2,13	-0,02	1,41	2,24	3,06	3,09	2,80	
APO [W]	-623,10	-577,70	-503,99	-424,53	-339,39	-237,30	-134,25	-1,01	88,72	140,61	192,50	194,32	176,28	
AINF														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
TSe(t) [°C]	25,63	26,35	27,07	28,33	29,68	30,85	32,11	33,397	34	34	34	33,577	32,92	
TSb,i [°C]	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	
HSb,e [gvap/Kgas]	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	
HSb,i [gvap/Kgas]	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	
qv inf	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	
AINF	78,48	86,20	93,92	107,42	121,89	134,43	147,94	161,73	168,20	168,20	168,20	163,66	156,62	
Occupant/Machine/Eclairage														
Occupant										111,11				
Machine										75,95				
Eclairage										36,94				
Apports Total										875				

3em Étage – Chambre 10 :

Chambre:10														
paroi nord/ext														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	
Sint [m²]	7,63	7,63	7,63	7,63	7,63	7,63	7,63	7,63	7,63	7,63	7,63	7,63	7,63	
Δte(t) [°C]	-8,13	-7,41	-7,19	-5,92	-4,57	-3,40	-2,13	-0,84	-0,24	0,26	0,86	1,04	0,88	
APO [W]	-86,80	-79,09	-76,73	-63,24	-48,79	-36,27	-22,78	-8,98	-2,56	2,78	9,19	11,10	9,37	
fenetre nord/ext														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	
Souv [m²]	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	
TSe(t) [°C]	25,63	26,35	27,07	28,33	29,68	30,85	32,11	33,397	34	34	34	33,577	32,92	
TSb,i	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	
AVT(t) [W]	-13,82	-6,56	0,71	13,42	27,04	38,85	51,56	64,55	70,63	70,63	70,63	66,36	59,73	
It [W/m²]	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	
Id [W/m²]	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	
FS	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	
Npvi (t)	0,08	0,37	0,67	0,71	0,74	0,76	0,79	0,81	0,83	0,84	0,86	0,87	0,88	
β (degrés)	11,92	23,92	36,00	47,08	59,08	69,17	73,25	69,17	59,08	47,08	36,00	23,92	11,92	
Ψ (degrés)	-286,08	-278,08	-269,25	-259,25	-245,42	-222,42	-180,00	-137,59	-114,59	-100,75	-90,75	-81,92	-73,92	
s1												-7,04	-3,47	
s2												3,15	0,76	
e1 [m]												-1,76	-0,87	
e2 [m]												0,79	0,19	
SVens [m²]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	1,12	
AVE(t) [W]	2,08	9,61	17,41	18,45	19,23	19,75	20,53	21,04	21,56	21,82	22,34	22,60	22,86	
paroi/sdb														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	
Sint [m²]	9,26	9,26	9,26	9,26	9,26	9,26	9,26	9,26	9,26	9,26	9,26	9,26	9,26	
ΔTlnc(t) [°C]	1,63	2,35	2,07	2,33	3,68	3,85	4,11	4,40	5,00	4,00	3,00	3,58	2,92	Cas 1
APO [W]	32,73	47,18	41,56	46,78	73,89	77,30	82,52	88,29	100,39	80,31	60,24	71,82	58,63	
porte/sdb														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	
Sint [m²]	1,848	1,848	1,848	1,848	1,848	1,848	1,848	1,848	1,848	1,848	1,848	1,848	1,848	
ΔTlnc(t) [°C]	1,63	2,35	2,07	2,33	3,68	3,85	4,11	4,40	5,00	4,00	3,00	3,58	2,92	Cas 1
APO [W]	7,23	10,42	9,18	10,33	16,32	17,08	18,23	19,50	22,18	17,74	13,31	15,86	12,95	
paroi/colone gaine														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	
Sint [m²]	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	
ΔTlnc(t) [°C]	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	Cas 1
APO [W]	2,84	2,84	2,84	2,84	2,84	2,84	2,84	2,84	2,84	2,84	2,84	2,84	2,84	
paroi est/cage d'escalier														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	
Sint [m²]	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	
ΔTlnc(t) [°C]	1,63	2,35	2,07	2,33	3,68	3,85	4,11	4,40	5,00	4,00	3,00	3,58	2,92	Cas 1
APO [W]	0,25	0,37	0,32	0,36	0,57	0,60	0,64	0,69	0,78	0,62	0,47	0,56	0,45	
AINF														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
TSe(t) [°C]	25,63	26,35	27,07	28,33	29,68	30,85	32,11	33,397	34	34	34	33,577	32,92	
TSb,i [°C]	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	
HSb,e [gvap/Kgas]	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	
HSb,i [gvap/Kgas]	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	
qv inf	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	
AINF	78,48	86,20	93,92	107,42	121,89	134,43	147,94	161,73	168,20	168,20	168,20	163,66	156,62	
Occupant/Machine/Eclairage														
Occupant										166,67				
Machine										75,95				
Eclairage										34,91				
Apports Total										642				

4em Étage – Chambre 4 :

Chambre:4														
paroi est/ext														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	
Sint [m²]	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03	
Δte(t) [°C]	-3,78	-3,52	-2,91	-2,04	-1,15	0,49	2,14	5,61	7,54	8,12	7,78	7,03	6,09	
APO [W]	-21,27	-19,83	-16,39	-11,47	-6,47	2,77	12,07	31,63	42,46	45,72	43,84	39,59	34,30	
fenetre est/ext														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	
Souv [m²]	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	
TSe(t) [°C]	25,63	26,35	27,07	28,33	29,68	30,85	32,11	33,397	34	34	34	33,577	32,92	
TSb,i	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	
AVT(t) [W]	-9,22	-4,37	0,47	8,95	18,03	25,90	34,37	43,03	47,09	47,09	47,09	44,24	39,82	
It [W/m²]	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	
Id [W/m²]	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	
FS	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	
Npvi (t)	0,39	0,56	0,62	0,59	0,49	0,33	0,23	0,21	0,2	0,18	0,17	0,15	0,12	
β (degrés)	11,92	23,92	36,00	47,08	59,08	69,17	73,25	69,17	59,08	47,08	36,00	23,92	11,92	
Ψ (degrés)	-16,08	-8,08	0,75	10,75	24,59	47,59	90,00	132,42	155,42	169,25	179,25	188,08	196,08	
s1	-0,29	-0,14	0,01	0,19	0,46	1,09								
s2	0,22	0,45	0,73	1,09	1,84	3,90								
e1 [m]	-0,07	-0,04	0,00	0,05	0,11	0,27								
e2 [m]	0,05	0,11	0,18	0,27	0,46	0,97								
SVens [m²]	1,39	1,35	1,28	1,12	0,82	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
AVE(t) [W]	66,14	92,54	98,00	82,57	52,79	10,85	3,98	3,64	3,46	3,12	2,94	2,60	2,08	
paroi/sdb														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	
Sint [m²]	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	
ΔTlnc(t) [°C]	1,63	2,35	2,07	2,33	3,68	3,85	4,11	4,40	5,00	4,00	3,00	3,58	2,92	Cas 1
APO [W]	16,24	23,41	20,62	23,21	36,66	38,35	40,94	43,80	49,80	39,84	29,88	35,63	29,09	
porte/sdb														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	
Sint [m²]	1,848	1,848	1,848	1,848	1,848	1,848	1,848	1,848	1,848	1,848	1,848	1,848	1,848	
ΔTlnc(t) [°C]	1,63	2,35	2,07	2,33	3,68	3,85	4,11	4,40	5,00	4,00	3,00	3,58	2,92	Cas 1
APO [W]	7,23	10,42	9,18	10,33	16,32	17,08	18,23	19,50	22,18	17,74	13,31	15,86	12,95	
paroi/colone gaine														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	
Sint [m²]	6,12	6,12	6,12	6,12	6,12	6,12	6,12	6,12	6,12	6,12	6,12	6,12	6,12	
ΔTlnc(t) [°C]	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	Cas 1
APO [W]	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	
paroi/ASC														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	
Sint [m²]	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	
ΔTlnc(t) [°C]	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	Cas 1
APO [W]	8,69	8,69	8,69	8,69	8,69	8,69	8,69	8,69	8,69	8,69	8,69	8,69	8,69	
AINF														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
TSe(t) [°C]	25,63	26,35	27,07	28,33	29,68	30,85	32,11	33,397	34	34	34	33,577	32,92	
TSb,i [°C]	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	
HSb,e [gvap/Kgas]	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	
HSb,i [gvap/Kgas]	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	
qv inf	22,33	22,33	22,33	22,33	22,33	22,33	22,33	22,33	22,33	22,33	22,33	22,33	22,33	
AINF	52,32	57,47	62,61	71,62	81,26	89,62	98,63	107,82	112,13	112,13	112,13	109,11	104,41	
Occupant/Machine/Eclairage														
Occupant										111,11				
Machine										75,95				
Eclairage										29,98				
Apports Total										513				

5em Étage – Chambre 2 :

Chambre:2														
paroi est/ext														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	
Sint [m²]	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03	
Δte(t) [°C]	-3,78	-3,52	-2,91	-2,04	-1,15	0,49	2,14	5,61	7,54	8,12	7,78	7,03	6,09	
APO [W]	-21,27	-19,83	-16,39	-11,47	-6,47	2,77	12,07	31,63	42,46	45,72	43,84	39,59	34,30	
fenetre est/ext														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	
Souv [m²]	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	
TSe(t) [°C]	25,63	26,35	27,07	28,33	29,68	30,85	32,11	33,397	34	34	34	33,577	32,92	
TSb,i	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	
AVT(t) [W]	-9,22	-4,37	0,47	8,95	18,03	25,90	34,37	43,03	47,09	47,09	47,09	44,24	39,82	
It [W/m²]	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	549,87	
Id [W/m²]	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12	
FS	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	
Npvi (t)	0,39	0,56	0,62	0,59	0,49	0,33	0,23	0,21	0,2	0,18	0,17	0,15	0,12	
β (degrés)	11,92	23,92	36,00	47,08	59,08	69,17	73,25	69,17	59,08	47,08	36,00	23,92	11,92	
Ψ (degrés)	-16,08	-8,08	0,75	10,75	24,59	47,59	90,00	132,42	155,42	169,25	179,25	188,08	196,08	
s1	-0,29	-0,14	0,01	0,19	0,46	1,09								
s2	0,22	0,45	0,73	1,09	1,84	3,90								
e1 [m]	-0,07	-0,04	0,00	0,05	0,11	0,27								
e2 [m]	0,05	0,11	0,18	0,27	0,46	0,97								
SVens [m²]	1,39	1,35	1,28	1,12	0,82	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
AVE(t) [W]	66,14	92,54	98,00	82,57	52,79	10,85	3,98	3,64	3,46	3,12	2,94	2,60	2,08	
paroi/sdb														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	
Sint [m²]	10,42	10,42	10,42	10,42	10,42	10,42	10,42	10,42	10,42	10,42	10,42	10,42	10,42	
ΔTInc(t) [°C]	1,63	2,35	2,07	2,33	3,68	3,85	4,11	4,40	5,00	4,00	3,00	3,58	2,92	Cas 1
APO [W]	36,85	53,13	46,80	52,68	83,20	87,04	92,92	99,41	113,04	90,43	67,82	80,87	66,02	
porte/sdb														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	
Sint [m²]	1,848	1,848	1,848	1,848	1,848	1,848	1,848	1,848	1,848	1,848	1,848	1,848	1,848	
ΔTInc(t) [°C]	1,63	2,35	2,07	2,33	3,68	3,85	4,11	4,40	5,00	4,00	3,00	3,58	2,92	Cas 1
APO [W]	7,23	10,42	9,18	10,33	16,32	17,08	18,23	19,50	22,18	17,74	13,31	15,86	12,95	
paroi/colone gaine														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	
Sint [m²]	6,12	6,12	6,12	6,12	6,12	6,12	6,12	6,12	6,12	6,12	6,12	6,12	6,12	
ΔTInc(t) [°C]	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	Cas 1
APO [W]	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	21,88	
paroi/ASC														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	
Sint [m²]	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	
ΔTInc(t) [°C]	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	Cas 1
APO [W]	8,69	8,69	8,69	8,69	8,69	8,69	8,69	8,69	8,69	8,69	8,69	8,69	8,69	
Plafond														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	
Sint [m²]	2,94	2,94	2,94	2,94	2,94	2,94	2,94	2,94	2,94	2,94	2,94	2,94	2,94	
ΔTInc(t) [°C]	1,63	2,35	2,07	2,33	3,68	3,85	4,11	4,40	5,00	4,00	3,00	3,58	2,92	Cas 1
APO [W]	5,97	8,60	7,58	8,53	13,47	14,09	15,05	16,10	18,30	14,64	10,98	13,09	10,69	
Plafond														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kété [W/K.m²]	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	
Sint [m²]	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	
Δte(t) [°C]	-4,62	-4,19	-3,73	-2,47	-0,76	0,80	3,15	6,58	8,66	9,54	11,02	11,65	11,77	
APO [W]	-29,99	-27,23	-24,25	-16,05	-4,94	5,21	20,48	42,72	56,23	61,97	71,57	75,62	76,46	
AINF														
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
TSe(t) [°C]	25,63	26,35	27,07	28,33	29,68	30,85	32,11	33,397	34	34	34	33,577	32,92	
TSb,i [°C]	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	
HSb,e [gvap/Kgas]	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	
HSb,i [gvap/Kgas]	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	11,01	
qv inf	22,33	22,33	22,33	22,33	22,33	22,33	22,33	22,33	22,33	22,33	22,33	22,33	22,33	
AINF	52,32	57,47	62,61	71,62	81,26	89,62	98,63	107,82	112,13	112,13	112,13	109,11	104,41	
Occupant/Machine/Eclairage														
Occupant										111,11				
Machine										75,95				
Eclairage										28,30				
Apports Total										639				

Annexe 13 :

Vérification réglementaire des apports calorifiques de d'hôtel

RDC - Service Cafeteria :

Service/Cafétéria				
paroi/sdb				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	1,78			
Sint [m²]	10,72		C	1,2
ΔTInc(t) [°C]	4,00	Cas 1	ΔTS réf,PV	4
APO [W]	76,41		A réf,PV	51,44
paroi/colone gaine				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	2,19			
Sint [m²]	9,84		C	1,2
ΔTInc(t) [°C]	1,63	Cas 1	ΔTS réf,PV	4
APO [W]	35,19		A réf,PV	47,25
porte/colone gaine				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	2			
Sint [m²]	0,8		C	1,2
ΔTInc(t) [°C]	4,00	Cas 1	ΔTS réf,PV	4
APO [W]	6,40		A réf,PV	3,84
paroi/SAS Cuisine				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	1,80			
Sint [m²]	4,30		C	1,2
ΔTInc(t) [°C]	1,63	Cas 1	ΔTS réf,PV	4
APO [W]	12,60		A réf,PV	20,62
porte/SAS Cuisine				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	2			
Sint [m²]	2,64		C	1,2
ΔTInc(t) [°C]	4,00	Cas 1	ΔTS réf,PV	4
APO [W]	21,12		A réf,PV	12,67
paroi/Cuisine				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	1,80			
Sint [m²]	25,66		C	1,2
ΔTInc(t) [°C]	12	Cas 4	ΔTS réf,PV	4
APO [W]	553,75		A réf,PV	123,15
porte/Cuisine				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	2			
Sint [m²]	2,2		C	1,2
ΔTInc(t) [°C]	12	Cas 4	ΔTS réf,PV	4
APO [W]	52,80		A réf,PV	10,56
Plafond				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	1,25			
Sint [m²]	8,63		a	1,9
ΔTInc(t) [°C]	4,00	Cas 1	ΔTS réf,PH	4
APO [W]	42,98		A réf,PH	65,59
Planche				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	2,51			
Sint [m²]	43,83		a	2,7
ΔTInc(t) [°C]	4,00	Cas 1	ΔTS réf,PH	4
APO [W]	439,46		A réf,PH	473,36
Apports Total	1241		**Apports Réf**	808

1er Étage – Chambre 1 :

Chambre:1				
paroi nord/ext				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	1,17			
Sint [m²]	8,06		C	1,2
Δte(t) [°C]	0,26		ΔTS réf,PV	4,66
APO [W]	2,94		A réf,PV	45,05
paroi/sdb				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	2,17			
Sint [m²]	11,65		C	1,2
ΔTInc(t) [°C]	4,00	Cas 1	ΔTS réf,PV	4
APO [W]	101,12		A réf,PV	55,93
porte/sdb				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	2,4			
Sint [m²]	1,65		C	1,2
ΔTInc(t) [°C]	4,00	Cas 1	ΔTS réf,PV	4
APO [W]	15,84		A réf,PV	7,92
paroi ouest/ext				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	1,17			
Sint [m²]	7,10		C	1,2
Δte(t) [°C]	4,15		ΔTS réf,PV	8,75
APO [W]	41,22		A réf,PV	74,52
fentre ouest/ext				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	3,64			
Souv [m²]	2,31			
TSe(t) [°C]	34		é	4,2
TSb,i	27		ΔTS réf,PVI	7
AVT(t) [W]	70,63		AVT réf	67,914
It [W/m²]	549,87			
Id [W/m²]	51,12			
FS	0,22			
Npvi (t)	0,52			
β (degrés)	47,08			
Ψ (degrés)	-10,75			
s1	-0,19			
s2	1,09			
e1 [m]	-0,05			
e2 [m]	0,27		Npvi réf	0,43
SVens [m²]	1,70		FS réf	0,15
AVE(t) [W]	110,28		AVE réf	62,18
Planche				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	2,87			
Sint [m²]	18,29		a	0,9
Δte(t) [°C]	2,24		ΔTS réf,PH	13,39
APO [W]	140,61		A réf,PH	220,41
Apports Total	483		**Apports Réf**	534

3em Étage – Chambre 10 :

Chambre:10				
paroi nord/ext				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	1,17			
Sint [m²]	7,63		C	1,2
Δte(t) [°C]	0,26		ΔTS réf,PV	4,66
APO [W]	2,78		A réf,PV	42,65
fenetre nord/ext				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	3,64			
Souv [m²]	2,31			
TSe(t) [°C]	34		é	4,2
TSb,i	27		ΔTS réf,PVI	7
AVT(t) [W]	70,63		AVT réf	67,914
It [W/m²]	51,12			
Id [W/m²]	51,12			
FS	0,22			
Npvi (t)	0,84			
β (degrés)	47,08			
Ψ (degrés)	-100,75			
s1				
s2				
e1 [m]				
e2 [m]			Npvi réf	0,95
SVens [m²]	0,00		FS réf	0,15
AVE(t) [W]	21,82		AVE réf	16,83
paroi/sdb				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	2,17			
Sint [m²]	9,26		C	1,2
ΔTlnc(t) [°C]	4,00	Cas 1	ΔTS réf,PV	4
APO [W]	80,31		A réf,PV	44,43
porte/sdb				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	2,4			
Sint [m²]	1,848		C	1,2
ΔTlnc(t) [°C]	4,00	Cas 1	ΔTS réf,PV	4
APO [W]	17,74		A réf,PV	8,87
paroi/colone gaine				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	2,19			
Sint [m²]	0,80		C	1,2
ΔTlnc(t) [°C]	1,63	Cas 1	ΔTS réf,PV	4
APO [W]	2,84		A réf,PV	3,82
paroi est/cage d'escalier				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	0,39			
Sint [m²]	0,40		C	1,2
ΔTlnc(t) [°C]	4,00	Cas 1	ΔTS réf,PV	4
APO [W]	0,62		A réf,PV	1,91
Apports Total	197		**Apports Réf**	186

4em Étage – Chambre 4 :

Chambre:4				
paroi est/ext				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	1,17			
Sint [m²]	4,03		C	1,2
Δte(t) [°C]	8,12		ΔTS réf,PV	5,89
APO [W]	45,72		A réf,PV	28,45
fenetre est/ext				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	3,64			
Souv [m²]	1,54			
TSe(t) [°C]	34		é	4,2
TSb,i	27		ΔTS réf,PVI	7
AVT(t) [W]	47,09		AVT réf	45,276
It [W/m²]	549,87			
Id [W/m²]	51,12			
FS	0,22			
Npvi (t)	0,18			
β (degrés)	47,08			
Ψ (degrés)	169,25			
s1				
s2				
e1 [m]				
e2 [m]			Npvi réf	0,31
SVens [m²]	0,00		FS réf	0,15
AVE(t) [W]	3,12		AVE réf	3,66
paroi/sdb				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	2,17			
Sint [m²]	4,59		C	1,2
ΔTlnc(t) [°C]	4,00	Cas 1	ΔTS réf,PV	4
APO [W]	39,84		A réf,PV	22,04
porte/sdb				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	2,4			
Sint [m²]	1,848		C	1,2
ΔTlnc(t) [°C]	4,00	Cas 1	ΔTS réf,PV	4
APO [W]	17,74		A réf,PV	8,87
paroi/colone gaine				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	2,19			
Sint [m²]	6,12		C	1,2
ΔTlnc(t) [°C]	1,63	Cas 1	ΔTS réf,PV	4
APO [W]	21,88		A réf,PV	29,38
paroi/ASC				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	1,55			
Sint [m²]	3,45		C	1,2
ΔTlnc(t) [°C]	1,63	Cas 1	ΔTS réf,PV	4
APO [W]	8,69		A réf,PV	16,54
Apports Total	184		**Apports Réf**	154

5em Étage – Chambre 2 :

Chambre:2				
paroi est/ext				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	1,17			
Sint [m²]	4,03		C	1,2
Δte(t) [°C]	8,12		ΔTS réf,PV	5,89
APO [W]	45,72		A réf,PV	28,45
fenetre est/ext				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	3,64			
Souv [m²]	1,54			
TSe(t) [°C]	34		é	4,2
TSb,i	27		ΔTS réf,PVI	7
AVT(t) [W]	47,09		AVT réf	45,276
It [W/m²]	549,87			
Id [W/m²]	51,12			
FS	0,22			
Npvi (t)	0,18			
β (degrés)	47,08			
Ψ (degrés)	169,25			
s1				
s2				
e1 [m]				
e2 [m]			Npvi réf	0,31
SVens [m²]	0,00		FS réf	0,15
AVE(t) [W]	3,12		AVE réf	3,66
paroi/sdb				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	2,17			
Sint [m²]	10,42		C	1,2
ΔTInc(t) [°C]	4,00	Cas 1	ΔTS réf,PV	4
APO [W]	90,43		A réf,PV	50,02
porte/sdb				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	2,4			
Sint [m²]	1,848		C	1,2
ΔTInc(t) [°C]	4,00	Cas 1	ΔTS réf,PV	4
APO [W]	17,74		A réf,PV	8,87
paroi/colone gaine				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	2,19			
Sint [m²]	6,12		C	1,2
ΔTInc(t) [°C]	1,63	Cas 1	ΔTS réf,PV	4
APO [W]	21,88		A réf,PV	29,38
paroi/ASC				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	1,55			
Sint [m²]	3,45		C	1,2
ΔTInc(t) [°C]	1,63	Cas 1	ΔTS réf,PV	4
APO [W]	8,69		A réf,PV	16,54
Plafond				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	1,25			
Sint [m²]	2,94		a	1,9
ΔTInc(t) [°C]	4,00	Cas 1	ΔTS réf,PH	4
APO [W]	14,64		A réf,PH	22,34
Plafond				
Heure solaire	15			
Kété [W/K.m²]	0,79			
Sint [m²]	6,85		a	0,9
Δte(t) [°C]	9,54		ΔTS réf,PH	13,39
APO [W]	61,97		A réf,PH	82,55
Apports Total	311		**Apports Réf**	287