REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

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

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

Intitulé du Sujet :

Etude de chauffage et de climatisation du bloc opératoire de l'hôpital 60 lits des OUADHIAS

Réalisé par :

KERCHOUCHE Djamel, (**Option :** Energétique)

SADOK Abdelhafid, (**Option :** Froid Chauffage et Climatisation)

Encadrés par :

A. HADIOUCHE

PROMOTION :2020/2021

Remerciements

Nous tenons à exprimer notre respectueuse gratitude envers notre promoteur Mr A. HADIOUCHE pour son entière disponibilité et son suivi très instructif.

Nous remercions également les membres du jury qui nous feront l'honneur de juger notre modeste travail.

Nos remerciements vont aussi à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation.

Nous tenons à remercier également le personnel du service technique de la wilaya de TIZI OUZOU pour avoir mis à notre disposition les documents relatifs à l'hôpital 60 lits Ouadhias, nécessaires à l'accomplissement de notre travail.

Enfin nos remerciements vont à tous ceux et celles qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de notre projet de fin d'études.

Dédicaces

Je remercie Dieu de m’avoir donné l’occasion de présenter toutes mes dédicaces à :

Mon père, ma Mère, Mes sœurs et à toute ma chère Famille, qui m’a aidé durant toute ma vie, et m’a procuré toutes les circonstances convenables à l’accomplissement de ce projet pour me voir enfin diplômé d’un master professionnel en énergétique Option Froid, Chauffage et Climatisation.

Je présente aussi toutes mes dédicaces à tous mes amis avec qui j’ai partagé les meilleurs moments de ma vie.

Et à tous ceux qui ont contribué à la réussite de ce projet.

SADOK Abdelhafid

Dédicaces

Je remercie Dieu de m’avoir donné l’occasion de présenter toutes mes dédicaces à :

Je voudrais que ce mémoire de Master soit un hommage à la mémoire de mon cher père, que Dieu l’accueille en son vaste paradis, ainsi je voudrais le dédier à ma chère mère qui m’a soutenu et encouragé durant ces années d’études. Qu’elle trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance,

A mes frères, mes sœurs et à toute ma chère Famille, qui m’a aidé durant toute ma vie, et m’a procuré toutes les circonstances convenables à l’accomplissement de ce projet pour me voir enfin diplômé d’un master académique en énergétique.

Je présente aussi toutes mes dédicaces à tous mes amis avec qui j’ai partagé les meilleurs moments de ma vie.

Et à tous ceux qui ont contribué à la réussite de ce projet.

KERCHOUCHE Djamel

Nomenclature

Symboles	Significations	Unités
A	Apports calorifiques	W
AINF L	Apports latents du sous infiltrations d'air	W
AINF S	Apports sensibles du sous infiltrations d'air	W
Aréf	Apports de référence	W
APO	Apports par transmission à travers les parois opaques	W
AREN L	Apports latents dus au renouvellement d'air	W
AREN S	Apports sensibles dus au renouvellement d'air	W
Y, A	Angle Azimut	°
Dli	Déperdition par transmissions linéiques	W/°C
Dlnc	Déperditions des parois en contact avec les locaux non chauffés	W/°C
Dréf	Déperditions de référence	W/°C
DR	Déperditions par renouvèlement d'air	W/°C
Dsol	Déperditions des parois en contact avec le sol	W/°C
Dt	Déperditions de base par transmission de chaleur à travers les parois	W
d	Diamètre	m
e	Epaisseur	m
J	Pertes de charge unitaire	Pa
K	Coefficient global de transmission de chaleur	$W/m^2°C$
L	Longueur	m
P	Puissance, Pression	W, atm
Q	Charge calorifique, Frigorifique	W
Q_l	Charge Latente	W
Q_S	Charge Sensible	W
qm	Débit massique	Kg/s
qv	Débit volumique	m^3/h
R	Résistance thermique	$m^2°C/W$
Re	Nombre de Reynolds	-
S	Surface	m2
T	Température	°C
V	Volume	m3
v	Vitesse	m/s
ΔH	Perte de charge	Pa
ΔP	Pression manométrique (statique et dynamique)	Pa
ΔT	Différence de température	°C

Symboles	Significations	Unités
ρ	Masse volumique	Kg/m3
ß	Hauteur du soleil	°
Φ	Flux de chaleur	W
φ	Humidité relative	%
δ	Déclinaison solaire	-
ξ	Coefficient des pertes de charges singulières	-
v	Volume spécifique	m^3/kgas
λ	Conductivité thermique	W/m°C

Indices	Signification
a ,A	Air, Azimut
aext	Air extrait
ah	Air humide
an	Air neuf
ar	Air recyclé
ASH	Agents de Services Hospitaliers
BC	Batterie chaude
BF	Batterie froide
CTA	Centrale de traitement d'air
DAD	Détecteur Autonome Déclencheur
d	Diamètre
e	Extérieur, Eau, Equivalent
éc	Eclairage
f	Frigorifique
g	Global
h	Humide, hauteur du soleil
Hj	Hôpital de jour
HTTP	Hospitalisation temps plein
HV	Humidificateur à vapeur
i	Intérieur
inf	Infiltration
L	Latente, Linéaire
m	Massique, moyen, mélange, machine
occ	Occupant
Pi	Parois intérieur
Pe	Parois extérieur
Re	Reynolds
S	Soufflage, sensible, sèche
T	Total
u	Utile
v	Volume, vitrage, ventilateur, vapeur

Sommaire :

Remerciement……i

Dédicaces……...ii

Nomenclature……..…iii

Sommaire……..…vi

Introduction générale…….1

Chapitre 1 : Présentation du projet

1. Introduction……...3

2. Implantation géographique……..3

3. Capacité de l'ouvrage……...4

3.1. Personnel hospitalier …….....4

3.2. Patients…….....6

3.3. Hospitalisation…….....6

4. Présentation de l'ouvrage ……..……..…….7

4.1. Services d'hospitalisation et hôpital du jour/abri ambulance …….7

4.2. Services administratif et technique logistique……..……..7

4.3. Services biologie médicale, imagerie et pharmacie.……...……..…..…7

4.4. Bloc opératoire et le service chirurgie générale.…….…….…..8

5. Conditions extérieures…….……...….12

Chapitre 2 : Rappels sur le chauffage et la climatisation

1.Rappels sur les transferts thermiques …….13

1.1. Conduction……..13

1.2. Convection……...14

1.3. Transfert de chaleur par rayonnement……15

1.4. Rayonnement solaire……..17

a. Rayonnement global……17

b. Rayonnement Solaire absorbé…….....18

c. Rayonnement solaire réfléchi ou albédo…….18

1.5. Position du soleil et angles solaire…….18

a. Hauteur du Soleil…….…….19

b. Azimut solaire……19

c. Déclinaison solaire…….19

2. Besoins de l'occupant……...……...19

2.1. Confort thermique……..20

a. Zone de confort……..21

b. Conditions intérieures…….……...……...24

c. Impact de l'humidité relative dans un bâtiment ……...25

2.2. Qualité de l'air……25

2.3. Aération et ventilation……27

a. Ventilation naturelle…….28

b. Ventilation mécanique……..28

3. Processus de calcul des bilans estival, hivernal et de ventilation ……...30

3.1.Climatisation……...30

3.2.Chauffage……31

3.3.Ventilation……...32

Chapitre 3 : Bilans thermiques, Estival et hivernal

1. Données techniques relatives à la construction ……33

1.1. Evaluation des coefficients de transmission globaux…….…..35

2. Bilan thermique hivernal……...35

2.1. Application au projet…….36

2.2. Calcul de la puissance de chauffage……...……..37

2.3. Vérification réglementaire……38

3. Bilan thermique estival……...39

3.1. Application au projet……..39

3.2. Vérification réglementaire…….40

3.3. Calcul des apports total……..……43

Chapitre 4 : Calcul des installations de chauffage et de climatisation

1. Systèmes installés ……...44

1.1.Centrale de traitement d'air……....45

a. Simple flux……..…45

b. Double flux…….46

1.2. Rôles des divers éléments…….……48

a. Volet d'air neuf……..…48

b. Volet de reprise……..48
c. Caisson de mélange……..….48
d. Filtration……48
e. Batterie chaude……..50
f. Batterie froide……50
g. Batterie mixte……50
h. Humidificateur……..50
i. Pare gouttelette……..50
j. Volet incendie……50
k. DAD……50
l. Bloc Ventilateur…….…50
1.3. Production de l'eau glacée……....50
1.4. Production de l'eau chaude……...…51
2. Calcul aéraulique……51
2.1. Calcul des pertes de charge ……..…….52
a. Pertes de charge linéaire …….....52
b. Pertes de charge singulière …….....53
c. Pertes de charge Total……...53
2.2. Résumés des pertes de charges totales de chaque réseau de soufflage……..53
3. Calcul hydraulique……..……58
3.1. Diamètre hydraulique……58
3.2. Pertes de charge dans le réseau de tuyauterie…….58
a. Pertes de charge linéaire……...59
b. Pertes de charge singulière……...59
3.3. Résumés des pertes de charges totales de chaque réseau de tuyauterie……60
4. Organes de ventilation……64
4.1. Ventilateur……...64
a. Ventilo-convecteurs…...……64
b. Ventilateurs de soufflage……..……65
c. Ventilateurs d'extraction……..……65
4.2. Conduits……...66
4.3. Bouches terminales…….67
4.4. Entrée d'air et prise d'air neuf……..68
4.5. Sortie d'air vicié……..68

Conclusion générale ……...……..69

- **Bibliographie ……...…….70**
- **Annexes……71**

Introduction générale :

Un grand nombre d'hôpitaux en Algérie ont été construits ces dernières années et adaptés aux plus récentes exigences d'hygiène et de confort thermique. Certains établissements hospitaliers sont inaugurés et déjà en service, et d'autres en cours de construction.

L'évolution dans le domaine du chauffage, de la ventilation et de la climatisation permet de mieux répondre à la demande d'un confort thermique toujours plus exigent, ceci tant à l'avantage des malades que de l'équipe médicale. En effet, l'obtention des conditions optimales par la climatisation des locaux aide à la guérison des malades et facilite le travail du personnel.

Le bien-être des patients est la responsabilité des médecins et de l'équipe chirurgicale, mais aussi de la salle d'opération elle-même. Cela doit créer un climat de confiance et de sécurité pour le personnel et les patients, afin qu'il y aura des conditions optimales pour des opérations réussies et efficaces.

Les salles d'opération ont l'une des densités d'équipement les plus élevées dans les hôpitaux et demandent beaucoup d'énergie. Elles doivent être chauffées, ventilées, climatisées et éclairées en permanence afin d'offrir aux chirurgiens des conditions de travail optimales. Elles doivent être en plus maintenues sous surpression afin qu'aucun microbe ne pénètre et que le risque d'infection reste aussi faible que possible.

Ce présent manuscrit consiste en l'étude du chauffage, de la ventilation et de la climatisation du bloc opératoire de l'hôpital 60 lits Ouadhias, Tizi ouzou. Il comporte quatre chapitres répartis comme suit :

Le premier chapitre est consacré à la présentation du projet, hôpital 60 lits Ouadhias, Tizi ouzou. Sa localisation géographique, ainsi que les conditions météorologiques régnantes dans cette localité. Des conditions dont on aura besoin dans le troisième chapitre.

Dans le deuxième chapitre nous donnons des rappels sur le chauffage, la ventilation et la climatisation. A la fin de ce chapitre, une synthèse a été établies et toutes les procédures de calcul sont résumées et exposées sous forme d'organigrammes.

Dans le troisième chapitre, les bilans thermiques (estival et hivernal) du projet ont été exposés d'une manière globale puis comparés avec ceux de référence (confrontés avec la réglementation). Ce qui a été retenu dans ce chapitre est uniquement les résultats finaux. Pour les détails des calculs et des bilans, cette partie est mise dans les annexes.

Comme dernière partie, le quatrième chapitre est consacré aux dimensionnements des installations de chauffage, de ventilation et de climatisation.

Chapitre 1

Présentation du projet

Introduction :

L'Algérie a connu une amélioration notable dans le secteur de la santé publique depuis le début des années 2000, une certaine dynamique a été crée et beaucoup d'infrastructures ont été réalisées dans ce secteur. La wilaya de Tizi Ouzou a été également touchée par cette dynamique et ces progrès et sera renforcé par la mise en service, dans les prochains jours, d'une nouvelle structure. A savoir, un hôpital de 60 lits aux Ouadhias.

La mise en service de cette structure de santé de proximité permettra le désengorgement des établissements de santé, aussi bien de la périphérie que du CHU Nédir-Mohamed de la ville des Genêts. Le projet d'hôpital de 60 lits, situé à la sortie de la ville des Ouadhias sur la route d'Agouni Gueghrane, a été lancé il y'a sept ans de cela, plus précisément en mai 2014.

En effet, quelques services ont été ouverts à l'occasion des festivités entrant dans le cadre de la célébration du 5 juillet 2021. C'est le cas notamment des services des urgences, de la consultation et de la radiologie. L'ouverture hospitalière dont les travaux sont en phase de finition est attendue pour la fin de l'année 2021.

2. Implantation géographique :

L'ouvrage se situe à la ville des Ouadhias (30 kilomètres au sud de la ville de Tizi-Ouzou), dont les coordonnées géographiques sont : Altitude **450 m**, Latitude **36°33'00'' Nord,** Longitude **4° 4′ 60″ Est**. La **Figure I.1** représente une photographie de l'hôpital de ce projet, encore en phase de construction.

Cette structure hospitalière a été implantée dans cette région montagneuse pour améliorer la couverture sanitaire dans ce versant sud de la wilaya de Tizi Ouzou, dans le même ordre d'idées que les structures de santé de proximité (polyclinique et salles de soins) de toute la daïra qui ne prodiguent aux patients que quelques prestations très réduites, telles que les changements de pansements, les vaccins et les injections.

Figure I.1 :Photographie de l'hôpital 60 lits des Ouadhias.

3. Capacité de l’ouvrage :

3.1. Personnel hospitalier

Le personnel médical de l’hôpital des Ouadhias est constitué de pédiatres, de chirurgiens, de radiologues, de biologistes et de pharmaciens présents dans les différents services. Ils sont assistés par du personnel soignant composé d’infirmiers. Ils travaillent pour certaines pathologies avec des psychologues, psychomotriciens et diététiciens. Le secrétariat médical (administratif) est en charge de prendre les entrées et les encaissements dans les différents services de consultations et d’hospitalisations.

Le nettoyage des locaux et les repas sont assurés par les Agents de Services Hospitaliers (ASH). Le Tableau I-1 présente les effectifs à temps pleins au niveau du personnel médical et paramédical des services hospitaliers. Dans le secteur soignant, de nombreux employés travaillent à temps partiel

	personnel de jour				personnel de nuit
	médical	Paramédical	entretien	administratif	paramédical
Bloc opératoire	6	15.10	5.5	0	/
Soins intensifs	2	4.3	2	0.30	4.25
Réanimation	1.80	9.18	2	0.30	4.25
Consultation médecine	4.24	2.79	/	5	/
Hospitalisation Médecine	5.5	27.05	9.44	2.02	9.25
Consultations chirurgie	6.63	5.47	/	8	/
Hospitalisation chirurgie	4.80	22.04	6.84	1.5	5.50
Urgence	8	20.51	/	1	5.5

Tableau I-1 :Effectifs à temps plein du personnel médical, para médical et d'entretien pour différents services hospitaliers de l'hôpital des Ouadhias.

	Effectifs à temps plein
Administration et logistique	45.43
Radiologie	15.3
Laboratoire biomédical	19.79
Pharmacie	5.21
Service Technique	10
Médecine du travail	0.46

Tableau I-2 : Effectifs à temps plein du personnel médical et non médical des services administratifs, logistiques et médico-technique de l'hôpital des Ouadhias.

3.2. Patients

Les services de consultations reçoivent les enfants et adolescents de la naissance à 18 ans. Les rendez-vous sont à prendre auprès des secrétaires médicales, du samedi au jeudi de 9h à 17h. Les urgences fonctionnent 24h/24.

	taux occupation (%)	durée moyenne séjour (jour)
HTP médecine	70,19	4,15
HJ médecine	60,68	----
réanimation	41,78	4,26
soins intensifs	65,39	9,24
HJ chirurgie	72,31	----
Bloc opératoire	----	----
HTP Chirurgie OPH	22,37	1,93

Tableau I-3 :Activité de l'établissement : taux d'occupation et durée moyenne de séjour dans les services d'hospitalisation.

3.3. Hospitalisation

Les hospitalisations de médecine de jour sont la plupart du temps programmées. Selon les pathologies, les hospitalisations de jour sont prévues soit au 1er étage, à l'hôpital de jour conventionnel de médecine, soit au 2ème étage.

	places HTP				places HJ
médecine	blocs opératoire	Réanimation	soins intensifs	urgences	
	4	6	6	21	10
chirurgie	7				6

Tableau I-4 : Le nombre de places en hospitalisation temps plein (HTP) et hospitalisation de jour (HJ) pour les services de médecine, de chirurgie de l'hôpital.

4. Présentation de l'ouvrage :

L'ouvrage consiste en R+2 et un sous-sol (cf. Figure I.2). Les services présents dans l'hôpital peuvent être distingués au niveau des activités hospitalières et des services administratifs, logistiques et sanitaires (cf. Tableau I-5).

4.1. Services d'hospitalisation et hôpital du jour/abri ambulance :

Ils sont situés principalement sur trois étages (1^{er}, 2^{eme} et 3^{eme}).Au centre du service d'hospitalisation, la salle de soins regroupe le matériel nécessaire pour dispenser les soins aux différents patients. Elle comporte une table de soins, des armoires renfermant les produits usuels de soins, des chaises**.**

Les chambres de malade sont dans la majorité des chambres individuelles ou à deux lits. Toutes ces chambres disposent d'un coffre-fort, une cassette à quatre directions de diffusions de l'air, une salle de bains avec toilette et des placards individuels,

4.2. Services administratif et technique logistique :

Les services technique logistique et administratif de l'établissement sont situés principalement sur deux étages (en sous-sol et le 1^{er} Etage) et disposent d'un mobilier bureautique classique, des tables de bureau, des chaises, des armoires et des étagères.

4.3. Services biologie médicale, imagerie et pharmacie :

L'enceinte de l'établissement a la particularité de regrouper des activités complémentaires en RDC telles que l'imagerie médicale (échographie, radiologie, scanner et IRM), un laboratoire biologie médicale (biochimie, hormonologie, allergologie, immunologie, hématologie coagulation, immuno-hématologie, bactériologie- parasitologie-mycologie) et un laboratoire d'explorations fonctionnelles du système nerveux (électroencéphalographie (EEG) et électromyographie (EMG)).

La Pharmacie achète et met à disposition des prescripteurs les antibiotiques admis par le comité du médicament. Elle effectue le suivi et l'analyse des consommations d'antibiotiques par service de façon mensuelle et annuelle.

4.4. Bloc opératoire et le service chirurgie générale :

Ces services sont situés au 1er étage avec un sas entre eux, le bloc opératoire comporte des sas permettant le transfert du lit d'hospitalisation au lit du service bloc opératoire.

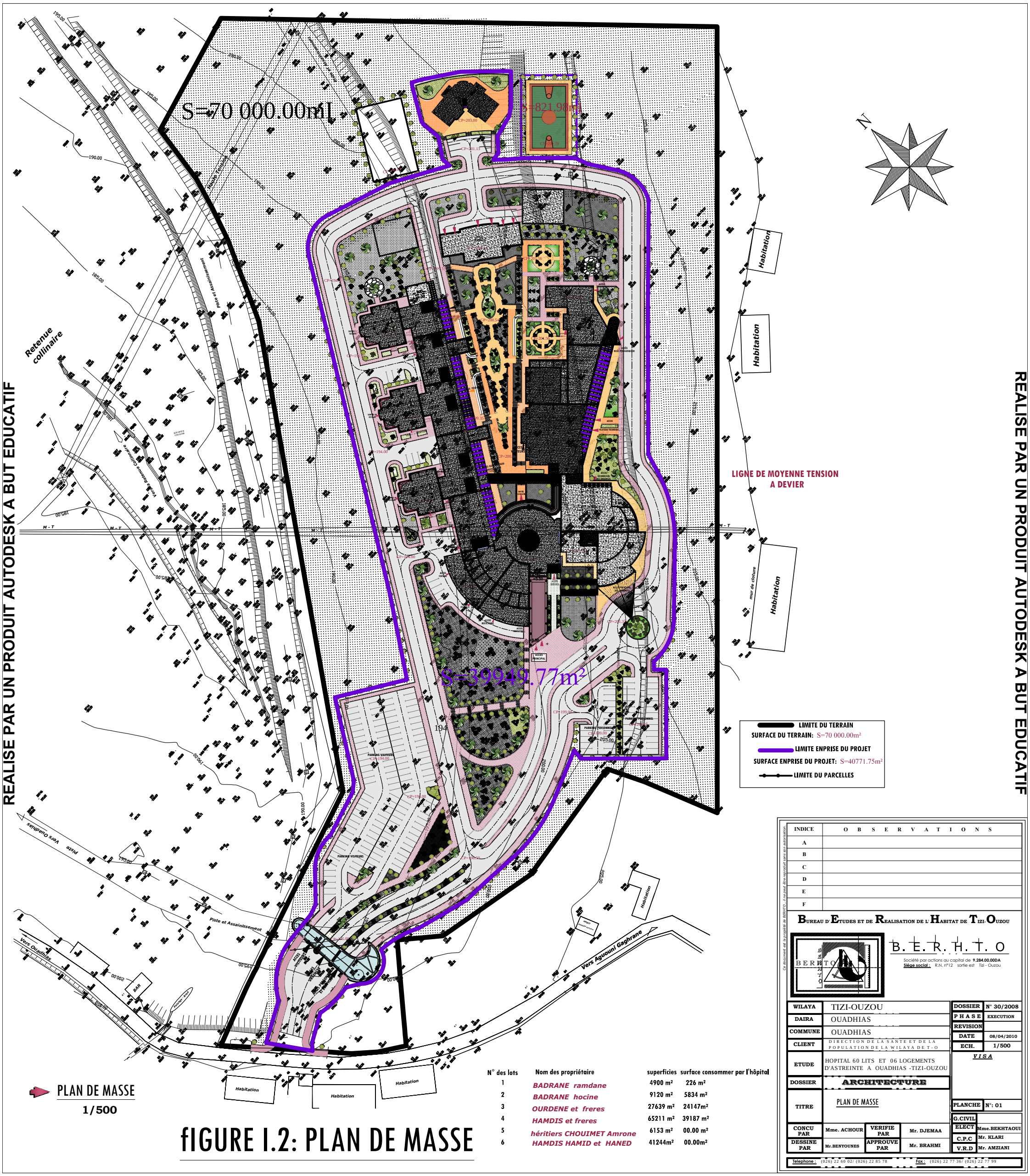
Pour des raisons d'hygiène les salles d'opération sont traitées thermiquement en surpression par rapport aux autres locaux, et tout le mobilier présent dans chaque salle d'opération est métallique : table d'opération, table de support du matériel chirurgical, poubelle mobile, des équipements opératoires (moniteur, écran, appareil de radiologie…)

Il a été classé zone à très haut risque infectieux, c'est pourquoi sa conception et son organisation sont spécifiques, faisant de lui un secteur particulier dans le but de prévenir toute possibilité d'infections.

Etage	Service	Niveau par rapport au sol (m)	Surface (m^2)
Sous-sol	Cuisine + Réfectoire	-5,10	648.64
	Service Technique et Logistique	-5,10	1346.25
RDC	Consultation Externe	00,00	1047.95
	Hôpital du jour/ Abri ambulance	00,00	682.65
	Plateau médico-technique	2,21	817.30
	Urgence	2,21	907.10
1er Etage	Hospitalisation	4,08	1758.45
	Administration	4,08	538.25
	Service Blocs Opératoires	6,29	644.35
	Service Chirurgie Générale	6,29	801.20
2eme Etage	Hospitalisation	8,16	1752.10

Tableau I-5 :Aménagement de l'établissement.

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF



PLAN DE MASSE
1/500

N° des lots	Nom des propriétaire	superficies	surface consommer par l'hôpital
1	BADRANE ramdane	4900 m²	226 m²
2	BADRANE hocine	9120 m²	5834 m²
3	OURDENE et freres	27639 m²	24147m²
4	HAMDIS et freres	65211 m²	39187 m²
5	héritiers CHOUIMET Amrone	6153 m²	00.00 m²
6	HAMDIS HAMID et HANED	41244m²	00.00m²

fIGURE I.2: PLAN DE MASSE

INDICE	OBSERVATIONS
A	
B	
C	
D	
E	
F	

Ce document est la propriété de BERHTO - il ne peut être reproduit sans son autorisation

BUREAU D'ETUDES ET DE REALISATION DE L'HABITAT DE TIZI-OUZOU

B.E.R.H.T.O

Société par actions au capital de 9.284.00.00DA
Siége social : R.N. n°12 sortie est Tizi - Ouzou

WILAYA	TIZI-OUZOU	DOSSIER	N° 30/2008
DAIRA	OUADHIAS	PHASE	EXECUTION
COMMUNE	OUADHIAS	REVISION	
CLIENT	DIRECTION DE LA SANTE ET DE LA POPULATION DE LA WILAYA DE T-O	DATE	08/04/2010
		ECH.	1/500
ETUDE	HOPITAL 60 LITS ET 06 LOGEMENTS D'ASTREINTE A OUADHIAS -TIZI-OUZOU	VISA	
DOSSIER	ARCHITECTURE		
TITRE	PLAN DE MASSE	PLANCHE	N°: 01
		G.CIVIL	
CONCU PAR	Mme. ACHOUR	VERIFIE PAR	Mr. DJEMAA
DESSINE PAR	Mr.BENYOUNES	APPROUVE PAR	Mr. BRAHMI
		ELECT	Mme.BEKHTAOUI
		C.P.C	Mr. KLARI
		V.R.D	Mr. AMZIANI

Telephone : (026) 22 60 02/ (026) 22 85 78 Fax : (026) 22 77 36/ (026) 22 77 99

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

Au sein de l'établissement, le bloc opératoire est un service clé et certainement l'un des plus emblématiques (cf. Figure I.3). En tant que pièce maîtresse du plateau technique. C'est le lieu où ils seront pratiqués des actes de haute technicité qui représentent souvent les « activités phare » de l'établissement.

La qualité de l'air au bloc opératoire est un sujet fréquent de débat pluridisciplinaire au sein de nos établissements de santé, la maîtrise de la qualité d'air est l'un des éléments de la prévention du risque d'infection du site opératoire, mais l'impact de cette mesure est difficile à quantifier au sein d'une stratégie multimodale de prévention.

Le confort thermique dans les hôpitaux en Algérie ne peut être obtenu que si la conception architecturale bioclimatique est prise en charge dans les projets, à cela s'ajoute l'intégration des matériaux de constructions de haute performances thermiques capables de répondre aux critères de conductivité et d'inertie thermique.

Dans notre étude, nous disposons de spécifications relatives aux installations de chauffage et de climatisation dans le bloc opératoire de l'hôpital 60 lits des Ouadhias. En conséquence. De nombreuses questions se sont posées à nous :

- Pourquoi maîtriser la qualité de l'air dans le bloc opératoire ?
- Quelles sont les sécurités sanitaires à prendre en compte ?
- Quel sont les solutions techniques ?

Les objectifs visés dans le cadre de cette étude sont de choisir un système de chauffage et de climatisation adapté pour le service du bloc opératoire. Ce choix se fondera sur des contraintes liées au site, des critères techniques et aussi sur les résultats issus des dimensionnements.

Avant tout commencement et commande des équipements de traitement d'air, on doit remettre impérativement en priorité les notes définitives de calculs d'apports, des déperditions et des débits d'air, etc.

Chirurgie Generale

VERS HOSPITALISATION

+6.29

Monte-Malades

Gaine Technique

Local Entretien S= 3.20 m²

Local Sale S= 5.35 m²

Dégagement Sceptique S= 24.35 m²

S= 12.50 m²

Salle

Salle d'Opération S= 35.80m²

de Stérilisation

Salle d'Opération S= 35.80 m²

Sas S= 02.45m²

Sas S= 5.70m²

Salle des Appareils S= 15.70m²

Laverie S= 4.85 m²

Salle Préanesthesie S= 8.80m²

Arsenal Stéril S= 7.15 m²

Arsenal Stéril S= 7.15 m²

Salle Préanesthesie S= 8.85 m²

Laverie S= 5.45 m²

CIRCULATION SERVICE S=23.20m²

Dégagement Asceptique S= 39.45 m²

R.D.C 4.08

Salle de Réveil et de Réanimation S= 50.00 m²

Linge Propre S= 4.45 m²

Vestiaire Femmes S= 5.70 m²

S= 6.90 m²

S= 6.70 m²

Vestiaire Hommes S= 6.05m²

POSTE D'OBSERVATION S= 9.95 m²

espace transit S=16.35 m²

Dégagement S= 45.80 m²

Poste de Contrôle S=09.75 m²

Linge Sale S=07.09m²

Monte-Malades

Salle du Personnel Médical S=21.18 m²

Salle des Comptes Rendus S=18.10 m²

Bureau Anesthésie S=19.60 m²

Bureau Infirmière Chef S=18.45 m²

Bureau Chirurgien Chef S=15.35 m²

Gaine Technique

Sas S=08.45 m²

BLOC OPERATOIRE

HALL S=47.40 m²

+5.29

Local Entretien S=1.55 m²

Vestiaire Hommes S=15.85 m²

Vestiaire Femmes S=15.95 m²

Local Entretien S=1.20m²

poste de controle S=15.70m²

R.D.C HALL / CONSULTATION 4.08

4.78

4.78

NIVEAU +6.29

INDICE	O B S E R V A T I O N S
A	
B	
C	
D	
E	
F	

Ce document est la propriété du BERETO. Il ne peut être reproduit sans son autorisation.

BUREAU D'ETUDES ET DE REALISATION DE L'HABITAT DE TIZI OUZOU

B. E. R. H. T. O

Société par actions au capital de 9.284.00.00DA
Siège social : R.N. n°12 sortie est Tizi - Ouzou

WILAYA	TIZI-OUZOU			DOSSIER	N° 30/2008
DAIRA	OUADHIAS			PHASE	EXECUTION
COMMUNE	OUADHIAS			REVISION	
CLIENT	DIRECTION DE LA SANTE ET DE LA POPULATION DE LA WILAYA DE T-O			DATE	08/04/2010
				ECH.	1/50
ETUDE	HOPITAL 60 LITS ET 06 LOGEMENTS D'ASTREINTES A OUADHIAS -TIZI-OUZOU			VISA	
DOSSIER	ARCHITECTURE				
TITRE	BLOC OPERATOIRE NIVEAU +6.29			PLANCHE	N°: 20
				G.CIVIL	
CONCU PAR	Mme. ACHOUR	VERIFIE PAR	Mr. DJEMAA	ELECT	Mme.BEKHTAOUI
DESSINE PAR	Mr.BENYOUNES	APPROUVE PAR	Mr. BRAHMI	C.P.C	Mr. KLARI
				V.R.D	Mr. AMZIANI

Telephone : (026) 22 60 02/ (026) 22 85 78 Fax : (026) 22 77 36/ (026) 22 77 99

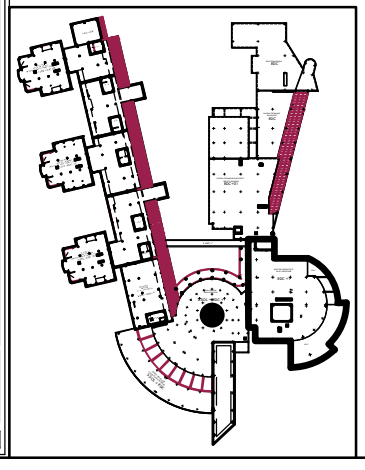


FIGURE I.3: BLOC OPERATOIRE

5. Conditions extérieures :

Selon le document technique réglementaire DTR C3.2/4 [N°1], le découpage administratif est celui en vigueur en avril 1998, la commune des Ouadhias se situe à la zone climatique B. Ainsi, les conditions extérieures de base sont données comme suit :

- Hiver :

- Température sèche : +2 °C
- Hygrométrie : 80 %
- Teneur en vapeur d'eau : 3.74 g_{H2O} / $kg_{Air\ Sec}$

- Eté :

- Température sèche : + 38 °C
- Hygrométrie : 30 %
- Teneur en vapeur d'eau : 12.5 g_{H2O} / $kg_{Air\ Sec}$

Dans le chapitre suivant nous présentons des rappels sur le chauffage et la climatisation. Nous donnons d'abord quelques notions sur les transferts thermiques. Nous décrirons ensuite les besoins de l'occupant concernant le confort thermique. Enfin nous présentons des organigrammes sur le processus de calcul des bilans estival, hivernal et de la ventilation.

Chapitre 2

Rappels sur le chauffage et la climatisation

Les installations de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC) sont destinées à contrôler la température, la qualité de l'air et parfois l'humidité pour apporter un environnement intérieur adapté à l'activité des occupants. Ces installations représentent une part importante de la consommation énergétique des bâtiments résidentiels et tertiaires. Le confort des bâtiments, l'efficacité énergétique, autant de sujets d'actualité qui nécessitent de connaitre les principes de base de la thermique pour mener à bien une démarche de développement durable dans le bâtiment, et pour cela dans ce deuxième chapitre nous parlerons sur ces principes ainsi que les besoins de l'occupant.

1. Rappels sur les transferts thermiques :

Dans les transferts thermiques on distingue trois modes. A savoir :

1.1. Conduction :

La conduction implique un contact physique entre les corps ou les parties des corps échangeant de la chaleur, elle permet un transfert de chaleur efficace à travers les solides opaques. Ainsi, au sein du milieu, ce mode d'échange tend à une distribution homogène de l'énergie cinétique moyenne de diverses particules par diffusion des zones où la valeur moyenne de cette énergie est élevée vers les zones où elle est plus faible.

La transmission de la chaleur par conduction est calculée d'après la loi de Fourier par la relation

Cas d'un mur

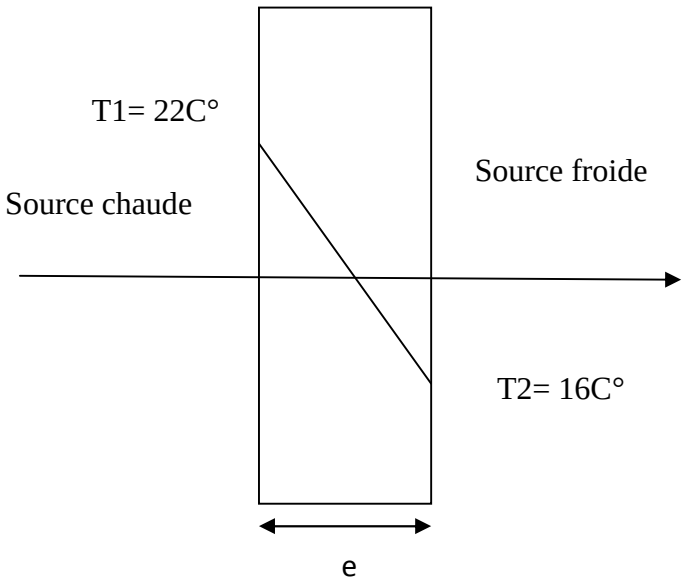


Figure II.1 : Exemple de transfert de chaleur par conduction.

$$\Phi_{cond} = -\lambda \, . \, S \, . \frac{dT}{dx} \qquad (2.1)$$

Avec : S : surface de l'élément considéré en (m^2).

dT/dx : la variation de la température par unité de longueur lorsqu'on se déplace dans la direction de propagation de la chaleur.

λ : conductivité thermique du matériau exprimé en (W/m.°C).

Plus la conductivité thermique est élevée, plus les matériaux conduisent facilement la chaleur. Au contraire les matériaux de faible conductivité thermique conduisent difficilement la chaleur et sont donc utilisés comme isolants.

1.2. Convection :

Il s'agit d'un mode de transfert de chaleur qui s'effectue grâce à un mouvement de matière dans un milieu liquide ou gazeux. Le mouvement du fluide peut être naturel ou forcé. Les mouvements, dus uniquement à des différences de température du fluide, constituent la convection naturelle, par contre la convection forcée est obtenue en soumettant le fluide à une action extérieure.

Au cours de ces mouvements, les fluides chauds transmettent de la chaleur aux fluides plus froids, le fluide chaud a donc tendance à s'élever et le fluide froid à descendre ce qui provoque des courants ascendants ou descendants.

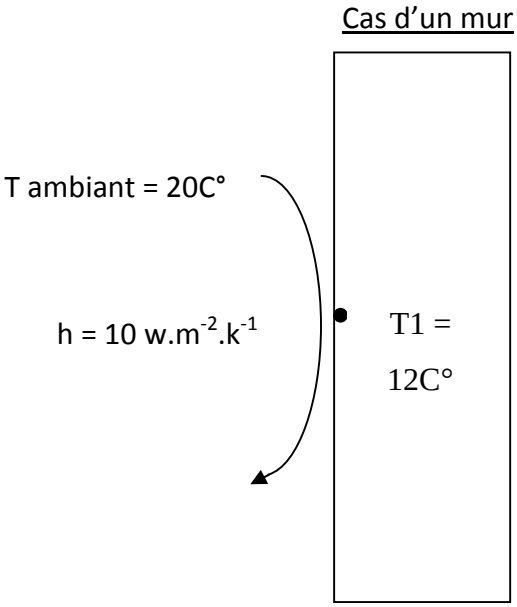


Figure II.2 :Transmission de la chaleur par convection.

Le flux de chaleur par convection est donné par la loi de Newton par la relation :

$$\phi_{conv} = h_c \cdot s \cdot (T_1 - T_2) \qquad (2.2)$$

Avec : ϕ_{conv} : Flux thermique par convection exprimé en (W).

S : Surface de l'élément considéré en (m²).

$(T_1 - T_2)$: Différence des températures intérieure et extérieure en (°C).

h_c : Coefficient de transmission thermique par convection exprimé en (W/m².°C) et qui dépend de la vitesse de circulation du fluide, sa nature et l'écart de température.

1.3. Transfert de chaleur par rayonnement :

Le rayonnement est un mode d'échange d'énergie par émission et absorption de radiations électromagnétiques. L'échange thermique par rayonnement se fait suivant le processus :

Émission : il y a conversion de l'énergie fournie à la source en énergie électromagnétique.

Transmission : la transmission de cette énergie électromagnétique se fait par propagation des ondes avec éventuellement absorption par le milieu traversé.

Réception : à la réception, il y a conversion du rayonnement électromagnétique incident en énergie thermique (absorption).

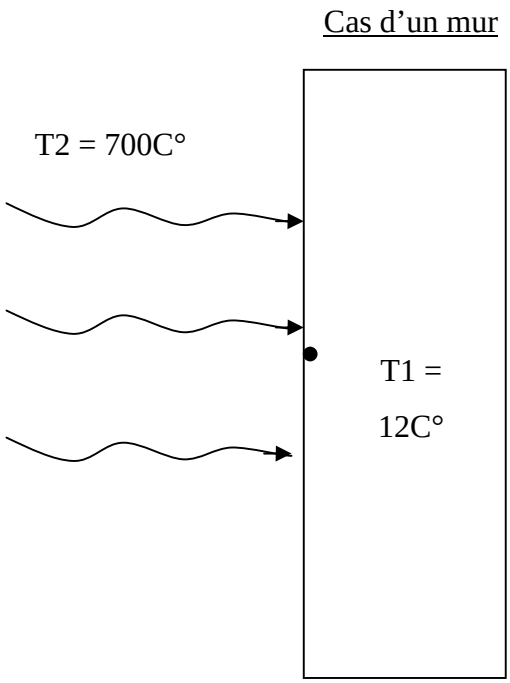


Figure II.3 : Transmission de chaleur par rayonnement d'un mur

D'après la loi de Stefan-Boltzmann, le flux de chaleur échangé par rayonnement entre les deux surfaces peut s'écrire :

$$\mathbf{\Phi_{R}} = \sigma . \varepsilon . s . (\mathbf{T_s^4} - \mathbf{T_a^4}) \qquad (2.3)$$

Avec : $\mathbf{\Phi_R}$:Flux thermique par rayonnement exprimé en (W),

s : Surface d'échange en (m^2),

ε : Facteur d'émission ou émissivité du matériau,

σ : Constante de Stefan-Boltzmann qui est égale à 5,67.$\mathbf{10^{-8}}$ W/m^2.$\boldsymbol{K^4}$,

$\boldsymbol{T_S}$: Température de la surface du mur en Kelvin (K),

$\boldsymbol{T_a}$: Température ambiante en Kelvin (K).

1.4. Rayonnement solaire :

Le rayonnement solaire est une énergie produite par le soleil à la suite de réactions de fusion thermonucléaire qui dégage une très grande quantité d'énergie, source de la plupart des énergies disponibles sur Terre et exploitable pour la production d'électricité. Il se divise en deux composantes ; on distingue :

Le rayonnement direct (I_t) qui est constitué par la proportion de rayonnement initial et qui parvient jusqu'à la surface de la terre,

Le rayonnement diffus (I_d) 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.

a. Rayonnement global (G) :est la somme du rayonnement direct et diffus, c'est le rayonnement incident émis par le soleil sur une surface donnée.

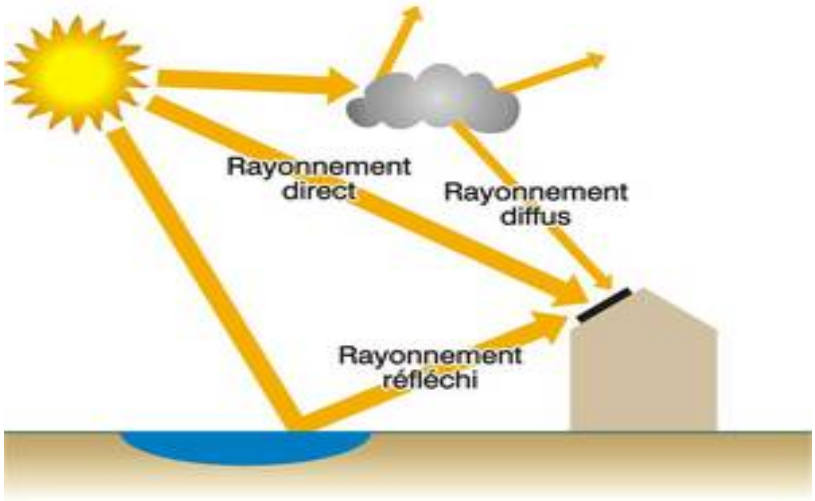


Figure II.4 : le rayonnement total reçu sur une surface.

On peut écrire la relation suivante :

$R_G = I_d + I_t \cdot sin\ h$ (2.6)

Où:

R_G : Le rayonnement solaire global en W/m²;

I_d: Le rayonnement solaire diffus en W/m²;

I_t : Le rayonnement solaire direct en W/m²;

h : la hauteur du soleil en degré (°C).

b. Rayonnement solaire absorbé :est la fraction de rayonnement solaire absorbée par les composants gazeux de l'atmosphère. Elle est due essentiellement à la vapeur d'eau, à l'ozone, au dioxyde de carbone et, à un degré moindre, à l'oxygène.

c. Rayonnement Solaire Réfléchi ou albédo :

L'albédo de la surface définit le pourcentage de réflexion du rayonnement. Ce dernier se propage à la vitesse de la lumière. Il lui faut donc, en moyenne, 499 secondes, soit 8 minutes et 19 secondes, pour atteindre notre atmosphère.

1.5.Position du soleil et angles solaires :

Pour bien comprendre et utiliser l'influence du soleil dans le choix et le traitement d'un site, il faut connaître à tout instant la position du Soleil dans le ciel. Cette information est indispensable pour le calcul des apports thermiques, pour le choix de l'exposition d'un immeuble, l'implantation de systèmes actifs solaires. L'énergie solaire qui arrive sur la surface d'une construction dépend de nombreux facteurs, dont les principaux sont : la hauteur du soleil (ß), l'azimut solaire (a) et la déclinaison (δ).

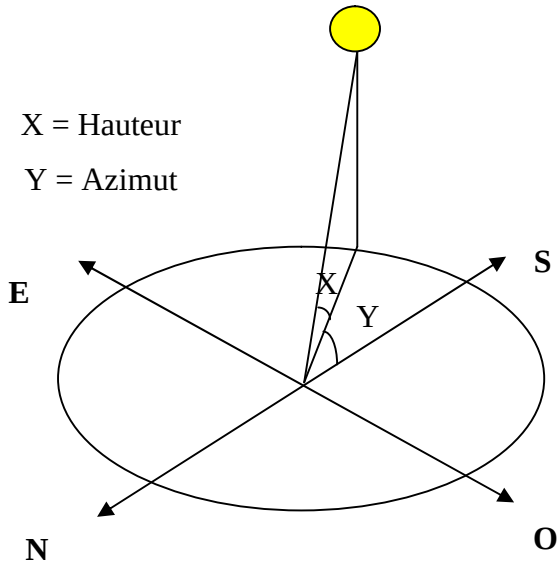


Figure II.5 : Schéma mouvement apparent du soleil.

a. Hauteur (ß) du Soleil : Est l'angle que fait la direction du Soleil avec le plan horizontal. Elle se compte de 0° à 90° à partir de l'horizon vers la voûte céleste. Sa formule est donnée comme suit:

$$\text{Sin (b)} = \text{Sin (L).Sin } (\delta) + \text{Cos (L).Cos } (\delta).\text{Cos } (\omega) \quad (2.7)$$

avec : L (en degrés) latitude est une donnée comprise entre -90° et 90°,
δ (en degrés) est la déclinaison solaire,
ω (en degré) est l'angle horaire, il est donne par la formule suivante :
ω = 0,25 × (minutes séparant l'instant donné de Midi Solaire).

b. Azimut solaire (A) : est l'angle créé entre le plan vertical passant à la fois par le Soleil et par le lieu considéré, et le plan vertical N-S. Cet angle vaut 0° au sud et est conventionnellement positif vers l'ouest et négatif vers l'est.

L'azimut solaire est donné par la formule suivante :

$$\text{Cos}(A) = \frac{\text{Sin}(ß)\,.\,\text{Sin(L)} - \text{Sin}(\delta)}{\text{Cos}(ß)\text{Cos(L)}} \quad (2.8)$$

avec : ß (En degrés) représente la hauteur du soleil,
L (en degrés) représente la latitude du lieu considéré,
δ (en degrés) représente la déclinaison solaire.

c. Déclinaison solaire (δ) :

La terre tourne autour d'elle-même, l'axe de rotation a une inclinaison de 23.45° par rapport au plan orbital terre-soleil. L'angle entre la ligne terre-soleil (à partir de leurs centres) et le plan équatorial est appelé déclinaison solaire. Elle varie de -23.45° le 21 Décembre à +23.45° le 21 Juin. Sa formule s'écrit comme suit:

$$\delta = (23{,}45)\ .\sin\left[\!\left[360(284+n)/365\right]\!\right] \quad (2.9)$$

avec *(n) :* le jour dans l'année compté à partir du 1er janvier.

2. Besoins de l'occupant :

La définition du bien-être thermique est complexe. Elle varie d'une personne à une autre. Chaque individu, en fonction de son métabolisme, de sa culture, mais aussi de ses ressentis visuels, tactiles et psychologiques appréciera différemment le même environnement.

La notion de confort thermique est le plus souvent appliquée à l'être humain bien qu'elle puisse s'appliquer à tout être vivant. En effet, l'activité métabolique assurant les fonctions vitales, n'est possible que dans une certaine plage de température qui varie d'un espace à un autre. Il existe cependant des conditions d'ambiance optimales qui seront ressenties par l'individu comme celle d'un état de confort thermique.

2.1. Confort thermique :est défini comme un état de satisfaction du corps vis-à-vis de l'environnement thermique. Il est assuré par un équilibre entre l'homme et l'ambiance.

Dans les conditions habituelles, l'homme assure le maintien de sa température corporelle autour de 36,7 °C. Cette température est en permanence supérieure à la température d'ambiance. Donc un équilibre doit-il être trouvé afin d'assurer la diffusion de chaleur entre l'individuet l'ambiance.

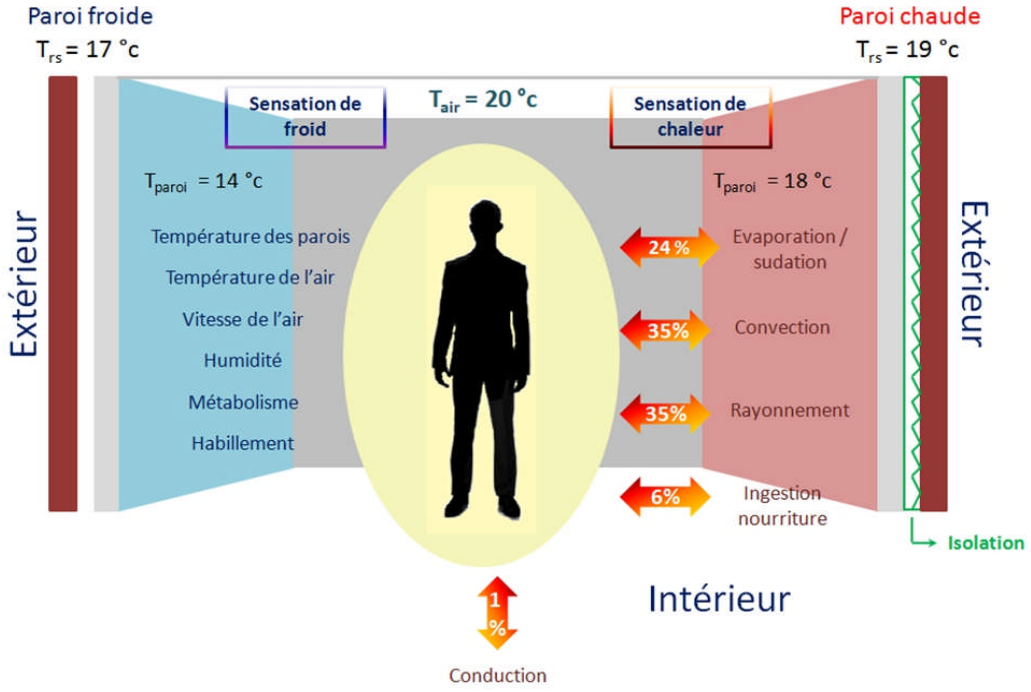


Figure II.6 : Diffusion de chaleur entre l'individu et l'ambiance.

Tel qu'illustré à la figure II.6, la diffusion de chaleur entre l'individu et l'ambiance s'effectue selon divers mécanismes :

- Plus de 50 % des pertes de chaleur du corps humain se font par convection avec l'air ambiant (convection et évaporation par la respiration ou à la surface de la peau).
- Les échanges par rayonnement à la surface de la peau représentent jusqu'à 35 % du bilan alors que les pertes par contact (conduction) sont négligeables (< 1 %).
- Le corps perd également 6 % de sa chaleur à réchauffer la nourriture ingérée.

Pour un confort optimal nous devons prendre en considération les paramètres suivants :

- Le métabolisme, qui est la production de chaleur interne au corps humain permettant de maintenir celui-ci autour de 36,7°C;

- L'habillement, qui représente une résistance thermique aux échanges de chaleur entre la surface de la peau et l'environnement;

- La température ambiante de l'air (Ta);

- La température moyenne des parois (Tp);

- L'humidité relative de l'air (HR);

- La vitesse de l'air, qui influence les échanges de chaleur par convection

a. Zone de confort :

L'un des rôles de l'habitat est de minimiser ces échanges, c'est-à-dire de protéger le corps humain contre les agressions du climat. De nombreuses recherches ont été menées sur ce thème, dont les plus exploitées et les plus récentes sont, entre autres, celles de Fanger (1994), où il prend en considération le facteur de l'acclimatation et fait intervenir l'indice PPD (pourcentage des personnes non satisfaites) et l'indice PMV (vote moyen prévisible). Leurs expressions sont les suivantes :

PMV= (0.303.exp (-0.036.M) +0.028).S (2.10)

PPD= 100-95.exp [(0,03353.PMV^4+0,2179.PMV^2)] (2.11)

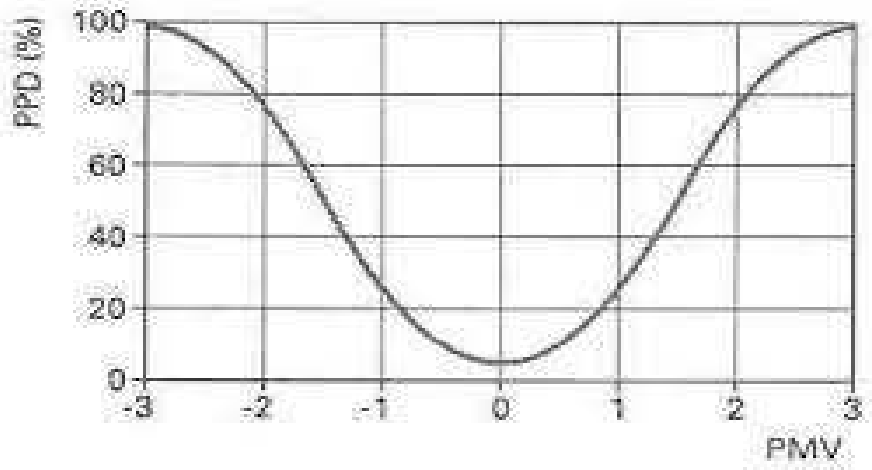


Figure II.7 : Illustration PMV-PPD [3].

Afin de déterminer les zones de confort thermique, la méthode se base sur l'indice de vote moyen prévisible (PMV) qui est utilisé pour donner l'avis moyen d'un groupe important de personnes. Ces personnes exprimeraient un vote de sensation de confort thermique en se référant à l'échelle suivante :

On considère que la zone de confort thermique s'étale de la sensation de légère fraîcheur (-1) à la sensation de légère chaleur (+1), soit de -1 à +1 (cf. tableau II-1)

3	chaud
2	tiède
1	légèrement tiède
0	neutre
-1	légèrement frais
-2	frais
-3	froid

Tableau II-1: Échelle de jugement subjectif.

La figure en-dessous considère le sentiment de confort thermique exprimé par les sujets eux-mêmes. Il s'agit de pourcentages prévisibles d'insatisfaits (PPD), exprimés sur l'axe vertical, pour des personnes au repos en position assise ou pour des personnes effectuant un travail léger**.**

Il est impossible de définir une température qui convienne à tous : il reste au mieux 5 % d'insatisfaits !

Il est intéressant de constater que la courbe des sujets au repos est centrée sur 26 °C, et quelle est plus resserrée : ces personnes sont plus sensibles à de faibles variations de température.

La courbe représentant le travail léger glisse vers les basses températures : les personnes ayant plus de chaleur à perdre préfèrent des températures plus basses.

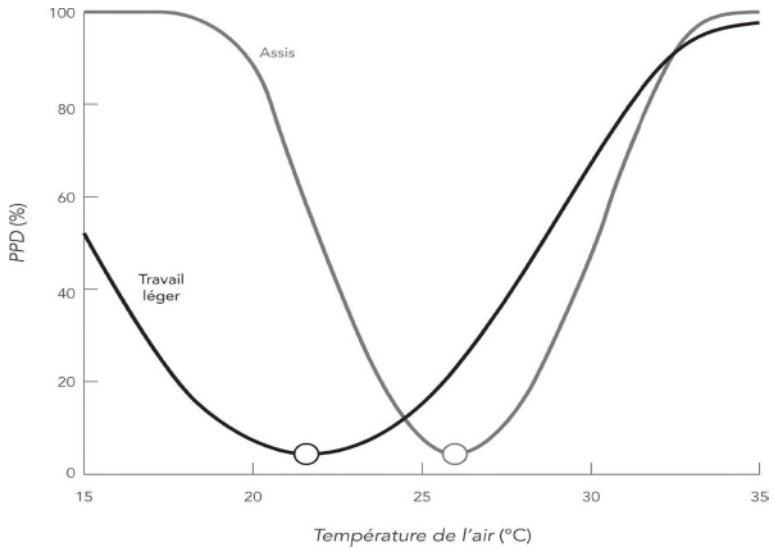


Figure II.8 : PPD des personnes au repos et des personnes en travail léger [3].

Le confort est mesuré par le taux d'insatisfaction des occupants : si la proportion d'insatisfaits est faible, le confort est jugé acceptable. D'autres méthodes y ont été faites ayant pour objectif de déterminer les zones de confort.

Parmi ces méthodes, Une basée sur un diagramme bioclimatique (Carrier) mettant en évidence la zone du confort humain en relation avec la température d'air ambiant et l'humidité. Ce diagramme est présenté à la figure II.9

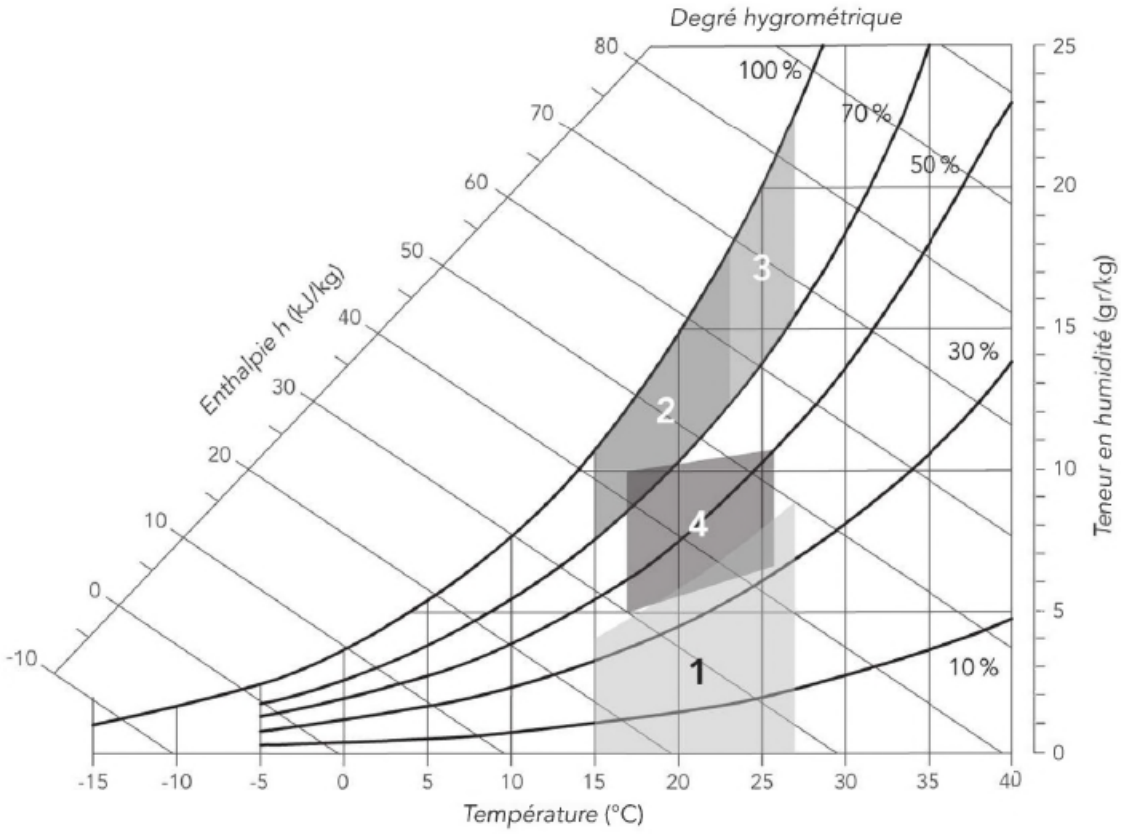


Figure II.9 : Diagramme représente la zone de confort [3].

Zone 1 : à éviter vis-à-vis des problèmes de sécheresse.

Zones 2 et 3 : à éviter vis-à-vis des développements de bactéries et de microchampignons.

Zone 3: à éviter vis-à-vis des développements d'acariens.

Zone 4 : Polygone de confort hygrothermique.

Le diagramme de Carrier permet de connaître les propriétés de l'air en dispensant des calculs. C'est un outil très pratique et efficace pour :

- Diagnostiquer la qualité de l'air.
- Suivre les évolutions des propriétés de l'air en cours de traitement

b. Conditions intérieures :

Afin d'évaluer les exigences physiologiques du confort et déterminer les techniques, ainsi que les dispositifs architecturaux à appliquer pour atteindre un bon confort intérieur dans un bâtiment en se basant toujours sur les conditions climatiques intérieures.

Les conditions intérieures des milieux hospitaliers sont difficiles à définir. En effet, ce type de climatisation sert essentiellement de créer à l'intérieur des blocs opératoires des conditions optimales obéissant à des normes techniques, technologiques (et de confort) précises et rigoureuses.

Dans ce présent projet, il est préconisé, selon le cahier de charge, de garantir les conditions suivantes :

Eté		Hiver		
T (°C)	HR %	T (°C)	HR %	surpression/dépression
25	50	20	50	+15 Pa

Tableau II-2: Conditions intérieures de base.

c. Impact de l'humidité relative dans un bâtiment :

L’humidité a relativement peu d’impact sur la sensation de confort. Ainsi, un occupant peut difficilement ressentir s’il fait 40 % ou 60 % d’humidité relative dans son bureau.

L’inconfort n’apparaît que lorsque :

- l’humidité relative est inférieure à 30 % ;
- l’humidité relative est supérieure à 70 %.

De faibles niveaux d’humidité (inférieur à 30 %) donnent lieu à certains problèmes : augmentation de l’électricité statique, gêne et irritation accrue à la fumée de tabac, augmentation de la concentration en poussières dans l’air, etc.

De hauts niveaux d’humidité (au-delà de 70 %) donnent lieu à une croissance microbienne importante et à des condensations sur les surfaces froides.

2.2. Qualité de l’air :

La qualité de l’air intérieur peut être modifiée par des sources de pollution multiples. Ces sources peuvent provenir à la fois des activités des occupants des locaux, des matériaux de construction du bâtiment, des équipements de ce bâtiment (ventilation, mobilier…) mais aussi de l’air extérieur. Des polluants peuvent donc être trouvés dans l’air intérieur et des interactions peuvent exister entre eux et leur environnement ce qui rend la problématique de l’air intérieur complexe.

Les sources de pollution de l’air intérieur externes et internes sont multiples. Afin d’améliorer la qualité d’air intérieur il est essentiel de limiter les émissions de polluants, en contrôlant les sources. L’identification des sources permet de mieux contrôler les émissions.

3. Processus de calcul des bilans estival, hivernal et de ventilation :

3.1. Climatisation

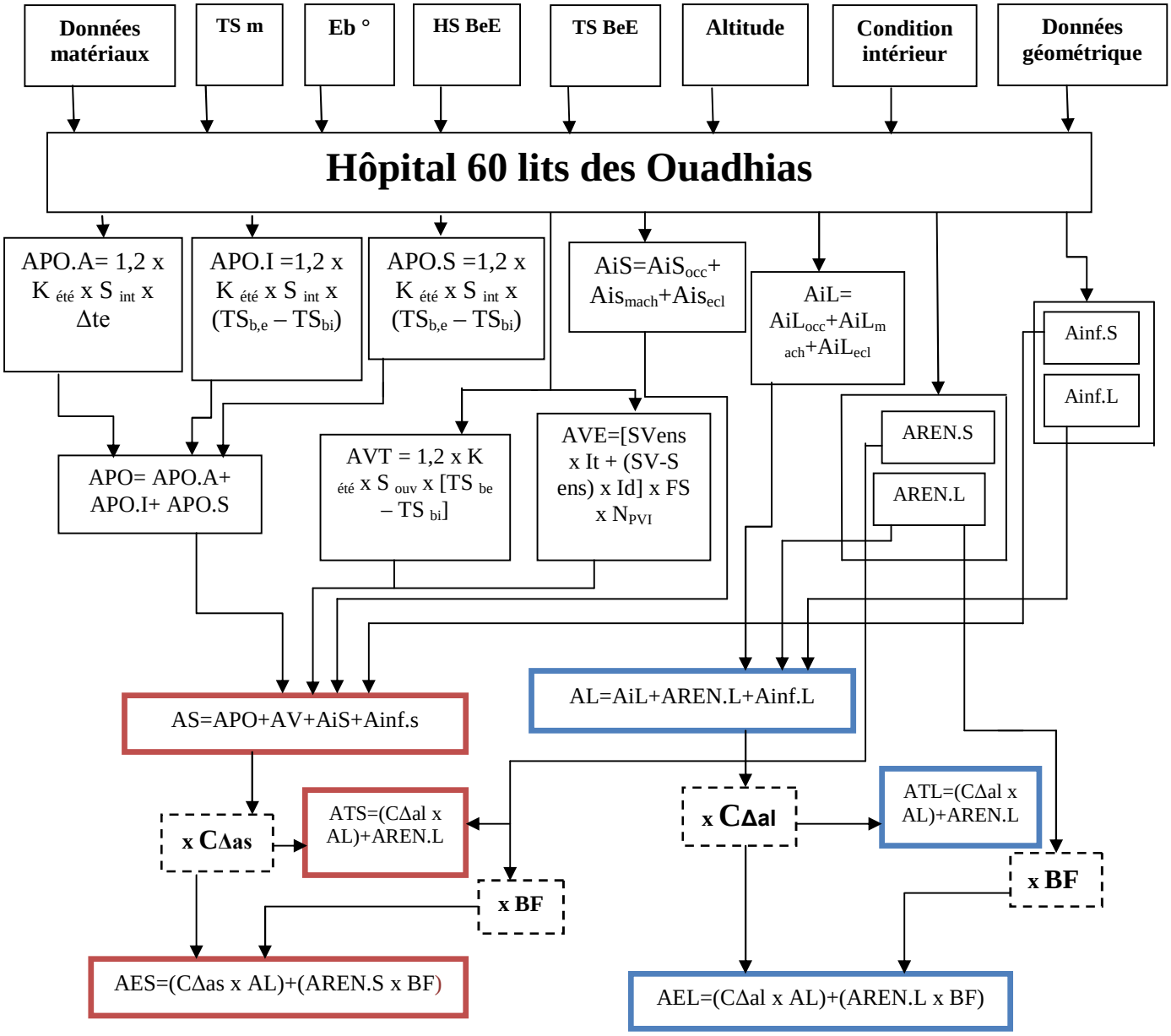


Figure II.14: Organigramme général de climatisation

3.2.Chauffage

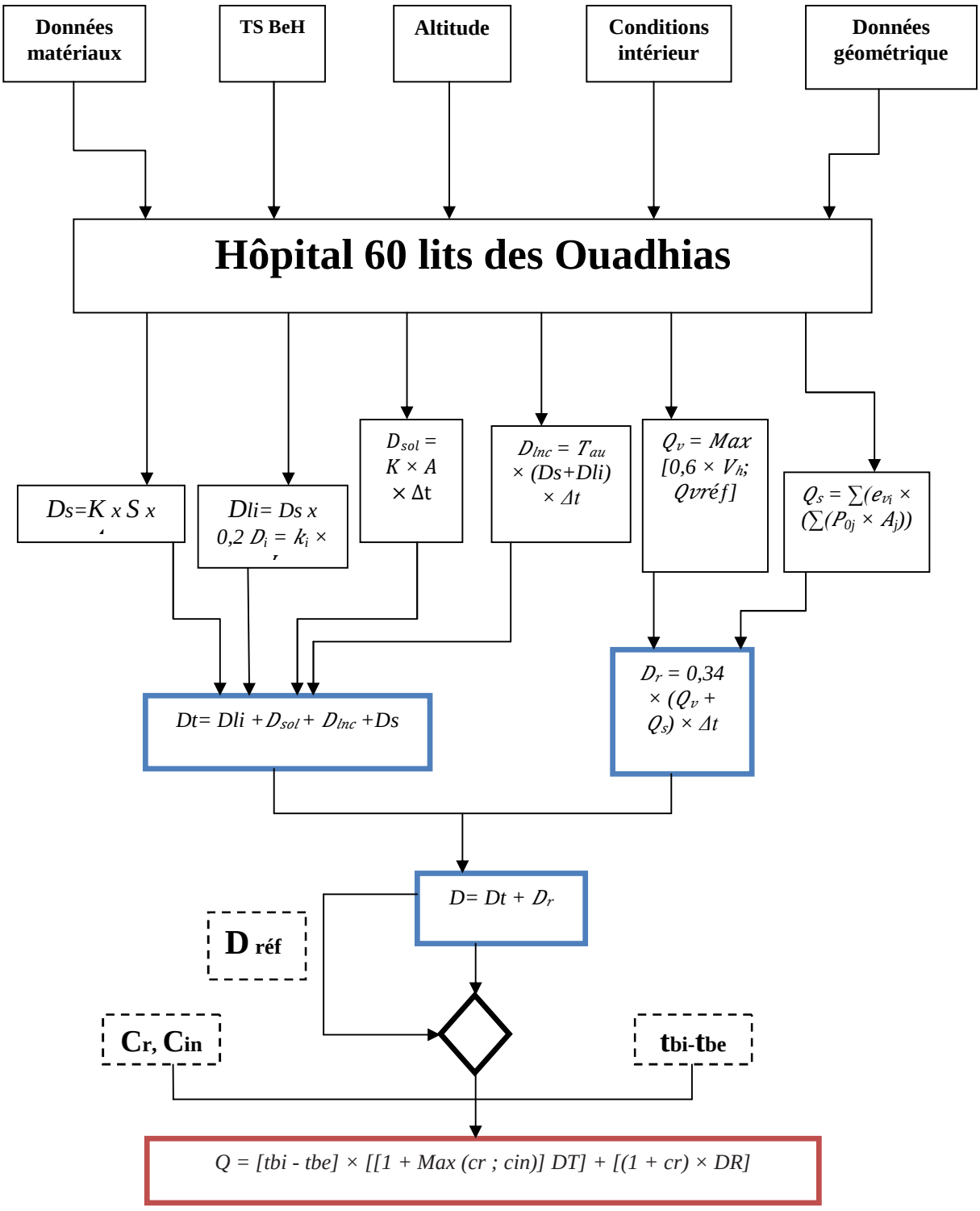


Figure II.15: Organigramme général de chauffage

3.3. Ventilation :

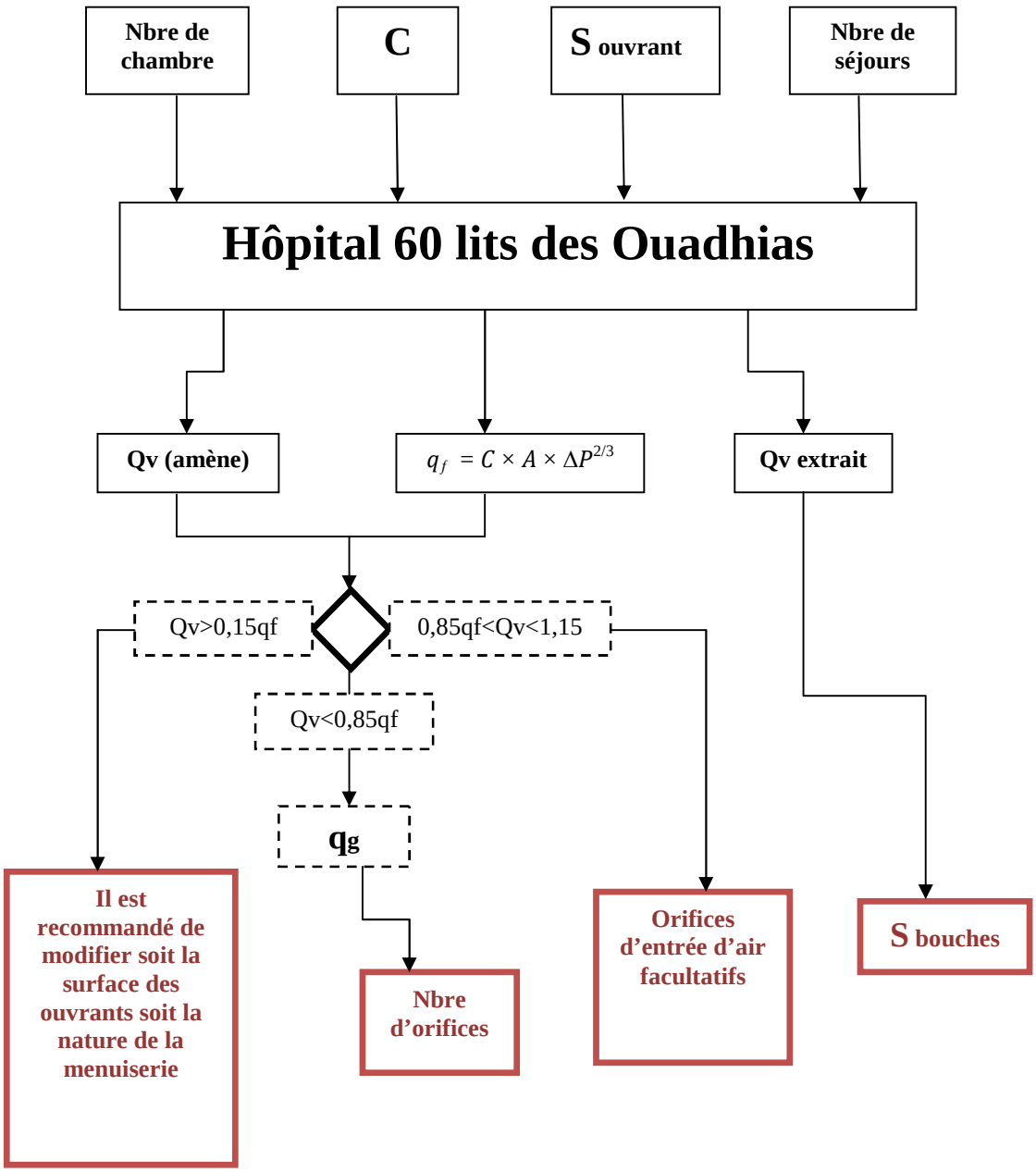


Figure II.16: Organigramme général de la ventilation

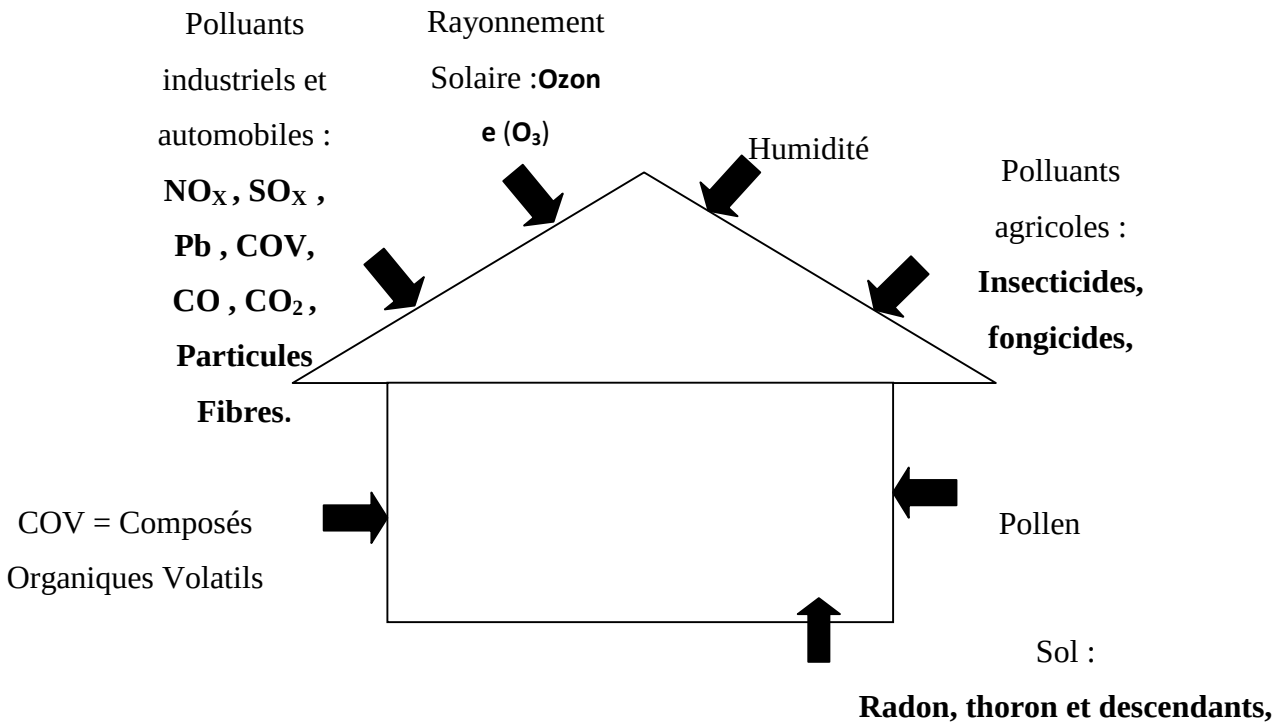


Figure II.10 : Les sources de pollution externes.

Les sources de pollution de l'air intérieur sont à la fois issues de l'intérieur et de l'extérieur des bâtiments. Parmi les principales sources externes, on identifie l'ozone, les polluants industriels et automobiles, l'humidité, les polluants agricoles, le pollen.

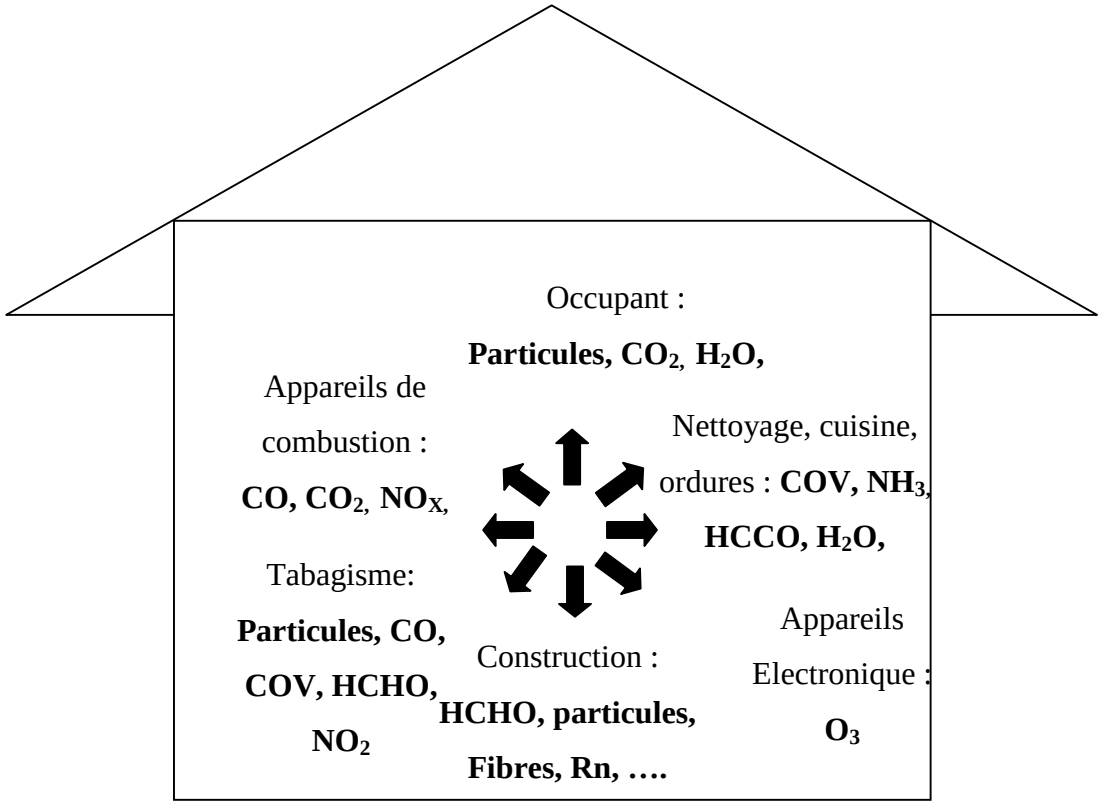


Figure II.11 : Les sources de pollution internes.

Les sources internes sont multiples, on distingue les polluants issus directement de l'occupant, de ses ordures des appareils électriques et de combustion qu'il utilise dans son quotidien aussi de la construction en elle-même et les produit de son entretien et de nettoyage. La figure II.11 résume l'ensemble des polluants issus des sources internes.

2.3. Aération et ventilation :

Le but de l'aération est d'assurer un environnement intérieur confortable, maintenant les occupants en bonne santé. Un air sans cesse renouvelé à l'intérieur des bâtiments est nécessaire, non pour assurer l'apport d'oxygène indispensable à la vie, mais surtout pour éliminer au fur et à mesure les divers polluants générés dans le bâtiment et qui rendent l'atmosphère malodorante et toxique.

Par ailleurs, la ventilation est intéressante car d'une part, elle peut apporter de la fraicheur si l'air extérieur est plus froid que l'air intérieur ; d'autre part, elle permet un mouvement d'air qui joue sur le confort thermique car il accroît les échanges thermiques entre

le corps et l’air ambiant par convection et par évaporation de la sueur. On distingue deux modes de ventilation :

a. Ventilation naturelle :

Dans la littérature, la ventilation naturelle est définie comme étant le mouvement d'air qui s'effectue à travers un espace sans l'influence d'appareillage mécanique. L’écoulement naturel d'air (cf. figure II.12) repose sur les effets du vent et les variations de la densité de l'air dus aux différences de températures, elle est considérée comme principe de rafraîchissement passif.

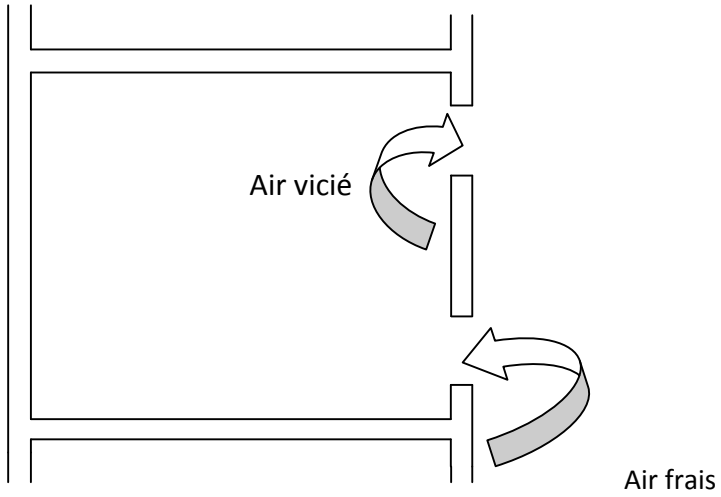


Figure II.12 :Principe de la ventilation naturelle.

b. Ventilation mécanique :

La ventilation mécanique (ou artificielle) est destinée à suppléer de façon totale ou partielle une ventilation absente ou inefficace. La ventilation mécanique désigne tous les dispositifs comportant au moins un équipement motorisé d'évacuation ou d'insufflation forcée d'air frais.

Le principe général de la ventilation mécanique contrôlée (VMC) consiste à prévoir des entrées d'air frais dans les pièces principales dites « sèches » (séjour, chambre, bureau…) et d'évacuer l'air vicié des pièces techniques dites « humides » (cuisine, salle de bains, W.C).

Une fois dans l’habitat, l’air circule des pièces principales vers les pièces techniques grâce aux passages d’air (détalonnage) des portes intérieures. Cette circulation d’air est lente et permanente (cf. figure II.13).

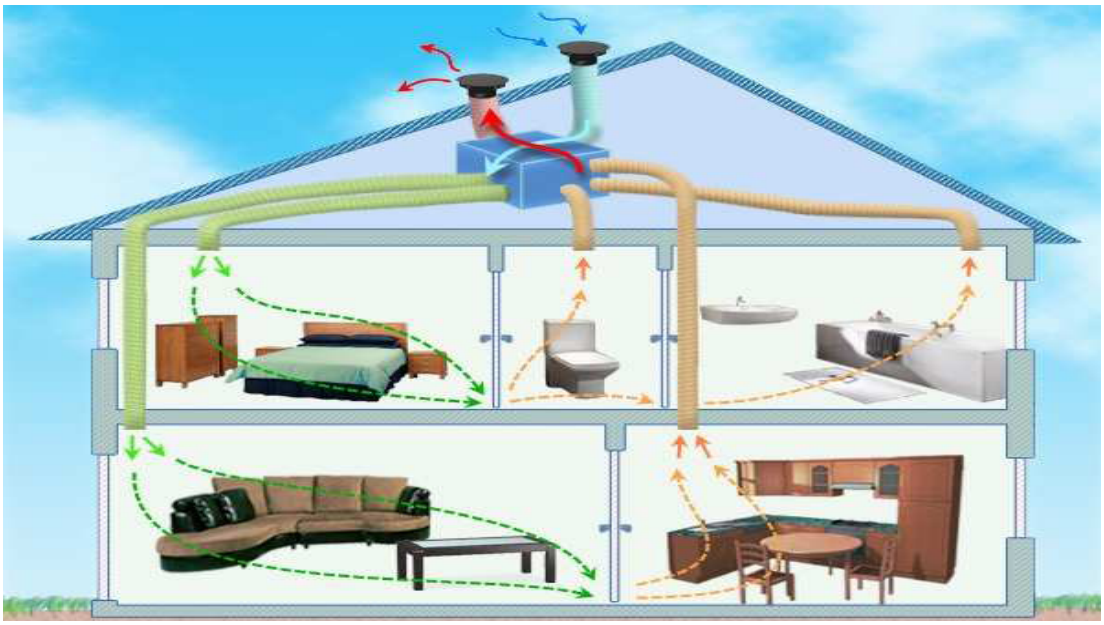


Figure II.13 : Ventilation mécanique.

L’extraction de l’air vicié se fait au moyen des bouches, situées sur les murs ou au plafond raccordé par des conduites souples à un groupe d’extraction motorisé souvent installé dans les combles de l’habitation. L’air vicié est rejeté à l’extérieur.

Dans une telle étude, il est primordial de présenter la méthode de calcul. Ici dans notre cas, en se référant aux DTR C3-2/4 et C3-31 (cf. Annexes 1, 2 et 3), les processus de calcul sont résumés et présentés sous forme d’organigrammes (cf. Figures II. 14, 15 et 16) où les bilans thermiques sont synthétisés et présentés d’une manière générale. C'est-à-dire, les formules capitales de calcul sont présentées dans chaque étape de processus. Pour les cas spéciaux, le lecteur peut se référer aux DTR [1, 2] ou aux annexes (1, 2 et 3).

CHAPITRE 3

Bilans thermiques, Estival et hivernal

Le calcul des charges thermiques est la base de toute étude de chauffage et de climatisation, il permet de connaitre l'influence et l'importance des contraintes de l'environnement extérieure sur le confort et sur l'économie du bâtiment. La plupart de ces informations peuvent être déterminées à partir des plans et des spécifications techniques du dossier (cahier des charges). L'objet de ce chapitre est de présenter les étapes d'un bilan thermique estival et hivernal.

1. Données techniques relatives à la construction :

Dans le tableau qui suit, nous mentionnerons les différents composants de chaque paroi, leurs épaisseurs, la valeur de leurs conductivités thermiques, leurs masses volumiques ainsi que leurs masses surfaciques et les résistances thermiques correspondantes.

Désignation	Composition	Epaisseur e (m)	Conductivité thermique λ (W/m°C)	Masse volumique ρ (kg/m3)	Masse surfacique ms(kg/m2)	Resistance utile (m².°C/W)
plancher bas	entrevous	0,2	0,16	2200	22	1,25
	béton	0,05	1,5	900	135	0,0333333
	mortier	0,01	1,15	1	0,05	0,0086957
	dalle de sole	0,01	1,3	900	90	0,0076923
	mortier	0,015	1,15	2200	22	0,0130435
	plâtre	0,01	0,35	875	17,5	0,0285714
plafond	béton	0,05	1,5	2200	22	0,0333333
	entrevous	0,2	0,16	2350	470	1,25
	mortier	0,01	1,15	900	90	0,0086957
	dalle de sole	0,01	1,3	2200	22	0,0076923
	lame d'air	0,8	0,26	875	17,5	3,0769231
	mortier	0,015	1,15	875	17,5	0,0130435
	ba13	0,013	0,35	875	17,5	0,0371429

Tableau III-1: Caractéristiques des différents matériaux de construction utilisés(à suivre).

Désignation	Composition	Epaisseur e (m)	Conductivité thermique λ (W/m°C)	Masse volumique ρ (kg/m3)	Masse surfacique ms(kg/m2)	Resistance utile (m².°C/W)
Mur à double cloison (ext)	mortier	0,02	1,15	2200	22	0.01739
	brique	0,15	0,30	900	135	0.5
	lame d'air	0,05	0,26	1	0,05	0.1923
	brique	0,1	0,20	900	90	0.5
	mortier	0,02	1,15	2200	22	0.01739
	plâtre	0,01	0,35	875	17,5	0.02857
Mur à double cloison (béton+brique) (ext)	mortier	0,02	1,15	2200	22	0.01739
	béton armé	0,2	1,5	2350	470	0.01333
	brique	0,1	0,20	900	90	0.5
	mortier	0,02	1,15	2200	22	0.01739
	plâtre	0,01	0,35	875	17,5	0.02857
Mur à double cloison (int)	plâtre	0,01	0,35	875	17,5	0.01304
	mortier	0,015	1,15	2200	22	0.5
	brique	0,1	0,20	900	90	0.1923
	lame d'air	0,05	0,26	1	0,05	0.5
	brique	0,1	0,20	900	90	0.1923
	mortier	0,015	1,15	2200	22	0.5
	plâtre	0,01	0,35	875	17,5	0.01304
Mur a simple cloison 1 (int)	plâtre	0,01	0,35	875	17,5	0,029
	mortier	0,015	1,15	2200	22	0,011
	brique	0,1	0,20	900	90	0,238
	mortier	0,015	1,15	2200	22	0,011
	plâtre	0,1	0,35	875	17,5	0,286
Mur a simple cloison 2 (int)	plâtre	0,01	0,35	875	17,5	0,029
	mortier	0,015	1,15	2200	22	0,011
	brique	0,15	0,30	900	135	0,476
	mortier	0,015	1,15	2200	22	0,011
	plâtre	0,1	0,35	875	17,5	0,286
Mur en béton (int)	plâtre	0,01	0,35	875	17,5	0,029
	mortier	0,015	1,15	2200	22	0,011
	béton armé	0,2	1,5	2350	470	0,133
	mortier	0,015	1,15	2200	22	0,011
	plâtre	0,01	0,35	875	17,5	0,029

Tableau III-1b: Caractéristiques des différents matériaux de construction utilisés (suite).

1.1. Evaluation des coefficients de transmission globaux [1] :

Pour le calcul du coefficient d'échange global K, on fait intervenir, principalement les trois modes de transfert de chaleur, la conduction, la convection et le rayonnement, (cf. [1]).

Le coefficient de transmission thermique est l'inverse de la résistance thermique totale (R) de la paroi :

$$K = \frac{1}{R}[W/m^2.°C] \quad (3.1)$$

avec : $R= \frac{1}{hi}+ \frac{1}{he} +\sum_{i=1}^{n} \frac{ei}{\lambda i}[m^2.°C/W]$ (3.2)

R : résistance thermique surfacique totale.

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

$$\frac{1}{K}= \sum R +\frac{1}{he} +\frac{1}{hi} \ [m^2.C°/W] \quad (3.3)$$

ΣR (en m². °C/W) représente la somme des résistances thermiques des différentes couches de matériaux constituant la paroi. La somme 1/he+1/hi (en m². °C/W) représente la somme des résistances d'échange superficiel prise conformément aux valeurs données par le DTR [1]

- **Coefficients de transmission surfacique « K » des portes et des vitrages :**

Les portes courantes, on a des portes donnant sur l'extérieur et d'autres portes donnant sur un local non chauffé. Et pour les vitrages, on a plusieurs types simples ou double vitrage et double fenêtre.

Leurs coefficients « K » sont donnés dans le DTR [1]

2. Bilan thermique hivernal :

Le bilan thermique hivernal permet d'estimer la puissance de chauffe à installer pour récupérer les déperditions d'un local, celles-ci sont égales aux déperditions à travers les parois et les déperditions par le flux d'air d'un local. Pour cela on a choisi le document technique réglementaire (DTR C 3.2/4) qui nous permettra d'effectuer les calculs suivant les normes et avec une grande précision.

2.1.Application au projet : (cf. Annexe 2)

	Ds [W]	D li [W]	D Inc [W]	Qv	Qs	DR [W]	Dt [W]	Puissance [w]
salle d'opération N°1	1 481,49	296,30	465,65	60,14	0,00	20,45	2 243,44	2 264,91
salle d'opération N°2	1 578,58	315,72	188,69	60,10	0,00	20,43	2 082,98	2 104,43
Coté sale salle	752,00	150,40	254,33	23,33	0,00	7,93	1 156,73	1 165,06
laverie	294,37	58,87	143,97	23,33	0,00	7,93	497,21	505,54
Salle pré-anesthésie	348,19	69,64	143,48	23,33	0,00	7,93	561,31	569,64
Salle d'observation	303,21	60,64	128,35	23,33	0,00	7,93	492,20	500,53
Linge propre	211,32	42,26	97,23	23,33	0,00	7,93	350,81	359,14
Espace transit	1 090,56	218,11	304,59	27,47	0,00	9,34	1 613,27	1 623,08
Salle de réveille	2 679,38	535,88	110,60	84,00	57,60	48,14	3 325,86	3 376,41
Salle des comptes rendu	1 551,65	310,33	0,00	30,41	134,40	56,03	1 861,98	1 920,81
Bureau anesthésie	1 058,18	211,64	0,00	32,93	134,40	56,89	1 269,82	1 329,56
Bureau infirmière chef	889,95	177,99	0,00	31,00	87,36	40,24	1 067,94	1 110,19
Bureau chirurgien chef	757,71	151,54	0,00	25,79	87,36	38,47	909,26	949,65
Poste de control	1 460,49	292,10	314,09	26,38	23,04	16,80	2 066,68	2 084,32
Vestiaire femme	577,35	115,47	0,00	26,80	34,56	20,86	692,82	714,72
Vestiaire homme	1 028,71	205,74	0,00	26,63	57,60	28,64	1 234,46	1 264,53
sas	700,05	140,01	0,00	0,00	0,00	0,00	840,06	840,06

Tableau III-2:Bilan thermique hivernal (à suivre).

Circulation service	3 132,07	626,41	0,00	0,00	158,40	53,86	3 758,48	3 815,03
Dégagement aseptique	793,51	158,70	90,88	66,28	0,00	22,53	1 043,09	1 066,75
dégagement	1 792,65	358,53	0,00	76,94	0,00	26,16	2 151,19	2 178,65
Linge sale	175,60	35,12	0,00	0,00	0,00	0,00	210,72	210,72
Salle du personnel médical	1 356,23	271,25	0,00	35,58	0,00	12,10	1 627,48	1 934,70
hall	1 177,52	235,50	194,03	79,63	0,00	27,07	1 607,05	1 635,48
Dégagement sceptique	1 643,97	328,79	0,00	0,00	129,60	44,06	1 972,77	2 019,03

Tableau III-2b : Bilan thermique hivernal (suite).

2.2. Calcul de la puissance de chauffage

La puissance totale est **35542,93916 W**

avec :Q = [tbi - tbe] × [[1 + Max (cr ; cin)] DT] + [(1 + cr) × DR] [W](3.4)

Où :

- Tbi (en °C) représente la température intérieure de base,
- Tbe (en °C) représente la température extérieure de base.
- Dt (en W/°C) représente les déperditions par transmission du logement.
- DR (en W/°C) représente les déperditions par renouvellement d'air du logement.
- Cr est un ratio estimé des pertes calorifiques dues au réseau de tuyauteries éventuel.
- Cin représente un coefficient de surpuissance (sans dimension).

Pour les coefficients Cr et Cin on prend les valeurs suivantes [1] :

- Valeur du coefficient Cr en fonction du type de l'installation et du calorifugeage des conduits.

- Valeur du coefficient Cin en fonction de l'inertie thermique et du type de Chauffage.

2.3. Vérification réglementaire:

Les déperditions par transmission (Dt) de l'immeuble doivent vérifier la relation suivante :

$Dt \leq 1{,}05 \times Dréf[W/°C]$(3.5)

Sachant que :

(Dréf)**:** Les déperditions de référence. (W/°C).

(Dt) : Les déperditions par transmission de l'immeuble (W/°C).

Les déperditions de référence (Dréf) sont calculées par la formule suivante :

$$Dréf = [a \times S_1) + (b \times S_2) + (c \times S_3) + (d \times S_4) + (e \times S_5)] \times \Delta T[W] \quad (3.6)$$

Les Si(en m²) représentent les surfaces des parois à travers lesquelles il y a des déperditions. Elles concernent respectivement :

- S1 : la toiture.
- S2 : le plancher bas y compris les planchers bas donnant sur des locaux non chauffés.
- S3 : les murs.
- S4 : les portes.
- S5 : les fenêtres

Les coefficients a, b, c, d, e (en W/m². °C) sont donnés dans le tableau suivant :

Zone	logement individuel					logement en immeubles collectifs, bureaux, locaux a usage d'hébergement				
	a	b	c	d	e	a	b	C	d	e
A	0,9	2	1,2	3	3,8	0,9	2	1,2	3	3,8
A1	0,9	2	1,2	3	3,8	0,9	2	1,2	3	3,8
B	0,9	2	1	3	3,8	0,75	2	1	3	3,8
C	0,9	2	1	3	3,8	0,75	2	1	3	3,8
D	0,9	2	1,2	3	3,8	0,9	2	1,2	3	3,8

Tableau III-3: Coefficient de référence [1].

Dréf = [0.75 x S1 + 2 x S2 + 1 x S3 + 3 x S4 + 3.8 x S5] x 20 = 54946,6838 W

D'après les calculs on a:

Dt = 34637,58084 W

$34637{,}58084 \leq 1{,}05 \times 54946{,}6838$

$Dt < 1.05 \times Dréf [W/°C]$(3.7)

Alors on peut dire que la condition est vérifiée.

3. Bilan thermique estival :

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

Les apports calorifiques doivent être déterminés selon les étapes suivantes :

- définition des zones (ou volumes) thermiques,
- détermination de l'intervalle de temps critique,
- calcul Les apports calorifiques pour chaque volume thermiques,
- calcul la puissance frigorifique

3.1. Application au projet : (cf. Annexe 1)

	APO (15h)	AV (15h)	APPORTS interne	APPORTS Total [W]
salle d'opération N°1	629,82	0,00	7 097,53	7 727,35
salle d'opération N°2	832.93	0,00	7 097,53	7930.46
Coté sale salle	379,45	0,00	2 825,96	3 205,41
Laverie	61,46	0,00	2 452,03	2 513,49
Salle pré-anesthésie	186,04	0,00	1 137,26	1 323,30
salle d'observation	215,20	0,00	527,99	743,19
Linge propre	111,76	0,00	337,90	449,66
Espace transit	570,03	0,00	242,33	812,36
salle de réveille	1 218,01	188,64	7 830,37	9 237,02

Tableau III-4 : Bilan thermique estival (à suivre).

Salle des comptes rendus	340,04	4 298,88	843,37	5 482,30
Bureau anesthésie	140,06	2 736,82	511,15	3 388,03
Bureau chirurgien chef	116,52	2 736,82	498,32	3 351,66
Poste de control	606,65	624,46	645,72	1 876,82
Vestiaire femme	212,67	936,69	276,19	1 425,54
Vestiaire homme	396,12	784,47	378,91	1 559,51
Sas	406,83	0,00	201,20	608,03
Circulation service	1 034,35	733,41	1 102,69	2 870,45
Dégagement aseptique	363,89	0,00	1 532,95	1 896,84
Dégagement	793,31	0,00	318,32	1 111,63
Linge sale	79,28	0,00	102,00	181,28
Salle du personnel médical	592,72	0,00	744,30	1 337,01
Hall	531,28	0,00	310,26	841,54
Dégagement septique	365,99	3 593,75	965,91	4 925,64

Tableau III-4b : Bilan thermique estival (suite).

3.2. Vérification réglementaire :

La vérification réglementaire des locaux à usage de bureaux doit s'effectuer selon les étapes suivantes :

- des apports par les parois opaques
- des apports par les parois vitrées
- Calcul des apports calorifiques de référence
- vérification de la conformité à réglementation thermique d'été des locaux.

- La somme des apports calorifiques par les parois vitrées et les parois opaques doit être vérifié au mois de juillet a 15h, pour cela il ya la relation suivante :

$$APO\ (15h) + AV\ (15h) \leq 1.05 \times Aref\ (15h)\ [W] \quad (3.8)$$

Les apports calorifiques de références Aréf sont données par :

$$Aréf = Aréf,\ ph + Aréf,pv + Aréf,pvi\ [W] \quad (3.9)$$

Où :

Aréf, ph : apports calorifiques de références à travers les parois opaques horizontales (W).

Aréf,pv : apports calorifiques de références à travers les parois opaques verticales (W).

Aréf,pvi : apports calorifiques de références à travers les parois vitrées (W).

- **Apports de références des parois opaques horizontales[1] :**

$$Aréf,\ ph = \Sigma\ (a \times Sint \times \Delta TSréf,ph)\ [W] \quad (3.10)$$

Ou :

a (W/m².C°) : est un coefficient lié a la nature de la construction et fonction de la zone climatique.

Sint (m²) désigne la surface de la paroi horizontale comptée de l'intérieur.

ΔTSréf,ph (C°) : est la différence de température de référence pour les parois horizontales.

La valeur du coefficient (a) est :

- Egale à 1,90 W/m².C° pour les planchers hauts (plafond) en contact avec un local non conditionné (quelle que soit la zone climatique).

- Egale à 2,70 W/m².C° pour les planchers bas en contact avec un local non conditionné (quelle que soit la zone climatique).

- **Apports de références des parois opaques verticales[1] :**

Les apports calorifiques de référence des parois opaques verticales Aréf,PV sont calculés par la formule suivante :

$$Aréf,PV = \Sigma\ (c \times Sint \times \Delta TSréf,PV)\ (W) \quad (3.11)$$

Ou :

c (en W/m².C°) est un coefficient dépendent au type d'usage de la construction.

Sint (m²) désigne la surface de la paroi verticale comptée de l'intérieur

ΔTSréf,pv (C°) est la différence de température de référence pour les parois verticales

- **Apports de référence des parois vitrées[1]:**

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

Les apports de référence Aref, PVI pour une paroi vitrée en contact avec l'extérieur sont donnés par :

$$A\ réf,PVI = AVE\ réf + AVTréf\ (W) \qquad (3.12)$$

Où :

AVE réf : les apports de référence dus a l'ensoleillement,

AVTréf : les apports de référence dus au gradient de température.

Les apports de référence dus à l'ensoleillement à travers une paroi vitrée AVEréf sont donnés par :

$$AVEréf = [SV\ ens\ x\ I\ t + (SV - SVens.)\ x\ Id]\ FSréf\ x\ NPVI,\ réf\ \ (W) \quad (3.13)$$

Où :

SV : la surface totale vitrée,

SV ens : la surface vitrée ensoleillée à 15 h TSV,

It : le rayonnement total maximal reel pour l'orientation et la latitude considérées,

Id : le rayonnement diffus maximal réel,

FSréf : est le facteur solaire de référence,

- 0,15 pour les locaux a usage d'habitation et d'hébergement,
- 0,38 pour les locaux à usage de bureaux.

NPVI, réf: coefficient d'amortissement relatif aux gains de référence des parois vitrées pour l'orientation considérée ; les valeurs de NPVI,réf sont données par le DTR [1]

Les apports de référence dus au gradient de température à travers une paroi vitrée AVTréf sont donnés par :

$$AVTref = e' \times Souv \times \Delta TSréf,PVI\ (W) \quad (3.14)$$

Où :

e': est un coefficient relatif a la nature des locaux, la valeur de e' (W/m2. °C) est prise égale à:

- 4,2 pour les locaux a usage d'habitation et d'hébergement,
- 5,4 pour les locaux à usage de bureaux ;

Souv : la surface d'ouverture dans le mur ;

ΔTSréf,PVI: la différence de température de référence des parois vitrées.

3.3. Calcul des apports total :

APO (15h) +AV (15h) = **31233,04 W**
Aréf = Aréf, ph + Aréf,pv +Aréf,pvi = **32816,22 W**

$31233{,}04 \leq 1.05 \times 32816.22$

Alors on peut dire que la condition est vérifiée.

CHAPITRE 4

Calcul des installations de chauffage et de climatisation

En hygiène hospitalière, spécialement dans les salles d'opération, le traitement d'air joue un rôle primordial puisqu'il doit permettre non seulement la protection de la zone à risque (le champ opératoire par exemple) contre toute contamination microbiologique mais aussi procurer un certain confort pour l'équipe chirurgicale. Pour cela, il existe des normes qui encadrent le traitement de l'air en milieu hospitalier, et en particulier la norme NF S 90-351.

Suite aux résultats obtenus dans le chapitre précédent, en se conformant aussi aux normes qui gouvernent ce secteur, ce chapitre a pour objet de présenter les systèmes à installer dans le bloc opératoire, leurs emplacements ainsi que les circuits hydrauliques et aérauliques.

1. Systèmes installés :

Le bloc opératoire comprend deux zones, en termes de performance. La première zone dite "protégée", regroupe les salles d'opération 1 et 2. La deuxième zone dite "annexe", regroupe l'ensemble des locaux nécessaires au fonctionnement du service et ses accès.

Le traitement d'air de la zone protégée sera assuré par des centrales de recyclage individuelles à double flux (CTA-SO.02, CTA-SO.03), qui traiteront chacune une salle d'opération et fonctionneront de manière totalement indépendante. Le traitement d'air dédié de la zone annexe sera assuré par des centrales de recyclage individuelles à double flux (CTA-L.A.SO.02/3, CTA-S.R.SO.04) et une autre à simple flux (CTA-AN.C07).

Toutes ces centrales de traitement d'air sont alimentées par des groupes frigorifiques à condensation afin d'assurer la production d'eau glacée et des chaudières qui assurent la production calorifique.

1.1. Centrale de traitement d’air :

Une centrale de traitement d’air (CTA) est un ensemble de matériel, qui doit non seulement contrer les charges thermiques et hydriques d’un local, mais aussi assurer la qualité de l’air par le renouvellement d’air neuf hygiénique (maintien de la teneur en CO2 et des odeurs,…), la filtration de l’air soufflé et la distribution d’air à des caractéristiques acoustiques bien déterminées.

Il existe deux types de centrales de traitement d'air :

a. Simple flux :

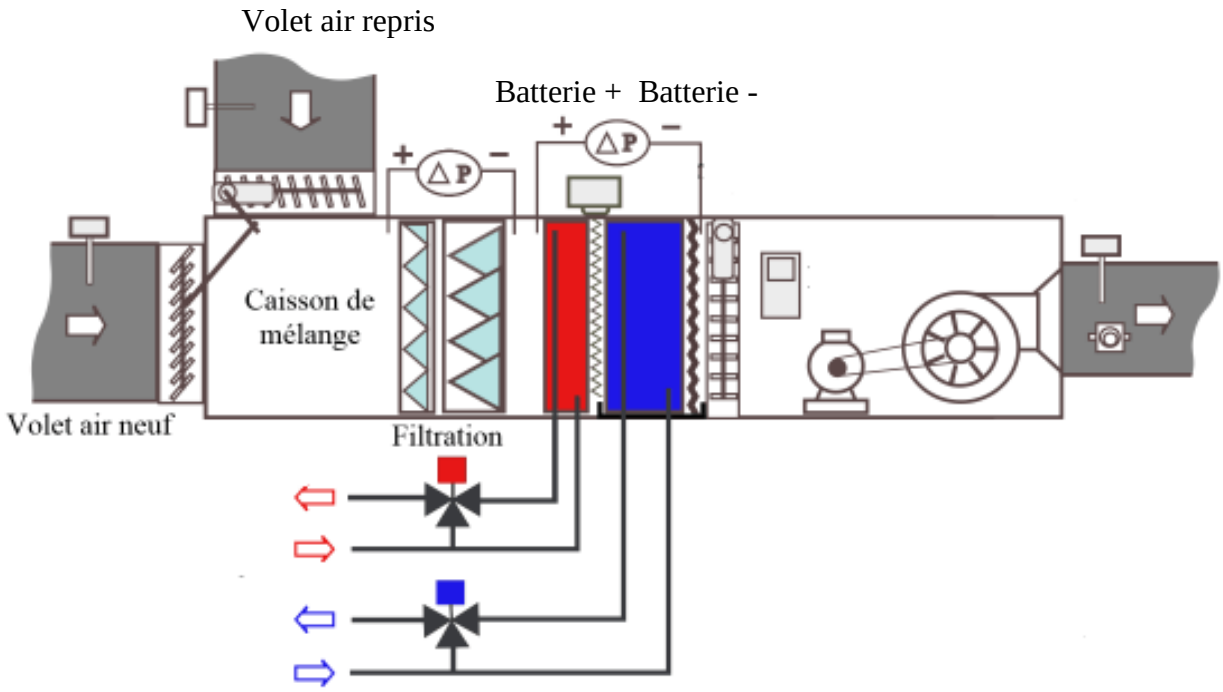


Figure IV.1 : Centrale de traitement d’air simple flux.

La CTA simple flux est soit tout air neuf, soit tout air repris ou encore le mélange des deux flux.

b. Double flux :

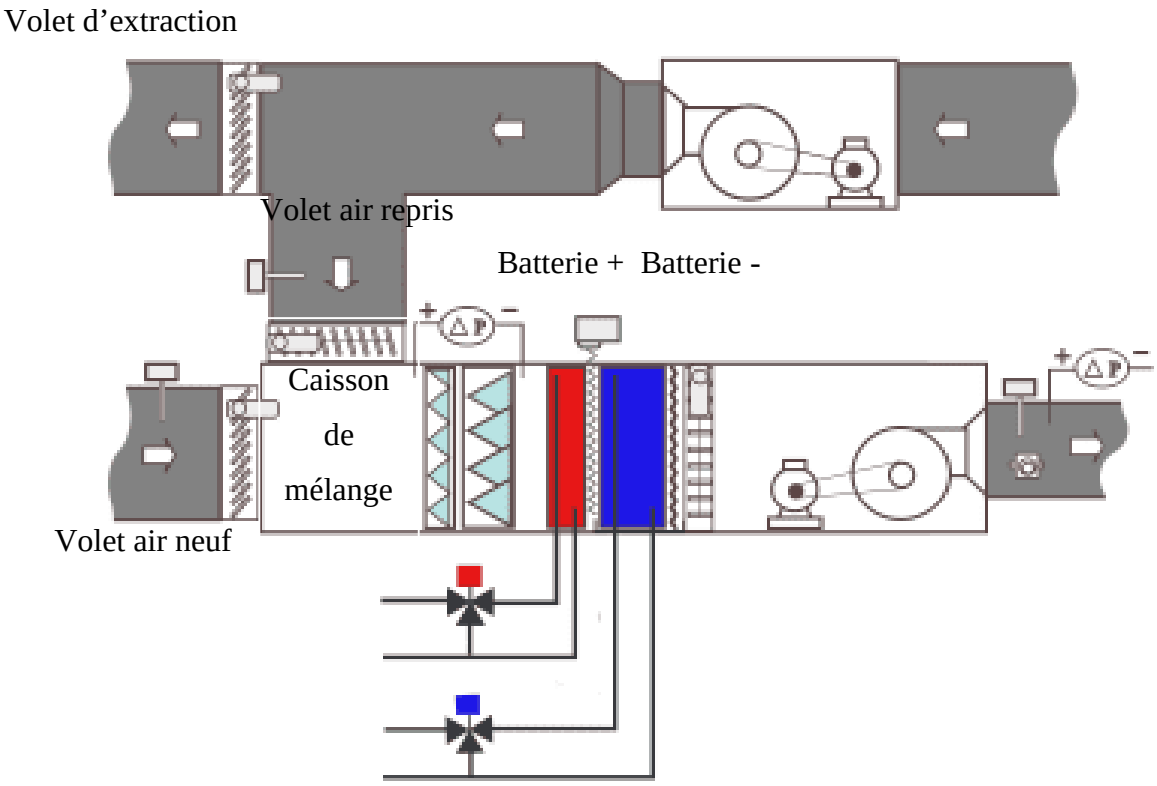


Figure IV.2 :Centrale de traitement d'air double flux.

La CTA double flux permet toutes les combinaisons possibles entre la reprise d'air, l'air neuf, l'air rejeté, l'air traité suivant la configuration.

Les centrales de traitement d'air qui sont dédiées au bloc opératoire sont constituées de modules additionnés qui se situent dans les différentes zones d'emplacement de l'établissement (étage technique, terrasse…). Elles soufflent de l'air neuf directement de l'extérieur ou après l'avoir traité et extrait l'air vicié.

Dans un hôpital, il existe des zones à risques qui doivent être protégées contre toute contamination. La norme NF S 90-351 distingue 4 niveaux de zones à risques en fonction du risque d'infection. Et c'est à l'établissement de santé de déterminer le niveau de risque de la salle (cf. Tableau IV-1).

Zone	salles occupées	Référence	Type	diffusion
4 : très haut risque infectieux	salle d'opération 1 salle d'opération 2	CTA-SO.02 CTA-SO.03	double flux	plafond filtrant H14
3 : haut risque infectieux	coté salle sale stérilisation coté propre Sas 1 Sas 2 salle des appareils arsenal stérile 1 salle pré anesthésie arsenal stérile 2 dégagement aseptique linge propre salle pré anesthésie	CTA-L.A.SO.02/3	double flux	diffuseur rotatoire
2 : moyen risque infectieux	salle de réveil dégagement	CTA-S.R.SO.04	double flux	diffuseur rotatoire
1 : risque infectieux nul	poste de control 1 poste de control 2 bureau chirurgien chef bureau infirmière chef salle du personnel bureau anesthésie salle des comptes rendus poste d'observation	CTA-AN.C07	simple flux	ventilo-convecteur

Tableau IV-1 Classification des zones a risques.

Le traitement d'air dans les salles d'opération est assuré par un plafond filtrant H14 (cf. annexe 9)soufflant à basse vitesse un flux unidirectionnel (placé au-dessus de la table d'opération),la reprise et le rejet sont réalisés par des grilles de reprise avec porte filtre et filtre F5 (cf. annexe 10).

Le traitement d'air dans les locaux annexes est assuré par des diffuseurs rotatoires avec plénum porte filtre H13 (cf. annexe 10).

Les autres bureaux sont traités thermiquement par des unités terminales type ventilo-convecteur, équipées d'une batterie mixte.

L'extraction d'air sera assurée par des extracteurs C.E-SO.2, C.E-SO.3, C.E-L.A.SO.02/3, C.E- S.R.SO.04, C.E- AN.C07 (cf. Figure IV.3) implantés en toiture dont le fonctionnement de chacun sera associé à sa CTA.

Référence	Pression disponible (Pa)	Débit de soufflage (m3/h)	Débit d'air neuf (m3/h)	Débit d'air repris (m3/h)	Puissance de la batterie (KW)		Température de soufflage (C °)	
					Froide	Chaude	Eté	Hiver
CTA-SO.02	700	5000	800	4200	18	7	20	35
CTA-SO.03	700	5000	800	4200	18	7	20	35
CTA-L.A.SO.02/3	750	3365	1140	2225	23	9	13	35
CTA-S.R.SO.04	650	1700	450	1250	12	5	13	35
CTA-AN.C07	500	3000			20	21	22	

Tableau IV-2 :Centrale traitement d'air.

1.2. Rôle des divers éléments:

a. Volet d'air neuf : Ce volet motorisé règle en fonction de la régulation le débit d'air neuf, il a aussi une fonction antigel.

b. Volet de reprise: Il régule l'admission de l'air repris dans le local à traiter, fonctionne en parallèle avec le volet d'air neuf.

c. Caisson de mélange : Il permet le mélange de l'air neuf et de l'air de reprise. Les volets d'air de reprise et d'air neuf sont synchronisés à partir d'un jeu de tringlerie ou de moteurs.

d. Filtration: L'efficacité d'un filtre est synthétisée de façon précise par une série de grandeurs dépendant des caractéristiques de l'air entrant : température et humidité, teneur en poussières, granulométrie des poussières, nature et structure physique des poussières. Concrètement, cela se traduit par une classification des performances en fonction des particules à arrêter.

La dénomination de leur classe dépend de la méthode de mesure utilisée pour les essais. On classe les filtres à couche poreuse en fonction de leur efficacité :

- Filtres à moyenne efficacité **(classes G1 à G4)** : Filtre plan.
- Filtres à haute efficacité **(classes F5 à F9)** : Filtre à poches, Filtre plissé.
- Filtres à très haute efficacité ou absolus **(classes H10 à H14)** : Filtre absolu.

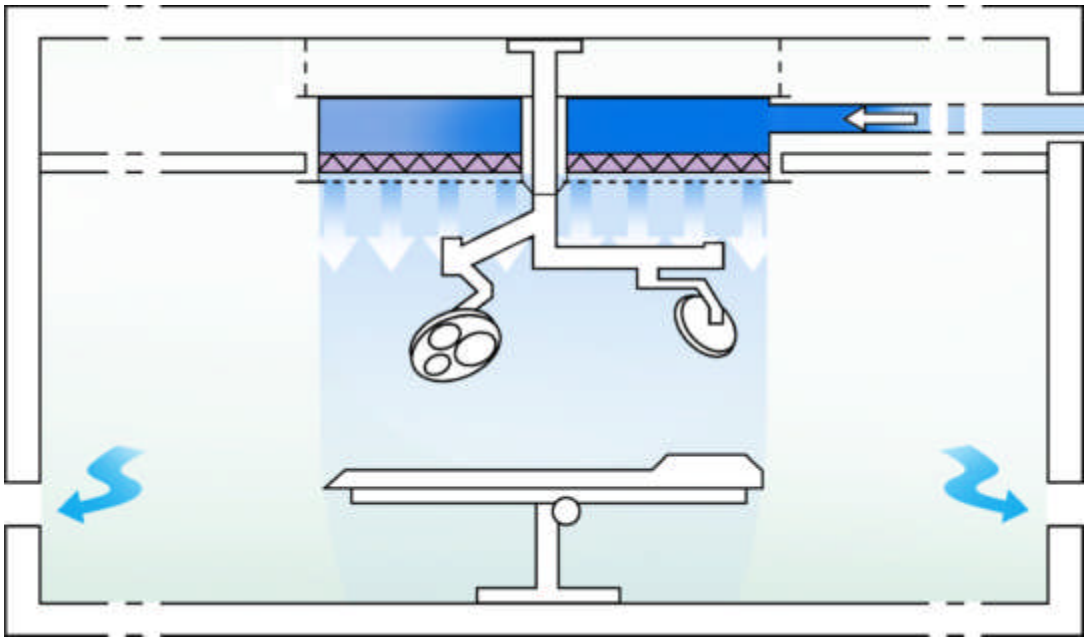


Figure IV.3 : Plafond filtrant, flux unidirectionnel.

Trois critères doivent être pris en compte pour la sélection d'un plafond filtrant H14 :

- La norme NF S 90 351 préconise des taux de brassages différents selon que l'on traite une zone à risque 4 ou 3 (entre 25 et 50 vol/h).

- D'une analyse de risque doit découler la taille de protection (donc du plafond) voulue par le futur utilisateur. Les dimensions de champs opératoires varient d'une spécialité à l'autre.

- Pour fonctionner correctement, la plage de vitesse de soufflage d'un plafond unidirectionnel doit être respectée : de 0.25 à 0.45 m/s.

Pour une parfaite maîtrise de l'aérocontamination dans les salles d'opérations, classées en risque 3 ou 4, un plafond filtrant à flux unidirectionnel est recommandé, où l'ensemble de la surface diffusante est équipé de filtres très haute efficacité H14 et de grilles de soufflages.

e. Batterie chaude : Serpentin en cuivre, où l'eau chaude circule, munie d'ailettes en aluminium afin de favoriser l'échange avec l'air, l'eau et l'air circulent à contrecourant.

f. Batterie froide : La batterie froide peut être à détente directe (fluide frigorifique) ou à eau glacée (configuration identique à la batterie eau chaude).

g. Batterie mixte : alimentée en eau chaude ou en eau glacée selon la saison « hiver/été ».

h. Humidificateur : L'humidification s'effectue par ruissellement d'eau sur un matelas de fils d'acier galvanisé ou par injection de vapeur (non représenté).

i. Pare gouttelettes : Évite l'entrainement de gouttes d'eau.

j. Volet incendie : Limite la propagation des fumés par compartimentage.

k. DAD : Détecteur Autonome Déclencheur, protection incendie, commande le volet Incendie.

l. Bloc ventilateur : Le ventilateur peut être à action ou à réaction.

1.3. Production de l'eau glacée :

La production frigorifique sera assurée par un groupe frigorifique à condensation par air équipé d'un module hydraulique, ce groupe frigorifique va produire de l'eau glacée en utilisant les calories de l'air ou de l'eau et un fluide frigorigène. Cette eau glacée va circuler au sein des canalisations pour alimenter des émetteurs à eau glacée (ventilo-convecteurs et les centrales de traitement d'air).

Ce module hydraulique est composé principalement :

- D'un condenseur
- D'un compresseur
- D'un évaporateur

Marque	Puissance frigorifique (KW)	Températures d'eau glacée (°C)		Débit d'eau froide (m3/h)	
		Aller	Retour	pour les CTA	pour les ventilo-convecteur
CE.NF.EUROVENT	850	7	12	125	110

Tableau IV-3 : Caractéristiques des groupes eau glacée.

1.4. Production de l’eau chaude :

La production calorifique sera assurée par une chaudière monobloc avec brûleur séparé, fonctionnant au gaz, et de puissance nominale 850 kW. Le réseau d'eau chaude alimentera les batteries chaudes de toutes les CTA et les batteries mixtes des unités terminales (ventilo-convecteur).

2. Calcul aéraulique :

La détermination d’un réseau de conduits aéraulique, revient à :

- Calculer les dimensions des conduits (Diamètre ou section) en fonction du débit qu’ils transportent (Cf. Figure IV.5),
- Calculer la perte de charge totale.

Les dimensions d’un conduit d’air se déterminent par :

- Le débit volumique,
- La vitesse admissible dans le tronçon,

La vitesse admissible dans un tronçon est la vitesse moyenne dans une section du conduit. Elle est obtenue par le rapport du débit sur la surface de la section :

$$V = \frac{qv}{s} \quad (m/s) \qquad (4.1)$$

Où :

qv : Débit volumique (m^3/s).

S : surface de la section du tronçon (m^2).

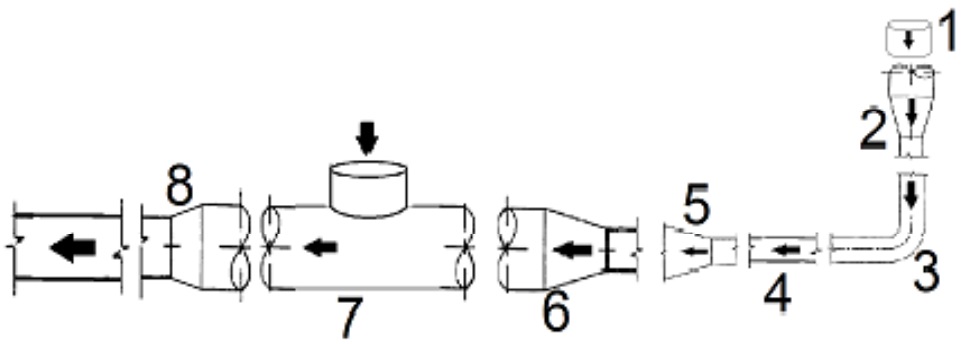


Figure IV.4 : Constituants des réseaux aérauliques.[4]

1. Bouche d’extraction.
2. Plénum de la bouche Circulaire (R to C). .
3. Coude de section rectangulaire.
4. Gaine du réseau, de section rectangulaire.
5. Elargissement de la section. Rectangulaire.
6. Cône de réduction rectangulaire vers
7. Registre de régulation de débit.
8. Cône de réduction circulaire vers

2.1. Calcul des pertes de charges :

Un circuit aéraulique ou hydraulique comporte deux types de pertes de charge qui désigne les pertes irréversibles d'énergie de pression qui sont :

- Les pertes de charge linéaire dues aux frottements dans les conduits. Elles sont provoquées par la viscosité du fluide, et elles sont fonction du degré de turbulence.
- Les pertes de charge singulière, sont le résultat de variations de vitesses et de changements de direction provoqués par les formes et obstacles que rencontre le fluide en traversant un objet : cônes, coudes, grilles, raccordements, …

a. Pertes de charge linéaire « ΔP_L »

Elles se produisent dans le tronçon de longueur droite dont le diamètre est constant. Elles sont dues au frottement de l'air sur les parois intérieures du conduit, ces pertes sont en fonction de :

- Longueur du tronçon,
- Vitesse de l'air,
- Rugosité de la face intérieure du conduit,
- Dimension du conduit,

L'expression de ces pertes est donnée par la formule suivante :

$$\Delta P_L = J \cdot L \quad (Pa) \qquad (4.2)$$

avec :

$$J = \frac{1}{2} \cdot \lambda \cdot \frac{v^2}{d} m \cdot \rho \qquad (4.3)$$

Où :

ΔP_L: Perte de charge linéaire [Pa],

J : Perte de charge unitaire (par unité de longueur) [Pa/m],

Vm : Vitesse moyenne dans la section [m/s],

ρ : Masse volumique du fluide (air) [kg/m3],

L : Longueur du tube [m],

d : Diamètre équivalent du conduit, calculé par la relation donnée (cf. annexe 8) :

$$d_e = 1.3 \sqrt[8]{\frac{(ab)^5}{(a+b)^2}} \text{ [m]} \quad (4.4)$$

λ : Coefficient de frottement de Darcy

Nombre de Reynolds :

$$Re = \frac{V D}{v} \quad (4.5)$$

avec :

V : Vitesse moyenne de l'écoulement (m/s),

D : Diamètre intérieure du conduit (m),

Ѵ (nu): viscosité cinématique (m^2/s),

b. Les pertes de charge singulière « ΔP_s »

Les pertes de charge singulière correspondant aux accidents de parcours(Élargissement ou rétrécissement de section, coude, branchement…etc.) sans oublier les différents appareils installés sur les conduits sont exprimées par la relation suivante :

$$\Delta P_s = \frac{mv^2}{2} \cdot \rho \cdot \zeta \qquad (4.6)$$

Où :

ΔP_s : Perte de charge singulière [Pa].

P : Masse volumique de l'air [kg/m^3].

V : Vitesse d'écoulement [m/s].

ζ : Coefficient de perte de charge, dépendant du type et de la forme de la singularité.

c. Pertes de charges totales

$$\Delta P_t = \Delta P_L + \Delta P_s \qquad (4.7)$$

Soit :

$$\Delta P_t = \sum(J.L) + \sum \frac{v^2 m}{2} \cdot \rho \cdot \zeta \qquad (4.8)$$

Les valeurs des pertes de charges des ustensiles, tels que filtres, diffuseurs, grilles… etc., sont indiquées dans le catalogue [4].

2.2. Résumés des pertes de charges totales de chaque réseau de soufflage

Les tableaux IV-4-5-6-7-8 présentent la somme des pertes de charges totales des circuits aérauliques alimentées par les CTA suivant : (CTA-SO.02 = 327,25 Pa), (CTA-SO.03 = 327.24 Pa), (CTA-S.R.SO.04 = 152,5956 Pa), (CTA-L.A.SO.02/3 = 268,181 Pa) et (CTA-AN.CO7 = 345.884 Pa) respectivement.

Les pressions disponibles dans les CTAs, données dans le tableau IV-2, peuvent couvrir largement l'ensemble des apports, il en est de même pour la saison hivernale.

Type	De (mm)	V (m/s)	L (m)	ΔPL (Pa)	ξ	ΔPS (Pa)	ΔPT (Pa)
Longueur 1	237,88	4,53	2,14	0,099007			0,09901
coude 90		5,00			0,5	7,525	7,525
gaine carrée		5,00			1,3	19,565	19,565
longueur 2	244,00	4,53	1,3	0,057165			0,05716
Plafond de soufflage (filtre + diffuseur)							300
Total							327,25

Tableau IV-4 :Pertes de charges CTA-SO.02.

Type	De (mm)	V (m/s)	L (m)	ΔPL (Pa)	ξ	ΔPS (Pa)	ΔPT (Pa)
Longueur 1	237,88	4,53	1,9	0,087903			0,0879
coude 90		5,00			0,5	7,525	7,525
gaine carrée		5,00			1,3	19,565	19,565
longueur 2	244,00	4,53	1,3	0,057165			0,05716
Plafond de soufflage (filtre + diffuseur)							300
Total							327,24

Tableau IV-5 :Pertes de charges CTA-SO.03.

Type	De (mm)	V (m/s)	L (m)	ΔPL (Pa)	ξ	ΔPS (Pa)	ΔPT (Pa)
Longueur 1	42,05	3,54	0,1394	0,16121			0,1612
coude 90		5			0,5	7,525	7,525
longueur 2	42,05	3,54	4,7516	5,49484			5,49484
coude T		5			1,4	21,07	21,07
longueur 3	226,46	4,1	2,57	0,11874			0,11874
coude T		5			1,4	21,07	21,07
longueur 4	317,49	4,12	1,74	0,0411			0,0411
coude 90		5			0,5	7,525	7,525
gaine carrée		5			1,3	19,565	19,565
longueur 5	352	4,07	1,3	0,02468			0,02468
Bouche de soufflage (filtre + diffuseur)							70
Total							152,5956

Tableau IV-6 : Pertes de chargesCTA-S.R.SO.04.

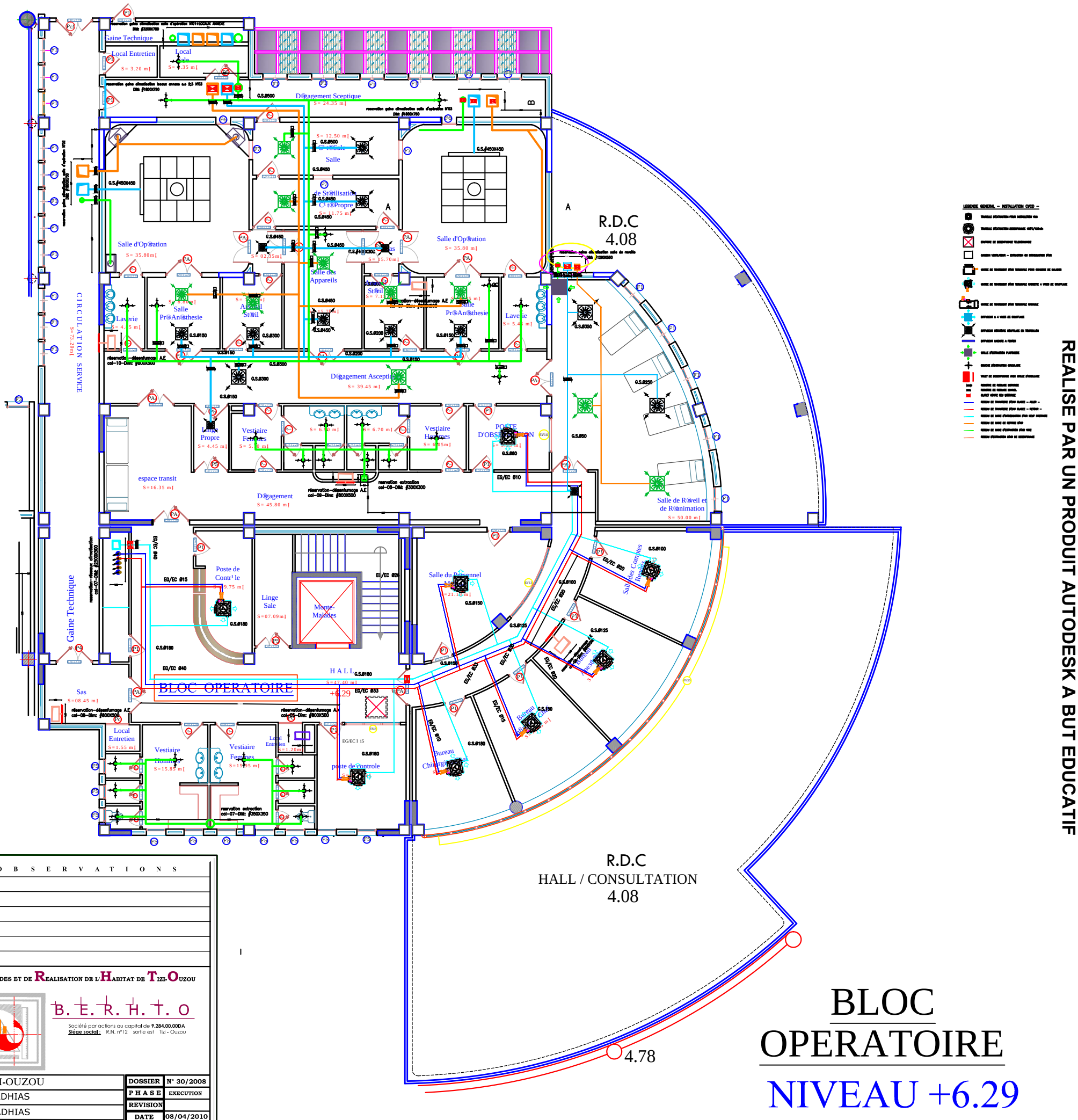
Type	De (mm)	V (m/s)	L (m)	ΔPL (Pa)	ξ	ΔPS (Pa)	ΔPT (Pa)
Longueur 1	145,67	4,72	0,84	0,107981			0,10798
coude 90		5			0,5	7,525	7,525
longueur 2	145,67	4,72	2,87	0,368936			0,36894
coude T		5			1,4	21,07	21,07
longueur 3	206,01	5,31	3,59	0,259585			0,25959
coude T		5			1,4	21,07	21,07
longueur 4	206,01	5,31	1,56	0,1128			0,1128
coude T		5			1,4	21,07	21,07
longueur 5	411,6	4,19	2,93	0,041879			0,04188
coude T		5			1,4	21,07	21,07
longueur 6	417,15	4,3	0,03	0,000428			0,00043
coude T		5			1,4	21,07	21,07
longueur 7	419,26	4,34	1,9	0,027111			0,02711
coude T		5			1,4	21,07	21,07
longueur 8	454,86	5,11	2,21	0,031545			0,03154
coude T		5			1,4	21,07	21,07
longueur 9	487,87	4,76	1,73	0,019995			0,01999
coude 90		5			0,5	7,525	7,525
longueur 10	487,87	4,76	3,16	0,036522			0,03652
coude 90		5			0,5	7,525	7,525
longueur 11	487,87	4,76	0,47	0,005432			0,00543
coude 90		5			0,5	7,525	7,525
gaine carrée		5			1,3	19,565	19,565
longueur 12	502	4,73	1,3	0,014101			0,0141
Bouche de soufflage (filtre + diffuseur)							70
Total							268,181

Tableau IV-7: Pertes de charges CTA-L.A.SO.02/3**.**

Type	De (mm)	V (m/s)	L (m)	ΔPL (Pa)	ξ	ΔPS (Pa)	ΔPT (Pa)
Longueur 1	61,8	2,99	0,29	0,54497			0,54497
coude 90		5			0,5	7,525	7,525
longueur 2	61,8	2,99	2,07	3,889957			3,88996
coude 90		5			0,5	7,525	7,525
longueur 3	61,8	2,99	3,27	6,145004			6,145
coude 90		5			0,5	7,525	7,525
longueur 4	61,8	2,99	1,67	3,138274			3,13827
coude 45		5			0,3	4,515	4,515
longueur 5	61,8	2,99	0,08	0,150336			0,15034
coude T		5			1,4	21,07	21,07
longueur 6	87,4	3,82	3,03	6,025203			6,0252
coude T		5			1,4	21,07	21,07
longueur 7	107,05	3,67	1,21	1,726487			1,72649
coude 45		5			0,3	4,515	4,515
longueur 8	107,05	3,67	0,32	0,456592			0,45659
coude T		5			1,4	21,07	21,07
longueur 9	123,61	3,4	0,49	0,502292			0,50229
coude T		5			1,4	21,07	21,07
longueur 10	147,12	4,81	2,72	4,502436			4,50244
coude T		5			1,4	21,07	21,07
longueur 11	159,58	3,93	0,77	0,770006			0,77001
coude 45		5			0,3	4,515	4,515
longueur 12	159,58	3,93	0,12	0,120001			0,12
longueur 13	159,58	3,93	0,45	0,450004			0,45
coude T		5			1,4	21,07	21,07
longueur 14	171,13	4,52	10,04	12,18952			12,1895
coude 90		5			0,5	7,525	7,525
longueur 15	171,13	4,52	2,2	2,67101			2,67101
coude T		5			1,4	21,07	21,07
longueur 16	178,41	4,91	3,33	4,533219			4,53322
coude 90		5			0,5	7,525	7,525
longueur 17	178,41	4,91	0,71	0,966542			0,96654
longueur 18	178,41	4,91	0,34	0,462851			0,46285
coude 90		5			0,5	7,525	7,525
gaine carrée		5			1,3	19,565	19,565
longueur 19	205	3,79	1,3	0,889692			0,88969
Bouche de soufflage (filtre + diffuseur)							70
Total							345,884

Tableau IV-8 : Pertes de chargesCTA-AN.C07.

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF


Gaine Technique
Local Entretien
S = 3.20 m²
Local Sale
S = 4.35 m²
Dégagement Sceptique
S = 24.35 m²
Salle d'Opération
S = 35.80 m²
Salle de Stérilisation
Salle de Préparation
S = 11.75 m²
Salle des Appareils
S = 15.70 m²
Salle d'Opération
S = 35.80 m²
Salle de Préparation
Salle de Préparation
Laverie
S = 4.45 m²
Laverie
S = 5.47 m²
Stérilisation
Stérilisation
Dégagement Aseptique
S = 39.45 m²
Linge Propre
S = 4.45 m²
Vestiaire Femmes
S = 5.70 m²
Vestiaire Hommes
S = 6.05 m²
POSTE D'OBSERVATION
espace transit
S = 16.35 m²
Dégagement
S = 45.80 m²
Salle de Réveil et de Réanimation
S = 50.00 m²
Salle des Comptes Rendus
Salle du Personnel Médical
S = 21.10 m²
Gaine Technique
Poste de Contrôle
S = 9.75 m²
Linge Sale
S = 07.09 m²
Monte-Malades
HALL
S = 47.40 m²
+6.29
BLOC OPERATOIRE
Sas
S = 08.45 m²
Local Entretien
S = 1.55 m²
Vestiaire Hommes
S = 15.85 m²
Vestiaire Femmes
S = 15.95 m²
Local Entretien
S = 1.20 m²
poste de controle
Bureau Chirurgien
Bureau
Bureau
Salle de Repos
Salle de Repos
Salle de Repos

3. Calcul hydraulique :

Dans cette partie on va déterminer les paramètres suivants :

- Le débit d'eau.
- La section de passage.
- Le diamètre de la conduite d'alimentation (Cf. Figure IV.8).

Tenant compte du coefficient de surdimensionnement, la puissance frigorifique à fournir est alors de :

Pf = At x 1,15 (4.9)

Ce qui donne :

Pf = 31233,04 x 1,15 ~ 36000 W(4.10)

3.1. Diamètre hydraulique

On peut finalement déduire le diamètre hydraulique (diamètre de la section qui alimente la CTA en eau froide) par la relation suivante :

$$S = \frac{\pi D^2}{4} \quad (m^2) \qquad (4.11)$$

Implique que :

$$D = \sqrt{\frac{4xS}{\pi}} (4.12)$$

3.2. Pertes de charge dans le réseau de tuyauterie

Le déplacement d'un fluide dans une canalisation implique l'existence d'une force qui engendre son mouvement. Cette force résulte d'une pression en amont du réseau, qui est couramment appelée la hauteur de charge ou, plus simplement, la charge par analogie à la hauteur d'une colonne d'eau égale à la dénivellation.

Les pertes de charge dépendent du matériau, du débit, de la forme du tracé, du diamètre et de la longueur des canalisations.

On distingue deux sortes de pertes de charge :

- Linéaire (par frottement).
- Particulières ou singulières dues aux accidents de parcours et aux obstacles (coudes, vannes, ext...).

a. Pertes de charge linéaire

$$\Delta Pl = J.\ L \quad \text{(Pa)} \qquad (4.13)$$

Avec :

$$J = \frac{\lambda}{d}\ \rho\ \frac{v^2}{2} \text{(Pa/m)} \qquad (4.14)$$

avec :

ρ : Masse volumique de l'eau

$\boldsymbol{\lambda}$: Coefficient de frottement.

L : longueur du conduit (m).

d : diamètre intérieur du conduit (m).

v : vitesse moyenne du fluide (m/s).

En ce qui concerne le calcul de « λ », on a effectué un calcul itératif qui permet de donner des résultats plus précis, les étapes de calcul sont les suivantes :

- On effectue une première approche par la formule de « Blasius » :

$\lambda_1 = 0.316 \times Re^{-0.25}$ (4.15)

Re > 3200 : le régime est turbulent, on utilisera la formule de « Colebrook » ;

- On calcule ensuite « λ_2 » par la formule de « Colebrook » par itérations successives avec « λ_1 » première valeur hypothèse ;

$$\lambda_2 = \frac{1}{2\times\log\left[\frac{2.51}{Re\times\sqrt{\lambda_1}+\frac{\xi}{3.71\times D}}\right]^2} \quad (4.16)$$

- Si on constate un écart significatif entre « λ_1 » et « λ_2 » (dans notre cas on l'a pris de l'ordre de 10^{-6}), on recommence le calcul avec « λ_2 » comme nouvelle valeur hypothèse, jusqu'à arriver à $\lambda_n = \lambda_{n-1}$, λ_n sera donc conservée.

b. Pertes de charge singulière

Les pertes de charges singulières résultent de la présence de coudes, raccords, branchements, robinets, etc. Tout ces éléments (singularité), installés le long des canalisations, constituent des obstacles qui freinent le passage du fluide et amènent des pertes de charge.

Les pertes singulières sont caractérisées à partir d'un coefficient de perte nommé zêta ζ, et sont calculées par la formule suivante

$$\Delta Ps = \sum \xi \rho \frac{v^2}{2} \text{ (Pa)} \qquad (4.17)$$

3.3. Résumés des pertes de charges totales de chaque réseau de tuyauterie :

Tronçon	L (m)	Pf (kw)	Qf (l/s)	D calc (mm)	Vréel (m/s)	Pdc L	Pdc sing	Pdc tronçon	Pdc tot
AB	7,2500	0,7500	0,0357	7,5430	0,4552	0,2629	0,0756	1,6585	3,3171
BB’	3,5800	5,4900	0,2616	20,4080	0,8330	0,1991	0,2775	4,4566	8,9133
BC	3,6900	-	0,2973	21,7574	0,9468	0,2577	0,0000	0,2577	3,8324
CC’	3,1900	5,0400	0,2401	19,5537	0,7647	0,1638	0,2339	2,7377	5,4754
CD	1,5400	-	0,5374	29,2529	0,7606	0,0428	0,0289	0,0717	3,9759
DD’	2,6600	3,3900	0,1615	16,0367	0,9144	0,2510	0,3763	3,9873	7,9745
DE	1,1600	-	0,6989	33,3602	0,8176	0,0327	0,0000	0,0327	4,0414
EE’	1,6000	1,3400	0,0638	10,0825	0,8132	0,1858	0,0661	2,5920	5,1839
EF	1,5800	-	0,7627	34,8505	0,8922	0,0517	0,0000	0,0517	4,1447
FF’	4,1100	3,3400	0,1591	15,9180	0,9009	0,3709	0,1015	2,8123	5,6247
FG	3,2700	-	0,9219	38,3137	0,7340	0,0584	0,0135	0,0718	4,2883
GG’	4,3800	1,8800	0,0896	11,9424	0,5071	0,1319	0,1157	2,5876	5,1751
GH	12,1100	-	1,0114	40,1318	0,8053	0,2552	0,0259	0,2811	4,8506
HH’	3,9200	2,0200	0,0962	12,3791	0,5449	0,1358	0,1336	1,5894	3,1788
HI	3,7000	-	1,1077	41,9977	0,8819	0,0920	0,0933	0,1853	5,2212

Tableau VI-9 : Pertes de chargesCTA-AN.C07.

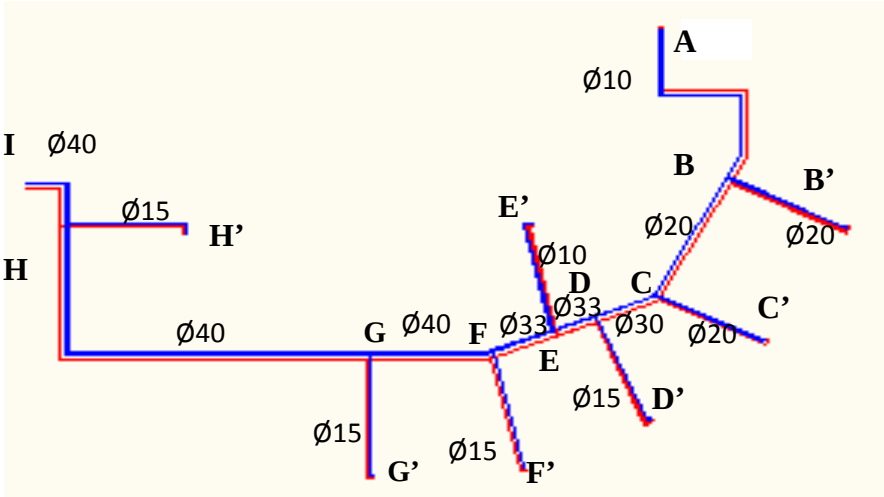


Figure IV.6 : Schéma explicite du réseau eau glacée CTA-AN.C07.

.

Tronçon	L (m)	Pf (kw)	Qf (l/s)	D calc (mm)	Vréel (m/s)	Pdc L	Pdc sing	Pdc tronçon	Pdc tot
AB	2,5200	23,0000	1,0958	41,7713	0,8724	0,0839	0,2093	3,0932	6,1865
BB'	6,0000	18,0000	0,8576	36,9530	0,6828	0,1121	0,0396	3,3117	6,6234
BC	4,2000	-	1,9533	55,7707	0,8226	0,0805	0,1015	0,1820	6,5505
CC'	10,1700	12,0000	0,5717	30,1720	0,8092	0,3898	0,0589	1,8487	3,6975
CD	11,8700	-	2,5250	63,4091	0,8935	0,2276	0,1197	0,3474	7,2452
DD'	0,9500	18,0000	0,8576	36,9530	0,6828	0,0187	0,0816	3,3603	6,7206
DE	10,1600	-	3,3826	73,3911	0,8794	0,1564	0,1160	0,2724	7,7900
EE'	2,9300	20,0000	0,9528	38,9519	0,7586	0,0740	0,0576	4,3416	8,6832
EF	101,2700	-	4,3354	83,0873	0,8629	1,2778	0,1303	1,4081	10,6063

Tableau VI-10 : Pertes de charges eau glacée.

Tronçon	L (m)	Pc (kw)	Qc (l/s)	D calc (mm)	Vréel (m/s)	Pdc L	Pdc sing	Pdc tronçon	Pdc tot
AB	2,5200	9,0000	0,4288	26,1297	0,8739	0,1348	0,2100	2,7848	5,5696
BB'	6,0000	7,0000	0,3335	23,0443	0,6797	0,1778	0,0393	2,6570	5,3141
BC	4,2000	-	0,7623	34,8397	0,7493	0,1020	0,0842	0,1863	5,9421
CC'	10,1700	5,0000	0,2382	19,4760	0,7586	0,5139	0,0518	3,3157	6,6314
CD	11,8700	-	1,0005	39,9138	0,7966	0,2714	0,0952	0,3665	6,6752
DD'	0,9500	7,0000	0,3335	23,0443	0,6797	0,0297	0,0809	2,5506	5,1012
DE	10,1600	-	1,3340	46,0885	0,6797	0,1308	0,0693	0,2001	7,0754
EE'	2,9300	21,0000	1,0005	39,9138	0,7966	0,0816	0,0635	2,5851	5,1701
EF	101,2700	-	2,3344	60,9694	0,8261	1,5613	0,1194	1,6807	10,4368

Tableau VI-11 : Pertes de charges eau chaude.

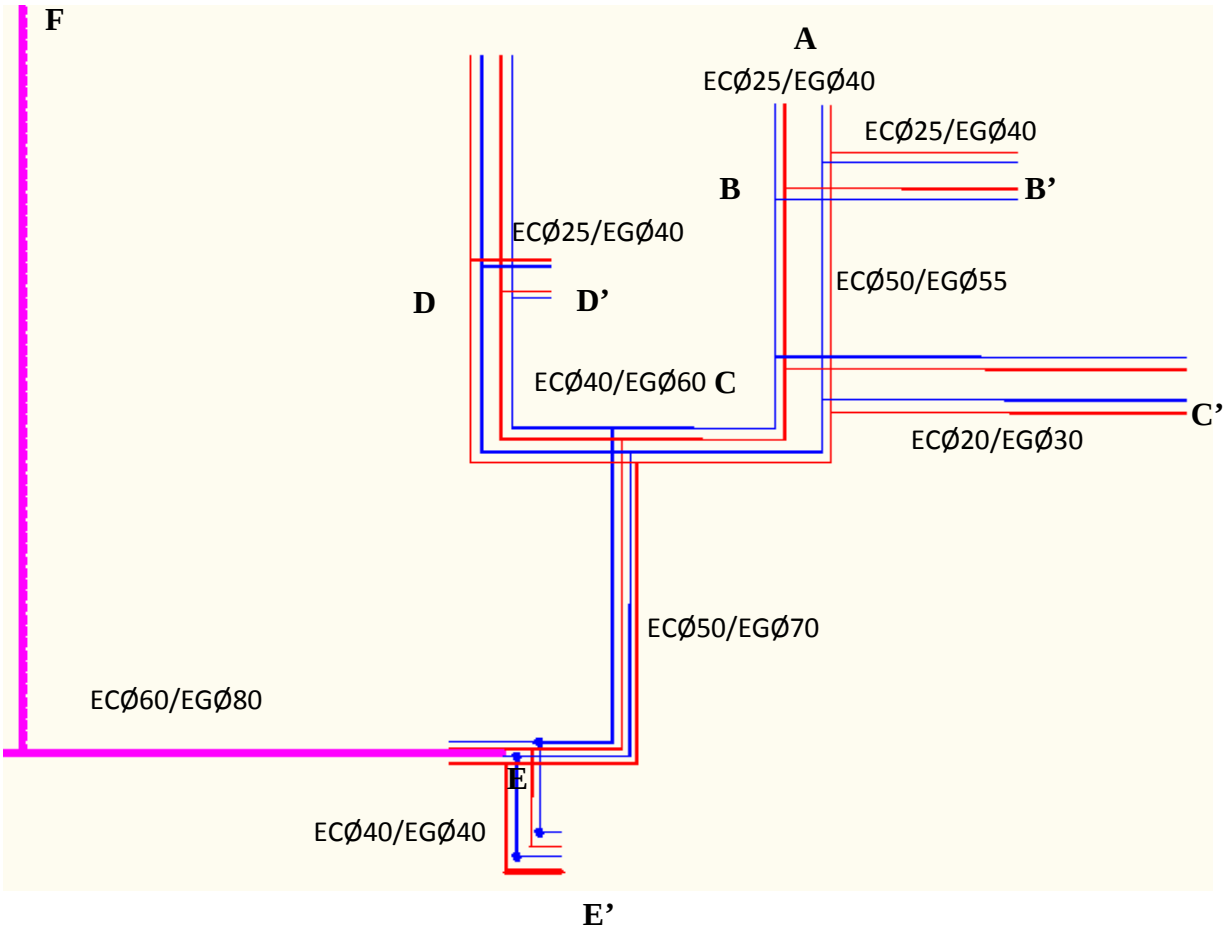


Figure IV.7 : Schéma explicite du réseau eau glacée et eau chaude.

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

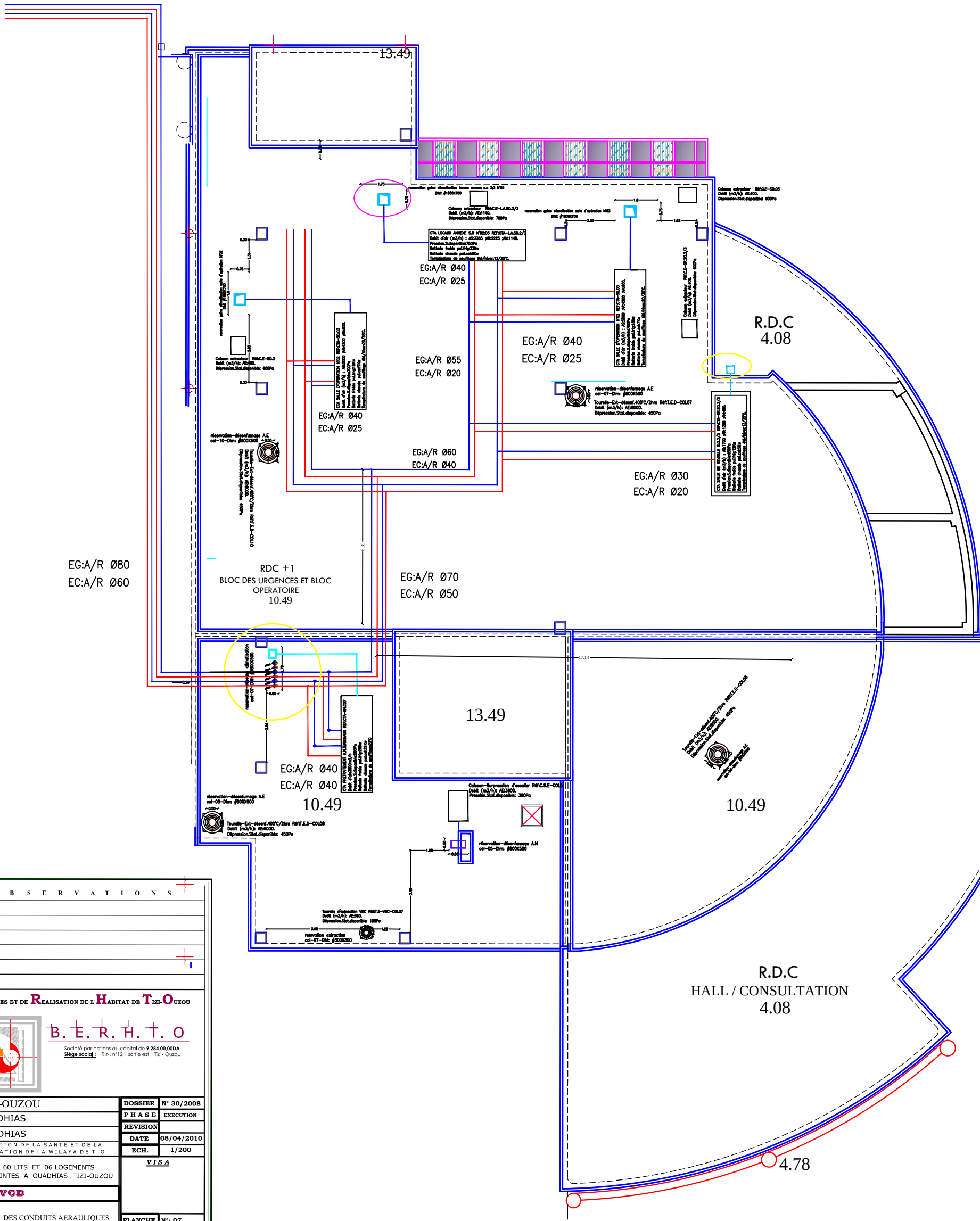


FIGURE IV.8: RESEAU HYDRAULIQUE

INDICE	O B S E R V A T I O N S
A	
B	
C	
D	
E	
F	

BUREAU D'ETUDES ET DE REALISATION DE L'HABITAT DE TIZI-OUZOU

B. E. R. H. T. O

Société par actions au capital de 9.284.00.00DA
Siége social : R.N. n°12 sortie est Tizi - Ouzou

WILAYA	TIZI-OUZOU	DOSSIER	N° 30/2008
DAIRA	OUADHIAS	PHASE	EXECUTION
COMMUNE	OUADHIAS	REVISION	
CLIENT	DIRECTION DE LA SANTE ET DE LA POPULATION DE LA WILAYA DE T-O	DATE	08/04/2010
		ECH.	1/200
ETUDE	HOPITAL 60 LITS ET 06 LOGEMENTS D'ASTREINTES A OUADHIAS -TIZI-OUZOU	VISA	
DOSSIER	CVCD		
TITRE	PLAN DES CONDUITS AERAULIQUES	PLANCHE	N°: 07
		G.CIVIL	
CONCU PAR	Mme. ACHOUR	VERIFIE PAR	Mr. DJEMAA
		ELECT	Mme.BEKHTAOUI
DESSINE PAR	Mr.BENYOUNES	APPROUVE PAR	Mr. BRAHMI
		C.P.C	Mr. KLARI
		V.R.D	Mr. AMZIANI

Telephone : (026) 22 60 02/ (026) 22 85 78 Fax : (026) 22 77 36/ (026) 22 77 99

Ce document est la propriété de BERHTO , il ne peut être reproduit sans son autorisation

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

4. Organes de ventilations :

Un système de ventilation doit assurer l'entrée, la circulation et la sortie de l'air dans le bâtiment. Pour cela, il est constitué de plusieurs éléments qui doivent être conçus, installés et entretenus correctement. Les déférents composants de base des systèmes de ventilation sont :

4.1. Ventilateurs :

Dans le cas des systèmes de ventilation, un ou plusieurs ventilateurs sont nécessaires pour générer la dépression (système par extraction), la surpression (système par insufflation) ou les deux simultanément (système double flux).Pour notre bloc opératoire on a utilisé trois types de ventilateurs :

a. Ventilo – convecteurs :

Ce sont des unités terminales de conditionnement d'air non autonomes qui, tout en rassemblant l'avantage économique de l'installation et d'exploitation avec une production centralisée, permettent une économie de réglage individuelle des paramètres dans chaque local.

Un ventilo-convecteur peut assurer :

- Le chauffage en hiver.
- Le rafraichissement et la déshumidification en été.
- La ventilation et la filtration de l'air à l'aide de ventilateur internes en toutes saisons.

Figure IV.9: Représentation d'un ventilo – convecteur.

b. Ventilateurs de soufflage :

En ce qui concerne les ventilateurs de soufflage, on dispose d'un seul type de ce genre de ventilateurs qui est placé plus précisément dans les salles dont l'emplacement est le plafond , et qui permet une meilleur ventilation qui consiste à souffler de l'air neuf pour assurer un bon rafraîchissement de la salle en premier lieu , et d'échanger l'air pour réduire les odeurs.

Figure IV.10 : Représentation d'un ventilateur de soufflage.

c. Ventilateurs d'extraction :

Appareils servant à extraire l'air chaud et humide d'un bâtiment pour forcer la circulation de l'air, actionné par un système motorisé. C'est un élément indispensable de la ventilation.

L'extracteur d'air est composé de différents éléments : un moteur situé généralement dans les combles qui permet la sortie de l'air grâce à un ventilateur, un réseau de gaines qui permet à l'air de circuler, l'expulsion de l'air pollué en extérieur, des bouches d'extraction et dans certains cas, des bouches d'insufflation pour permettre à l'air neuf de rentrer dans la pièce et enfin, des entrées d'air qui peuvent avoir un débit fixe, un débit en fonction de l'humidité.

Figure IV.11 : Représentation des Ventilateurs d'extraction.

Les ventilateurs peuvent se situer aux extrémités, à l'extérieur (ex. ventilateur de toiture) ou à l'intérieur des locaux (ex. intégré dans une bouche). Ils peuvent également se situer en milieu de réseaux (ex. caisson, ventilateur de conduit, etc.)

4.2. Conduits :

Les conduits permettent de relier le ventilateur aux locaux du bâtiment et à l'extérieur. Ces conduits peuvent être souples, rigides ou semi-rigides, de différentes formes (cylindriques, rectangulaires, oblong,…), de différentes sections, et en différents matériaux.

Figure IV.12 : Gaine rectangulaire.

Figure IV.13 : Gaine circulaire.

Les différentes sections des conduits sont assemblées entre-elles grâce à des raccords (manchons, coudes) et peuvent intégrer des composants jouant un rôle dans la maintenance (trappes de visite, clapets d'isolement), dans la régulation (registres, clapets d'équilibrage), dans le traitement acoustique (pièges à son), dans la sécurité incendie (clapets coupe-feu), etc.

4.3. Bouches terminales

En terminaison des conduits, dans les locaux à desservir, on trouvera des bouches ou grilles terminales. Suivant les systèmes, il en existe plusieurs types :

- Bouches d'extraction ou d'insufflation d'air,

Figure IV.14: Bouche d'extraction.

- Grilles intérieures pour les plus grandes sections.

Figure IV.15: Grille d'extraction.

La géométrie des bouches revêt un caractère esthétique mais leur conception joue aussi un rôle dans la circulation de l'air (diffuseur) ou dans la régulation (bouches auto-réglables, hygro-réglables, etc.).

4.4. Entrées d’air et prises d’air neuf :

L’air neuf peut être admis à l’intérieur :

- Pour les systèmes par extraction**,** par des entrées d’air donnant directement sur l’extérieur. Elles peuvent se présenter : sous forme de réglettes posées sur les fenêtres ou sur les coffres de volets-roulants ; ou sous forme de grilles en traversée de murs. Ces équipements peuvent participer à la régulation en adaptant la section de passage de l’air en fonction de la pression (auto-réglables), de l’humidité (hygro-réglables) ou d’autres paramètres physiques. Suivant la localisation du bâtiment, leurs caractéristiques acoustiques peuvent aussi importer.

- Pour les systèmes par insufflation ou double-flux : par une prise d’air neuf raccordée à l’amont du ventilateur d’insufflation. Les prises d’air neuf seront généralement posées en toiture, à l’écart des rejets d’air viciés ou des sources de pollution de l’air extérieur. La section des entrées et prise d’air neuf varie en fonction des débits à assurer.

4.5. Sorties d’air vicié

L’air vicié peut être rejeté à l’extérieur :

- Par une sortie d’air généralement posées en toiture, en aval du ventilateur d’extraction,

- Par des grilles de traversées de mur.

Pour les systèmes de ventilation « par pièces », des ventilateurs peuvent être situés directement sur les sorties d’air vicié.

Pour les systèmes naturels et hybrides, les sorties d’air peuvent être équipés de composants qui maximisent l’exploitation des forces naturelles (tirage thermique et/ou vent).

Conclusion générale

Dans ce mémoire, une étude sur le chauffage, la ventilation et la climatisation du bloc opératoire de l'hôpital 60 lits Ouadhias, située à TIZI – OUZOU a été menée.

Cette étude est d'une très grande importance, en vue d'une meilleure prise en charge médicale et chirurgicale des malades.

Nous avons effectué les bilans thermiques hivernal et estival du bloc opératoire. Concernant le bilan thermique hivernal, nous avons vérifié que les déperditions par transmissions du bloc de l'hôpital sont effectivement inférieures aux déperditions de référence. Pour ce qui est du bilan thermique estival, les résultats ont montré que les apports calorifiques totaux sont bien inférieurs aux apports calorifiques de référence. Ceci montre bien que l'hôpital est conforme aux normes en vigueur.

Les machines thermiques retenues qui assureront le chauffage, la ventilation et la climatisation sont les suivantes. Une chaudière à gaz monobloc avec brûleur séparé produira l'eau chaude ainsi que le chauffage. Un groupe frigorifique à condensation par air à module hydraulique produira l'eau froide. Enfin des centrales d'air de recyclage individuelles, à simple et à double flux, assureront le traitement d'air. Certaines machines sont reliées entre elles par un réseau de conduits aérauliques, d'autres par un réseau de canalisations hydrauliques. Pour leur dimensionnement, nous avons déterminé les pertes de charge dans chacun des réseaux par des calculs aéraulique et hydraulique.

Enfin le présent travail ouvre des perspectives pour une amélioration de la qualité du confort thermique dans le bloc opératoire en effectuant des calculs aérauliques pour les réseaux d'extraction et d'air repris, ainsi la méthode de CARRIER pour le traitement d'air.

Références Bibliographiques

[1] : Document technique réglementaire C 3.2/4

[2] : Document technique réglementaire C 3.31

[3] : M. JEDIDI et O. BENJEDDOU, La thermique du bâtiment, édition DUNOD 2016

[4] : Catalogue Carrier, Solutions de chauffage, climatisation et ventilation, DCF-DISTRIBUTION-06/2021

Annexe 1

Apports calorifiques :

3.1. Apport à travers les parois :

- **Parois opaques :**

a. Paroi opaque aérienne donnant sur l'extérieur

Les apports de chaleur à travers une paroi opaque à un instant t, APO(t) sont typiquement de nature chaleur sensible et sont données par la formule suivante :

$$APO = 1{,}2 \cdot K_{été} \cdot S_{int} \cdot \Delta te\ (t) \qquad (1.1)$$

avec :1,2 est un coefficient de majoration tenant compte des apports latéraux linéiques (à travers les ponts thermiques) et $K_{été}$ est le coefficient de transmission en partie courante de la paroi, S_{int} est la surface intérieur totale de la paroi considéré, Δte (t) est la différence équivalente de température a l'heure t

b. Paroi opaque aérienne donnant sur un local non conditionné

$$APO = 1{,}2 \cdot K_{été} \cdot S_{int} \cdot (TS_{b,e} - TS_{bi}) \qquad (1.2)$$

c. Paroi opaque en contact avec le sol

$$APO = 1{,}2 \cdot K_{été} \cdot S_{int} \cdot (TS_{b,e} - TS_{bi}) \qquad (1.3)$$

- **Parois vitrées :**

Les apports à travers les parois vitrées sont dus à la différence de température entre l'extérieur et l'intérieur et au rayonnement solaire et sont de nature sensible ils sont données par l'équation suivante :

$$AV = AVT(t) + AVE\ (t) \qquad (1.4)$$

$$AVT = 1{,}2 \cdot K_{été} \cdot S_{ouv} \cdot [TS_{e}\ (t) - TS_{bi}] \qquad (1.5)$$

$$AVE = [SVens \cdot It + (SV\text{-}S\ ens) \cdot Id] \cdot FS \cdot N_{PVI} \qquad (1.6)$$

3.2. Apport interne :

Les apports internes sont donnés par la formule suivante qui est la somme de tous les apports internes, ils sont de nature chaleur sensible et latente

$$AI = \Sigma (CSj \, . \, AI_{S,J}) + (\Sigma(CSj. \, AI_{l,\ J})) \quad (1.7)$$

a. Apports internes dus aux occupants :

Les gains dus aux occupants sont de source sensible et latente

$$AI_{occ} = nbre \; x \; (AI_{occ}l + AI_{occ}S) \quad (1.8)$$

b. Apports internes dus aux machines entrainée par un moteur électrique :

De nature sensible, les machines entrainée par moteur électrique dégagent une quantité dechaleur formulée comme suite :

$$AI = Weff/\eta - \Delta p \, . \, qv_m \quad (1.9)$$

c. Apports internes dus aux appareils électriques :

Ce type d'appareils peut produire de la chaleur soit de source sensible ou latente en dépitde la nature de l'appareil :

$$AI_{Aelec} = nbre \, . \, (AI_{Aelec}l + AI_{Aelec}S) \quad (1.10)$$

d. Apports internes dus à l'éclairage :

$$AI_{\ eclai} = \Sigma \, (\, Wn \, .C_{me} \, . \, C_{cr}) \quad (1.11)$$

e. Apports internes dus aux appareils à gaz :

Ces appareils sont source d'apports sensible ou latent et sont données par les formules suivantes :

$$AI_{ap\ gaz\ S} = qv_n \, . \, PC\ sup \quad (1.12)$$

$$AI_{\ app\ gaz\ L} = qvn \, . \, m\ vap \, . \, 2498103 \quad (1.13)$$

f. Apports internes dus au réservoir :

Ces apports sont de nature sensible, ils sont donnés par la formule suivante :

$$AI_S = (\theta - TS_{bi}) \, . \, \Sigma \, [S_I/(e_{ij}/\lambda_{ij} + r_{\ ej})] \quad (1.14)$$

g. Apports internes dus à l'évaporation libre :

Ils sont essentiellement de source latente et sont donnés par la formule suivante **:**

$$AI_l = 0{,}0935 \, . \, (PSeau - Ppi) \quad (1.15)$$

h. Apports internes dus à l'introduction de la vapeur vive :

Ce type d'apports est donné par la formule suivante :

$$AI_s = 0{,}523 \, . \, (\theta_{evap} - TS_{bi}) \, . \, qm_{\ vap} \quad (1.16)$$

$$AI_{\ l} = 694 \, . \, qm_{\ vap} \quad (1.17)$$

i. *Apports internes dû à la tuyauterie et aux conduits d'air :*

Ce sont une source de chaleur sensible

$$AI_S = k \cdot l \quad (1.18)$$

3.3. Apport introduction d'air extérieur :

Les apports dus à l'introduction d'air extérieur sont de nature sensible ou latente ils sont donnés par les formule suivantes :

a. Apports de chaleur par introduction d'air neuf :

Les apports dus à l'introduction de l'air neuf sont à la fois indispensable pour garantir un air hygiénique et une atmosphère correct car il faut réduire au maximum les déperditions dus a l'introduction d'un grand débit d'air neuf, il est formulé tel que le décrivent les deux équations suivantes :

$$AREN_S = 0{,}32 \cdot qv_{an} \cdot (TSe(t) - TS_{b,i}) \quad (1.19)$$

$$AREN_L = 0{,}797 \cdot qv_{an} \cdot Max\,[(HS_{b,e} - HS_{b,i}), 0] \quad (1.20)$$

b. Apports de chaleur par infiltration :

Les portes, les fenêtres et toutes les autres ouvertures sont sujets d'infiltration de l'air extérieur donc par la suite des apports de chaleur sous la forme sensible et latente que l'on doit combattre afin d'assurer la température de consigne, elles sont donnés par les formules suivantes :

$$Ainf_S = 0{,}32 \cdot qv_{inf} \cdot (TSe(t) - TS_{b,i}) \quad (1.21)$$

$$Ainf_L = 0{,}797 \cdot qv_{inf} \cdot Max\,[(HS_{b,e} - HS_{b,i}), 0] \quad (1.22)$$

3.4. Calcul de la puissance frigorifique

Pour obtenir la puissance on doit sommer les résultats obtenus :

$$Atot = \Sigma APO + AVT + AVE + AI_{occ} + AI_{eclai} + AREN_S + AREN_L \quad (1.23)$$

Annexe 2

Déperditions thermiques :

Expression générale

Les déperditions totales D pour un logement contenant plusieurs volumes thermiques sont données selon le DTR C3-2 par :

$$D = \sum D_i \ \dots\dots \ [^{W}/_{C}\,°] \qquad (2.1)$$

Les D_i représentent les déperditions totales du volume i.

Selon ce fascicule les déperditions totales d'un volume sont données par :

$$D_i = (D_t)_i + (D_R)_i \ \dots\dots \ [^{W}/_{C}\circ] \qquad (2.2)$$

Où

D_i : (en W/°C) représente les déperditions totales du volume thermique i

$(D_t)_i$: (en W/°C) représente la déperdition par transmission du volume i

$(D_R)_i$: (en W/°C) représente les déperditions supplémentaires dues au vent du volume i

Les déperditions par transmission d'un volume selon le DTR :

Dans sa formule générale elle est donné par :

$$(D_r)_i = (D_s)_i + (D_{li})_i + (D_{sol})_i + (D_{lnc})_i \qquad (2.3)$$

Ou

(Ds)i (en W/°C) représente les déperditions surfaciques à travers les parties courantes des parois en contact avec l'extérieur.

(Dli)i (en W/°C) représente les déperditions à travers les liaisons.

(Dsol)i (en W/°C) représente les déperditions à travers les parois en contact avec le sol.

(Dlnc)i (en W/°C) représente les déperditions à travers les parois en contact avec les locaux non chauffés.

Les déperditions par transmission surfacique :

Les déperditions surfaciques par transmission à travers les parois, pour une différence de température de 1°C entre l'ambiance que sépare cette paroi, sont données par la formule :

$$D_s = K \times A \quad (2.4)$$

Où :

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

A (en m²) la surface intérieur de la paroi.

Les déperditions linéiques :

Appelé aussi déperdition par ponts thermiques, elle est dû essentiellement aux liaisons entre les différentes parois (les liaisons à la jonction des parois (entre deux parois extérieures, entre une paroi intérieure et une paroi extérieure) et les liaisons entre les murs et les menuiseries, appelées communément ponts thermiques, constituent des sources supplémentaires de déperditions. En outre, ces liaisons, points faibles thermiques, sont souvent à l'origine de désordres dans la construction (dues à la condensation principalement)). Ses déperditions sont données pour une différence de température de 1°C par la formule suivante :

$$D_i = k_i \times L \quad (2.5)$$

Ou

K_i (en W/m°C) représente le coefficient de transmission linéique de la liaison.

L (en m) représente la longueur intérieure de la liaison.

Et pour une estimation plus rapide de ses besoins elle peut être évaluées à 20% des pertes surfaciques par transmission à travers les parois du logement soit :

$$\sum(k_i \times L) = 0.20 \sum(K \times A) \quad (2.6)$$

Les déperditions à travers les parois en contact avec le sol :

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

$$D_{sol} = K \times A[\mathrm{W}/°C] \quad (2.7)$$

K (en W/m² °C) représente le coefficient K du plancher haut enterré.

A (en m²) représente la surface intérieure du plancher.

Les déperditions à travers les parois en contact avec les locaux non chauffés :

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

Dans le cas du logement, les locaux non chauffés sont généralement les combles, les videssanitaires, les caves, les greniers, les celliers, les garages et les circulations communes.

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

$$D_{lnc} = T_{au} \times [\sum(K \times A) + \sum(k_l \times L)] \qquad [W/°C] \qquad (2.8)$$

Ou

- K (en W/m².°C) est le coefficient de transmission surfacique de chaque partie.
- A (en m²) est la surface intérieure de chaque partie surfacique.
- K_l (en m) la longueur intérieure de chaque liaison.
- Tau est le coefficient de réduction de température.

Dans le cas général le coefficient Tau est donné par la formule suivante :

$$\text{Tau} = \frac{ti-tn}{ti-te} \qquad (2.9)$$

Où

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

Les déperditions dues au vent :

Selon le fascicule les déperditions par renouvellement d'air tiennent compte :

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

La formule générale qui exprime ces déperditions et :

$$D_r = 0{,}34 \times (Q_v + Q_s) \qquad (2.10)$$

Où

Qv (m^3/h) est le débit spécifique de ventilation.

Qs (m^3/h) est le débit supplémentaire par infiltrations dues au vent.

a- Le débit spécifique de ventilation (Q_v)

Il est exprimer par :

$$Q_v = Max\ [0{,}6 \times V_h;\ Qvréf] \quad (2.11)$$

V_h (m^3) désigne le volume habitable.

b- Les déperditions dues au vent (infiltrations) (Qs)

Le débit supplémentaire dû au vent est déterminé en considérant seulement le débit d'air supplémentaire s'infiltrant par les ouvrants, et dont l'écoulement s'effectue de la façade au vent à la façade sous le vent (on parle de débit ''traversant'').

Le débit Qs dû à l'effet du vent pour un logement est donné par la formule suivante :

$$Q_s = \sum(e_{vi} \times (\sum(P_{0j} \times A_j)) \quad (2.12)$$

Où

E_{vi} : (sans dimension) est le coefficient d'exposition au vent affecté à la paroi i.

P_{0j} : (en m^3/h m² sous **Δ**P=1 Pa) représente la perméabilité surfacique à l'air de l'ouvrant j c'est-à-dire le débit d'air traversant 1m² de paroi sous une différence de pression **Δ**P de 1Pa.

A_j : (en m²) est la surface de l'ouvrant j.

Annexe 3

Ventilation :

Dimensionnement des amenées d'air

Selon la réglementation en vigueur les dispositifs d'amenée d'air doivent permettre, sous une différence de pression de vingt (20) pascals de part et d'autre de la façade extérieur, d'atteindre les débits suivants :

30 à 45 m^3/h par chambre,

45 à 60 m^3/h pour le séjour.

Selon la DTR le débit d'air q_f à travers les joints des ouvrants est obtenue par :

$$q_f = C \times A \times \Delta P^{2/3} \qquad (3.1)$$

C (en m^3/h.m^2.$Pa^{2/3}$) est la perméabilité surfacique de l'ouvrant, c'est-à-dire le débit d'air traversant 1m^2 de paroi sous une différence de pression de 1Pa.

A (en m^2) est la surface en tableau de l'ouvrant.

ΔP (en pascals) est la différence de pression de part et d'autre de la paroi ; dans le cadre de ce DTR on prendra ΔP=20Pa.

Le processus de validation et de calcul passe par les étapes suivantes mais après le calcul de qf :

- Si le qf calculé et égal ou légèrement supérieur de l'ordre de 15% alors il n'est pas nécessaire d'ajouter des orifices de ventilation.

- Dans le cas contraire le débit qf est nettement inférieur c'est-à-dire plus de 15% alors il faudra instaurer des orifices de ventilation permettant d'atteindre le débit minimal recommander

- Maintenant si dans un troisième temps le débit qf calculé est nettement supérieur au débit fourni par la règlementation il est recommandé dans ce cas de procéder à des correctifs sur la surface des ouvrants ou la nature des menuiseries.

Dans le cas où il faudrait installer des orifices d'amené d'air il faudra toutefois vérifier les inégalités suivantes :

$$\sum M \geq 90 \qquad et \qquad \sum M \geq 6{,}2 \times P$$

Annexe 4

murs	composants	épaisseur[m]	ƛ[m²/°C]	R[m²°C/w]	1/hi	1/he	Rtot [m²°C/]	K [w/m²°c]
mur du nord 1	plâtre	0,015	0,35	0,04285714	0,11	0,11	0,340496894	2,93688435
	mortier	0,02	1,15	0,0173913				
	béton armé	0,2	1,5	0,13333333				
	mortier	0,02	1,15	0,0173913				
	plâtre	0,015	0,35	0,04285714				
mur du nord 2	plâtre	0,01	0,35	0,02857143	0,11	0,11	1,495537506	0,66865592
	mortier	0,015	1,15	0,01304348				
	brique	0,1	0,2	0,5				
	lame d'air	0,05	0,26	0,19230769				
	brique	0,1	0,2	0,5				
	mortier	0,015	1,15	0,01304348				
	plâtre	0,01	0,35	0,02857143				
mur de l'est 1	plâtre	0,01	0,35	0,02857143	0,11	0,11	0,945258799	1,05791134
	mortier	0,02	1,15	0,0173913				
	béton armé	0,2	1,5	0,13333333				
	brique	0,1	0,2	0,5				
	mortier	0,02	1,15	0,0173913				
	plâtre	0,01	0,35	0,02857143				
mur de l'est 2	plâtre	0,01	0,35	0,02857143	0,11	0,11	1,495537506	0,66865592
	mortier	0,015	1,15	0,01304348				
	brique	0,1	0,2	0,5				
	lame d'air	0,05	0,26	0,19230769				
	brique	0,1	0,2	0,5				
	mortier	0,015	1,15	0,01304348				
	plâtre	0,01	0,35	0,02857143				
	fenêtre							3,3
mur de l'ouest 2	plâtre	0,01	0,35	0,02857143	0,11	0,11	0,816050326	1,22541462
	mortier	0,015	1,15	0,01304348				
	brique	0,2	0,39	0,51282051				
	mortier	0,015	1,15	0,01304348				
	plâtre	0,01	0,35	0,02857143				
	porte (p)							4,5
plancher bas	entrevous	0,2	0,16	1,25	0,17	0,17	1,6813362	0,59476504
	béton	0,05	1,5	0,03333333				
	mortier	0,01	1,15	0,00869565				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,00769231				
	mortier	0,015	1,15	0,01304348				
	plâtre	0,01	0,35	0,02857143				
plafond	béton	0,05	1,5	0,03333333	0,09	0,05	4,566830706	0,21897024
	entrevous	0,2	0,16	1,25				
	mortier	0,01	1,15	0,00869565				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,00769231				
	lame d'air	0,8	0,26	3,07692308				
	mortier	0,015	1,15	0,01304348				
	ba13	0,013	0,35	0,03714286				

Tableau A4-1 : salle d'opération (1) 35,8 m²

murs	composants	épaisseur[m]	ƛ[m²/°C]	R[m²°C/w]	1/hi	1/he	Rtot [m²°C/]	K [w/m²°c]
mur du sud 1	**plâtre**	0,015	0,35	0,042857143	0,11	0,06	0,290496894	3,442377592
	mortier	0,02	1,15	0,017391304				
	béton armé	0,2	1,5	0,133333333				
	mortier	0,02	1,15	0,017391304				
	plâtre	0,015	0,35	0,042857143				
mur du sud 2	**plâtre**	0,01	0,35	0,028571429	0,11	0,11	1,495537506	0,668655915
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	brique	0,1	0,2	0,5				
	lame d'air	0,05	0,26	0,192307692				
	brique	0,1	0,2	0,5				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
mur de l'est 1	**plâtre**	0,01	0,35	0,028571429	0,11	0,11	0,945258799	1,057911337
	mortier	0,02	1,15	0,017391304				
	béton armé	0,2	1,5	0,133333333				
	brique	0,1	0,2	0,5				
	mortier	0,02	1,15	0,017391304				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
mur de l'est 2	**plâtre**	0,01	0,35	0,028571429	0,11	0,11	1,495537506	0,668655915
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	brique	0,1	0,2	0,5				
	lame d'air	0,05	0,26	0,192307692				
	brique	0,1	0,2	0,5				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
	fenêtre							3,3
mur de l'ouest	**plâtre**	0,01	0,35	0,028571429	0,11	0,11	0,803229814	1,244973709
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	brique	0,1	0,2	0,5				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
	porte (p)							4,5
plancher bas	**entrevous**	0,2	0,16	1,25	0,17	0,17	1,6813362	0,594765045
	béton	0,05	1,5	0,033333333				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
plafond	**béton**	0,05	1,5	0,033333333	0,09	0,05	4,566830706	0,218970237
	entrevous	0,2	0,16	1,25				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	lame d'air	0,8	0,26	3,076923077				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	ba13	0,013	0,35	0,037142857				

Tableau A4-2 : salle d'opération (2) 35,8 m²

murs	composants	épaisseur[m]	ƛ[m²/°C]	R[m²°C/w]	1/hi	1/he	Rtot [m²°C/]	K [w/m²°c]
mur de l'est	plâtre	0,01	0,35	0,028571429	0,11	0,11	0,803229814	1,244973709
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	brique	0,1	0,2	0,5				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
	porte (p)							4,5
plancher bas	entrevous	0,2	0,16	1,25	0,17	0,17	1,691481128	0,591197846
	béton	0,05	1,15	0,043478261				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
plafond	béton	0,05	1,5	0,033333333	0,09	0,05	4,566830706	0,218970237
	entrevous	0,2	0,16	1,25				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	lame d'air	0,8	0,26	3,076923077				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	ba13	0,013	0,35	0,037142857				

Tableau A4-3: Coté sale salle 12,5 m2

murs	composants	épaisseur[m]	ƛ[m²/°C]	R[m²°C/w]	1/hi	1/he	Rtot [m²°C/]	K [w/m²°c]
mur du nord	plâtre	0,01	0,35	0,028571429	0,11	0,11	0,803229814	1,244973709
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	brique	0,1	0,2	0,5				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
plancher bas	entrevous	0,2	0,16	1,25	0,17	0,17	1,6813362	0,594765045
	béton	0,05	1,5	0,033333333				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
plafond	béton	0,05	1,5	0,033333333	0,09	0,05	4,566830706	0,218970237
	entrevous	0,2	0,16	1,25				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	lame d'air	0,8	0,26	3,076923077				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	ba13	0,013	0,35	0,037142857				

Tableau A4-4 : Laverie (1) 5,45 m2

murs	composants	épaisseur[m]	ƛ[m²/°C]	R[m²°C/w]	1/hi	1/he	Rtot [m²°C/]	K [w/m²°c]
mur du nord	**plâtre**	0,01	0,35	0,028571429	0,11	0,11	0,803229814	1,244973709
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	brique	0,1	0,2	0,5				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
plancher bas	**entrevous**	0,2	0,16	1,25	0,17	0,17	1,6813362	0,594765045
	béton	0,05	1,5	0,033333333				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
plafond	**béton**	0,05	1,5	0,033333333	0,09	0,05	4,566830706	0,218970237
	entrevous	0,2	0,16	1,25				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	lame d'air	0,8	0,26	3,076923077				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	ba13	0,013	0,35	0,037142857				

Tableau A4-5 : Salle pré-anesthésie 8,80 m²

murs	composants	épaisseur[m]	ƛ[m²/°C]	R[m²°C/w]	1/hi	1/he	Rtot [m²°C/]	K [w/m²°c]
mur du nord	**plâtre**	0,01	0,35	0,028571429	0,11	0,11	0,803229814	1,244973709
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	brique	0,1	0,2	0,5				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
plancher bas	**entrevous**	0,2	0,16	1,25	0,17	0,17	1,6813362	0,594765045
	béton	0,05	1,5	0,033333333				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
plafond	**béton**	0,05	1,5	0,033333333	0,09	0,05	4,566830706	0,218970237
	entrevous	0,2	0,16	1,25				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	lame d'air	0,8	0,26	3,076923077				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	ba13	0,013	0,35	0,037142857				

Tableau A4-6 : Salle d'observation 9,95 m2

murs	composants	épaisseur[m]	ƛ[m²/°C]	R[m²°C/w]	1/hi	1/he	Rtot [m²°C/]	K [w/m²°c]
mur du sud	plâtre	0,01	0,35	0,028571429	0,11	0,11	1,060372671	0,943064667
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	brique	0,1	0,2	0,5				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,1	0,35	0,285714286				
plancher bas	entrevous	0,2	0,16	1,25	0,17	0,17	1,6813362	0,594765045
	béton	0,05	1,5	0,033333333				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
plafond	béton	0,05	1,5	0,033333333	0,09	0,05	4,566830706	0,218970237
	entrevous	0,2	0,16	1,25				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	lame d'air	0,8	0,26	3,076923077				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	ba13	0,013	0,35	0,037142857				

Tableau A4-7: Linge propre 4,45 m2

murs	composants	épaisseur[m]	ƛ[m²/°C]	R[m²°C/w]	1/hi	1/he	Rtot [m²°C/]	K [w/m²°c]
mur de l'est1	plâtre	0,01	0,35	0,028571429	0,11	0,11	0,536666667	1,863354037
	mortier	0,015	1,15	0,010714286				
	brique	0,1	0,2	0,238095238				
	mortier	0,015	1,15	0,010714286				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
mur de l'est2	mortier	0,02	1,15	0,014285714	0,11	0,11	0,41047619	2,436194896
	béton armé	0,2	1,5	0,133333333				
	mortier	0,02	1,15	0,014285714				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
mur du sud	double vitra	0,07						3,3
plancher bas	entrevous	0,2	0,16	1,25	0,17	0,17	1,677454212	0,596141458
	béton	0,05	1,5	0,033333333				
	mortier	0,01	1,4	0,007142857				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	mortier	0,015	1,4	0,010714286				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
plafond	béton	0,05	1,5	0,033333333	0,09	0,05	4,566830706	0,218970237
	entrevous	0,2	0,16	1,25				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	lame d'air	0,8	0,26	3,076923077				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	ba13	0,013	0,35	0,037142857				

Tableau A4-8 : Salle des comptes rendus 18,10m²

murs	composants	épaisseur[m]	ƛ[m²/°C]	R[m²°C/w]	1/hi	1/he	Rtot [m²°C/]	K [w/m²°c]
mur du nord 1	**plâtre**	0,01	0,35	0,028571429	0,11	0,11	0,436563147	2,290619368
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	béton	0,2	1,5	0,133333333				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
mur du nord 2	**plâtre**	0,01	0,35	0,028571429	0,11	0,11	0,813721134	1,228922242
	mortier	0,015	1,4	0,010714286				
	brique	0,2	0,39	0,512820513				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
mur de l'ouest 1	**plâtre**	0,01	0,35	0,028571429	0,11	0,11	0,436563147	2,290619368
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	béton	0,2	1,5	0,133333333				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
mur de l'ouest 2	**plâtre**	0,01	0,35	0,028571429	0,11	0,11	0,816050326	1,225414619
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	brique	0,2	0,39	0,512820513				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
	porte (b)							2
plancher bas	**entrevous**	0,2	0,16	1,25	0,17	0,17	1,6813362	0,594765045
	béton	0,05	1,5	0,033333333				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
plafond	**béton**	0,05	1,5	0,033333333	0,09	0,05	4,566830706	0,218970237
	entrevous	0,2	0,16	1,25				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	lame d'air	0,8	0,26	3,076923077				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	ba13	0,013	0,35	0,037142857				

Tableau A4-9 : Espace transit 16,35 m²

murs	composants	épaisseur[m]	λ[m²/°C]	R[m²°C/w]	1/hi	1/he	Rtot [m²°C/]	K [w/m²°c]
mur de l'est1	mortier	0,02	1,15	0,014285714	0,11	0,06	0,514322344	1,944305961
	béton armé	0,2	1,5	0,133333333				
	brique	0,1	0,2	0,153846154				
	mortier	0,02	1,15	0,014285714				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
mur de l'est2	mortier	0,01	1,15	0,008695652	0,11	0,06	1,42255614	1,074760836
	brique	0,15	0,3	0,5				
	lame d'air	0,05	0,26	0,192307692				
	brique	0,1	0,2	0,5				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	plâtre	0,015	0,35	0,042857143				
mur de l'ouest1	plâtre	0,01	0,35	0,028571429	0,11	0,11	0,536666667	1,863354037
	mortier	0,015	1,15	0,010714286				
	brique	0,1	0,2	0,238095238				
	mortier	0,015	1,15	0,010714286				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
	porte (b)							2
mur de l'ouest2	plâtre	0,01	0,35	0,028571429	0,11	0,11	0,536666667	1,863354037
	mortier	0,015	1,15	0,010714286				
	brique	0,1	0,2	0,238095238				
	mortier	0,015	1,15	0,010714286				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
mur du sud	mortier	0,02	1,15	0,014285714	0,11	0,06	0,93043956	1,074760836
	brique	0,15	0,3	0,357142857				
	lame d'air	0,05	0,26	0,192307692				
	brique	0,1	0,2	0,153846154				
	mortier	0,02	1,15	0,014285714				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
	fenêtre							3,3
-	fenêtre							3,3
-	fenêtre							3,3
-	fenêtre							3,3
-	fenêtre							3,3
plancher bas	entrevous	0,2	0,16	1,25	0,17	0,17	1,6813362	0,594765045
	béton	0,05	1,5	0,033333333				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
plafond	béton	0,05	1,5	0,033333333	0,09	0,05	4,566830706	0,218970237
	entrevous	0,2	0,16	1,25				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	lame d'air	0,8	0,26	3,076923077				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	ba13	0,013	0,35	0,037142857				

Tableau A4-10 : salle de réveil et de réanimation 50m²

murs	composants	épaisseur[m]	ƛ[m²/°C]	R[m²°C/w]	1/hi	1/he	Rtot [m²°C/]	K [w/m²°c]
mur du sud	**double vitra**	0,07						3,3
plancher bas	**entrevous**	0,2	0,16	1,25	0,17	0,17	1,6813362	0,594765045
	béton	0,05	1,5	0,033333333				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
plafond	**béton**	0,05	1,5	0,033333333	0,09	0,05	4,566830706	0,218970237
	entrevous	0,2	0,16	1,25				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	lame d'air	0,8	0,26	3,076923077				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	ba13	0,013	0,35	0,037142857				

Tableau A4-11 : bureau anesthésie 19,60m²

murs	composants	épaisseur[m]	ƛ[m²/°C]	R[m²°C/w]	1/hi	1/he	Rtot [m²°C/]	K [w/m²°c]
mur de l'ouest	**double vitra**	0,07						4,05
plancher bas	**entrevous**	0,2	0,16	1,25	0,17	0,17	1,6813362	0,59476504
	béton	0,05	1,5	0,033333333				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
plafond	**béton**	0,05	1,5	0,033333333	0,09	0,05	4,566830706	0,21897024
	entrevous	0,2	0,16	1,25				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	lame d'air	0,8	0,26	3,076923077				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	ba13	0,013	0,35	0,037142857				

Tableau A4-12 : bureau infirmière chef 18,45m²

murs	composants	épaisseur[m]	ƛ[m²/°C]	R[m²°C/w]	1/hi	1/he	Rtot [m²°C/]	K [w/m²°c]
mur de l'ouest	**double vitra**	0,07						3,95
plancher bas	**entrevous**	0,2	0,16	1,25	0,17	0,17	1,6813362	0,59476504
	béton	0,05	1,5	0,033333333				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
plafond	**béton**	0,05	1,5	0,033333333	0,09	0,05	4,566830706	0,21897024
	entrevous	0,2	0,16	1,25				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	lame d'air	0,8	0,26	3,076923077				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	ba13	0,013	0,35	0,037142857				

Tableau A4-13 : bureau chirurgien chef 15,35m²

murs	composants	épaisseur[m]	ƛ[m²/°C]	R[m²°C/w]	1/hi	1/he	Rtot [m²°C/]	K [w/m²°c]
mur du nord	**plâtre**	0,01	0,35	0,028571429	0,11	0,11	0,536666667	1,86335404
	mortier	0,015	1,15	0,010714286				
	brique	0,1	0,42	0,238095238				
	mortier	0,015	1,15	0,010714286				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
mur du sud1	**plâtre**	0,01	0,35	0,028571429	0,11	0,11	0,536666667	1,86335404
	mortier	0,015	1,15	0,010714286				
	brique	0,1	0,2	0,238095238				
	mortier	0,015	1,15	0,010714286				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
mur du sud2	**mortier**	0,02	1,15	0,014285714	0,11	0,11	0,41047619	2,4361949
	béton armé	0,2	1,5	0,133333333				
	mortier	0,02	1,15	0,014285714				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
Mur de l'ouest2	**mortier**	0,02	1,15	0,014285714	0,11	0,06	0,514322344	1,94430596
	béton armé	0,2	1,5	0,133333333				
	brique	0,1	0,2	0,153846154				
	mortier	0,02	1,15	0,014285714				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
mur de l'ouest2	**mortier**	0,02	1,15	0,017391304	0,11	0,06	1,42566173	0,70142866
	brique	0,15	0,3	0,5				
	lame d'air	0,05	0,26	0,192307692				
	brique	0,1	0,2	0,5				
	mortier	0,02	1,15	0,017391304				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
	fenêtre							3,3
	fenêtre							3,3
plancher bas	**entrevous**	0,2	0,16	1,25	0,17	0,17	1,6813362	0,59476504
	béton	0,05	1,5	0,033333333				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
plafond	**béton**	0,05	1,5	0,033333333	0,09	0,05	4,566830706	0,21897024
	entrevous	0,2	0,16	1,25				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	lame d'air	0,8	0,26	3,076923077				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	ba13	0,013	0,35	0,037142857				

Tableau A4-14 : poste de contrôle 15,70m²

murs	composants	épaisseur[m]	ƛ[m²/°C]	R[m²°C/w]	1/hi	1/he	Rtot [m²°C/]	K [w/m²°c]
	fenêtre							3,3
	fenêtre							3,3
	fenêtre							3,3
	mortier	0,02	1,15	0,017391304	0,11	0,06	1,42566173	0,70142866
mur de l'ouest	**brique**	0,15	0,3	0,5				
	lame d'air	0,05	0,26	0,192307692				
	brique	0,1	0,2	0,5				
	mortier	0,02	1,15	0,017391304				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
	entrevous	0,2	0,16	1,25	0,17	0,17	1,6813362	0,59476504
	béton	0,05	1,5	0,033333333				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
plancher bas	**dalle de sole**	0,01	1,3	0,007692308				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
	béton	0,05	1,5	0,033333333	0,09	0,05	4,566830706	0,21897024
	entrevous	0,2	0,16	1,25				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
plafond	**dalle de sole**	0,01	1,3	0,007692308				
	lame d'air	0,8	0,26	3,076923077				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	ba13	0,013	0,35	0,037142857				

Tableau A4-15 : vestiaire femmes 15,95m²

murs	composants	épaisseur[m]	ƛ[m²/°C]	R[m²°C/w]	1/hi	1/he	Rtot [m²°C/]	K [w/m²°c]
	fenêtre							3,3
	fenêtre							3,3
	fenêtre							3,3
	mortier	0,02	1,15	0,017391304	0,11	0,06	1,42566173	0,70142866
mur du nord1	**brique**	0,15	0,3	0,5				
	lame d'air	0,05	0,26	0,192307692				
	brique	0,1	0,2	0,5				
	mortier	0,02	1,15	0,017391304				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429	0,11	0,11	0,536666667	1,86335404
	mortier	0,015	1,15	0,010714286				
mur du nord2	**brique**	0,1	0,2	0,238095238				
	mortier	0,015	1,15	0,010714286				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
	fenêtre							3,3
	fenêtre							3,3
	mortier	0,02	1,15	0,017391304	0,11	0,06	1,42566173	0,70142866
mur de l'ouest1	**brique**	0,15	0,3	0,5				
	lame d'air	0,05	0,26	0,192307692				
	brique	0,1	0,2	0,5				
	mortier	0,02	1,15	0,017391304				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
	mortier	0,02	1,15	0,014285714	0,11	0,06	0,514322344	1,94430596
mur de l'ouest2	**béton armé**	0,2	1,5	0,133333333				
	brique	0,1	0,2	0,153846154				
	mortier	0,02	1,15	0,014285714				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
	entrevous	0,2	0,16	1,25	0,17	0,17	1,6813362	0,59476504
	béton	0,05	1,5	0,033333333				
plancher bas	**mortier**	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
	béton	0,05	1,5	0,033333333	0,09	0,05	4,566830706	0,21897024
	entrevous	0,2	0,16	1,25				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
plafond	**dalle de sole**	0,01	1,3	0,007692308				
	lame d'air	0,8	0,26	3,076923077				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	ba13	0,013	0,35	0,037142857				

Tableau A4-16 : vestiaire hommes 15,85m²

murs	composants	épaisseur[m]	ƛ[m²/°C]	R[m²°C/w]	1/hi	1/he	Rtot [m²°C/]	K [w/m²°c]
mur du nord1	**mortier**	0,02	1,15	0,017391304	0,11	0,06	0,613581781	1,6297746
	béton armé	0,2	1,5	0,133333333				
	brique	0,05	0,2	0,25				
	mortier	0,02	1,15	0,014285714				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
mur du nord2	**mortier**	0,02	1,15	0,014285714	0,11	0,06	1,073296703	0,93170882
	brique	0,1	0,2	0,5				
	lame d'air	0,05	0,26	0,192307692				
	brique	0,1	0,2	0,153846154				
	mortier	0,02	1,15	0,014285714				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
mur de l'est	**plâtre**	0,01	0,35	0,028571429	0,11	0,11	0,798571429	1,25223614
	mortier	0,015	1,15	0,010714286				
	brique	0,15	0,3	0,5				
	mortier	0,015	1,15	0,010714286				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
	porte (b)							2
mur de l'ouest	**mortier**	0,02	1,15	0,014285714	0,11	0,06	1,073296703	0,93170882
	brique	0,1	0,2	0,5				
	lame d'air	0,05	0,26	0,192307692				
	brique	0,1	0,2	0,153846154				
	mortier	0,02	1,15	0,014285714				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
plancher bas	**entrevous**	0,2	0,16	1,25	0,17	0,17	1,6813362	0,59476504
	béton	0,05	1,5	0,033333333				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
plafond	**béton**	0,05	1,5	0,033333333	0,09	0,05	4,566830706	0,21897024
	entrevous	0,2	0,16	1,25				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	lame d'air	0,8	0,26	3,076923077				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	ba13	0,013	0,35	0,037142857				

Tableau A4-17 : sas 8,45m²

murs	composants	épaisseur[m]	ƛ[m²/°C]	R[m²°C/w]	1/hi	1/he	Rtot [m²°C/]	K [w/m²°c]
	mortier	0,02	1,15	0,017391304	0,11	0,06	0,863581781	1,15796792
	béton armé	0,2	1,5	0,133333333				
mur du nord1	**brique**	0,05	0,1	0,5				
	mortier	0,02	1,15	0,014285714				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
-	**fenêtre**							3,3
-	**fenêtre**							3,3
-	**fenêtre**							3,3
-	**fenêtre**							3,3
-	**fenêtre**							3,3
-	**fenêtre**							3,3
-	**fenêtre**							3,3
-	**fenêtre**							3,3
-	**fenêtre**							3,3
mur du nord2	**fenêtre**							3,3
-	**fenêtre**							3,3
-	**mortier**	0,02	1,15	0,017391304	0,11	0,06	1,42566173	0,70142866
-	**brique**	0,1	0,2	0,5				
	lame d'air	0,05	0,26	0,192307692				
mur nord2	**brique**	0,1	0,2	0,5				
-	**mortier**	0,02	1,15	0,017391304				
-	**plâtre**	0,01	0,35	0,028571429				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429	0,11	0,11	0,536666667	1,86335404
	mortier	0,015	1,15	0,010714286				
mur de l'est	**brique**	0,1	0,2	0,238095238				
	mortier	0,015	1,15	0,010714286				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
	porte (b)							2
	entrevous	0,2	0,16	1,25	0,17	0,17	1,6813362	0,59476504
	béton	0,05	1,5	0,033333333				
plancher bas	**mortier**	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
	béton	0,05	1,5	0,033333333	0,09	0,05	4,566830706	0,21897024
	entrevous	0,2	0,16	1,25				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
plafond	**dalle de sole**	0,01	1,3	0,007692308				
	lame d'air	0,8	0,26	3,076923077				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	ba13	0,013	0,35	0,037142857				

Tableau A4-18 : Circulation service 73,20m²

murs	composants	épaisseur[m]	ƛ[m²/°C]	R[m²°C/w]	1/hi	1/he	Rtot [m²°C/]	K [w/m²°c]
mur du nord	**plâtre**	0,01	0,35	0,028571429	0,11	0,11	0,798571429	1,25223614
	mortier	0,015	1,15	0,010714286				
	brique	0,15	0,3	0,5				
	mortier	0,015	1,15	0,010714286				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
plancher bas	**entrevous**	0,2	0,16	1,25	0,17	0,17	1,6813362	0,59476504
	béton	0,05	1,5	0,033333333				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
plafond	**béton**	0,05	1,5	0,033333333	0,09	0,05	4,566830706	0,21897024
	entrevous	0,2	0,16	1,25				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	lame d'air	0,8	0,26	3,076923077				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	ba13	0,013	0,35	0,037142857				

Tableau A4-19 : dégagement aseptique 39,45m²

murs	composants	épaisseur[m]	ƛ[m²/°C]	R[m²°C/w]	1/hi	1/he	Rtot [m²°C/]	K [w/m²°c]
mur de l'ouest	**plâtre**	0,01	0,35	0,028571429	0,11	0,11	0,77	1,2987013
	mortier	0,015	1,15	0,010714286				
	brique	0,15	0,3	0,5				
	mortier	0,015	1,15	0,010714286				
plancher bas	**entrevous**	0,2	0,16	1,25	0,17	0,17	1,6813362	0,59476504
	béton	0,05	1,5	0,033333333				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
plafond	**béton**	0,05	1,5	0,033333333	0,09	0,05	4,566830706	0,21897024
	entrevous	0,2	0,16	1,25				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	lame d'air	0,8	0,26	3,076923077				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	ba13	0,013	0,35	0,037142857				

Tableau A4-20 : Dégagement 45,80m²

murs	composants	épaisseur[m]	ƛ[m²/°C]	R[m²°C/w]	1/hi	1/he	Rtot [m²°C/]	K [w/m²°c]
mur de l'est	**mortier**	0,02	1,15	0,014285714	0,11	0,11	1,469450549	0,68052647
	brique	0,1	0,2	0,5				
	lame d'air	0,05	0,26	0,192307692				
	brique	0,15	0,3	0,5				
	mortier	0,02	1,15	0,014285714				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
plancher bas	**entrevous**	0,2	0,16	1,25	0,17	0,17	1,6813362	0,59476504
	béton	0,05	1,5	0,033333333				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
plafond	**béton**	0,05	1,5	0,033333333	0,09	0,05	4,566830706	0,21897024
	entrevous	0,2	0,16	1,25				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	lame d'air	0,8	0,26	3,076923077				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	ba13	0,013	0,35	0,037142857				

Tableau A4-21 : linge sale 7,09m²

murs	composants	épaisseur[m]	ƛ[m²/°C]	R[m²°C/w]	1/hi	1/he	Rtot [m²°C/]	K [w/m²°c]
mur du nord1	**plâtre**	0,01	0,35	0,028571429	0,11	0,11	0,688571429	1,45228216
	mortier	0,015	1,15	0,010714286				
	brique	0,2	0,39	0,39				
	mortier	0,015	1,15	0,010714286				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
mur du nord2	**mortier**	0,02	1,15	0,017391304	0,11	0,11	0,413581781	2,41790148
	béton armé	0,2	1,5	0,133333333				
	mortier	0,02	1,15	0,014285714				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
mur de l'est1	**plâtre**	0,01	0,35	0,028571429	0,11	0,11	0,688571429	1,45228216
	mortier	0,015	1,15	0,010714286				
	brique	0,2	0,39	0,39				
	mortier	0,015	1,15	0,010714286				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
	porte (b)							2
mur de l'est2	**mortier**	0,02	1,15	0,017391304	0,11	0,11	0,413581781	2,41790148
	béton armé	0,2	1,5	0,133333333				
	mortier	0,02	1,15	0,014285714				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
	entrevous	0,2	0,16	1,25	0,17	0,17	1,6813362	0,59476504
plancher bas	**béton**	0,05	1,5	0,033333333				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
plafond	**béton**	0,05	1,5	0,033333333	0,09	0,05	4,566830706	0,21897024
	entrevous	0,2	0,16	1,25				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	lame d'air	0,8	0,26	3,076923077				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	ba13	0,013	0,35	0,037142857				

Tableau A4-22 : Salle du personnel médical 21,18m²

murs	composants	épaisseur[m]	ƛ[m²/°C]	R[m²°C/w]	1/hi	1/he	Rtot [m²°C/]	K [w/m²°c]
mur du nord	**plâtre**	0,01	0,35	0,028571429	0,11	0,11	0,798571429	1,25223614
	mortier	0,015	1,15	0,010714286				
	brique	0,1	0,2	0,5				
	mortier	0,015	1,15	0,010714286				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
	porte (b)							2
plancher bas	**entrevous**	0,2	0,16	1,25	0,17	0,17	1,6813362	0,59476504
	béton	0,05	1,5	0,033333333				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
plafond	**béton**	0,05	1,5	0,033333333	0,09	0,05	4,566830706	0,21897024
	entrevous	0,2	0,16	1,25				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	lame d'air	0,8	0,26	3,076923077				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	ba13	0,013	0,35	0,037142857				

Tableau A4-23 : Hall 47,40m²

murs	composants	épaisseur[m]	ƛ[m²/°C]	R[m²°C/w]	1/hi	1/he	Rtot [m²°C/]	K [w/m²°c]
mur de l'est	fenêtre							3,3
	fenêtre							3,3
	fenêtre							3,3
	fenêtre							3,3
	fenêtre							3,3
	fenêtre							3,3
	fenêtre							3,3
	fenêtre							3,3
	fenêtre							3,3
	fenêtre							3,3
	fenêtre							3,3
	mortier	0,02	1,15	0,017391304	0,11	0,06	1,42566173	0,70142866
	brique	0,1	0,2	0,5				
	lame d'air	0,05	0,26	0,192307692				
	brique	0,1	0,2	0,5				
	mortier	0,02	1,15	0,017391304				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
mur du sud	mortier	0,02	1,15	0,014285714	0,11	0,06	1,073296703	0,93170882
	brique	0,1	0,2	0,5				
	lame d'air	0,05	0,26	0,192307692				
	brique	0,1	0,2	0,153846154				
	mortier	0,02	1,15	0,014285714				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
plancher bas	entrevous	0,2	0,16	1,25	0,17	0,17	1,6813362	0,9476504
	béton	0,05	1,5	0,033333333				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	plâtre	0,01	0,35	0,028571429				
plafond	béton	0,05	1,5	0,033333333	0,09	0,05	4,566830706	0,21897024
	entrevous	0,2	0,16	1,25				
	mortier	0,01	1,15	0,008695652				
	dalle de sole	0,01	1,3	0,007692308				
	lame d'air	0,8	0,26	3,076923077				
	mortier	0,015	1,15	0,013043478				
	ba13	0,013	0,35	0,037142857				

Tableau A4-24 : Dégagement **sceptique 24,35m²**

Annexe 5

Apports interne

	local entretien	local salle	salle d'opération	salle d'opération	salle sale	coté propre	Sas1	Sas2	laverie	pré anesthésie
AIs	120,6	120,6	361,8	361,8	60,3	60,3	120,6	120,6	120,6	180,9
AIl	117	117	351	351	58,5	58,5	117	117	117	175,5
CSj	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
NAI	0,87	0,87	0,84	0,84	0,87	0,87	0,87	0,87	0,81	0,84
AI(t)	177,54	177,54	523,93	523,93	88,77	88,77	177,54	177,54	171,75	261,96
Gains aux occupants										
	espace transit	salle de réveil	compte rendu	b anesthésie	infirmière chef	chirurgien chef	poste control	Vestiaire f	Vestiaire h	local entretien
AIs	120,6	301,5	60,3	120,6	60,3	60,3	120,6	60,3	60,3	120,6
AIl	117	292,5	58,5	117	58,5	58,5	117	58,5	58,5	117
CSj	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
NAI	0,84	1	0,87	0,87	0,84	0,84	0,87	0,87	0,87	0,87
AI(t)	174,64	475,20	88,77	177,54	87,32	87,32	177,54	88,77	88,77	177,54

Tableau A5-1 : Gains aux occupants

	arsenal steril 1	arsenal steril 2	pré anesthésie	laverie	observation	vestiaire	vestiaire	linge propre
AIs	120,6	120,6	120,6	120,6	120,6	120,6	120,6	120,6
AIl	117	117	117	117	117	117	117	117
CSj	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
NAI	0,84	0,84	0,84	0,81	0,84	0,84	0,84	0,84
AI(t)	174,6432	174,6432	174,6432	171,7488	174,643	174,64	174,643	174,6432
Gains aux occupants								
	local entretien	circulation	dégagement	dégagement	linge salle	s personnel médical	hall	dégagement
AIs	120,6	120,6	120,6	120,6	60,3	60,3	120,6	120,6
AIl	117	117	117	117	58,5	58,5	117	117
CSj	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
NAI	0,81	1	1	1	0,84	0,84	0,87	1
AI(t)	171,7488	190,08	190,08	190,08	87,3216	87,322	177,538	190,08

Tableau A5-2 : Gains aux occupants (suite)

Gains dus a l'éclairage/m²										
	espace transit	salle de réveil	compte rendu	b anesthésies	infirmière chef	chirurgien chef	poste control	vestiaire	vestiaire	local entretien
AIs	16	32	16	16	16	16	8	8	8	16
CSj	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
NAI	0,74	0,87	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
AI(t)	4,14	9,74	4,14	4,14	4,14	4,14	2,07	2,07	2,07	4,14
	local entretien	local salle	salle d'opération	salle d'opération	salle sale	coté propre	Sas1	Sas2	laverie	pré anesthésie
AIs	16	8	65	65	8	8	8	8	8	8
CSj	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
NAI	0,74	0,87	1	1	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
AI(t)	4,14	2,44	22,75	22,75	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07

Tableau A5-3 : Gains dus a l'éclairage/m²

Gains dus a l'éclairage/m²								
	local entretien	circulation	dégagement	dégagement	linge salle	s personnel médical	hall	dégagement
AIs	16	8	8	8	8	16	8	8
CSj	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
NAI	0,74	1	1	1	0,74	0,74	1	1
AI(t)	4,14	2,80	2,80	2,80	2,07	4,14	2,80	2,80
	arsenal stérile 1	arsenal stérile 2	pré anesthésie	laverie	observation	vestiaire	vestiaire	linge propre
AIs	8	8	8	8	8	8	8	8
CSj	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
NAI	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
AI(t)	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07

Tableau A5-4 : Gains dus a l'éclairage/m² (suite)

Gains dus aux machines électriques											
	salle de réveil	compte rendu	salle d'opération1	salle d'opération2	infirmière chef	chirurgien chef	personnel médical	laverie	pré anesthésie	pré anesthésie	laverie
	stérilisateur de pansement	micro ordinateur	projecteur	projecteur	pc portable	pc portable	pc portable	machine a laver	sterilisateur	sterilisateur	machine a laver
AIs	5470	450	300	300	35	35	35	4500	1515	1515	4500
AIl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CSj	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6
NAI	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
AI(t)	2297,4	189	126	126	14,7	14,7	14,7	2268	636,3	636,3	2268
		imprimante	sterilisateur	sterilisateur							
AIs		376	1515	1515							
AIl		-	-	-							
CSj		0,5	0,5	0,5							
NAI		0,84	0,84	0,84							
AI(t)		157,92	636,3	636,3							
		346,92	écran	écran							
AIs			160	160							
AIl			-	-							
CSj			0,5	0,5							
NAI			0,84	0,84							
AI(t)			67,2	67,2							
			829,5	829,5							

Tableau A5-5 : Gains dus aux machines électriques

AINF						
	salle de réveil	poste control	Vestiaire f	Vestiaire h	circulation	dégagement
Heure solaire	15	15	15	15	15	15
TSe(t) [°C]	38	38	38	38	38	38
TSb,i [°C]	25	25	25	25	25	25
HSb,e [gvap/Kgas]	12,286	12,286	12,286	12,286	12,286	12,286
HSb,i [gvap/Kgas]	9,774	9,774	9,774	9,774	9,774	9,774
qv inf	41,76	16,70	25,06	41,76	114,84	114,84
AINF	257,33	102,93	154,40	257,33	707,65	707,65

Tableau A5-6 : Apports de chaleur par introduction d'air extérieur (AINF)

AREN										
	salle d'opération1	salle d'opération2	salle sale	coté propre	Sas1	Sas2	pré anesthésie	arsenal stérile1	salle appareil	arsenal stérile2
Heure solaire	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
TSe(t) [°C]	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
TSb,i [°C]	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
HSb,e [gvap/Kgas]	12,286	12,286	12,286	12,286	12,286	12,286	12,286	12,286	12,286	12,286
HSb,i [gvap/Kgas]	9,774	9,774	9,774	9,774	9,774	9,774	9,774	9,774	9,774	9,774
qv an	800,00	800,00	440,00	65,00	25,00	65,00	50,00	50,00	135,00	50,00
AREN	4929,65	4929,65	2711,31	400,53	154,05	400,53	308,10	308,10	831,88	308,10
	salle de réveil	compte rendu	b anesthésie	infirmière chef	chirurgien chef	poste control	dégagement	s personnel médical	observation	pré anesthésie
Heure solaire	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
TSe(t) [°C]	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
TSb,i [°C]	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
HSb,e [gvap/Kgas]	12,286	12,286	12,286	12,286	12,286	12,286	12,286	12,286	12,286	12,286
HSb,i [gvap/Kgas]	9,774	9,774	9,774	9,774	9,774	9,774	9,774	9,774	9,774	9,774
qv an	700,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	200,00	90,00	54,00	50,00
AREN	4313,44	332,75	332,75	332,75	332,75	332,75	1232,41	554,59	332,75	308,10

Tableau A5-6 : Apports de chaleur par introduction d'air extérieur (AREN)

It / Id (W/m²)						
Heure solaire	sud	S/E et S/O	est et ouest	nord	N/E et N/O	horizontal
Ccade	1	1	1	1	1	1
Climp	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Calt	1,007	1,007	1,007	1,007	1,007	1,007
Cros	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
It,b [W/m²]	94	315	516	50	413	776
Id,b [W/m²]	47	47	47	47	47	47
It [W/m²]	91,43963	306,42003	501,945	48,6381	401,7507	754,863312
Id [W/m²]	45,71981	45,719814	45,7198	45,71981	45,71981	45,719814

Tableau A5-7 : Le rayonnement total de base et diffus de base

NORD	msurf ≥ 700 [Kg/m²]			φ	-180								
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
β (degrés)	11,917	23,917	36	47,083	59,083	69,166	73,25	69,166	59,08	47,083	36	23,917	11,917
Φ (degrés)	-106,083	-98,083	-89,249	-79,249	-65,42	-42,42	0	42,415	65,42	79,249	89,249	98,083	106,083
Ψ (degrés)	-286,083	-278,083	-269,25	-259,25	-245,4	-222,4	-180	-137,59	-114,6	-100,75	-90,75	-81,917	-73,917
SUD	msurf ≥ 700 [Kg/m²]			φ	0								
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
β (degrés)	11,917	23,917	36	47,083	59,083	69,166	73,25	69,166	59,08	47,083	36	23,917	11,917
Φ (degrés)	-106,083	-98,083	-89,249	-79,249	-65,42	-42,42	0	42,415	65,42	79,249	89,249	98,083	106,083
Ψ (degrés)	-106,083	-98,083	-89,249	-79,249	-65,42	-42,42	0	42,415	65,42	79,249	89,249	98,083	106,083
OUEST	msurf ≥ 700 [Kg/m²]			φ	90								
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
β (degrés)	11,917	23,917	36	47,083	59,083	69,166	73,25	69,166	59,08	47,083	36	23,917	11,917
Φ (degrés)	-106,083	-98,083	-89,249	-79,249	-65,42	-42,42	0	42,415	65,42	79,249	89,249	98,083	106,083
Ψ (degrés)	-196,083	-188,083	-179,25	-169,25	-155,4	-132,4	-90	-47,585	-24,59	-10,751	-0,751	8,083	16,083
SUD-OUEST	msurf ≥ 700 [Kg/m²]			φ	45								
Heure solaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
β (degrés)	11,917	23,917	36	47,083	59,083	69,166	73,25	69,166	59,08	47,083	36	23,917	11,917
Φ (degrés)	-106,083	-98,083	-89,249	-79,249	-65,42	-42,42	0	42,415	65,42	79,249	89,249	98,083	106,083
Ψ (degrés)	-151,083	-143,083	-134,25	-124,25	-110,4	-87,42	-45	-2,585	20,42	34,249	44,249	53,083	61,083

Tableau A5-8 : Angles solaire

Annexe 6

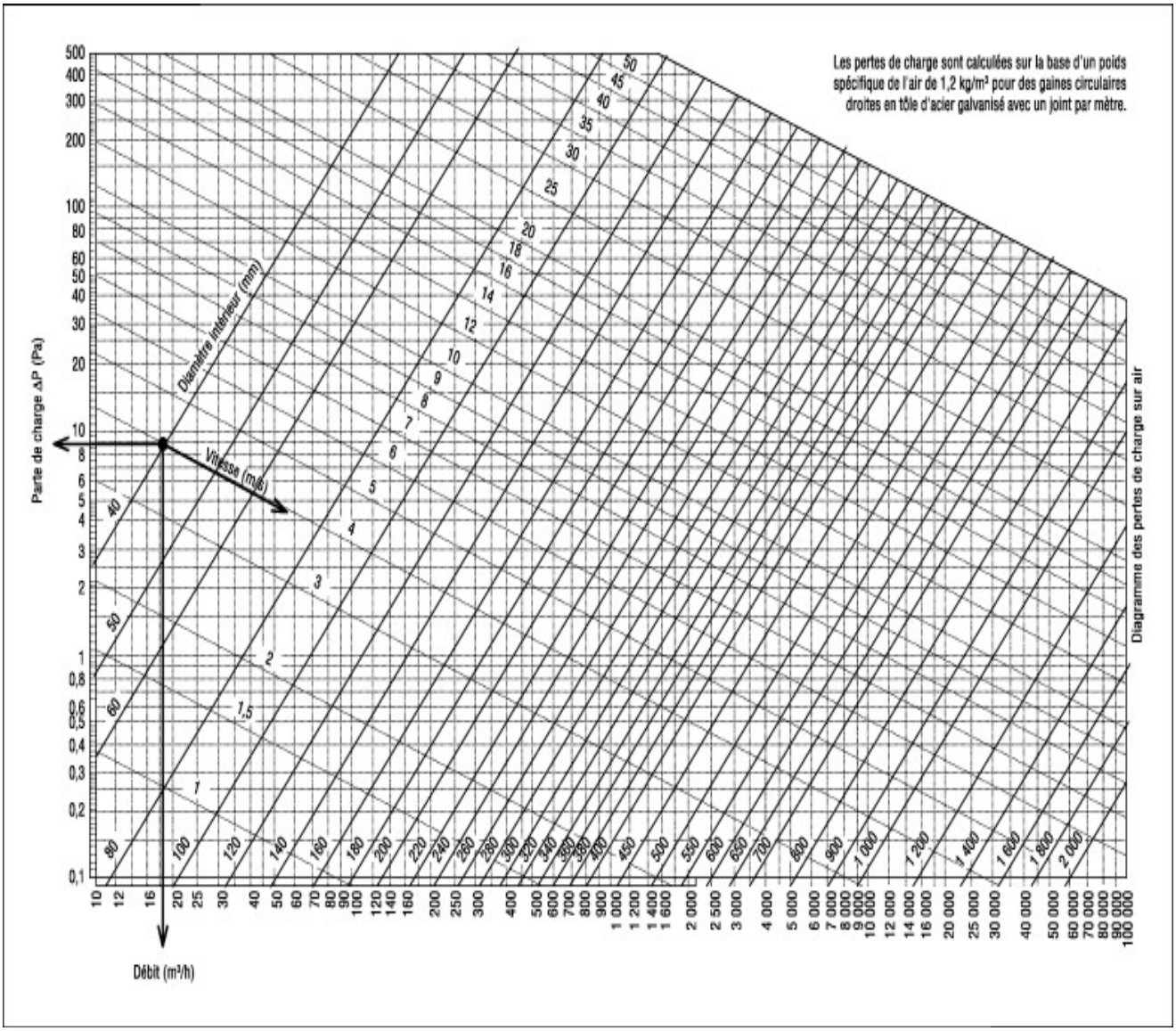


Figure A6 : Diagramme des pertes de charge sur air [4]

Annexe 7

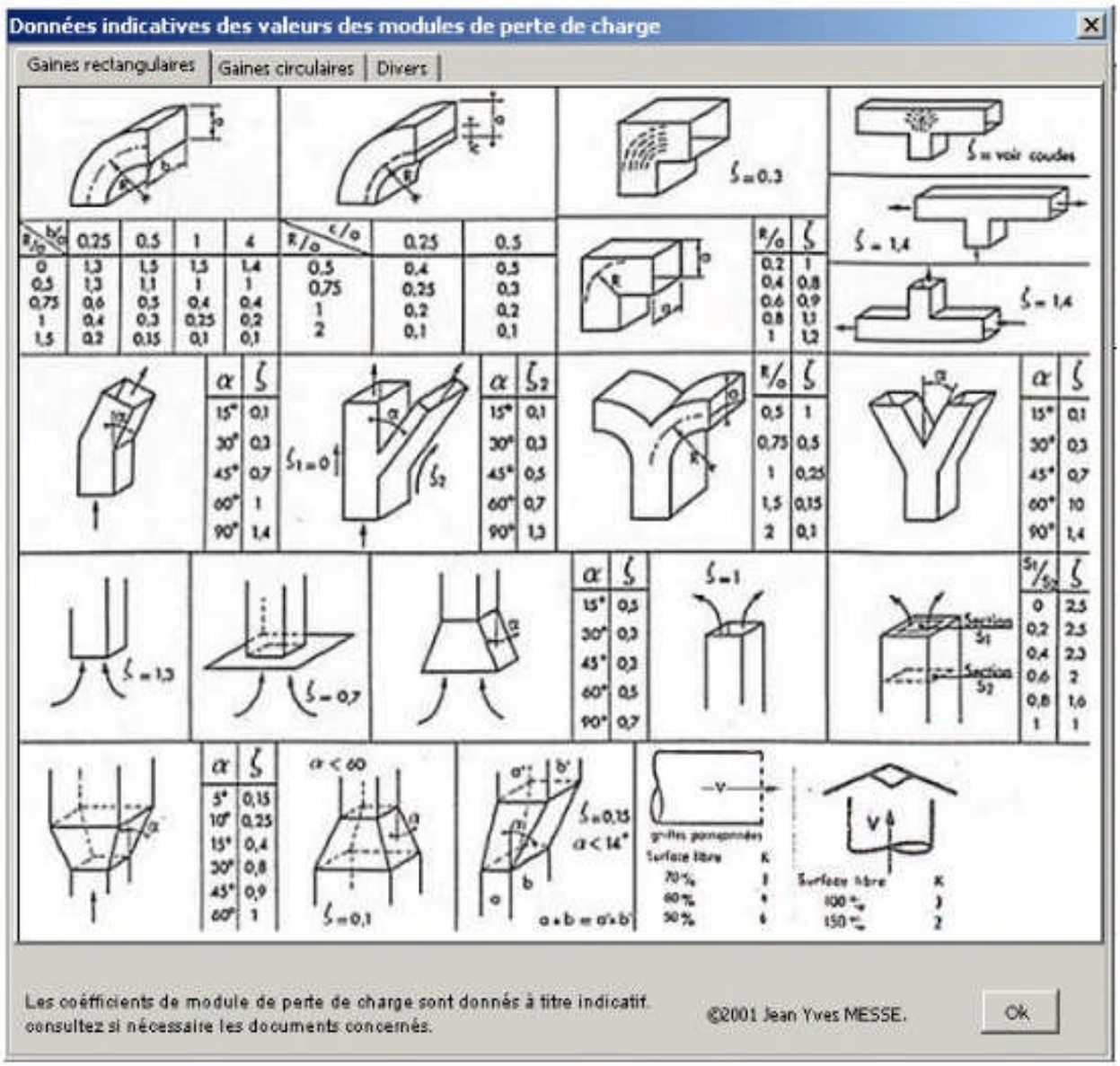
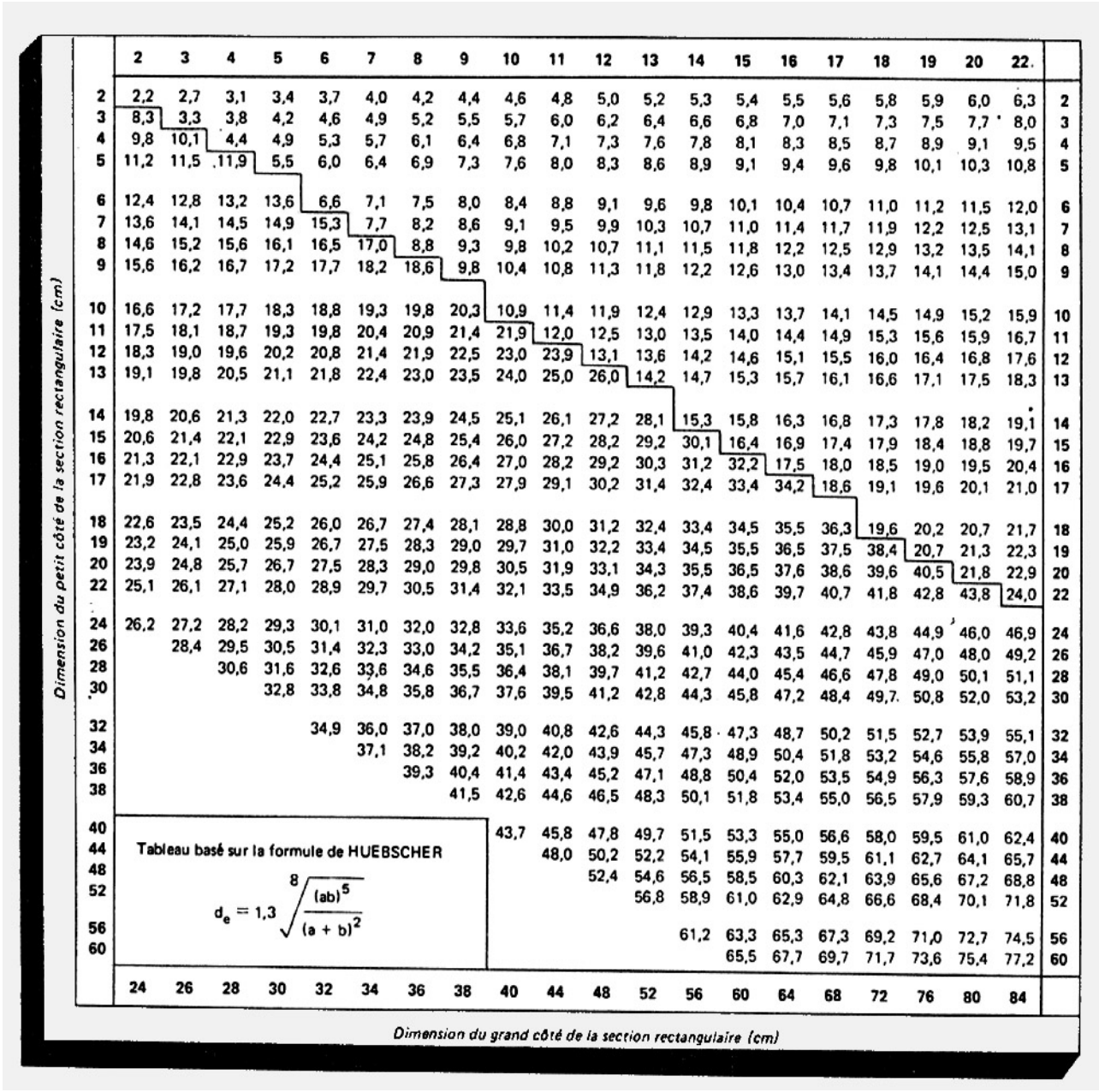


Figure A7 : Données indicatives des valeurs des modules de perte de charge

Annexe 8



Dimension du petit côté de la section rectangulaire (cm)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	
2	2,2	2,7	3,1	3,4	3,7	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,8	5,9	6,0	6,3	2
3	8,3	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,2	5,5	5,7	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,1	7,3	7,5	7,7	8,0	3
4	9,8	10,1	4,4	4,9	5,3	5,7	6,1	6,4	6,8	7,1	7,3	7,6	7,8	8,1	8,3	8,5	8,7	8,9	9,1	9,5	4
5	11,2	11,5	11,9	5,5	6,0	6,4	6,9	7,3	7,6	8,0	8,3	8,6	8,9	9,1	9,4	9,6	9,8	10,1	10,3	10,8	5
6	12,4	12,8	13,2	13,6	6,6	7,1	7,5	8,0	8,4	8,8	9,1	9,6	9,8	10,1	10,4	10,7	11,0	11,2	11,5	12,0	6
7	13,6	14,1	14,5	14,9	15,3	7,7	8,2	8,6	9,1	9,5	9,9	10,3	10,7	11,0	11,4	11,7	11,9	12,2	12,5	13,1	7
8	14,6	15,2	15,6	16,1	16,5	17,0	8,8	9,3	9,8	10,2	10,7	11,1	11,5	11,8	12,2	12,5	12,9	13,2	13,5	14,1	8
9	15,6	16,2	16,7	17,2	17,7	18,2	18,6	9,8	10,4	10,8	11,3	11,8	12,2	12,6	13,0	13,4	13,7	14,1	14,4	15,0	9
10	16,6	17,2	17,7	18,3	18,8	19,3	19,8	20,3	10,9	11,4	11,9	12,4	12,9	13,3	13,7	14,1	14,5	14,9	15,2	15,9	10
11	17,5	18,1	18,7	19,3	19,8	20,4	20,9	21,4	21,9	12,0	12,5	13,0	13,5	14,0	14,4	14,9	15,3	15,6	15,9	16,7	11
12	18,3	19,0	19,6	20,2	20,8	21,4	21,9	22,5	23,0	23,9	13,1	13,6	14,2	14,6	15,1	15,5	16,0	16,4	16,8	17,6	12
13	19,1	19,8	20,5	21,1	21,8	22,4	23,0	23,5	24,0	25,0	26,0	14,2	14,7	15,3	15,7	16,1	16,6	17,1	17,5	18,3	13
14	19,8	20,6	21,3	22,0	22,7	23,3	23,9	24,5	25,1	26,1	27,2	28,1	15,3	15,8	16,3	16,8	17,3	17,8	18,2	19,1	14
15	20,6	21,4	22,1	22,9	23,6	24,2	24,8	25,4	26,0	27,2	28,2	29,2	30,1	16,4	16,9	17,4	17,9	18,4	18,8	19,7	15
16	21,3	22,1	22,9	23,7	24,4	25,1	25,8	26,4	27,0	28,2	29,2	30,3	31,2	32,2	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,4	16
17	21,9	22,8	23,6	24,4	25,2	25,9	26,6	27,3	27,9	29,1	30,2	31,4	32,4	33,4	34,2	18,6	19,1	19,6	20,1	21,0	17
18	22,6	23,5	24,4	25,2	26,0	26,7	27,4	28,1	28,8	30,0	31,2	32,4	33,4	34,5	35,5	36,3	19,6	20,2	20,7	21,7	18
19	23,2	24,1	25,0	25,9	26,7	27,5	28,3	29,0	29,7	31,0	32,2	33,4	34,5	35,5	36,5	37,5	38,4	20,7	21,3	22,3	19
20	23,9	24,8	25,7	26,7	27,5	28,3	29,0	29,8	30,5	31,9	33,1	34,3	35,5	36,5	37,6	38,6	39,6	40,5	21,8	22,9	20
22	25,1	26,1	27,1	28,0	28,9	29,7	30,5	31,4	32,1	33,5	34,9	36,2	37,4	38,6	39,7	40,7	41,8	42,8	43,8	24,0	22
24	26,2	27,2	28,2	29,3	30,1	31,0	32,0	32,8	33,6	35,2	36,6	38,0	39,3	40,4	41,6	42,8	43,8	44,9	46,0	46,9	24
26		28,4	29,5	30,5	31,4	32,3	33,0	34,2	35,1	36,7	38,2	39,6	41,0	42,3	43,5	44,7	45,9	47,0	48,0	49,2	26
28			30,6	31,6	32,6	33,6	34,6	35,5	36,4	38,1	39,7	41,2	42,7	44,0	45,4	46,6	47,8	49,0	50,1	51,1	28
30				32,8	33,8	34,8	35,8	36,7	37,6	39,5	41,2	42,8	44,3	45,8	47,2	48,4	49,7	50,8	52,0	53,2	30
32					34,9	36,0	37,0	38,0	39,0	40,8	42,6	44,3	45,8	47,3	48,7	50,2	51,5	52,7	53,9	55,1	32
34						37,1	38,2	39,2	40,2	42,0	43,9	45,7	47,3	48,9	50,4	51,8	53,2	54,6	55,8	57,0	34
36							39,3	40,4	41,4	43,4	45,2	47,1	48,8	50,4	52,0	53,5	54,9	56,3	57,6	58,9	36
38								41,5	42,6	44,6	46,5	48,3	50,1	51,8	53,4	55,0	56,5	57,9	59,3	60,7	38
40									43,7	45,8	47,8	49,7	51,5	53,3	55,0	56,6	58,0	59,5	61,0	62,4	40
44										48,0	50,2	52,2	54,1	55,9	57,7	59,5	61,1	62,7	64,1	65,7	44
48											52,4	54,6	56,5	58,5	60,3	62,1	63,9	65,6	67,2	68,8	48
52												56,8	58,9	61,0	62,9	64,8	66,6	68,4	70,1	71,8	52
56													61,2	63,3	65,3	67,3	69,2	71,0	72,7	74,5	56
60														65,5	67,7	69,7	71,7	73,6	75,4	77,2	60
	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	

Tableau basé sur la formule de HUEBSCHER

$$d_e = 1{,}3 \sqrt[8]{\frac{(ab)^5}{(a+b)^2}}$$

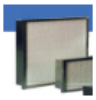
Dimension du grand côté de la section rectangulaire (cm)

Annexe 9

Type Biovax ® 3	Débits de soufflage en fonction de la vitesse en sortie de filtres (m^3/h).		
	0.25 m/s	0.28 m/s	0.32 m/s
2.5 x 1.5	2350	2650	3000
2 x 2	2660	2980	3405
2.5 x 2	3700	4100	4700
3 x 2	4200	4700	5350
2.5 x 2.5	5000	5600	6400
3 x 2.5	6350	7100	8100
3.5 x 3	8000	9000	10300
4 x 3	9700	10850	12400

Tableau A9 : Sélection d'un plafond diffusant [4]

Annexe 10

	Type de construction	Média/Epaisseur	Catégorie	Localisation
	Filtre plan	Synthétique/50 mm	**G4**	En amont de la CTA ou avant le 1er filtre fin
	Filtre à poches	Synthétique / 380 mm	**G4**	En amont de la CTA ou avant le 1er filtre fin
	Filtre plan	Fibre de verre / 50 à 100 mm	**M5-M6-F7-F8**	M6 ou F7, 1er étage filtre moyen ou fin en CTA
	Filtre à poches souples	média synthétique 380-600 mm	**M6-F7-F8**	

G1 G2 G3 G4	**Moyenne Efficacité** (ou préfiltre, « gravimétrique », grossier)
M5 M6	↓
F7 F8 F9	**Haute Efficacité** (ou fins, ex « opacimétrique »)
E10 E11 E12 H13 H14 U15	↓ **Très Haute Efficacité** (ou absolu)
Gaz	↓ * **Filtration spécifique:** moléculaire …

	Type de construction	Média/Epaisseur	Catégorie	Localisation
	Filtre multidièdres	➢ Fibre de verre/290 mm	**E10**	2nd étage de filtration en CTA ou Terminal (couloir classé)
	Filtre multidièdres	➢ Fibre de verre/300 mm	**E10 à E12-H13 H14**	E10 : 2nd étage de filtration en CTA et E12, H13, H14 : Terminal

Tableau A10 : Filtre [4]