

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE DE JIJEL
FACULTE DES SCIENCES ET DE THECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE



Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de :
MASTER ACADEMIQUE

Filière :
ARCHITECTURE

Spécialité :
ARCHITECTURE ET TECHNOLOGIE

Présenté par :

-BOUCHEMOUKHA Meriem

-BOUKELIA Djamila

-RECHAK Fatima

Projet

**CENTRE NAUTIQUE AU PORT DE PECHE A
JIJEL**

Soutenu publiquement le 20/06/2018

Devant le jury d'examen :

NEDJAR.F **Grade, Université Meh Seddik benyahia, Jijel** **Directeur de mémoire**

HALEL I **Grade, Université Meh Seddik benyahia, Jijel** **Président de mémoire**

BOUKETTA.S **Grade, Université Meh Seddik benyahia, Jijel** **Membre de jury**

Année Universitaire 2017/2018

"بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ"

** وَمَا تَوْفِيقِي إِلَّا بِاللَّهِ

عَلَيْهِ تَوَكَّلْتُ

وَإِلَيْهِ أُنِيبُ **

Remerciement

En préambule à ce mémoire nous remercions ALLAH qui nous aidé et nous a donné la patience et le courage durant ces longues années d'étude.

Nous voudrions remercier avant tout, notre encadreur Monsieur Nadj.er fateh. qui avec ses orientations, son expériences et son suivi, mais surtout pour sa disponibilité et d'avoir été tout simplement toujours là pour nous écouter et nous redonner confiance. et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de cette formidable année universitaire.

Nous remercions aussi le chef de département d'architecture monsieur ROUIDI Tarik a votre soutien .

Notre remerciements les plus vifs, à tous notre enseignants qui nous encadrée, pendant toutes mes années d'études, et éclairée notre chemin de jeune étudiante, et spécialement à monsieur safri Saïd ; et madame gherzouli .

Enfin, nous voudrais à remercier tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

Je dédie ce travail

A mes très chers parents Bouaziz et Nadia , les premières personnes qui m'ont encouragée et soutenue le long de mon chemin. Merci pour vos sacrifices, dévouement et surtout de m'avoir fait autant de confiance, de n'avoir jamais douté de mes capacités et de m'avoir inculqué les valeurs justes de la vie, avec autant de sagesse.

« Vous avez tout sacrifié pour vos enfants n'épargnant ni santé ni efforts. Vous m'avez donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. Je suis redevable d'une éducation dont je suis fier ».

A mes très chers frères Abd .El Hakim , et Nabil pour leur encouragement.

A et mes sœurs Nadjeh , Imen , Souhila et Amira , et ma tante (Amouta) qui ont toujours été là pour moi .

Je tiens à remercier Meriem et Fatima , pour leur amitié, leur soutien inconditionnel et leur encouragement.

A, toutes mes tantes, oncles, cousins et cousines que je ne saurais citer.

A mes collègues et amis de la Promotion

2017-2018.

Djamila

Je dédie ce modeste travail

Aux Personnes chères à mon cœur Mes parents Ahcene et Malika

les premières personnes qui m'ont encouragée et soutenue le long de mon chemin.

Merci pour vos sacrifices, dévouement et surtout de m'avoir fait autant de confiance, de n'avoir jamais douté de mes capacités et de m'avoir inculqué les valeurs justes de la vie, avec autant de sagesse.

A mes très agréables frères Hani, Sami, Mouad

A mes très chères sœurs Hana, Sara pour votre tendresse votre aide et votre affection.

A mes amies formidables : Djamilia, Fatima, je n'oublierai jamais les bons moments qu'on a passés ensemble durant les

5 ans d'études.

A mes collègues et mes amis

D'architecture, à tous ceux que j'estime et que j'aime.

Meriem

Je dédie ce modeste travail :

Aux Personnes chères à mon cœur mes parents Mohammed et Hassina pour m'avoir encouragé et permis d'entreprendre la formation. Sans eux, je n'en serais pas là.

Merci pour vos sacrifices, dévouement et surtout de m'avoir fait autant de confiance, de n'avoir jamais douté de mes capacités et de m'avoir inculqué les valeurs justes de la vie, avec autant de sagesse.

A mes très agréable frères Messoud, Hakim,

A mes très chers sœurs Warda, Hayet, Mounia,,Massika, Samira

pour avoir accepté de me soutenir dans l'aventure de ce mémoire.

Et bien sur a Mon fiancé qui m'a donné la volonté et patience

A mes amies formidables : Djamilia, Meriem, je n'oublierais jamais les bons moments qu'on passé ensemble durant les

5ans d'études.

A mes collègues et mes amis

D'architecture, A tous ceux que j'estime et que j'aime.

Fatima

SOMMAIRE

Liste des figures	V
Liste des tableaux	VIII
Liste des photos	IX

Introduction générale

Introduction	1
1. Problématique	2
2. hypothèses	3
3. Objectifs	4
4. Méthodologie de recherche.....	4
5. Structure de la thèse.....	5

Partie I : partie théorique

Chapitre I : le confort hygrothermique dans les bâtiments publics

Introduction	6
I.1 Qu'est-ce que le confort hygrothermique ?	6
I.2 Qu'est-ce que le confort thermique ?	6
I.3 Les Paramètres influant sur le confort hygrothermique.	7
I.3.1 Les Paramètres liés à d'ambiance extérieure.	7
I.3.1.1 La vitesse de l'air.	7
I.3.1.2 L'humidité relative de l'air	7
I.3.2 Les paramètres liés à l'habitat	7
I.3.2.1 La température de l'air ambiant	7
I.3.2.2 Température des parois	7
I.3.2.3 Le rayonnement réfléchi ou albédo	8
I.3.3 Les Paramètres liés à l'individu.....	9
I.3.3.1 Habillement	9
I.3.3.2 L'activité.....	9
I.4. les Approches de confort hygrothermique.....	10

I.4.1	Approche statique	10
I.4.2	L'aspect physiologique.....	10
I.4.3	Aspect physique	11
I.4.3.1	Le métabolisme.....	11
I.4.4	Approche adaptative	12
I.4.4.1	Adaptation comportemental d'ajustement.....	12
I.5	Transferts hygrothermiques multizones	13
I.5.1	Description d'un bâtiment.....	13
I.6	Evaluation de confort hygrothermique	15
I.6.1	Indices pour l'évaluation de confort hygrothermique	15
I.6.1.1	Analyse PMV/PPD de la sensation de confort hygrothermique	15
I.6.1.2	La température opérative (Top).....	16
I.6.2	L'évaluation de confort hygrothermique par outils graphique.....	17
I.6.2.1	le diagramme bioclimatique	17
I.6.3	L'évaluation de confort hygrothermique par l'appareil hygromètre.....	18
I.6.3.1	L'appareil pour calculer l'hygromètre de 2018.....	19
	Conclusion.....	20

Chapitre II : les bâtiments publics dans les villes côtières

Introduction	21
II.1 les bâtiments publics	21
II.1.1 définition du bâtiment public.....	21
II.1.2 les catégories des bâtiments publics.....	21
II.1.3 le classement des principaux bâtiments publics	22
II.2 les villes côtières	25
II.2.1 Définitions de la ville.....	25
II.2.2 Définition de la ville côtière	25

II.2.2.1 les villes côtières de l'Algérie.....	25
II.2.3 Les problèmes des bâtiments publics dans les villes côtières.....	26
II.2.3.1 les principaux problèmes rencontrés.....	26
Conclusion	33

Chapitre III : Les différentes solutions utilisées pour optimiser le confort hygrothermique à l'intérieure des bâtiments publics.

Introduction	34
III.1 Les solutions techniques	34
III.1.1 Les techniques de constructions	34
III.1.1.1 La ventilation	34
III.1.1.2 La climatisation.....	38
III.1.1.3 L'orientation	39
III.1.2 Les solutions architecturales.....	42
III.1.2.1 Végétation	42
III.1.2.2 Le vitrage	44
III.1.2.3 La forme et l'orientation du bâtiment.....	44
III.2 Dispositions architecturales visant à optimiser le confort hygrothermique en hiver et en été	46
III.2.1 Conditions pour que le critère soit déclaré atteint.....	46
Conclusion	47

Partie II : partie pratique

Chapitre IV : Présentation du cas d'étude et méthodologie de simulation numérique

Introduction.....	48
IV.1. Présentation de cas d'étude.....	48
IV.1.1 Présentation des données climatiques.....	48
IV.1.1.1 Situation de la ville de Jijel	48
IV.1.1.2 Critères de choix de la ville de Jijel.....	48

IV.1.1.3 Microclimat de Jijel	49
IV.1.1.2 Représentation l'objet d'étude	51
IV.1.2.1 Critère de choix de l'objet d'étude	52
IV.1.2.2 Situation	52
IV.1.2.3 Description du l'antenne de pêche et les ressources halieutiques	53
IV.2. Méthodes de la simulation numérique de cas d'étude.....	55
IV.2.1 Simulation Numérique.....	54
IV.2.1.1 Motivation de choix des logiciels de Simulation.....	55
IV.2.1.2 La description de la méthode de simulation.....	56
IV.2.1.3 L'instrument de mesure	60
IV.2.1.4 Protocole de mesure	60
IV.2.1.5 Les paramètres mesurés	61
Conclusion	63

Chapitre V : Analyse et discussion des résultats

Introduction	64
V.1 Champ de mesure le 11/02/2018	64
V.1.1 l'espace 01 (orientation vers le Nord)	64
V.1.1.1 Les températures	64
V.1.1.2 l'humidité	65
V.1.2 l'espace 02 (orientation vers le Sud)	66
V.1.2.1 Les températures	66
V.1.2.2 l'humidité	67
V.2 Etude comparatifs du jour de 11/02/2018.....	67
V.2.1 Comparaison entre les températures intérieurs de le coté nord et sud	68
V.2.2 Comparaison entre les valeurs d'humidité intérieure du coté nord et sud	68
V.3 Champ de mesure le 11/06/2018	69

V.3.1 l'espace 01 (orientation vers le Nord)	69
V.3.1.1 Les températures	69
V.3.1.2 les valeurs d'humidité	70
V.3.2 l'espace 01 (orientation vers le Sud) ;.....	71
V.3.2 .1 Les températures	71
V.3.2.2 L'humidité	72
V.4 Etude comparatifs du jour de 11/06/2018	72
V.4.1 Comparaison entre Le taux d'humidité relative le coté sud et le coté nord.....	73
V.5 Diagramme de besoins calorifiques pendant l'année de la ville de jijel	74
Conclusion	76
Recommandation	77
Conclusion générale	79
Bibliographie	80
Annexe	85
Résumés	87

Liste des figures :

Figure I.1 : flux et température des parois le long du condenseur	8
Figure I.2: Radiations solaires globales	9
Figure I.3: Température opérative optimale en fonction de l'activité et de l'habillement.....	9
Figure I.4: Les le métabolisme humain	11
Figure I.5 : Correspondances au rapport entre l'air et PPD pour deux activités.....	13
Figure I.6 : niveaux de discrétisation possible d'un bâtiment	14
Figure I.7 : Correspondances entre PMV et PPD	16
Figure I.8 : Diagramme bioclimatique	18
Figure II.1 : Classification du climat en Algérie	26
Figure III.1 : effet de cheminée	35
Figure III.2: effet de vent sur la ventilation naturelle	36
Figure III.3: Régime des flux d'air subdivisés intérieurement d'une manière différente.....	37
Figure III.4: Effet de la ventilation nocturne sur la température d'air intérieure.....	38
Figure III.5: Zonage bioclimatique pour les différents espaces d'une maison.....	40
Figure III.6: l'orientation la plus favorable pour la façade principale	40
Figure III.7 : Radiations directes pour une surface verticale pour différentes orientations durant un mois chaud de l'année – Juillet- pour la ville de Jijel.....	42
Figure III.8 : Solutions de protection solaire pour une paroi Ouest	43
Figure III.9: Protections solaires pour une paroi verticale Sud	43
Figure III.10: Les différentes formes dans des régions climatiques différentes (Olgyay, 1992, p.89).....	45
Figure IV.1:Variation de vitesse de vent (m/s) moyenne mensuelle à la station de l'Achouat (O.N.M) (Période : 1987-2008)	49
Figure IV.2 : Variation de précipitation (mm) moyenne mensuelle à la station de l'Achouat (O.N.M) (Période : 1987-2008)	50
Figure IV.3: Variation des températures moyennes mensuelles à la station de l'Achouat (O.N.M) (Période : 1987-2008).....	51
Figure IV.4: Variation d'Humidité relative (%) moyennes mensuelles à la station de l'Achouat (O.N.M) (Période : 1987-2008).....	51
Figure IV.5 : plan de masse de l'antenne de pêche (Source : carte des POS –Jijel-).....	52
Figure IV.6 : Situation géographique du centre nautique.(Source : Google-Earth 2010)	53
Figure IV-7: Orientation de l'antenne testée et trajectoire solaire.....	53

Figure IV-8: plan de l'antenne testée	54
Figure IV.9: Ecotect analysis 2010.....	57
Figure IV.10: plan de masse.	58
Figure IV.11: plan de RDC.	58
Figure IV.12: plan de 1er étage.	58
Figure IV.13: le paramétrage du logiciel.....	59
Figure IV.14: Modélisation du bâtiment.	60
Figure V.1: le diagramme de température de l'air ambiant intérieure et l'extérieure de coté nord le 11/02/2018	64
Figure V.2: le diagramme de température de l'air ambiant intérieure et l'extérieure de coté sud le 11/02/2018	66
Figure V.3: Comparaison entre les températures intérieurs du coté nord et sud.....	68
Figure V.4:Comparaison entre les valeurs d'humidité intérieure du coté nord et sud	68
Figure V.5: le diagramme de température de l'air ambiant intérieure et l'extérieure de coté nord le 11/06/2018.....	69
Figure V.6: le diagramme de température de l'air ambiant intérieure et l'extérieure de coté sud le 11/06/2018	71
Figure V.7: comparaison de température entre le Nord et le Sud à l'intérieur d'équipement	72
Figure V.8: diagramme de Comparaison entre Le taux d'humidité relative le coté sud et le coté nord	74
Figure V.9: diagramme de besoins calorifiques pendant l'année de la ville de jijel	74

Liste des tableaux :

Tableau I.1 : résumé de donnée produisant les zones du confort	13
Tableau I.2 : Correspondances entre PMV et échelle des sensations thermiques.....	15
Tableau I.3: valeur de a en fonction de la vitesse de l'air	17
Tableau I.4: les données du diagramme bioclimatique	18
Tableau III.1 : Apports calorifiques sur une paroi selon son orientation.....	41
Tableau V.1 : les valeurs de température de l'air ambiant intérieure et l'extérieure de coté nord le 11/06/2018	64
Tableau V.2: les valeurs de l'humidité relative et l'humidité à Jijel de coté nord le 11/06/2018.....	65
Tableau V.3: les valeurs de température de l'air ambiant intérieure et l'extérieure de coté nord le 11/06/2018	65
Tableau V.4: les valeurs de l'humidité relative et l'humidité à Jijel de coté sud le 11/06/2018.....	66
Tableau V.5: relevé de mesure des températures intérieurs du coté nord et sud	67
Tableau V.6: relevé des valeurs d'humidité intérieure du coté nord et sud	68
Tableau V.7: les valeurs de température de l'air ambiant intérieure et l'extérieure de le 11/06/2018.....	70
Tableau V.8: Le taux d'humidité relative le coté nord et l'humidité relative de la station météo	70
Tableau V.9: les valeurs de température de l'air ambiant intérieure et l'extérieure de coté sud le 11/06/2018	71
Tableau V.10: les valeurs de l'humidité relative et l'humidité à Jijel de coté sud le 11/06/2018	72
Tableau V.11: : relevé de mesure des températures intérieurs du coté nord et sud le 11/06/2018.....	73
Tableau V.12: valeurs de Comparaison entre Le taux d'humidité relative le coté sud et le coté nord	73
Tableau V.13: les valeurs de besoins calorifiques pendant l'année de la ville de jijel	75

Liste des photos :

Photo I.1: Métabolisme de travail	12
Photo I.2: Métabolisme de repos	12
Photo I.3 : THERMO-HYGREOMETRE	19
Photo II.1: Zehrfuss Bernard de la défense	22
Photo II.2: équipement éducatif.....	22
Photo II.3: Wright, musée Guggenheim (new York)	23
Photo II.4: grande mosquée Hassan II (Casablanca, Maroc).....	23
Photo II.5: réseau routier	23
Photo II.6: terrain de sport	24
Photo II.7: jour de marché à saint Georgia.....	24
Photo II.8: parc de loisir	24
Photo II.9: Dégâts sur la maçonnerie	27
Photo II.10: Aquifère sous pression.....	27
Photo II.11: Aquifère sans pression	27
Photo II.12: Sèches.....	28
Photo II.13: Mouillées	28
Photo II.14: la condensation	28
Photo II.15: dégâts sur les crépis	29
Photo II.16: Les fuites provoquent des problèmes d'humidité très localisés.....	29
Photo II.17: Auréoles d'humidité à la base du mur : humidité ascensionnelle	30
Photo IV.1:Vues sur l'échantillon testé.....	57
Photo IV.2 : La façade Nord-est.....	54
Photo IV.3 : La façade Sud-est.....	54
Photo IV.4: l'appareil de mesure de température de l'air et l'humidité relative (thermo- hygromètre)	61

INTRODUCTION GÉNÉRALE

INTRODUCTION

Au niveau de développement durable, l'être humain reste toujours cherche d'obtenir une maison de demain avec moins des problèmes.

Dans la construction d'aujourd'hui on cherche avant tout d'assurer de confort visuel, thermique, acoustiqueetc.

Et dans cette logique notre choix est fixé sur le confort hygrothermique dans les villes côtières parce qu'on est dans une ville maritime qui souffre des problèmes de l'inconfort.

Cette recherche s'est choisie l'appellation du confort 'hygrothermique' au lieu du 'confort thermique', puisque ce dernier concerne uniquement la température, alors que « le confort ne dépend pas seulement du paramètre température mais aussi de l'hygrométrie de l'air ambiant »¹

Dans certaines régions des villes côtières ; le mercure affiche des températures dépassant les 45°C ; par un temps également torride avec un taux d'humidité très élevé, dépassant les 80%.

La vague de chaleur accompagne un taux d'humidité très élevé à causer des désagréments aux Algériens, notamment ceux souffrants de maladies respiratoires.

Tout le monde l'aura remarqué : la chaleur très élevée dans un environnement sec est plus supportable qu'une température moindre dans une région humide. C'est le cas dans plusieurs villes côtières en Algérie².

Selon Lavigne, 1994, le confort hygrothermique ne dépend pas seulement du paramètre température mais aussi de l'hygrométrie de l'air ambiant ». Reconnu comme une cible de la haute qualité environnementale, le confort hygrothermique est défini comme étant la sensation que ressent une personne par rapport à la température et à l'humidité ambiante du local où elle se trouve.³

¹ LAVIGNE. Pierre et al, Architecture climatique une contrition au développement durable Tome 1 Base Physiques Aix-en- Provence : EDITION EDISUD, 1994, p 57

² www.elmoudjahid.dz

³ Impact de la végétation grimpante sur le confort hygrothermique estival du bâtiment cas du climat semi-aride, mémoire pour l'obtention du diplôme de magistère option : architecture bioclimatique

Le confort hygrothermique, notion plus précise du confort suscité, se caractérise par la sensation que ressent une personne par rapport à la température et à l'humidité ambiante du local où elle se trouve. ⁴

1. Problématique :

L'exposition directe des façades à la mer dans un climat méditerranéen peut engendrer des problèmes comme la présence de l'humidité sur les parois intérieures et les plafonds, la détérioration des matériaux de construction, et sur le plan économique des consommations énergétiques très élevées surtout pendant la période hivernale (le chauffage). Le climat méditerranéen impose des dispositifs architecturaux comme des solutions uniques adaptées aux conditions climatiques spécifiques en constituant des réponses aux questions de l'ambiance. « Des bâtiments adaptés à leur climat sont, en général, relativement ouverts et en relation directe avec l'environnement immédiat, que ce soit par des fenêtres, des serres ou des patios »⁵

Les constructions doivent donc réaliser à l'intérieur des microclimats propices à l'épanouissement de la personne humaine, avec la création des ambiances hygrothermiques favorables à son être. Cela est possible en établissant essentiellement une relation intelligente qui repose sur la bonne compréhension des mécanismes et des échanges thermiques entre l'intérieur et l'extérieur. L'inertie des bâtiments, sujet de notre propos et base technique du bio-climatisme est derrière cette intelligente relation. C'est un procédé passif lié aux matériaux et à la manière dont est constituée la paroi. Les principales notions physiques des matériaux regroupées derrière le terme d'inertie thermique participent au bon rendement, à la bonne utilisation et au confort de la machine thermique (l'habitat).

Il est impossible de garantir des températures confortables avec un taux d'humidité élevé. Un taux d'humidité élevé favorise aussi la croissance de moisissures et de bactéries. Et à l'inverse, un taux d'humidité trop faible peut accroître l'énergie statique et causer des problèmes de santé, comme les irritations cutanées. On recommande en général une humidité relative comprise entre 40 et 60 %.⁶

⁴ GAUZIN-MULLER. Dominique, L'architecture écologique, Paris: Edition LE MONITEUR, Novembre 2002, p 270.

⁵ Construire avec le climat, brochure réalisée par la direction de la construction et la mission Energie et Bâtiment, Paris, France, 1979.P : 8

⁶ djebara sakina ; belkhelfa rima ; 2014 ; le confort hygrothermique ; vol 49 ; p 7.

Il nous a paru d'articuler notre problématique autour des questions suivantes :

- *Quelle est l'impact de la proximité de la mer sur le confort hygrothermique à l'intérieure des bâtiments ?*
- *Quelles est les stratégies de conception adopter pour assurer le confort hygrothermique à l'intérieur des équipements ?*
- *quelle est la bonne orientation des espaces intérieures pour assurer le confort hygrothermique ?*

2. Hypothèses :

Aux vues des données et des constatations faites, notre recherche a été fondée sur les hypothèses suivantes :

On suppose que la bonne orientation des batiments ,ainsi que la non adaptation des technologie de construction (parois, ouverture)vient de la adaptation de la ventilation ; la taille et la disposition des ouvertures sont à l'origine du l'équilibre hygrothermique a l'interieure des batiments en hiver et en été .

Ainsi que la proximité des bâtiments publics au mer impose des problemes de l'inconfort hygrométrique .

3. Objectif :

L'objectif principal de cette recherche consiste à améliorer le comportement hygrothermique de l'enveloppe d'équipement par la réduction des humidités, ainsi que l'accroissement du rendement énergétique, a travers :

- L'appréhension de la notion de confort,
- L'identification de l'impact des techniques de construction sur le confort ressenti,
- La compréhension de l'impact d'un système de génie climatique sur le confort ressenti.

4. Méthodologie et outils de recherche :

Pour situer le problème du l'inconfort hygrothermique à l'intérieur des constructions, nous avons analysé les connaissances existantes à travers une étude bibliographique.

Pour le choix de la ville de cas d'étude Nous avons présenté la région de Jijel et ses données climatiques car elle est un climat méditerranéen parois agité et très humide, nous avons motivé nos choix pour le cas d'étude sur la méthode expérimentale basée sur le choix des deux espaces l'une orienté vers le Nord et l'autre vers le Sud.

Nous avons effectué des mesures des deux paramètres climatiques au niveau des deux espaces pendant les périodes estivale et hivernale.

5. Structure de la thèse :

Afin de répondre à ces objectifs, l'étude s'est attelée à confirmer ou à infirmer ces hypothèses à travers une structuration de la recherche qui va s'articuler autour de :

- ❖ **Chapitre introductif :** abordant la problématique de recherche, les hypothèses, et les objectifs.

Et de deux parties :

- ❖ **La première partie** concerne le corpus théorique de mémoire, Il consiste en la compréhension des différents concepts et notions clés liés à notre thème de recherche. Elle découle d'une recherche bibliographique sur l'amélioration de confort hygrothermique à l'intérieur des constructions dans les villes côtières, elle est divisée en trois chapitres :
 - **le premier chapitre :** analyse les informations existantes en matière de confort hygrothermique. Ceci nous conduit à effectuer un état de l'art qui permet de présenter la définition précise du concept confort hygrothermique, les différents paramètres et ces approches. Puis en faisant le point sur quelque méthode pour sa évaluation.
 - **le deuxième chapitre :** Nous nous intéressons dans ce chapitre à les problèmes de l'humidité dans les villes cotières et son effet sur la construction et la santé de le l'être humain.
 - **Le troisième chapitre :** a pour objet de fournir un maximum d'information concernant les déffrentes solution architecturale et techniques utilisent pour assurent le confort hygrothermique a l'interierures des batiments public.
- ❖ **La deuxième partie :** C'est l'étude de cas contient la compréhension, puis l'analyse d'un échantillon qui est dédié à la présentation du cas d'étude, en procédant à une étude comparative de deux espaces significatifs, par rapport au climat méditerranéen, cette partie est divisée en deux chapitres :
 - **le quatrième chapitre :** traite la méthodologie d'approche suivie avec la présentation du cas d'étude et consacré de simulations et l'application de la méthode multicritère.

- **Le cinquième chapitre :** consacré aux résultats et leurs interprétations.

- ❖ **Les recommandation et conclution générale :** expose les conclusions, les synthèses et les recommandations architecturales, ainsi que les techniques établies pour l'amélioration du confort hygrothermique à l'intérieur des constructions.

PARTIE I : PARTIE THÉORIQUE

CHAPITRE I :

LE CONFORT HYGROTHERMIQUE DANS LES
BÂTIMENTS PUBLICS

Introduction :

Dans les éléments que rassemble l'architecture certains sont plus disposés à l'amélioration du bien-être de l'occupant. Être confortable est le but de toutes constructions ; d'où l'intérêt de réaliser un bon plan.

Le confort peut être défini comme le degré de désagrément ou de bien être produit par les caractéristiques de l'environnement d'un bâtiment. Une telle définition considère une interaction entre l'individu et l'espace qui l'entour. C'est-à-dire ; entre des conditions ambiantes physiquement mesurables et certaines conditions individuelles qui affectent notre perception⁷.

I.1 Qu'est-ce que le confort hygrothermique ?

Le mot « hygrothermique » contient deux notions : l'humidité, « hygro », et la température, « thermie », soit les deux éléments nécessaires au confort des occupants .

Le confort hygrothermique est une Sensation que ressent une personne, par rapport à la température et à l'humidité ambiantes, dans la pièce où elle se trouve. Cette sensation varie selon les individus, tout le monde n'ayant pas les mêmes critères de confort, ne s'habillant pas de la même manière, s'accoutumant plus ou moins bien aux conditions climatiques extérieures, n'ayant pas besoin du même niveau de température pour se sentir bien ...

D'après l'étude de la HQE (haute qualité environnementale), le confort hygrothermique est la sensation que ressent une personne par rapport à la température et à l'humidité ambiante du local où elle se trouve.⁸

I.2 Qu'est-ce que le confort thermique ?

«Le confort thermique peut être défini comme une sensation complexe produite par un système de facteurs physiques, physiologiques et psychologiques, conduisant l'individu à exprimer le bien être de son état».

«Le maintien de l'équilibre thermique entre le corps humain et son environnement est l'une des principales exigences pour la santé, le bien-être et le confort» (B. Givoni).⁹

I.3 Les paramètres influant sur le confort hygrothermique.

⁷ Estéban Emilio Monténégro Iturra. « Impact de la configuration des bâtiments scolaire sur leur performance thermique » thèse de doctorat faculté des études supérieures de l'université Laval canada, 2011, p164.

⁸ GAUZIN-MULLER. Dominique, L'architecture écologique. Paris: Ed Le Moniteur, Novembre 2002 p 270

⁹ Nohagamal «La notion de confort thermique: entre modernisme et contemporain » Ecole Nationale Supérieur d'Architecture de Grenoble. 03/12/2010, p2.

I.3.1 Les Paramètres liés à d'ambiance extérieure :

II.3.1.2 La vitesse de l'air

La vitesse de l'air joue un grand rôle dans les échanges convectifs et évaporatoires, elles interviennent dans la sensation de confort thermique de l'occupant ; liés à la présence de courants d'air froids ou chauds localisés.

I.3.1.2 L'humidité relative de l'air

L'humidité relative de l'air influence les échanges évaporatoires cutanés, elle détermine la capacité évaporatoire de l'air et donc l'efficacité de refroidissement de la sueur.

Une humidité trop forte dérègle la thermorégulation de l'organisme car l'évaporation à la surface de la peau ne se fait plus, ce qui augmente la transpiration ; le corps est la plupart du temps en situation d'inconfort». ¹⁰

I.3.2 Les paramètres liés à l'habitat :

II.3.2.1 La température de l'air ambiant :

La température de l'air est souvent le premier critère qui vient à l'esprit lorsque l'on parle de confort hygrothermique. Il fait froid, donc nous chauffons. C'est instinctif ! Mais avant de faire grimper le bilan environnemental et les factures d'énergie, il existe d'autres leviers pour se sentir bien chez soi.

I.3.2.2 Température des parois :

Il est crucial de bien calculer la température des parois en tout point du condenseur en condensation externe puisque le coefficient d'échange côté fluide chaud en dépend. (Voir la Fig. I.1)

L'évolution des températures de parois est difficile à interpréter graphiquement. On préférera regarder la différence de température entre la face externe (à T_{po}) et interne (à T_{pi}) de la paroi puisque le flux conductif (linéique) est toujours égal à :¹¹

$$q=q \text{ cond } = [2\pi k_{inox} \ln(d_{ext}/d_{tube})] T_{po(i)} - T_{pi(i)}$$

¹⁰ Liébard, A. et De Herde, A.2005. Op.cit.p.29, in thèses de Mr. MAZARI. Mohammed, « Etude et évaluation du confort thermique des bâtiments à caractère public » Mémoire de magister en architecture, Septembre 2012. p 7.

¹¹ <http://hmf.enseeiht.fr/travaux/bei/beiep/content/temperature-parois> .

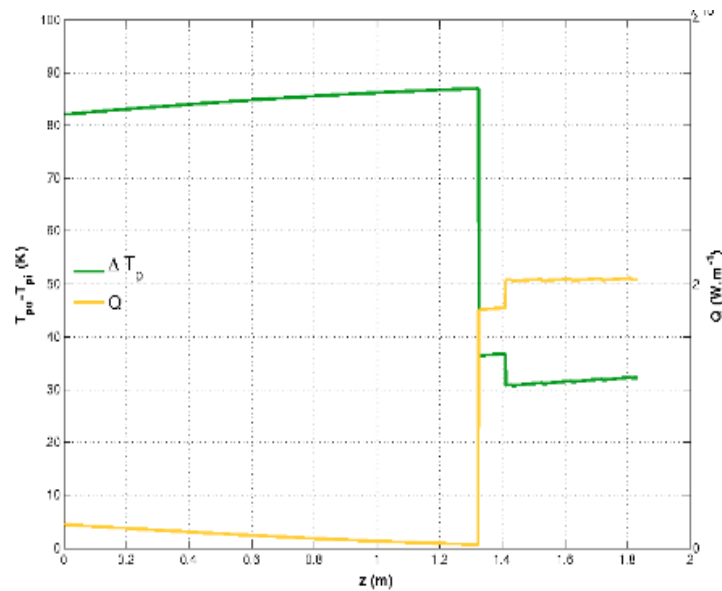


Figure I.1 : flux et température des parois le long du condenseur
 (Source : [http // hmf.enseiht.fr/travaux/Bei/beiep/content/température-parois](http://hmf.enseiht.fr/travaux/Bei/beiep/content/température-parois))

Le rapport du flux thermique sur la différence de température est toujours constant et bien égal à la résistance conductive. On a donc bien un "bouclage thermique" qui assure l'égalité de nos flux.

I.3.2.3 Le rayonnement réfléchi ou albédo:

Les surfaces de la paroi présentent des résistances superficielles en fonction des propriétés de convection. Outre la qualité intrinsèque de ses surfaces, les couleurs externes jouent un rôle significatif dans la modification du climat intérieur. Etant donné qu'il y a un effet sur la température externe de la surface, le choix de la couleur est très important pour la conception thermique.

La partie du flux interceptée par la paroi suite aux réflexions solaires produites par l'environnement proche. En première approximation, cet environnement proche est représenté par un plan horizontal renvoyant une part du flux global incident (direct et diffus); la part réfléchie dépend de l'albédo, coefficient de réflexion solaire du plan récepteur considéré. Le flux intercepté par la paroi dépend alors seulement de son inclinaison.¹²

Le rayonnement Global qui atteint un plan est la somme des trois rayonnements précédemment définis (Fig. I.2).

¹² CERMA : Le rayonnement solaire. [En ligne] http://audience.cerma.archi.fr/cerma/pageweb/theorie/solaire/rayon_solaire.html (page consultée le 12-06-2007)

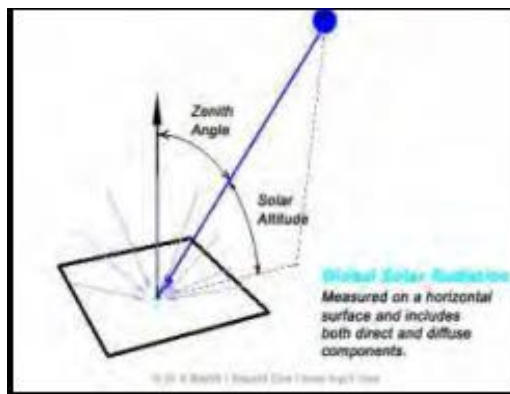


Figure I.2: Radiations solaires globales

(Source : MARSH. A, 2003).

I.3.3 Les Paramètres liés à l'individu :

II.3.3.1 Habillement :

Les vêtements permettent de créer un microclimat sous-ventral, à travers leur résistance thermique ; en modifiant les échanges de chaleur entre la peau et l'environnement. Leur rôle essentiel est de maintenir le corps dans des conditions thermiques acceptables, été comme hiver.

I.3.3.2 L'activité

L'activité est un paramètre essentiel pour la sensation thermique de l'individu définissant directement le métabolisme de l'individu, c'est-à-dire la quantité de chaleur produite par le corps humain.

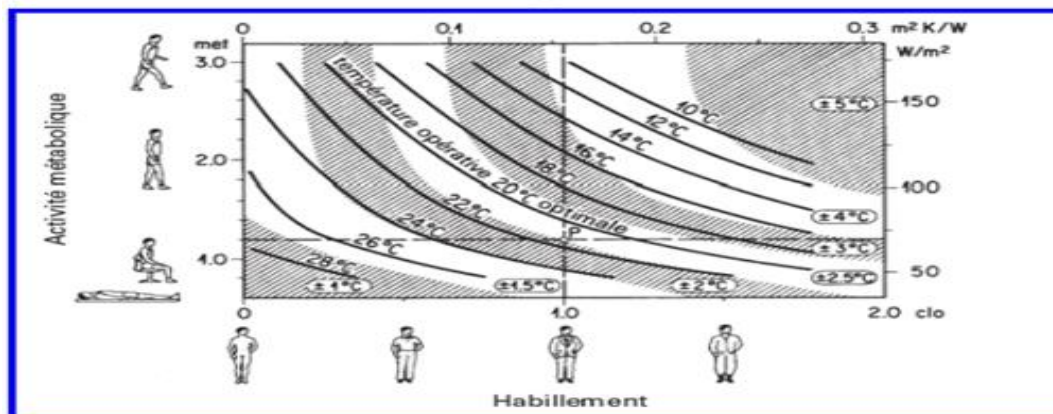


Figure I.3: Température opérative optimale en fonction de l'activité et de l'habillement

Source : Norme SN EN ISO 7730

Activité légère principalement sédentaire. Les surfaces ombrées indiquent les zones de confort

- Certains spécialistes dans le domaine donnent des valeurs précises pour chaque paramètre :
 - Température des murs : $22 \pm 2^\circ\text{C}$;

- Humidité relative entre 40 et 60% ;
- Température du sol : 19 à 24°C ;
- Vitesse de l'air : inférieure à 0.15 m/s ;
- Différence de température entre deux murs d'une même pièce doit être inférieure à 10°C ;
- Différence de température entre le sol et le plafond doit être inférieure à 5°C.¹³

I.4 les Approches de confort hygrothermique :

I.4.1 Approche statique :

L'approche statique envisage l'individu en tant que récepteur passif des excitations thermique avec l'environnement extérieur, le principe de cette approche repose sur le fait que les effets thermiques d'une ambiance sont ressentis au niveau de la peau par des phénomènes de transfert de chaleur (conduction, convection, rayonnement) et de masse (perspiration, transpiration....).

I.4.2 L'aspect physiologique :

L'homme est un homéotherme¹⁴ c'est-à-dire que sa température centrale est stabilisée à environ 37°. En dépit des variations de la température il s'agit d'un équilibre entre la thermogenèse (production de la chaleur) et la thermolyse (perte de chaleur).

Cet équilibre permet les performances biologiques, mentales physiques optimales. Le centre de la thermorégulation se situe dans l'hypothalamus, qui permet de maintenir la température interne ; il y a deux types :

- *la thermorégulation chimique* (par la production interne de chaleur).
- *la thermorégulation physique* par la modification des paramètres d'ambiances ou de vêtements.

¹³ DEOUX. Suzane et Pierre : « Le guide de l'habitat sain ». Andorra, Edition MEDIECO, Avril 2002, p211.

¹⁴ Homéotherme : dont la température centrale est constatée et reste indépendante de celle du milieu extérieur

I.4.3 Aspect physique :

L'homme est représenté comme une machine thermique et on considère ses interactions avec l'environnement en termes d'échange de chaleur. Donc l'aspect physique concerne le métabolisme et les différents transferts de chaleur entre l'homme et l'environnement.

I.4.3.1 Le métabolisme

Le métabolisme (noté M) qui s'exprime en Met, représente la quantité de chaleur, produite par le corps humain, par heure et par mètre carré de la surface du corps au repos ainsi que la chaleur produite par l'activité humaine (Figure I.4). C'est une grandeur toujours positive et non nulle, l'activité métabolique minimale vitale est évaluée à 0.7 Met. Mais cette valeur est en fonction des paramètres physiologique notamment le poids, la taille, et le sexe.

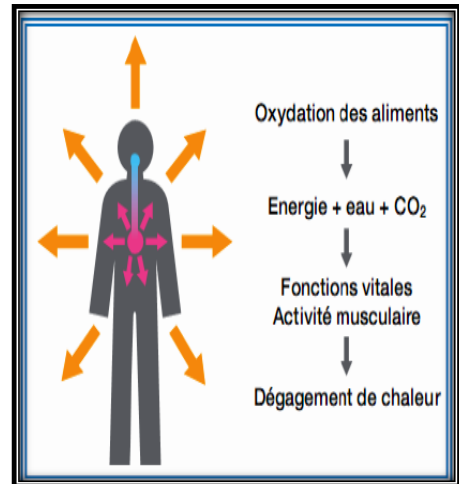


Figure I.4 : le métabolisme humain.

(Source : energie2.arch.ud.ae.be)

Selon pierre Fernandez, on peut distinguer trois niveaux de métabolisme:

- **Métabolisme de base** : nécessaire à la vie de l'être humain.
- **Métabolisme de repos**: c'est la chaleur minimale produite dans des conditions pratique de repos par exemple en position assise.
- **Métabolisme de travail**: qui dépend de l'activité physique par exemple l'activité de sport¹⁵.

¹⁵ Fernandez. P, et Ligne. P. « concevoir des bâtiments bioclimatique, fondements et méthodes » .le moniteur, 2009, p93.



Photo I.1 : Métabolisme de travail

(Source:www.oxalis.asso.com)



Photo I.2 : Métabolisme de repos
www.confort.sauter.com)

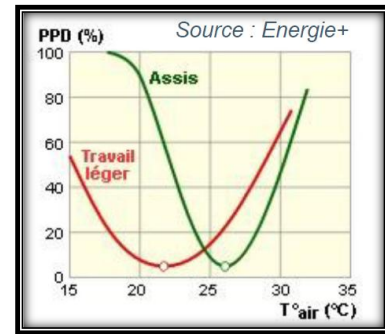


Figure I.5: Correspondances au rapport entre l'air et PPD pour deux activités

(Source: www. watchdek.com)

I.4.4 Approche adaptative :

L'approche adaptative considère que les personnes ne sont pas passives vis-à-vis de leur environnement intérieur, mais jouent un rôle actif dans le maintien de leur confort thermique c'est-à-dire que l'homme peut agir sur son environnement en fonction de ses besoins et de sa perception du climat .

Humphreys considère le principe suivant : « si une modification des conditions climatiques se produit et provoque de l'inconfort, les personnes entreprendront des actions visant à rétablir leur confort » .¹⁶

L'ensemble de ces actions constitue la base de l'adaptation, plus le bâtiment est équipé de moyens d'adaptation et plus l'occupant est susceptible d'y éprouver du confort, Le confort thermique ne serait pas le problème, le problème naît du fait qu'il existe de nombreuses contraintes limitant notre capacité à entreprendre l'une ou l'autre de ces actions. Les actions d'adaptation envisageables ont plusieurs formes par exemple le comportemental d'ajustement.

I.4.4.1 Adaptation comportemental d'ajustement

Adaptation comportemental d'ajustement est la capacité d'un individu d'agir sur son environnement pour retrouver une situation de confort thermique, Elle le place comme acteur de son environnement, et implique certains contrôles sur celui-ci. Dans l'approche adaptative le comportement est une manière de corriger une sensation thermique. Nous distinguons deux formes d'adaptation comportementale :¹⁷

¹⁶ Nicol F, Humphreys M, « Derivation of the adaptive equations for thermal comfort in free-running buildings in European standard » cite in Grignon-Masse, L 2010, p16.

¹⁷ Richieri, Fabrice. « Développement et paramétrage de contrôleurs d'ambiance multicritères » thèse soutenue à l'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 2008, p 302.

- **Personnelle** : l'adaptation se fait par changement de paramètres de confort liés à l'individu (veture, activité) ou par d'autre comportements (changement de lieu, prendre une boisson chaude au froide)
- **Environnement et technologique** : l'occupant intervient sur son ambiance par le contrôle manuel des instalations (ouvrir ou fermer fenetre, mise en marche d'un ventilateur).

<i>T air (°c)</i>	<i>HR (%)</i>	<i>Tr (°c)</i>	<i>V air (m /s)</i>	<i>Met</i>
19.6	86	19.6	0.1	1.1
23.9	66	23.9	0.1	1.1
25.7	15	25.7	0.1	1.1
21.2	20	21.2	0.1	1.1
23.6	67	23.6	0.1	1.1
26.8	56	26.8	0.1	1.1
27.9	13	27.9	0.1	1.1
24.7	16	24.7	0.1	1.1

Tableau I.1: résumé de donnée produisant les zones du confort
(Source : ASHARE 55-2004)

II.5 Transferts hygrothermiques multizones :

I.5.1 Description d'un bâtiment :

Plusieurs approches de discrétisation spatiales peuvent être adoptées pour décrire le comportement hygrothermique de l'air dans un bâtiment. Pour l'ensemble, chaque maille est constituée d'un volume d'air humide, homogène en pression, température et humidité.

Nous pouvons distinguer 4 niveaux de discrétisation (Fig. I.6) qui conditionneront la précision des résultats.

La modélisation la plus fine découpe un volume en un très grand nombre de mailles (Fig.I.6a). Elle permet de calculer de manière précise l'évolution des mouvements d'air, de température et de particules dans le volume étudié. Les équations de Navier-Stokes sont associées à cette modélisation. Ces approches sont complexes numériquement et ne sont utilisées qu'à l'échelle d'un volume relativement petit tel qu'une pièce.¹⁸

¹⁸ Julien Berger, Contribution à la modélisation hygrothermique des bâtiments: application des méthodes de réduction de modèle, 7 Mar 2015, VOL 209, P 39.

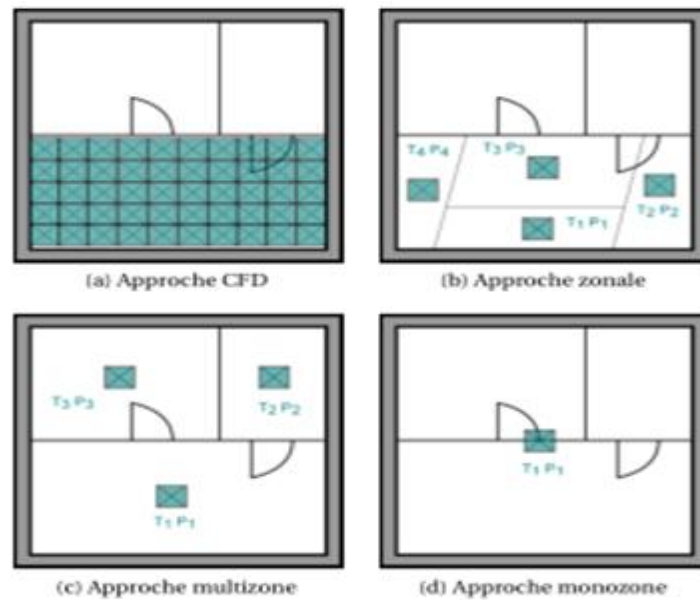


Figure I.6 : niveaux de discrétisation possible d'un bâtiment.
(Source : Contribution à la modélisation hygrothermique des bâtiments)

Pour modéliser le comportement de plusieurs pièces d'un bâtiment, deux approches peuvent être utilisées. La première est celle dite des modèles zonaux. Chaque pièce est alors découpée en plusieurs sous-zones (Fig.I.6b). Les écoulements aérauliques sont modélisés de manière plus élémentaire que les équations de N AVIER -S TOKES. Ces modélisations sont particulièrement adaptées pour décrire le comportement de pièces soumises à de forts gradients thermiques. La deuxième possibilité de discrétisation est l'approche multizone (Fig.I.6c). Chaque zone est considérée comme une maille du bâtiment (soit un volume d'air humide). Cette démarche est moins précise que les modèles zonaux, notamment lorsque les volumes d'air sont soumis à de forts gradients thermiques. Cependant elle permet de modéliser le comportement hygrothermique de l'ensemble d'un bâtiment en considérant une répartition non-uniforme des champs dans les différentes pièces. Les mouvements d'air entre les zones sont pris en compte.

La modélisation mono zone est une approche très simple qui assimile l'ensemble du bâtiment à un unique volume uniforme d'air (Fig I.6d). Ces approches sont généralement utilisées pour estimer rapidement les consommations énergétiques des bâtiments. Elles ne sont plus adaptées dès que des différences de température importantes existent entre les zones. La modélisation multizone représente un bon compromis parmi les possibilités. Son coût numérique est moins élevé que les approches de modélisations très fines ou zonales.¹⁹

¹⁹ Opcit, p 40

Nous proposons de décrire à présent les équations de transferts hygrothermiques pour une modélisation multizone d'un bâtiment. Nous considérons donc qu'un bâtiment est divisé en Nz zones d'air. Chaque zone appelée volume V d'air est supposée uniforme et composée d'un mélange d'air humide (air sec et vapeur d'eau). Des transferts de vapeur d'eau, de chaleur et d'air interviennent dans les bilans de chaque zone. Les derniers ne seront pas considérés pour nos travaux.

I.6 Evaluation de confort hygrothermique

L'évaluation du confort hygrothermique dans les espaces est un paramètre capital dans toute conception architecturale. Les premières recherches se sont basées sur les enquêtes de terrain avec des questionnaires en classifiant la sensation hygrothermique (très chaud, neutre et très froid)

I.6.1 Indices pour l'évaluation de confort hygrothermique

De nombreux travaux de recherche, réalisés à l'intérieur des bâtiments ou dans des conditions expérimentales parfaitement contrôlées en laboratoire, ont recensé les principales causes d'inconfort et ont permis d'établir un certain nombre d'indices qui sont en général définis en fonction de la température et la vitesse de l'air.

I.6.1.1 Analyse PMV/PPD de la sensation de confort hygrothermique :

I.6.1.1.1 PMV : Vote moyen prévisible

- ❖ Le PMV établi par Fanger permet de mesurer une Sensation thermique globale du corps humain à partir du métabolisme et donne la moyenne des votes en références à une échelle de sensation thermique.²⁰

Les valeurs de l'indice PMV varient entre -3 et 3 comme l'indique-le Tableau suivant :

Valeurs de l'indice pmv	+3	+2	+1	0	-1	-2	-2
Sensation Thermique	Chaud	Tiède	Légerement tiède	Neutre	Légèrement frais	Frais	Froid

Tableau I.2: Correspondances entre PMV et échelle des sensations thermiques

(Source : energie2.arch.ud.ac.be)

²⁰ Hamel khalissa, « Confort Thermique », Département d'architectur de l'université de Biskra, Master 1 Architectur et Environnement, Cours N° 1.

- ✓ Une valeur de **PMV de zéro** exprime une sensation de confort optimale.
- ✓ Une valeur de **PMV négative** signifie que **la température est plus basse** que la Température idéale et réciproquement une valeur positive signale qu'elle est plus élevée.
- ✓ On considère que la zone de confort s'étale de la sensation de légère fraîcheur à la sensation de légère chaleur, soit de -1 à +1.

I.6.1.1.2 Le PPD : Le pourcentage prévisible d'insatisfaits

Selon W. Rybczynski :²¹ « Il est plus simple d'évaluer le manque de confort que le confort » Le pourcentage prévisible d'insatisfaits donne en fonction de l'indice PMV d'une situation thermique précise, exprime sous forme des pourcentages les sujets d'insatisfaits d'une ambiance thermique déterminée.

- ✓ Le diagramme permet d'évaluer Directement le PPD. Si par exemple, le PMV est de -1 ou +1 l'indice PPD montre que près de 25% de la population n'est pas satisfait. Pour ramener le PPD à une valeur maximale de 10 % le PMV doit se situer entre -0.5 et +0.5, on peut noter : - **$0.5 < PMV < 0.5$ Soit $PPD < 10\%$**

- ✓ Plus le pourcentage de PPD est grand (nombre d'individus qu'on est prêt à accepter) plus L'intervalle de PMV est étendu.

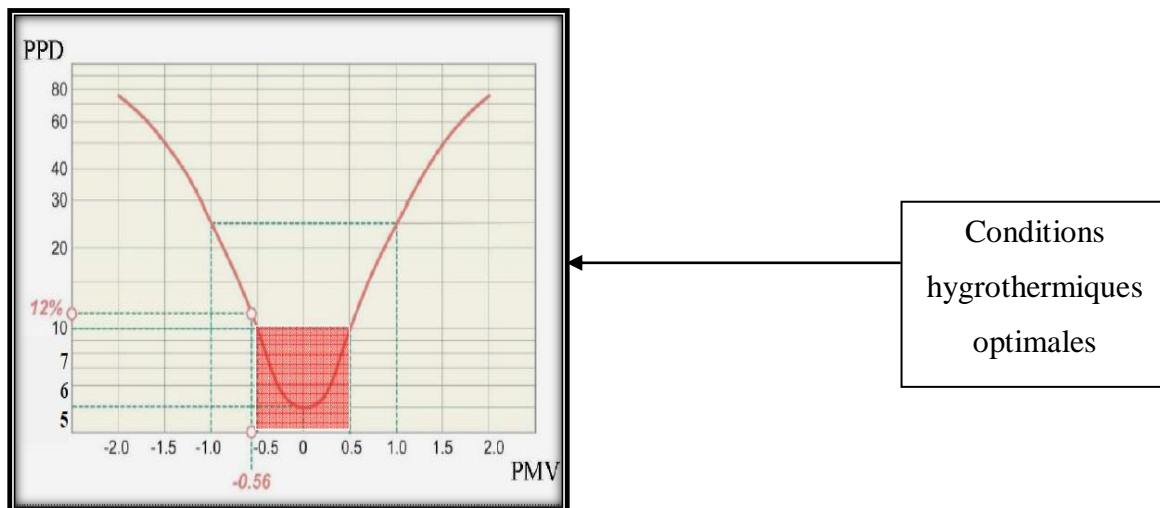


Figure I.7: Correspondances entre PMV et PPD

(Source : energie2.arch.ud.ac.be)

²¹ Opcit

I.6.1.2 La température opérative (Top)

De façon simplifiée on définit une température de confort ressentie (température de l'air et température des parois). C'est un indice de confort thermique intégrant deux paramètres physique, la température de l'air ambiant et la température moyenne radiante. Il s'agit donc d'un indice d'appréciation des effets convectifs et radiatifs sur le confort de l'individu.

La norme ISO (système de management international) fournit le calcul simple de cet indice par la formulation suivant :

$$T_{op} = k T_a + (1-a) T_{mrt} \quad \text{avec :}$$

- Top : la température opérative. (°C)
- Ta : La température d'air. (°C)
- Tmrt : La température moyenne radiante (°C)

Vitesse(m/s)	0 – 0,2	0,2 – 0,6	0,6 – 0,7
a : coefficient	0,5	0,6	0,7

Tableau I.3 valeur de a en fonction de la vitesse de l'air

Source :www.u-picardie.fr

a : Le coefficient en fonction de la vitesse de l'air

✓ Avec des vitesse de l'air inférieures à 0.2m/s la température opérative est égale avec une bonne approximation est peut être écrite comme suit : $T_{op} = (T_a + T_{mrt})/2$

I.6.2 L'évaluation de confort hygrothermique par outils graphique :

I.6.2.1 le diagramme bioclimatique

Le diagramme bioclimatique est un outil d'aide à la décision globale du projet permettant d'établir le degré de nécessité de mise en œuvre des grandes options architecturales à partir des exigences de confort thermique, et des profils du climat extérieur, sur un même graphique qui représentent l'inertie thermique, la ventilation généralisée, le refroidissement évaporatif, puit le chauffage ou la climatisation.²²

Parmi les outils les plus connus dans ce domaine on peut citer le diagramme bioclimatique d'Olgay, celui, de Givoni, les tables mahoney, la méthode de Szokolay ainsi que celle de Novell.

²² Izard, J-L. Kaçala, O, « le diagramme bioclimatique en Irlande méditerranéenne, laboratoire abc, esnamarseille, 2008 », à partir du site <http://www.marseille.archi.fr/izard/~é.2008> consulté le 1/1/2015.

Le diagramme bioclimatique combine plusieurs types de données voir le tableau suivant:

<u>Les données du climat extérieur</u>	<u>Les donne du confort thermique</u>	<u>Les donne des solutions architecturales</u>
Température de l'aire ambient et humidité, la température radiante moyenne ,la vitesse du vent, le rayonnement solaireetc.	Paramètre de contrôle du confort thermique	-Inertie thermique -résistance thermique -Ventilation -Captation solaire -Système de chauffage et de climatisation naturelle

Tableau I.4 : les données du diagramme bioclimatique

Source :cybergegeo.revues.or)

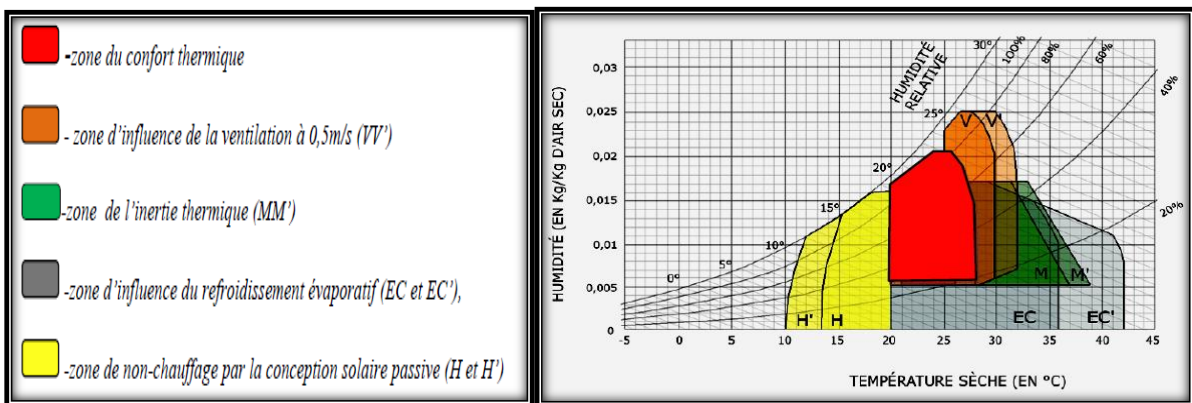


Figure I.8 : Diagramme bioclimatique.

source :www.energieplus.lesite.be

I.6.3 L'évaluation de confort hygrothermique par l'appareil hygromètre :

L'hygrométrie se mesure à l'aide d'un hygromètre.

Un hygromètre, ou un humidimètre, est un instrument mesurant l'humidité relative de l'atmosphère, l'hygrométrie, et permettant de déterminer le point de rosée, l'humidité ambiante, l'humidité atmosphérique ou l'humidité de l'air.

I.6.3.1 L'appareil pour calculer l'hygromètre de 2018 :

THERMO-HYGREOMETRE : (PhotoI.3)

L'appareil de mesure de température de l'air et l'humidité relative Selon le Dictionnaire Cordial c'est un appareil de mesure simultanée de la température et du degré d'hygrométrie de l'air.

Le thermo-hygromètre : un appareil digital du mode I testo 625 Il effectue rapidement et simplement la mesure d'humidité relative et de la température de l'air y compris une sonde d'humidité connectable (pour la mesure d'humidité relative), un protocole d'étalonnage et une batterie.²³



PhotoI.3 : THERMO-HYGREOMETRE

(Source : www.testo.fr, page consulté le 25/04/2016)

²³ [EN LIGNE], www.testo.fr, page consulté le 25/04/2016.

Conclusion

Le confort hygrothermique est relatif à la nécessité de dissiper la puissance métabolique du corps humain par des échanges de chaleur sensible et latente (évaporation d'eau) avec l'ambiance dans laquelle il se trouve.

Aux réactions purement physiologiques de l'individu (thermorégulation) se superposent des réactions d'ordre psychosociologique, liées à des sensations hygrothermiques (chaud, neutre, froid), variables dans l'espace et dans le temps, auxquelles on peut associer une satisfaction ou une insatisfaction plus ou moins marquée, différant selon les individus.

L'intérêt au bien-être de l'homme est un sujet soulevé et approché par de multiples disciplines. Cet intérêt se fonde sur les rapports d'échanges qu'entretient l'homme avec son environnement, que ce soit d'ordre naturel ou construit. La relation entre le comportement humain et les variables physiques de l'environnement fait l'objet d'étude privilégié de la psychologie écologique, et de l'architecture.

CHAPITRE II

LES BÂTIMENTS PUBLICS DANS LES VILLES CÔTIÈRES

Introduction :

Le bâtiment constitue le principal environnement de public. Originellement construit pour nous protéger de conditions climatiques sévères, le bâtiment peut s'avérer potentiellement dangereux pour la santé de ses occupants, recelant en particulier des polluants comme les composés organiques volatiles.²⁴

La plupart des villes du monde imaginent leur renouvellement à partir des rivages maritimes ou fluviaux, et ce n'est pas un hasard ; l'histoire des villes est liée à leurs multiples rapports avec l'eau : ressource, exutoire, déplacement, transports, limites, paysage.²⁵

II.1 les bâtiments publics :

II.1.1 définition du bâtiment public :

Un bâtiment public est une construction immobilière appartenant à l'État ou à un organisme affilié à la puissance publique en affectation à l'accueil du public. C'est un immeuble servant à accueillir un service public.²⁶

II.1.2 les catégories des bâtiments publics :

Ils peuvent être classés :

Selon la nature de l'activité et la prestation de services, ou le rôle de l'utilisateur peut être actif ou passif.

On distingue ainsi les équipements pour l'enseignement, la santé, ainsi, la culture, les loisirsetc.

-selon l'emprise géographique ou l'aire de desserte. A caractère national, urbain, local de quartier ou d'unité résidentielle de base.

-selon le niveau occupé dans la hiérarchie du système d'équipements

-selon la fonction structurante de l'espace urbain et du territoire qui leur est dévolue, c'est les équipements qui marquent les axes de la réorganisation et de l'extension urbaine.

²⁴ www.doubs.equipement-agriculture.gouv.fr

²⁵ Mr. Belbachir Mohamed Elamine , Melle. Benmerah Chahrazed , Le boulevard maritime : a la recherche de la qualité d'espace urbaine et une identité d'une ville côtière , 2013-2014 ,vol 142 , p 10 .

²⁶ <https://www.rachatducredit.com/definition-batiment-public-9899.html>

II.1.3 le classement des principaux bâtiments publics :

Le classement se fait par catégorie ou domaine en regroupant les équipements dont les activités peuvent être considérées comme homogènes ou convergentes.

Les équipements ainsi regroupés représentent des niveaux différents des services fournis ou le degré de spécialisation de leurs activités :

II.1.3.1 Administrations :

Cette catégorie comprend les équipements ouverte au public qui reçoivent des personnes autres que celles qui y sont employées. Parmi ces équipements la mairie, la wilaya.



photo II.1 : Zehrfuss Bernard de la défense

(Source : <https://fr.slideshare.net/bibaarchitecte/les-equipements-publiques>)

II.1.3.2 Enseignement :

C'est les établissements primaires, secondaires, supérieurs, et spécialisé.



Photo II.2 : équipement éducatif

(Source : <https://fr.slideshare.net/bibaarchitecte/les-equipements-publiques>)

II.1.3.3 Santé et assistance :

Dans ce domaine, nous avons les établissements hospitaliers, polyclinique, le dispensaire.

II.1.3.4 Culture :

Les musées, les bibliothèques, les salles de concert et de conférence, les théâtres, les salles d'exposition et les galeries d'art.



Photo II.3 : Wright, musée Guggenheim (new York)

(Sources : <https://fr.slideshare.net/bibaarchitecte/les-equipements-publiques>)

II.1.3.5 Culte :

Les mosquées et les édifices d'autres confessions religieuses.



Photo II.4 : grande mosquée Hassan II (Casablanca, Maroc)

(Source : <https://fr.slideshare.net/bibaarchitecte/les-equipements-publiques>)

II.1.3.6 Communications :

La complexe radiotélévision, les centraux téléphoniques.

II.1.3.7 Transport :

L'aéroport, le port (les gare maritime), les gares ferroviaire passagers et marchandises le transport en commun urbain, suburbain et extra urbain.



Photo II.5 : réseau routier

(Source : <https://fr.slideshare.net/bibaarchitecte/les-equipements-publiques>)

II.1.3.8 Sports :

Sa comporte les complexe sportifs, les terrains de sport, les clubs nautiques.



Photo II.6 : terrain de sport

(Source : <https://fr.slideshare.net/bibaarchitecte/les-equipements-publiques>)

II.1.3.9 Sécurité publique :

Les commissariats de police, la gendarmerie, la protection civile.

II.1.3.10 Approvisionnement :

Les marchés à caractère national, régional.



Photo II.7 : jour de marché à saint Georgia

(Source <https://fr.slideshare.net/bibaarchitecte/les-equipements-publiques>)

II.1.3.11 Loisirs :

Les cinémas, les théâtres, les salles polyvalentes les parcs de loisirs.



Photo II.8 : parc de loisir

(Source : <https://fr.slideshare.net/bibaarchitecte/les-equipements-publiques>)

II.1.3.12 Infrastructures technologiques :

C'est les installations pour la distribution de l'électricité, l'eau, le gaz, les installations d'évacuation des eaux.

II.1.3.13 Commerce :

Les grandes surfaces de vente, les marchés locaux, l'ensemble des commerces quotidiens et les services primaires.

II.2 les villes côtières :

II.2.1 Définitions de la ville :

La difficulté de la définition de la ville tient à ses propres caractéristiques : une taille, mais également des fonctions diverses et surtout une autonomie politique.

Pour les géographes contemporains comme Pierre George, une ville se définit comme « un groupement de populations agglomérées caractérisé par un effectif de population et par une forme d'organisation économique et sociale ».

II.2.2 définition de la ville côtière :

Au cours du temps, la plupart des villes se sont développées en rapport à l'eau, que ce soit le long d'une côte (quel meilleur exemple que le pourtour méditerranéen?), le long d'une rivière (le Caire, Rome autrefois, New York et New Delhi) ou d'un lac (Tenochtitlan, un grand nombre de villes suisses). Une lecture de la carte du monde relève la présence de cités à proximité d'un plan d'eau. Cependant chacune de ces villes développent un rapport différent à son cours ou plan d'eau.

II.2.2.1 les villes côtières de l'Algérie :

L'Algérie occupe une vaste étendue territoriale, sa superficie dépasse les deux millions de Km². Plus de 4/5 de sa superficie est désertique. D'où une large variété géographique et climatique allant du littoral au désert. La classification climatique en Algérie permet de distinguer quatre zones principales Fig.II.1:

Zone A : Littoral marin ;

Zone B : Arrière littoral montagne ;

Zone C : Hauts plateaux ;

Zone D : Présaharien et saharien.²⁷

²⁷ MAZOUZ. Said, *Éléments de conception architecturale*, Alger: Edition O.P.U, Juillet 2004, p176-177.

Le littoral marin jouit d'un climat particulièrement tempéré, dû à la l'action modératrice de la mer. Caractérisé par des hivers doux et pluvieux, et des étés chauds et humides avec de faibles amplitudes thermiques.

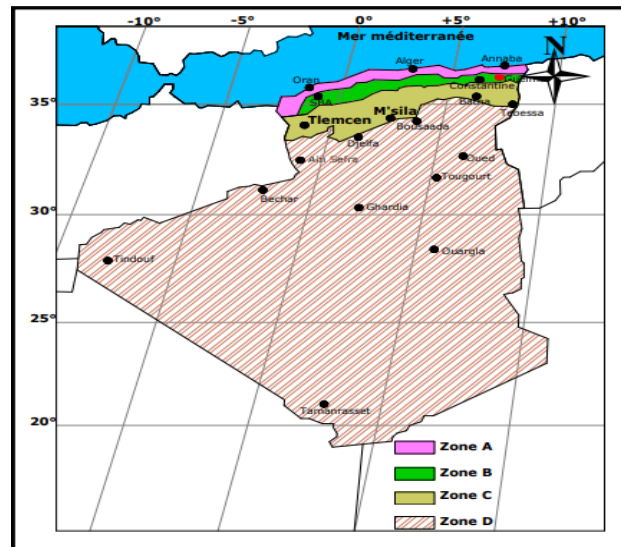


Figure II.1: Classification du climat en Algérie

(Source: Mazouz Said, 2004, et réadapté par auteur)

II.2.3 Les problèmes des bâtiments publics dans les villes côtières :

L'un des problèmes abordés lors de nouvelles constructions comme lors de rénovations ou de transformations : « l'humidité ». Fuites de toiture, remontés par capillarité, fissuration, etc... tous des problèmes pouvant entraîner de gros dégâts et réparations. Dans la construction, un des nombreux rôles du conducteur de travaux est de savoir éviter et résoudre ces problèmes au mieux. La principale difficulté est de repérer ces problèmes (lors de transformations essentiellement) et de les traiter avant de venir construire par-dessus, ce qui endommagerait notre ouvrage et nous obligerait à le réparer. Tout ceci nous ramène à éviter des coûts supplémentaires à nos frais.

II.2.3.1 les principaux problèmes rencontrés :

Les dégâts dus à l'humidité peuvent apparaître sous plusieurs formes. Le plus difficile étant d'en trouver la cause. Le « hic » dans notre profession est que nous sommes censés tout savoir et que la majorité des problèmes techniques atterrissent entre nos mains.

II.2.3.1.1 Dégâts sur la maçonnerie :

L'eau demeure un des principaux ennemis de la brique. Cette dernière, subissant un fort effet capillaire, « pompe » ainsi l'humidité qui la fragilise et peut la faire éclater sous l'effet du gel ou dans des cas plus courant l'on retrouve des moisissures ou une apparition de salpêtre. Les joints en mortier se retrouvent lavés et se vident. Les bas des murs sont clairement marqués par des taches.²⁸



Photo II.9: Dégâts sur la maçonnerie

(Tomasini François / Etudiant ETC 3ème année ; Décembre 2010)

II.2.3.1.2 Dégâts sur l'isolation périphérique :

Un solin en mauvais état ou un crépi abimé peut induire une infiltration d'eau. Les isolations supportant mal l'eau, elles se dégradent et fragilisent directement l'ensemble de l'isolation du bâtiment, amenant des ponts de froid. D'une manière générale tous les ponts thermiques sont des zones où se concentre la condensation qui contribue à de la dégradation.

II.2.3.1.3 Fissuration :

Une fissure quelconque peut entraîner une arrivée d'eau. Cette dernière peut causer de très nombreux dégâts, surtout si elle n'est pas rapidement repérée. Il y a quatre différents états de fissures, quant à leur relation avec l'humidité :



Photo II.10: Aquifère sous pression
(Tomasini François / Etudiant ETC 3ème année ; Décembre 2010)



Photo II.11: Aquifère sans pression
(Tomasini François / Etudiant ETC 3ème année ; Décembre 2010)

²⁸ Tomasini François / Etudiant ETC 3ème année ; L'humidité dans les bâtiments ; Décembre 2010 ; vol 6 ; P1.



Photo II.12 : Sèches (Tomasini François / Etudiant ETC 3ème année ; Décembre 2010)



Photo II.13 : Mouillées (Tomasini François / Etudiant ETC 3ème année ; Décembre 2010)

II.2.3.1.4 Condensation :

La condensation, phénomène ambiant provoqué par l'activité humaine et naturelle, provoque des dégâts pouvant apparaître en cas de mauvaise aération ou de trop grande étanchéité du bâtiment (fenêtres étanches et peu ou pas d'aération engendrent ces problèmes). Le principal « symptôme » reste l'apparition de moisissure sur les murs et plafonds.

Zones dites “froides” (avec des défauts d'isolation), en particulier dans les locaux soumis à une production de vapeur (cuisines, salles d'eau, pièce où sèche le linge) et peu ou non ventilés. à la Surface des murs à l'intérieur des murs Ponts thermiques (linteaux, tableaux de fenêtres, coffre de volet roulant²⁹ .



Photo II.14 : la condensation

(Tomasini François / Etudiant ETC 3ème année ; Décembre 2010)

²⁹ Sihem GUERNOUTI – CETE Ouest ; L'humidité dans les bâtiments ; octobre 2008 ; vol 43 ; p 17.

II.2.3.1.5 Dégâts sur les crépis :

La brique ou le béton, subissant une infiltration, fissuration ou pompant sous l'effet capillaire, transmet cette humidité au crépi. Celui-ci se décolle, craquelle ou encore se tache simplement. (Dans le cas d'un crépi à la chaux ce phénomène reste plus caché car il « respire » et évacue ainsi une grande partie de l'humidité, contrairement à un crépi ciment, étanche, qui maintient cette dernière à l'intérieure)



Photo II.15:dégâts sur les crépis

(Tomasini François / Etudiant ETC 3ème année ; Décembre 2010)

II.2.3.1.6 les infiltrations :

La quantité d'humidité générée par un chantier de nouvelle construction ou de rénovation peut être colossale. Il faut donc Laisser à cette humidité le temps de s'évacuer. et avant d'emménager, laissez un maximum de fenêtres ouvertes.

- L'humidité provenant d'une fuite dans la toiture, d'une corniche mal finie, de châssis qui ferment mal ou d'une gouttière défectueuse peut faire énormément de dégâts. Cette forme de problèmes d'humidité a la particularité d'être très localisée. Remonter à l'origine de la fuite n'est cependant pas toujours aisé. En effet l'eau qui infiltre le mur empruntera toujours le chemin le moins contraignant pour elle. Les problèmes d'humidité ne seront visibles que si l'humidité atteint la face intérieure du mur. Vous ne les trouverez donc pas toujours systématiquement à la hauteur de la fuite.³⁰



Photo II.16 : Les fuites provoquent des problèmes d'humidité très localisés

(LES PROBLEMES D'HUMIDITE DANS LA MAISON– OCTOBRE '09)

³⁰ LES PROBLEMES D'HUMIDITE DANS LA MAISON ; – OCTOBRE '09 ; vol 7, p 1.

Un problème d'humidité se résout assez facilement : le plus souvent, il suffit de réparer la fuite ou de remplacer une partie de la canalisation endommagée. Par contre, il s'avère généralement plus difficile de localiser l'endroit exact de la fuite et d'y avoir accès. Il faut parfois entamer un mur ou le plafonnage, casser des chapes, et recarreler ensuite...

- Un vieux mur n'est pas toujours étanche à l'eau de pluie. En cas de fortes pluies ou d'averses très rapprochées, l'eau de pluie peut s'infiltrer jusque sur la face intérieure des murs de l'habitation. Mieux vaut donc imperméabiliser les murs à l'extérieur.

II.2.3.1.7 L'humidité ascensionnelle :

L'humidité ascensionnelle se rencontre souvent dans les habitations anciennes. En général, le bas du mur n'est pas pourvu d'une membrane d'étanchéité L. Résultat, le mur absorbe l'humidité du sol. Ce phénomène n'endommage pas seulement le mur : il induit aussi le rejet continu de vapeur d'eau dans la pièce. Rien de plus malsain, évidemment. Si on constate de l'humidité ascensionnelle dans un mur, un traitement sera indispensable. Tant qu'il sera humide, on ne pourra en effet pas l'isoler. Refaire le plafonnage et/ou poser du papier peint neuf sur un mur humide ne vous servira à rien : cela ne tiendra pas ! Le mot d'ordre est donc de toujours assécher les murs humides avant de procéder aux finitions intérieures.



Photo II.17 : Auréoles d'humidité à la base du mur : humidité ascensionnelle
(LES PROBLEMES D'HUMIDITE DANS LA MAISON- OCTOBRE '09)

II.2.3.1.7.1 Indices d'humidité ascensionnelle :

- Le plafonnage au bas du mur se détache
- Auréoles humides sur le papier peint ou décollement du papier peint
- Efflorescences de sel - Si les murs de la cave sont humides, ils ont de grandes chances de transmettre cette humidité au rez-de-chaussée.
- Le plus souvent, un mur humide ne présente pas de moisissures. En effet, l'humidité ascensionnelle rejette les cristaux de sel contenus dans la brique à la surface. Or les moisissures n'aiment pas les environnements salins.

II.2.3.1.8 Sels hygroscopiques :

Les sels hygroscopiques tels que chlorures, nitrates et sels d'ammonium proviennent du sol ou du contact de la maçonnerie avec des eaux usées, des engrais, du sel d'épandage, ...

Ils absorbent l'humidité de l'air, ne peuvent donc pas être éliminés à l'état sec et ne forment pas d'efflorescences.

Les chlorures sont davantage présents dans les régions côtières et aux endroits où du sel d'épandage et des produits de nettoyage contenant des chlorures sont fréquemment utilisés.

Les sels d'ammonium proviennent de la décomposition de matières organiques.

Les nitrates résultent plutôt de l'accumulation d'engrais (greniers soumis aux nuisances des pigeons, système d'égouts défectueux, étables, ...) ³¹

L'on distingue trois types de sels hygroscopiques :

II.2.3.1.8.1 Cristallisation:

En s'asséchant, les sels vont se cristalliser, entraînant une dégradation de la brique.

II.2.3.1.8.2 Hydratation:

Les sels hygroscopiques absorbent l'humidité ambiante, augmentant l'humidité dans le mur.

En cas de fortes concentrations de sels, des tâches d'humidité peuvent apparaître.

II.2.3.1.9 Corrosion:

La combinaison de sel et d'humidité forme un environnement extrêmement corrosif qui attaque les métaux.

Avant le traitement, la zone concernée est testée afin de déceler la présence de sels solubles dans l'eau et de déterminer son pH. Ensuite, les surfaces de plancher avoisinantes sont protégées, en portant une attention particulière à la pierre naturelle.

II.2.3.1.10 Sels minéraux :

La plupart des gens associent les efflorescences blanches à la maçonnerie extérieure, mais on peut aussi en voir sur certaines briques neuves. Les efflorescences blanches sur les murs résultent

³¹ <https://www.anticimex.com/fr-BE/traitement-humidite-et-merule/humidite/probleme-dhumidite/>

de l'humidité. La maçonnerie contient des sels qui sont transportés vers l'extérieur du mur. Une fois à l'air libre, ces sels se lient au dioxyde de carbone présent dans l'air et se cristallisent pour former un voile blanc.

On distingue trois types d'efflorescences. Elles sont d'apparence presque identique, leur différence réside dans le composant chimique de l'efflorescence.

II.2.3.1.11 Efflorescence de sel :

Le type d'efflorescence le plus courant. Cette efflorescence résulte de la présence de sulfates de sodium et de potassium pendant ou juste après la construction. Elle peut être très importante, surtout si la maçonnerie est trop humide.

II.2.3.1.12 Efflorescence de chaux :

Le sel carbonique du calcium qui se trouve dans le ciment se dissout dans l'humidité et ressort avec cette humidité. Lorsqu'elle a atteint la surface extérieure du mur, l'humidité sèche, laissant la chaux sur le mur.

Conclusion :

L'enveloppe est, naturellement, le lieu privilégié des relations entre espaces intérieurs et extérieurs. Il s'agit, alors, de gérer simultanément le rôle que joue la paroi du bâtiment, et celui qu'elle assure comme élément de contrôle des échanges intérieurs/extérieurs.

Par conséquent, ce qui est à retenir de ce chapitre, est que beaucoup de facteurs peuvent affecter l'environnement intérieur, tels que les sources de chaleur et d'humidité intérieures et extérieures, la conception thermique de la structure, l'effet d'autres bâtiments..... etc.

Dont il faut prendre en considération. De ce fait, pour, une protection optimale de l'environnement et un confort maximum, il est essentiel de bien maîtriser ces paramètres.

CHAPITRE III :

LES DIFFÉRENTES SOLUTIONS UTILISÉES POUR OPTIMISER LE CONFORT HYGROTHERMIQUE À L'INTÉRIEUR DES BÂTIMENTS PUBLICS

Introduction :

Le confort hygrothermique est un critère très important pour la santé et l'activité des personnes, et pour la longévité du bâtiment. Le confort hygrothermique peut être atteint seulement lorsque la combinaison des paramètres tels que la température, l'humidité et le mouvement d'air se situe à l'intérieur des limites de ce qu'on appelle la « zone de confort ».³²

III.1 Les solutions techniques :

III.1.1 Les techniques de constructions :

Le choix des techniques de constructions dans une habitation peut avoir de grandes influences sur ce confort hygrothermique, on peut citer : la ventilation, le système de chauffage, les protections solaires et le choix des vitrages, la climatisation, peuvent également modifier les paramètres de confort de l'habitation. Ces techniques sont, pour la plupart,

« Actives », c'est-à-dire enclenchées par l'utilisateur et énergivores.

III.1.1.1 La ventilation :

La ventilation vient du mot latin « ventus » qui signifie le mouvement d'air, (Watson et Labs, 1983)³³. Les études ont lié les taux élevés d'air frais avec la santé accrue des occupants (Fanger, 2006)³⁴

Le principe d'une ventilation hygiénique efficace, est d'insuffler de l'air frais dans les locaux « secs » (chambres, séjours, bureaux) par des grilles dans les châssis ou un système de pulsion mécanique, de laisser cet air transiter dans le bâtiment, souvent en passant sous les portes, puis d'extraire dans les locaux « humides » (cuisines, WC, salles de bain) par des cheminées naturelles ou des ventilateurs.

La ventilation naturelle est le cœur de la conception bioclimatique surtout dans les climats chauds.

³² Saed RAJI. Caractérisation hygrothermique, par une approche multi échelle, d'une construction en bois massif en vue d'amélioration énergétique et de valorisation environnementale, 21 décembre 2006, vol 211, p 55.

³³ Visitsak. S, An évaluation of the bioclimatic chart for classifying design strategies for a thermostatically controlled residence in selected climates, Thèse de doctorat, Texas A&M University, 2007, P.30.

³⁴ Ministry for the Environment, Passive Solar Design Guidance, Wellington, New Zealand, 2008.

La ventilation naturelle est nécessaire :³⁵

- a. pour fournir l'air frais (santé).
- b. pour fournir le mouvement d'air nécessaire pour le refroidissement évaporatif convectif du corps humain (confort).
- c. pour dissiper la chaleur d'un bâtiment sans besoin de climatisation (économie d'énergie).

Les stratégies de ventilation naturelle se servent de deux générateurs du mouvement d'air :

L'effet de cheminée (ou flottabilité) où l'air chaud se lève et le vent qui produit des mouvements d'air provoqués par des différences de pression à travers ou dans le bâtiment³⁶.

III.1.1.1.1 La ventilation par effet de cheminée :

A lieu toujours entre une ouverture inférieure et une ouverture supérieure par l'action de flottabilité d'air chaud. Cela est dû à la différence de pression engendrée par la différence de densité entre l'air chaud et l'air froid : si l'air se réchauffe, une dépression se créera dans les zones basses d'un espace et une surpression dans les zones hautes. Si des ouvertures sont placées dans ces deux zones, les ouvertures basses aspirent l'air extérieur frais et les ouvertures hautes expulsent vers l'extérieur l'air intérieur trop chaud. L'air chaud, sous l'effet de la poussée d'Archimède s'élève tandis que l'air froid plus dense, descend. (Voir Fig. III.1).

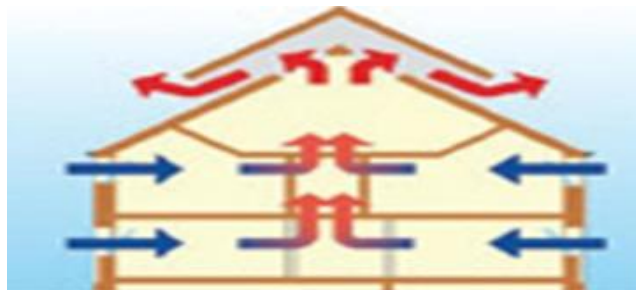


Figure III.1 : effet de cheminée

(Source : L'Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie 2008)

III.1.1.1.2 La ventilation par effet du vent :

Elle s'appelle également « la ventilation traversant ». Le vent est souvent imprévisible. C'est pour cette raison, il faut commencer par une analyse du site qui permet d'extraire des informations concernant la direction du vent, sa vitesse et surtout si y a-t-il des brises

³⁵ Mat Santamouris (Ed), Environmental design of urban buildings : An Integrated Approach, Earthscan, London, UK, 2006

³⁶ Ministry for the Environment, Passive Solar Design Guidance, Wellington, New Zealand, 2008.

dominantes fraîches en période estivale. Dans ce type de ventilation l'air entre par une façade, traverse l'ensemble du bâtiment et sort par une façade opposée. La circulation d'air à l'intérieur du bâtiment est provoquée principalement par le vent. (Fig. III.2).

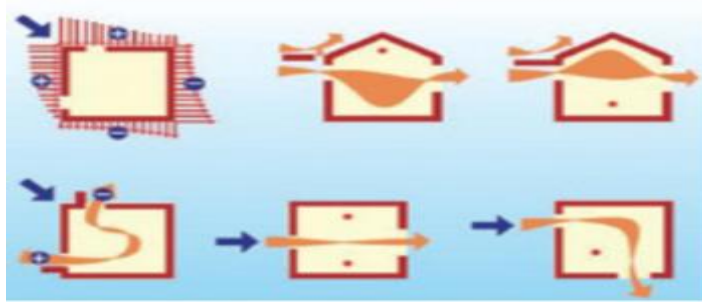


Figure III.2 : effet de vent sur la ventilation naturelle

(Source : L'Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie 2008)

La ventilation par effet de vent est susceptible d'être plus avantageuse que celle par effet de cheminée. C'est pourquoi, elle contribue à fournir des taux de ventilation élevés.

Cependant, au cours des périodes où le vent se fait très rare, l'effet de cheminée peut fournir la seule source du mouvement d'air.³⁷

III.1.1.1.3 Effet de la ventilation sur l'ambiance intérieure :

Une étude de Givoni.B, a révélé que l'ouverture des fenêtres et des volets provoque une élévation de près de 3°C de température interne et cela, surtout, lorsque la fenêtre est orientée Ouest (côté exposé au vent). Quand la fenêtre est orientée à l'abri du vent, on enregistre une augmentation de 1°C.

La ventilation dépend aussi du matériau et de l'épaisseur des murs, surtout lorsque ceux-ci sont peints en gris. Lorsque le bâtiment est ventilé, l'air pénétrant dans l'espace intérieur est à la température extérieure d'origine. Mais en traversant cet espace, il se mélange avec l'air intérieur, et il échange de la chaleur avec les surfaces intérieures en fonction du gradient de températures entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment.³⁸

III.1.1.1.4 Effet de la ventilation transversale sur la température interne :

La ventilation transversale à l'intérieur du bâtiment est la meilleure stratégie. Même dans les pièces n'ayant qu'une seule paroi extérieure, la ventilation transversale peut être provoquée

³⁷ Mat Santamouris (Ed), Environmental design of urban buildings : An Integrated Approach, Earthscan, London, UK, 2006 .

³⁸ GIVONI .B : « L'homme, l'architecture et le climat » Edition Le Moniteur, Paris 1978 p 285.

grâce à la distribution des pressions sur le mur exposé au vent³⁹. Quand l'angle d'incidence du vent sur une construction est 90°, sa vitesse est réduite à zéro au point d'application souvent connu de point de stagnation, toute l'énergie cinétique du vent sera transformée en pression (HARRIS, 1981)

La mise en place de cloisons internes et la position des fenêtres permettent à l'air de s'écouler directement des ouvertures d'entrée vers celles de la sortie. IZARD, 1993 ; estime qu'une ventilation transversale sera efficace ; les ouvertures sur des façades adjacentes ou opposées, sur lesquelles les pressions d'air sont toujours différentes sous l'effet d'un vent de direction donnée (Fig. III.3), les locaux doivent être disposés en plan de telle manière que l'air puisse les traverser de part et d'autre.

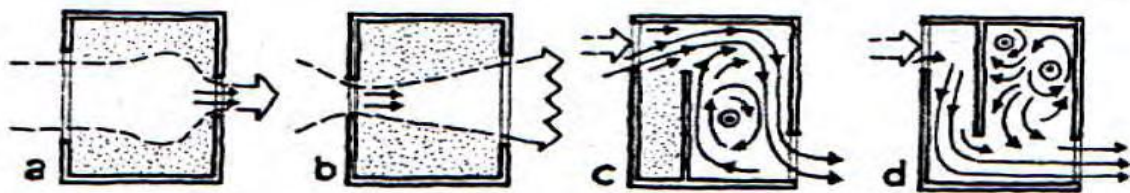


Figure III.3: Régime des flux d'air subdivisés intérieurement d'une manière différente.

(Source : KONYA.A, 1980)

III.1.1.1.5 Effet de la ventilation nocturne :

Givoni⁴⁰ divise le refroidissement par ventilation en deux types de stratégies : la ventilation du confort et le refroidissement nocturne convectif. La distinction entre eux est envisagée puisque quelques éléments du bâtiment, tels que les matériaux structurants et les propriétés thermiques du bâtiment exigent différentes conceptions pour l'efficacité de ces stratégies de ventilation. Durant la journée, la ventilation naturelle fournit le confort humain direct par la recherche de l'augmentation du refroidissement convectif des occupants en augmentant la vitesse de l'air interne.

D'après IZARD, 1993⁴¹, le principe de la ventilation nocturne est intéressant dès lors que la température d'air extérieur s'abaisse. Il y a un effet d'abaissement de la température de l'air intérieur.

³⁹ BOUCHAHM.Y : « Une investigation sur la performance thermique du capteur à vent pour un rafraîchissement passif dans les régions chaudes et arides » cas de ouargla » Thèse de doctorat d'état.

Université de Constantine, 2004. p85.

⁴⁰ GIVONI.B : « Performance and applicability of passive and low energy cooling systems » Energy and building vol.17, 1991, pp177-199.

⁴¹ IZARD.J.L : « Architectures d'été/Construire pour le confort d'été ». Editions : Edisud, 1993. p 63.

Le graphe (Fig. III.4) montre cet effet pour une construction à inertie moyenne où les températures intérieures sont diminuées de 3 à 4°C.

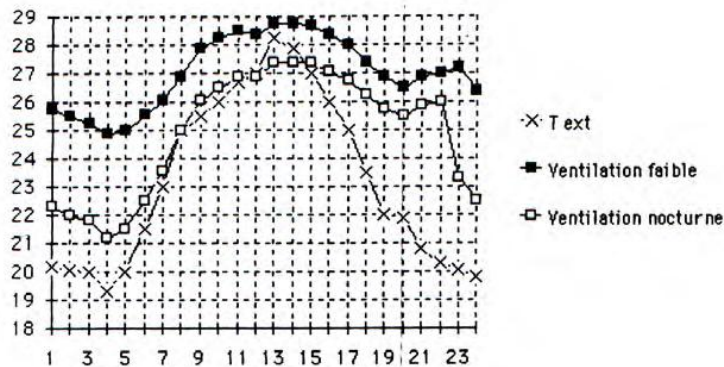


Figure III.4: Effet de la ventilation nocturne sur la température d'air intérieure.

(Source : IZARD.J.L, 1993)

Le rôle de la ventilation apparut surtout durant les périodes chaudes, les températures externes sont habituellement inférieures le soir que les températures internes, donc c'est possible d'utiliser l'air la nuit pour refroidir la structure du bâtiment. Comme expliqué par Balaras en 1996: « l'air de ventilation augmente les pertes de la chaleur convective des éléments de la masse et dissipent la chaleur restituée vers l'extérieur où la température est inférieure. »

III.1.1.2 La climatisation :

La climatisation est aujourd'hui au centre de vastes débats souvent très animés, dans lesquels s'opposent ceux qui pensent que ne pas l'avoir c'est le retour à la bougie, et ceux qui pensent que l'avoir est inutile sous nos latitudes. Qui a raison ? Probablement les deux partis, mais malheureusement ils ne discutent pas, comme souvent, sur des bases identiques. Pour les premiers, le confort actuel de certains bâtiments est intolérable en été, ce qui est incontestable, et donc il faut les climatiser. Qui peut aller contre une si belle logique ? Pour les seconds, les conditions de confort actuelles sont mauvaises, mais si l'on se penche sur leur origine, on doit arriver à recréer des conditions de confort permettant de se passer de la climatisation.

Parmi les exigences qui ont évolué figure aussi l'augmentation de la rentabilité des personnels travaillant dans des espaces climatisés. Cette exigence est souvent celle qui motive l'installation de la climatisation dans les locaux. Elle correspond aussi à une évolution des mentalités, et au même titre que toutes les autres, elle doit être considérée.

Tout ceci serait sans incidence, voire sans intérêt, si le développement rapide et massif de la climatisation ne posait quelques problèmes délicats, surtout dans l'approche actuelle du « développement durable ». Ces problèmes sont cruciaux dans les pays du bassin méditerranéen comme la Tunisie, l'Algérie ou le Maroc, mais ils sont aussi importants dans le sud de la France. L'attention est effectivement attirée par :

- les problèmes d'approvisionnement en électricité que pose la climatisation. Il s'agit à la fois des volumes produits, mais peut-être surtout des problèmes que posent les pointes estivales qui se développent de plus en plus en prenant l'ascendant sur les pointes hivernales. La question des pointes renvoie à la fois vers des problèmes de production mais aussi de dimensionnement de réseau.
- la production d'électricité est source importante de nuisances environnementales. Qu'elle soit produite par voie thermique classique (gaz, fioul, charbon) et génère de l'effet de serre, ou par voie nucléaire en produisant des déchets radioactifs dont personne ne sait ce dont on en fera demain, l'électricité est une des principales sources de nuisances environnementales aujourd'hui. Qui plus est, le courant produit en heure de pointe est à la fois un des plus polluants pour l'air (recours à des centrales thermiques classiques) et des plus chers.⁴²

III.1.1.3 L'orientation :

Un bâtiment linéaire orienté sur l'axe ouest-est est également recommandé quand des gains solaires sont accumulés par une façade solaire. Le problème des rayons solaires de haute altitude devrait être résolu, en particulier dans les climats tempérés. Un simple auvent traditionnel pourrait être efficace⁴³

La direction du vent également doit être prise en considération dans le choix de l'orientation car elle affecte les gains de la chaleur par le biais de l'enveloppe du bâtiment et par conséquent la demande du refroidissement ou du chauffage augmente⁴⁴. Mais elle reste un paramètre secondaire parce que les façades peuvent être conçues pour détourner le flux d'air.

Un zonage bioclimatique peut-être efficace pour le choix de l'orientation⁴⁵: (FigIII.5)

Les pièces d'activité et de regroupement qui sont occupées en permanence durant la journée devraient de préférence être orientées au sud pour bénéficier des gains solaires directs.

⁴² Etude des paramètres influant sur les consommations de climatisation dans les immeubles de bureaux, Mars 2002, vol 86, p 05.

⁴³ Mat Santamouris (Ed), Environmental design of urban buildings : An Integrated Approach, Earthscan, London,UK, 2006 .

⁴⁴ TERI et TVPL, Environmental Building Guidelines for Greater Hyderabad, 2010.

⁴⁵ Thierry. S, « Architecture solaire et conception climatique des bâtiments Site Internet », Architecture et énergies renouvelables" réalisé par l'Agence Méditerranéenne de l'Environnement (AME) et l'Ordre des Architectes du Languedoc-Roussillon, 25/05/2000.

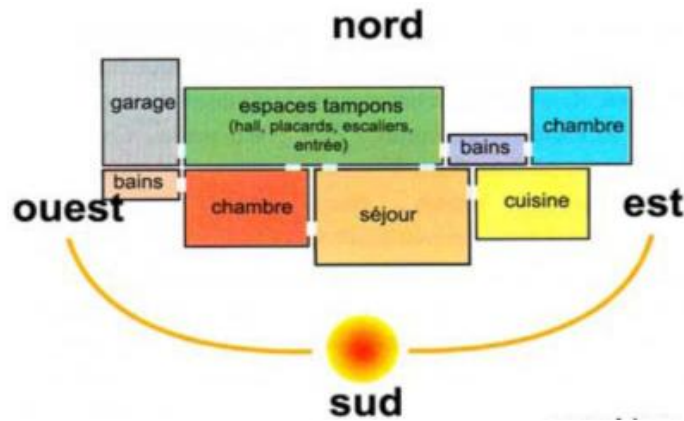


Figure III.5 : Zonage bioclimatique pour les différents espaces d'une maison.

Source: <http://www.hespul.org/L-architecture-bioclimatique.html>

L'orientation Sud, ou proche du Sud doit être recherchée pour la façade principale de tout habitat.

En hiver, elle est la plus ensoleillée et en été la moins ensoleillée et la mieux protégée par de protections solaires.

L'orientation Est ou Ouest, ou proche de l'Est ou Ouest est déconseillé pour la façade principale de tout habitat.

En été l'insolation est très forte est difficile à protéger néanmoins, l'orientation est admissible en y adjoignant des dispositions de protection.

L'orientation Nord est à éviter sauf pour les zones climatiques à forte insolation, des dispositions de protections solaires sont à prévoir en été pour les basses latitudes.

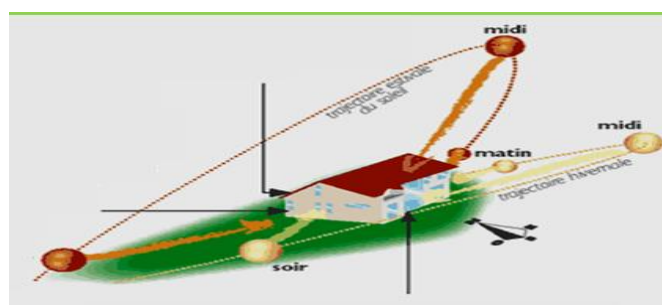


Figure III.6 : l'orientation la plus favorable pour la façade principale

(Source : d'internet)

L'orientation d'une façade est le paramètre clé des interactions visuelles, thermiques et acoustiques. Cependant au niveau thermique, cela se traduit par l'ensoleillement disponible, la pression du vent et l'humidité de l'air ; tout cela gère simultanément le rôle que joue la façade⁴⁶. Le niveau du rayonnement sur un mur est sensiblement plus élevé dans une direction et moindre dans l'autre, ce qui signifie que les conditions de protection sont importantes, et en particulier la ou il y a des fenêtres « il n'en reste pas moins qu'une bonne orientation des baies vitrées est un choix essentiel pour faire des économies d'énergie ».⁴⁷

Selon EVANS.M, 1980, Il est important de protéger les parois verticales opaques ou transparentes, l'efficacité de leur protection dépend de leur orientation. Ainsi, les résultats de recherche au CSTB, ont déterminé les valeurs de rapport existant entre les apports calorifiques dus aux rayonnements et ceux dus à la température sous abri. Ces apports s'établissent comme suit (tableau III.1):

N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Toiture
13%	31%	44%	36%	21%	36%	44%	37%	96%

Tableau III.1: Apports calorifiques sur une paroi selon son orientation

(Source: ONRS, 1983 In Abdou.S, 2004)

La lecture du diagramme ci-dessous (Fig. III.7) démontre les quantités de radiations solaires directes pour une surface verticale et horizontale pour différentes orientations durant un mois chaud de l'année correspondant au mois de Juillet pour la ville de Jijel.

En effet, la surface verticale Sud reçoit le minimum de radiations solaires au mois de juillet comparé aux autres orientations avec un rayonnement global égal à 2436 Wh/m².

Les orientations Est et Ouest, sont considérées les plus défavorables, avec un rayonnement global de 4272 Wh/m² car elles reçoivent le maximum de radiations solaires en été et le minimum durant les mois d'hiver.

L'orientation EST reçoit la même quantité d'énergie que celle ouest, mais pendant la matinée, lorsque la température d'air est plus basse.

Quant aux orientations Sud-est et Sud-ouest, elles reçoivent une quantité de radiations solaires de 3649 Wh/m². En ce qui concerne la surface horizontale, elle reçoit le maximum d'énergie solaire de 7480 Wh/m² en été.

Toutes ces données, nous permettent de conclure que l'orientation sud reçoit le maximum de radiation en hiver et le minimum en été par rapport aux autres orientations.

⁴⁶ LAVIGNE.P et al : « l'architecture climatique : une contribution au développement durable. tome 2 :concepts et dispositifs » EDISUD Aix en Provence France, 1998. p16

⁴⁷ BLOCH –LAINE. J. M : « Construire avec le Climat » ministère de l'environnement et du cadre de vie Paris 1979, p.23

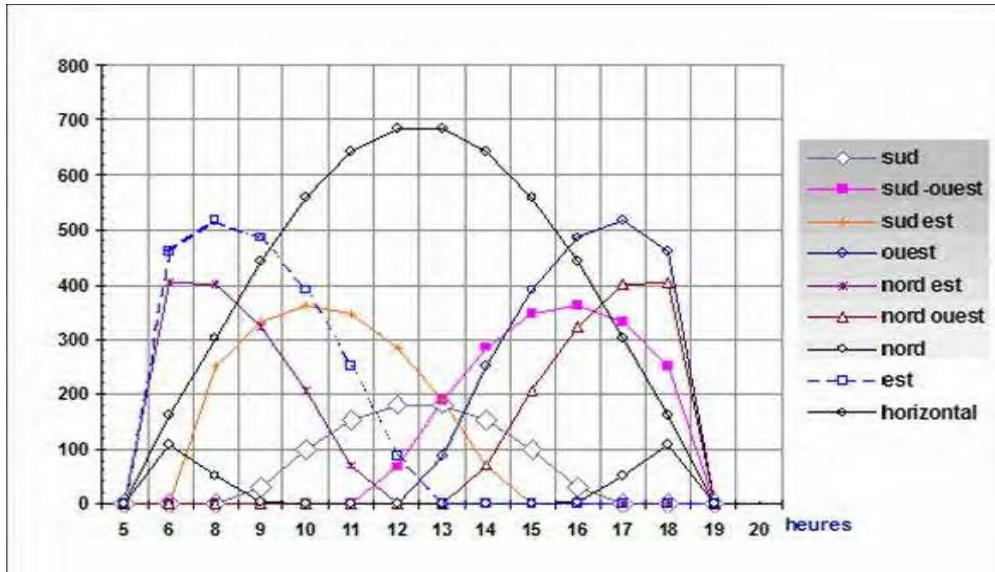


Figure III.7 : Radiations directes pour une surface verticale pour différentes orientations durant un mois chaud de l'année – Juillet- pour la ville de Jijel.

(Source : CAPDEROU.1988)

III.1.2 Les solutions architecturales :

III.1.2.1 Végétation :

Les végétaux doivent être choisis en fonction des critères d'adaptation au terrain du point de vue climatique (exposition au vent, au soleil, au gel et humidité du terrain), géologique (structure et qualité nutritive du sol) et notamment le rythme d'évolution de la plante (feuillage) en phase avec les saisons.⁴⁸

Le végétal contribue à l'établissement des microclimats en milieu naturel comme en milieu urbain de par son effet d'oxygénation, d'humidification de l'air, de fixation des poussières..., il peut ainsi agir sur le confort intérieur des bâtiments.

Selon le Groupe A.B.C⁴⁹, 1999, les angles requis restent les mêmes, mais il est plus facile d'obtenir des grandes profondeurs avec des végétaux grimpants sur des treilles ou des pergolas. Le problème qui reste en suspens est celui de l'éclairage naturel des locaux, qui peut être fortement réduit par l'ombrage du végétal si celui-ci est dense.

⁴⁸ AFME Agence Française pour la Maîtrise de l'Énergie : « Conception thermique de l'habitat guide pour la région Provence-Alpes- Côte d'Azur -> Edition EDISUD, Décembre 1988. p 44.

⁴⁹ Groupe ABC : « ProtecSolWeb », [En ligne] <http://www.marseille.archi.fr/~abc/Textes/ProtecSolWeb.PDF>

Les rayons du soleil étant peu inclinés par rapport à l'horizon, les écrans verticaux, qu'ils soient architecturaux ou végétaux, sont très efficaces pour stopper le rayonnement solaire. Ils suppriment le risque d'ensoleillement partiel de la paroi pour les hauteurs du soleil inférieures à 30°. Par contre, mis en œuvre seuls, ils autorisent l'irradiation de la paroi pour des hauteurs du soleil supérieures à 30°.

La Fig. III.8 ci-après présente quelques solutions-types pour protéger une façade Ouest.



Figure III.8: Solutions de protection solaire pour une paroi Ouest

(Source : Groupe A.B.C, 1999)

Comme dans l'orientation Sud, la forme tridimensionnelle du feuillage des arbres permet en général d'ombrer non seulement la paroi elle-même, mais aussi le sol au pied de la paroi (Fig.III.9).

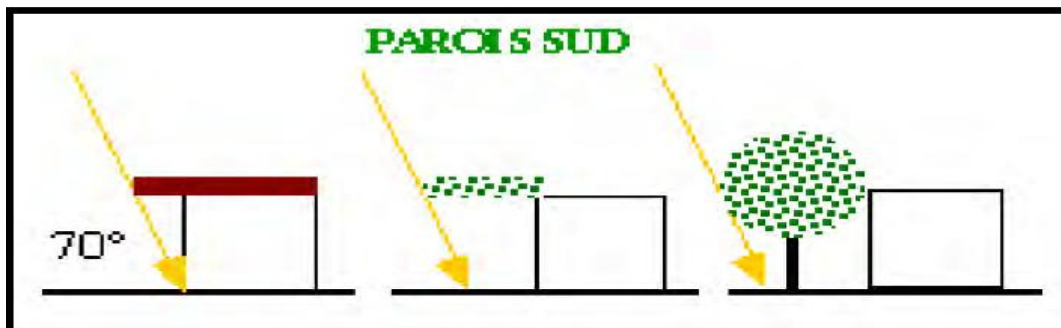


Figure III.9 : Protections solaires pour une paroi verticale Sud

(Source : Groupe A.B.C, 1999)

Elle participe à la protection solaire, elle apporte un ombrage et crée un microclimat par la vaporisation de l'espace est important car la qualité de l'ombre d'un arbre dépend de sa densité, ainsi, le feuillage d'un arbre peut filtrer de 60% à 90% du rayonnement solaire et un tapis de végétation réduit également le rayonnement solaire.

La présence de végétation joue également un rôle sur l'ensoleillement en tant qu'obstacle, qui peut être bénéfique en été et être sans effet en hiver grâce à la chute des feuilles.

III.1.2.2 Le vitrage :

La nature du vitrage a une influence sur la transmission énergétique du rayonnement solaire, les caractéristiques agissantes sont :

- ✓ L'épaisseur du verre
- ✓ Facteur d'absorption
- ✓ Facteur de transmission
- ✓ Facteur de réflexion

Certains vitrages dits « anti- solaire » sont traités pour réfléchir le rayonnement ou pour l'absorber: dans les deux cas il y a bien diminution de la part transmise y comprise sous forme de lumière mais ce traitement réduit en hiver les possibilités d'utilisation « passive » de l'énergie solaire.

III.1.2.3 La forme et l'orientation du bâtiment :

« La forme est la connaissance exprimée. La forme d'un objet évolue de la connaissance et de la technologie que le concepteur possède quand le processus de conception commence.

Quand le concepteur a des nouvelles connaissances, le processus de conception change et le changement de la forme est le résultat.⁵⁰ » La forme du bâtiment est un élément très influent sur les interactions potentielles entre l'environnement immédiat et le bâtiment.

Elle est manipulée pour chercher la performance énergétique en exploitant les paramètres climatiques favorables pour le confort humain⁵¹. Oral et Yilmaz (2002) ont confirmé que « la forme a une influence significative sur la perte de chaleur totale dans le bâtiment »⁵².

Les frères Olgay ont stipulé que les organismes vivants ont une capacité d'adaptabilité et que cette dernière donne naissance aux formes résultantes. Ils ont fait des optimisations sur les dimensions horizontales des bâtiments dans différents climats en considérant les performances thermiques des bâtiments (Fig. III.12). Ils sont arrivés à⁵³:

⁵⁰ Ibid., P108

⁵¹ Mat Santamouris (Ed), Environnemental design of urban buildings : An Integrative Approach, Earthscan, London, UK, 2006.

⁵² Çacri. Ç, Assessing thermal comfort conditions, Master thesis, Middle East University, December, 2006, P22.

⁵³ Birol. T, Solar envelope and form generation in architecture, Master of architecture thesis, The Middle East Technical University, September 2003.

- a. La forme carrée n'est pas la forme optimale dans aucun endroit.
- b. La forme allongée sur l'axe Nord-Sud présente moins d'efficacité que la forme carrée soit en hiver soit en été.
- c. La forme optimale dans tous les climats est celle allongée le long de l'axe Est-Ouest.

Dans la plupart des bâtiments commerciaux quel que soit le climat, l'orientation Nord-Sud présente des coûts d'exploitation élevés dus aux charges de refroidissement. Cependant, l'utilisation de l'enveloppe orientée Est-Ouest qui ont la forme en dents de scie peut réduire les pénalités.

Dans toutes les latitudes, bien que les bâtiments allongés le long de l'axe Est-Ouest soient les plus efficaces, l'élongation optimale dépend du climat. Quelques principes généraux peuvent être énoncés pour les différents climats :

- Climat frais et chaud-sec : une forme compacte du bâtiment est souhaitable.
- Climat tempéré : il y a plus de liberté concernant le choix de la forme du bâtiment sans pénalité grave (hypothermie ou surchauffe).

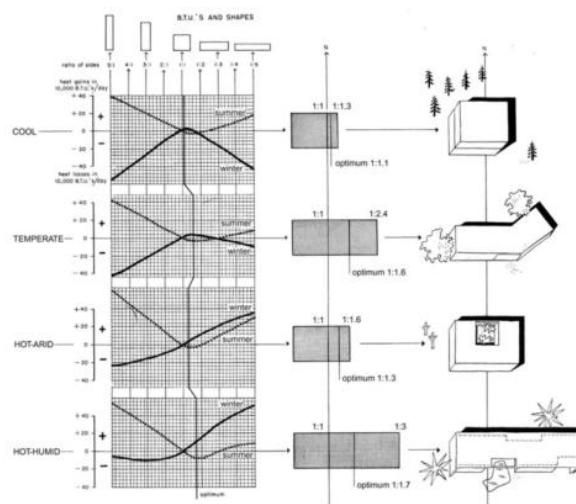


Figure III.12 : Les différentes formes dans des régions climatiques différentes (Olgay, 1992, p.89)

(Source: Birol. T (2003)).

III.2 Dispositions architecturales visant à optimiser le confort hygrothermique en hiver et en été :

La démarche HQE® suppose de tirer profit des avantages du site et de limiter ses contraintes dans les dispositions architecturales afin d'assurer un optimum de confort hygrothermique par des moyens passifs, et cela hiver comme été. Cela consiste à mettre l'accent sur la structure et l'enveloppe du bâtiment, y compris les protections solaires. Cette exigence prend une importance particulière vis-à-vis du confort thermique d'été, pour lequel il est demandé.

III.2.1 Conditions pour que le critère soit déclaré atteint

Différentes dispositions visant à satisfaire la préoccupation (notamment celles citées en note) doivent être étudiées et l'efficacité de leur mise en œuvre sur le projet doit être démontrée. Dans le cas contraire, il convient de justifier la non pertinence ou la non applicabilité des dispositions pour le projet.

(1) Sans se pénaliser par ailleurs, par exemple en hiver, ou vis-à-vis du confort visuel.

(2) Exemples de dispositions :

- orientation des baies, protections solaires fixes et mobiles,
- orientation au nord des locaux à forts apports internes
- exploitation des zones d'ombres, et des masques pour le rafraîchissement

(3) Exemples de dispositions :

- organisation architecturale de façon à profiter au mieux des vents dominants, pour la ventilation naturelle et pour la ventilation traversante
- prises d'air évitées sur les façades chaudes en été.

(4) Il s'agit d'organiser la répartition spatiale des locaux au regard des logiques de programmation/régulation exigées par les différents types de locaux. Ces logiques de programmation/régulation sont induites par l'activité du local, le type d'occupants, les heures d'occupation, etc. Cette organisation évitera la perception d'inconfort du fait d'une régulation non adaptée au local (valable en chauffage et en climatisation régulée)

(5) Exemples de dispositions :

- surfaces de baies vitrées raisonnables
- protections solaires adaptées à chaque orientation et chaque saison⁵⁴

⁵⁴ Référentiel technique de certification "Bâtiments Tertiaires - Démarche HQE® " Bureau et Enseignement - Partie III : QEB

Conclusion :

La ventilation et la climatisation sont les deux solutions les plus efficaces pour lutter contre l'humidité due à la condensation à l'intérieur des habitations, particulièrement dans les pièces humides : salle de bain, toilettes, cuisine : il faut créer des courants d'air dans la maison.

La ventilation et la climatisation peut être complétées par un absorbeur d'humidité lorsque cela est nécessaire.

PARTIE I : PARTIE PRATIQUE

CHAPITRE IV :

PRÉSENTATION DE CAS D'ÉTUDE ET LES MÉTHODES DE SIMULATION NUMÉRIQUE

Introduction

Les scientifiques disposent d'une panoplie de moyens pour mener à bien leurs recherches. La méthodologie suivie dans chacune d'elles selon M. Angers est un « ensemble des méthodes et des techniques qui orientent l'élaboration d'une recherche et qui guident la démarche scientifique ». ⁵⁵

Dans notre cas et afin d'atteindre l'objectif essentiel qui consiste à évaluer le confort hygrothermique à l'intérieur des bâtiments nous avons eu recours à l'usage de deux outils de recherche « l'investigation » avec les mesures in situ à l'aide d'instrumentation et « la simulation » à l'aide d'un logiciel informatique.

IV.1 Présentation de cas d'étude :

IV.1.1 Présentation des données climatiques :

IV.1.1.1 Situation de la ville de Jijel :

La wilaya de Jijel se situe au Nord-Est de l'Algérie à 357 Km à l'Est de la capitale Alger, entre les wilayas de Bejaia à l'Ouest, Sétif au Sud-Ouest, Constantine au Sud et au Sud-Est, Skikda à l'Est et la mer méditerranée au Nord. Elle est située à 36°49 Nord de latitude et 05°47 Est de longitude, quant à son altitude elle varie entre 10 m dans l'ancienne ville et 400 m dans la nouvelle extension.

Avec ses 120 Km de côtes, la ville de Jijel est caractérisée pleinement par un climat méditerranéen dont les caractéristiques générales sont la douceur de l'hiver et la chaleur de l'été. Il possède une autre caractéristique : l'importance des vents soufflant de la terre vers la mer.

IV.1.1.2 Critères de choix de la ville de Jijel :

Le choix de la ville de Jijel où s'est déroulée l'investigation est dictée par de multiples raisons. Principalement que c'est une ville antique. Elle était pourvue et favorisée surtout en période de colonisation pour ses ressources d'eau ses richesses agricoles et ses défenses naturelles. Le choix porte en outre pour les caractéristiques conflictuelles de son climat, les quelles marquent presque la totalité des climats locaux algériens. C'est aussi la ville où j'habite ce qui permet d'une part et à coup sûr de vérifier la nature de l'échantillon choisi jusqu'aux détails les plus compatibles avec l'état de fait. D'autre part pour profiter des connaissances du membre de personnel de diverses administrations (D.P.A.T, services des forêts,...) afin de bénéficier d'un accès aux documents. Qui n'était pas aussi possible et aisé vu que le terrain de recherche est si vierge.

⁵⁵ANGERS. Maurice, Initiation pratique à la méthodologie des sciences humaines, Alger: Editions Casbah Université, 1997, Québec: Editions CEC inc, 1996, p 58.

IV.1.1.3 Microclimat de Jijel :

Les paramètres microclimatiques sont de prime importance, comprendre la richesse des caractéristiques microclimatiques d'un espace extérieur en milieu urbain ainsi que les implications en termes de confort des usagers, ouvrent de nouvelles possibilités à la maîtrise du climat lumineux intérieur.

L'étude du climat lumineux à l'intérieur des espaces se doit d'être complétée par des données microclimatiques, qui sont propres à chaque région et mini régions. Les données environnantes du relief des vents de la végétation, etc. sont ceux qui créent les microclimats et doivent être pris en considération pour une meilleure maîtrise de l'environnement.

IV.1.1.3.1 Le vent :

Les vents sont de faible intensité donc peu nuisibles à l'activité touristique. Les vents dominants viennent du côté NO en hiver, leur fréquence est de 116 j/an. Repartis essentiellement durant la mauvaise saison entre octobre et avril. Les vents d'été viennent principalement de NE.

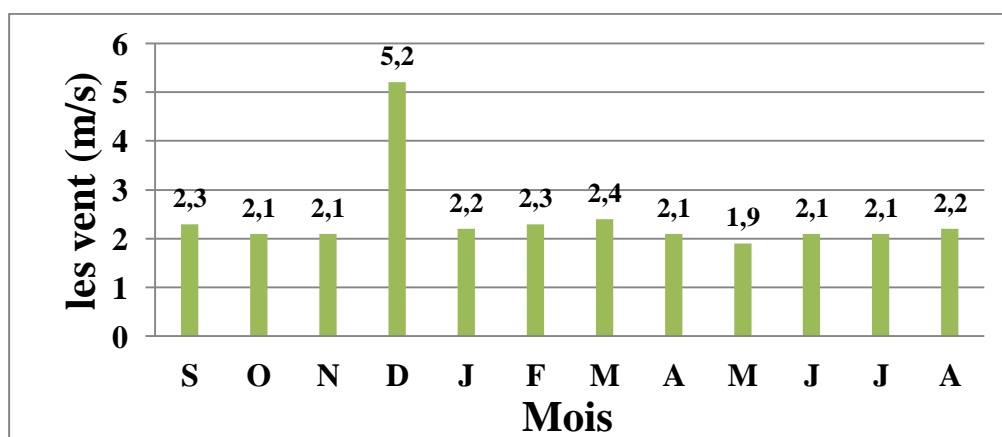


Figure IV.1: Variation de vitesse de vent (m/s) moyenne mensuelle à la station de l'Achouat (O.N.M).

(Période : 1987-2008)

IV.1.1.3.2 Précipitation :

Pour les pluies la ville est classée parmi les zones les plus pluvieuses d'Algérie, la pluviométrie moyenne est entre 800 et 1200 mm/an, et le nombre de jours de pluie par an est de 111 jours. L'humidité atmosphérique quant à elle est assez élevée elle est de 71% en moyenne⁵⁶.

⁵⁶ KHELFALLAH, Shéhérazade. 2008. *conceptualisation de la lumière : une approche pour la réinvention et la perception des espaces de culte « recherche et action au sein de la mosquée Bilal ibn Rabah à Jijel »*.268. Mémoire de magistère. Architecture. Université de Jijel.

Les pluies se manifestent essentiellement en automne et en hiver, soit entre les mois d'Octobre (75mm) et Avril (87mm). La pluviométrie annuelle moyenne est élevée, ce qui fait de cette wilaya l'une des régions les plus arrosées du pays.

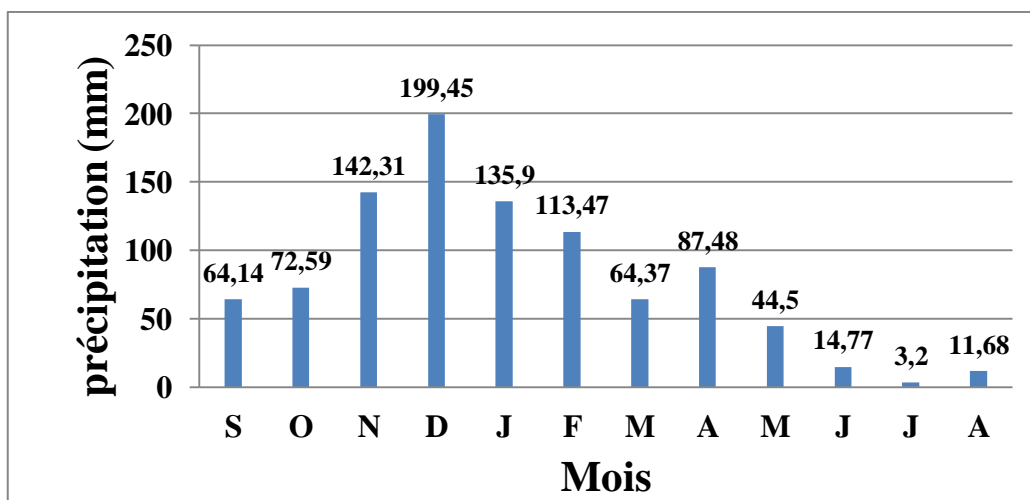


Figure IV.2 : Variation de précipitation (mm) moyenne mensuelle à la station de l'Achouat (O.N.M).

(Période : 1987-2008)⁵⁷

IV.1.1.3.3 La température de l'air :

La température de l'air est un facteur qui a une grande influence sur l'environnement, les températures de la zone côtière connaissent un adoucissement, grâce à la présence d'une végétation abondante d'eau douce et de la mer :

-La moyenne maximale correspond au mois d'aout avec 26° C.

-La moyenne minimale correspond au mois de janvier avec 11° C.

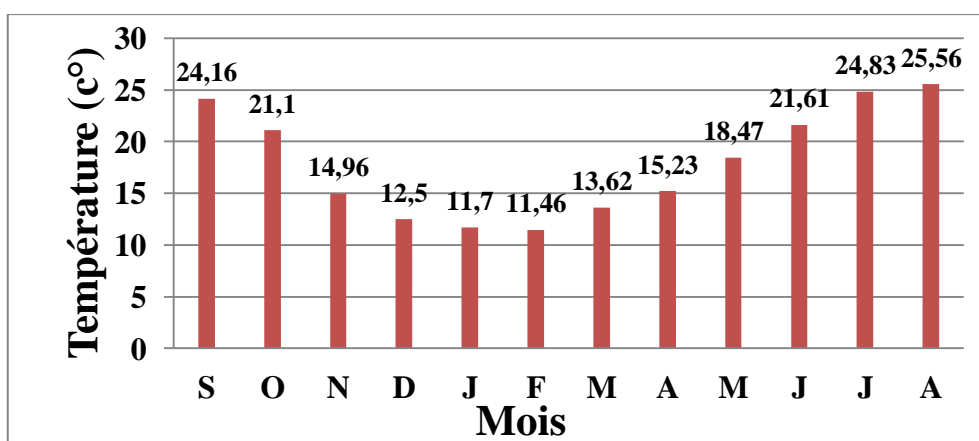


Figure IV.3: Variation des températures moyennes mensuelles à la station de l'Achouat(O.N.M).

(Période : 1987-2008)

⁵⁷ F. BOUCENNA, « CARTOGRAPHIE PAR LES DIFFERENTES METHODES DE VULNERABILITE A LA POLLUTION D'UNE NAPPE COTIERE CAS DE LA PLAINE ALLUVIALE DE L'OUED DJENDJEN (JIJEL, NORD-EST ALGERIEN) », Mémoire de magistère, UNIVRSITE BADJI MOKHTAR ANNABA, 2008/2009, p19-26.

IV.1.3.4 L'humidité relative :

La situation géographique de Jijel et ses conditions lui donnent une humidité d'air très élevée, qui atteint 70 à 80% tout le long du littoral, c'est ce qui détermine la douceur de l'hiver et la chaleur de l'été.

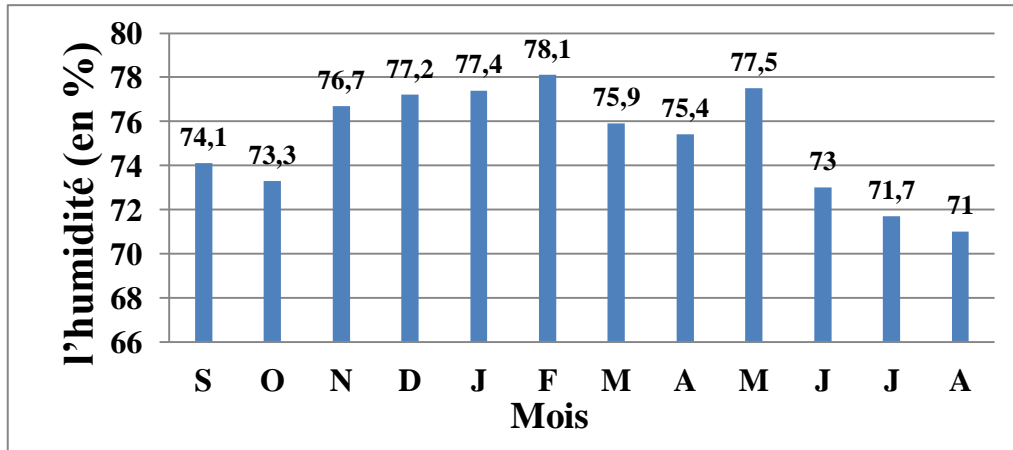


Figure IV.4: Variation d'Humidité relative (%) moyennes mensuelles à la station de l'Achouat(O.N.M).
(Période : 1987-2008)

IV.1.2 Représentation de l'objet d'étude :

Pour confirmer les notions théoriques de la première partie de cette recherche, on a choisi de faire une simulation dont l'objet d'étude est l'antenne de pêche. Le but c'est de traiter la question de l'impact de la proximité de la mer et la bonne orientation des espaces sur le confort hygrothermique dans le bâtiment.

Donc ce choix d'objet de recherche est suivi par une collecte de données précises et concrètes sur la température et l'humidité à l'intérieur et son impact sur la prévention des objets et sur le confort hygrothermique. Le travail commence par une estimation de la quantité de la température et l'humidité dans l'antenne de pêche, il s'exhibera sur deux journées de l'année, la période hivernale, et la période estivale.

IV.1.2.1 Critère de choix de l'objet d'étude :

L'objet de notre étude est une antenne de pêche. Il a été minutieusement sélectionnés et choisis dans un but de confirmer ou infirmer les hypothèses émises et par conséquent d'atteindre notre objectif. En effet, l'investigation s'est déroulée dans une antenne de pêche située sur le port de pêche de Jijel (Fig. IV.5 et photo IV.1).

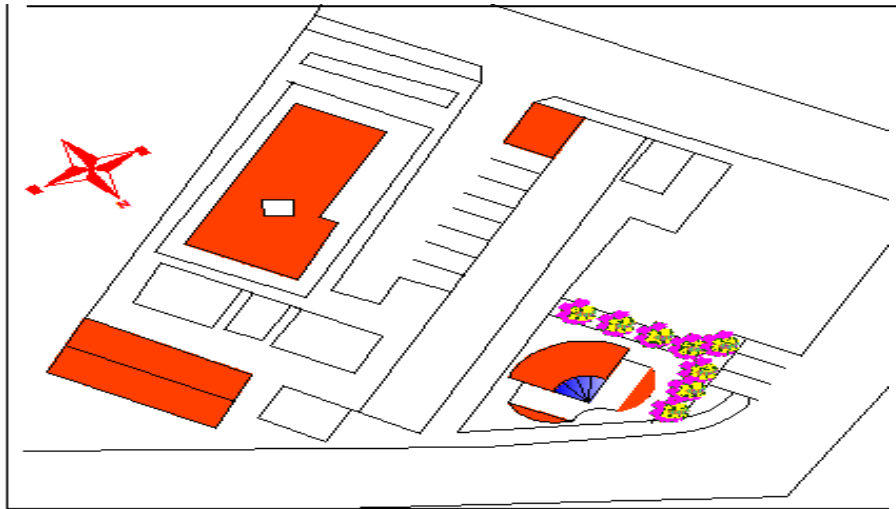


Figure IV.5 : plan de masse de l'antenne de pêche.
(Source : carte des POS –Jijel-)

IV.1.2.2 Situation :

L'antenne de pêche de Jijel est situé au sud-est de l'ancien centre-ville à l'intérieur du port de pêche Boudis. (Fig. IV.6).



Figure IV.6 : Situation géographique du centre nautique.
(Source : Google-Earth 2010)

IV.1.2.3 Description du l'antenne de pêche et les ressources halieutiques :

IV.1.2.3.1 La forme :

Le projet est un monobloc d'une surface de R+1, situé à l'intérieur du port de pêche Boudis construit par l'architecte bousdjera roufia.



Photo IV.1: Vues sur l'échantillon testé

(Source : Auteur)

IV.1.2.3.2 L'orientation :

- ➡ Vent N-O en hiver
- ➡ Vent N-E en été

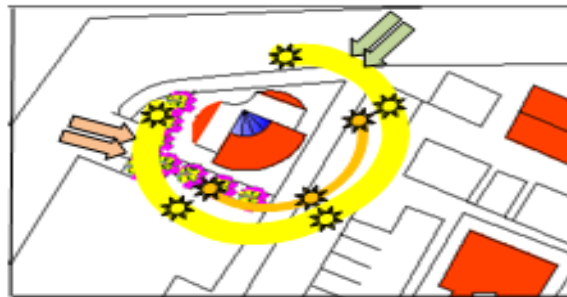


Figure IV-7: Orientation de l'antenne testée et trajectoire solaire

(Source : Auteur)

IV.1.2.3.3 Les façades et la disposition des ouvertures :

Les façades du bâtiment sont identiques dans leurs compositions et traitements ; pour les différentes orientations (Nord, Sud, Est, Ouest), cet par l'utilisation ouvertures rectangulaire a autour du bâtiment.



Photo IV.2 : La façade Nord-est

(Source : Auteur)



Photo IV.3 : La façade Sud-est

(Source : Auteur)

IV.1.2.3.4 L'organisation intérieure :

Elle est organisée autour d'un espace central qui est la cage d'escalier qui joue le rôle de distribution verticale vers les espaces supérieurs, il a des dégagements pour rejoindre.

Les différentes parties, ces derniers sont agencés de façon presque circulaire.

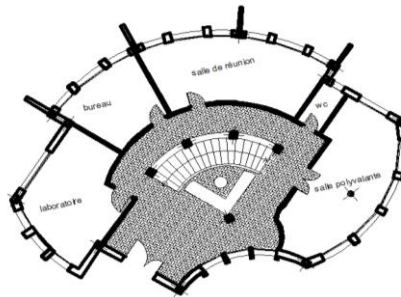


Figure IV-8: plan de l'antenne testée

(Source : Auteur)

IV.1.2.3.5 Caractéristiques constructives :

- La structure du bâtiment est réalisée en poteaux-poutres coulées sur place.
- Les murs extérieurs : L'enveloppe est en double cloison de briques de 15 cm
- Le revêtement extérieur est en enduit de ciment et en plâtre pour l'intérieur.
- Les murs intérieurs : construits en simple cloison de briques de 10 cm .
- Les planchers : sont réalisés en poutrelles et hourdis avec dalles de répartition coulées sur

Place, le revêtement des sols est en carrelage sur sable :

- La toiture : une toiture terrasse en poutrelles et hourdis et une toiture en tuile et en verre.

IV.2 les méthodes de simulation numérique de cas d'étude :

Pour nous architectes, la simulation numérique assistée par ordinateur en tant qu'un outil Informatique : « qui permet de valider rapidement des options fondamentales (implantation, structure, ouverture...), d'explorer et de commencer et optimiser certain choix, mais aussi d'informer le maître d'ouvrage et le convaincre éventuellement de la nécessité d'engager des coûts parfois élevés ci la construction pour un meilleur confort et des charges de fonctionnement moindre (qui entraîneront un coût global plus faible)»⁵⁸

IV.2.1 Simulation Numérique :

Selon JUSSELME, Thomas, C'est l'un des outils utilisés par architectes, qui consiste à simuler (faire paraître comme réelle une chose qui ne l'est pas) un système ou bien un phénomène donné afin d'étudier son fonctionnement, ses propriétés et de prédire ainsi son évolution.

La simulation numérique repose sur la programmation des modèles théoriques ou mathématiques adaptés aux moyens numériques. C'est donc une série de calculs utilisant souvent la technique dite des éléments finis effectuée sur un support matériel "ordinateur" dont les interfaces graphiques permettent la visualisation des résultats par des "images de synthèse".⁵⁹

Selon Motie DAICHE, Ahmed, on peut dire que les simulations Numériques peuvent permettre de comprendre, prédire ou concevoir.

IV.2.1.1 Motivation de choix des logiciels de Simulation :

Le choix s'est porté sur le logiciel Ecotect Analysis 2010 et l'appareil hygrométrie.

IV.2.1.1.1 le logiciel Ecotect Analysis 2010 :

(Fig.V.1) développé pour la firme américaine Autodesk, ce choix découle de plusieurs paramètres. C'est un logiciel très accessible, et la similitude de son interface avec les logiciels de la famille d'Autodesk facilité sa maîtrise surtout pour les architectes.

En plus il offre une multitude de possibilités en termes d'analyses et de simulation dynamique sur le bâtiment, son utilisation est très répandue dans le milieu scientifique et dans la recherche universitaire.

⁵⁸Chatelet A., et al. (1998). « L'architecture Climatique : Une Contribution Au Développement Durable, tome 2 : Concepts et dispositifs », Edition EDISUD-Aix-en-Provence.p23.

⁵⁹ JUSSELME, Thomas.2009. Simulations numériques & Architecture.exNdo - ingénierie d'éco-conception. [Enligne].1p.
http://www.exndo.com/_media/studio:formations:exndo_simulations_et_architecture.pdf?id=studio:telecharge:3-formations (page consulté le 25/04/2016).

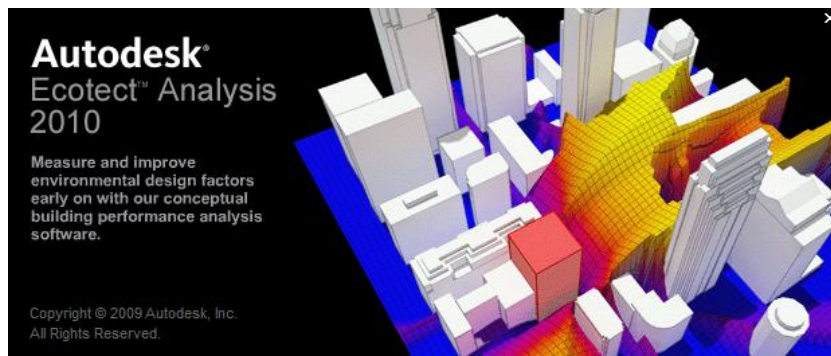


Figure IV.9: Ecotect analysis 2010
(Source: Ecotect Analysis 2010)

IV.2.1.1.2 Présentation de logiciel de simulation Ecotect 2010 :

Ecotect Analysis 2010, est un logiciel de simulation développé pour la première fois par Andrew Marsh et récemment approprié par la société américaine Autodesk. Ecotect a été conçu pour que la conception environnementale la plus efficace soit validée pendant les premières étapes conceptuelles du design.

Ecotect permet aussi d'avoir une idée précise sur le rayonnement solaire (en visualisant le rayonnement solaire sur les fenêtres et les autres surfaces, à n'importe quelle période de l'année), sur l'éclairage naturel (en calculant les valeurs des facteurs d'éclairage naturels et les niveaux d'éclairage à n'importe quel point du modèle) et aussi sur les ombres et réflexions (en affichant la position et le parcours du soleil par rapport au modèle, à la date, à l'heure et à l'emplacement choisis).

Cependant, Ecotect ne permet pas d'avoir des résultats poussés en termes de photométrie mais seulement des moyennes annuelles. Dans ce sens, ses développeurs lui ont fourni des sorties plus étendues à travers des interfaces d'outils plus spécialisés.

IV.2.1.2 La description de la méthode de simulation :

Le but de cette simulation est de diminuer le niveau d'humidité et les températures internes dans l'antenne de pêche et ressources halieutique de Jijel, selon les recommandations qu'on a citées dans la partie théorique.

IV.2.1.2.1 Préparation des plans :

La première partie commence avec le logiciel Autodesk-Autocad 2011, par lequel on a redessiné les plans et l'environnement immédiat. (Fig.V.2).



Figure IV.10: plan de masse.
(source : autocad)

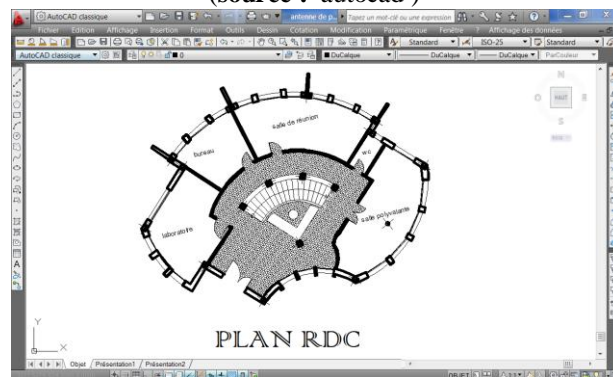


Figure IV.11: plan de RDC
(source : autocad)

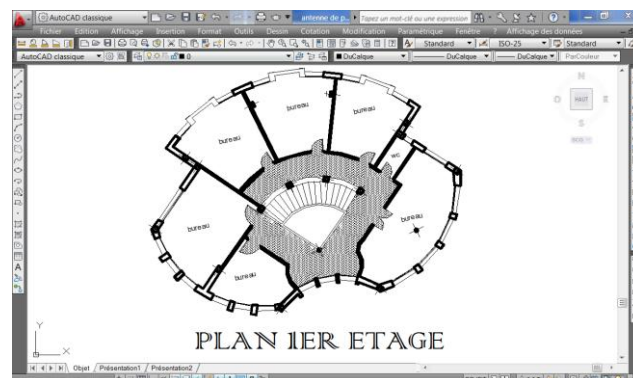


Figure IV.12: plan de 1^{er} étage.
(Source : autocad.)

IV.2.1.2.2 Paramétrage de l'Ecotect Analysis :

Cette étape consiste à introduire dans le logiciel les « inputs » nécessaire pour l'obtention des meilleurs résultats. Ces paramètres incluent toutes les données relatives au modèle et à son environnement (Fig.V.5), à savoir :

1. La description du projet : englobe des informations relatives au projet objet de simulation, nom, objectif, destination...etc.

2. Les données climatiques : dans ce cas, on a utilisé des fichiers 'météo' de Jijel, introduit directement dans Ecotect sous format WEA. Ces données climatiques sont visualisables dans WEATHER TOOL, un outil intégré dans le logiciel qui offre un aperçu sur les données climatiques telles que : les températures, le régime des vents, l'humidité, l'ensoleillement...etc.
3. L'orientation, paramètre très important qui doit être bien déterminé dès le départ de la simulation.
4. La nature de site : nous avons opté pour une configuration de type, urbain car le logiciel intégré dans ses calculs des coefficients liées à des paramètres microclimatiques tel que : la pollution, la nébulosité, la rugosité.

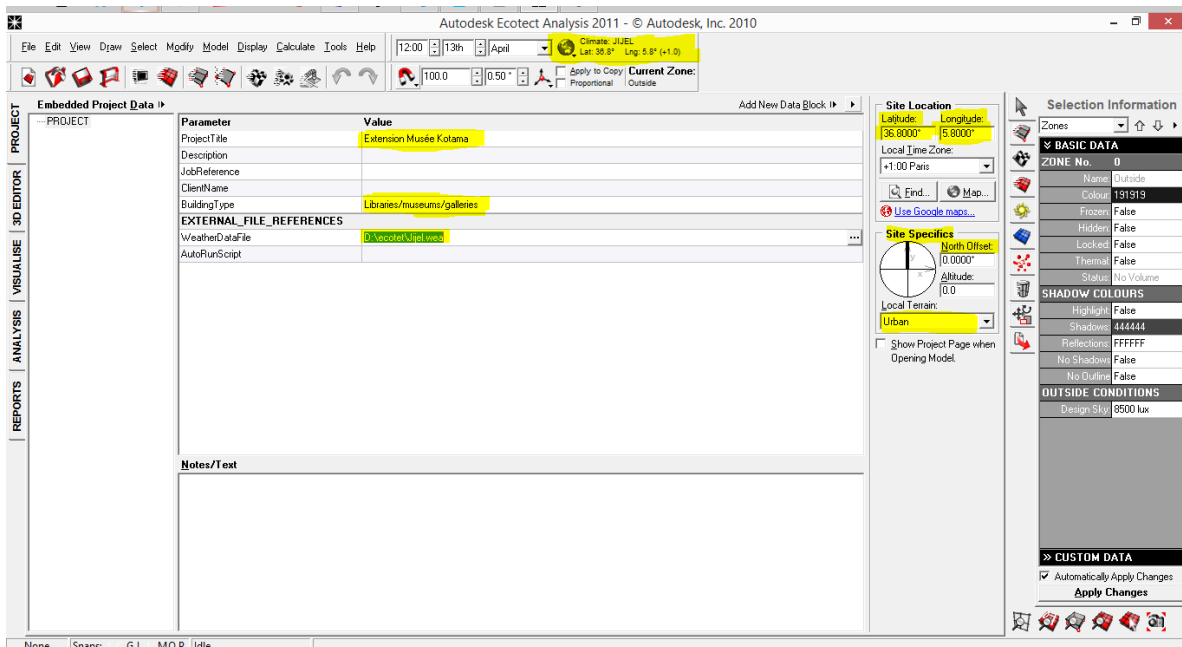


Figure IV.13: le paramétrage du logiciel.

(Source : Ecotect Analysis 2010).

IV.2.1.2.3 Importation des plans :

Les plans modelés à l'aide du logiciel Autocad 2011, ont été importés vers Ecotect sous format DXF, tout en prenant compte la compatibilité des échelles, par le changement d'unité dans les préférences user .

IV.2.1.2.4 Modélisation du bâtiment :

La modélisation en ECOTECT obéit à la logique des zones thermiques telles que chaque zone a ses propres caractéristiques (température, humidité, la vitesse d'air, taux d'occupation, présence d'appareils de climatisation...) et composée de partitions (murs, fenêtre, plancher.) et pour chaque partition un matériau doit être affecté (une bibliothèque de matériaux assez riche et personnalisable est intégrée dans le logiciel).

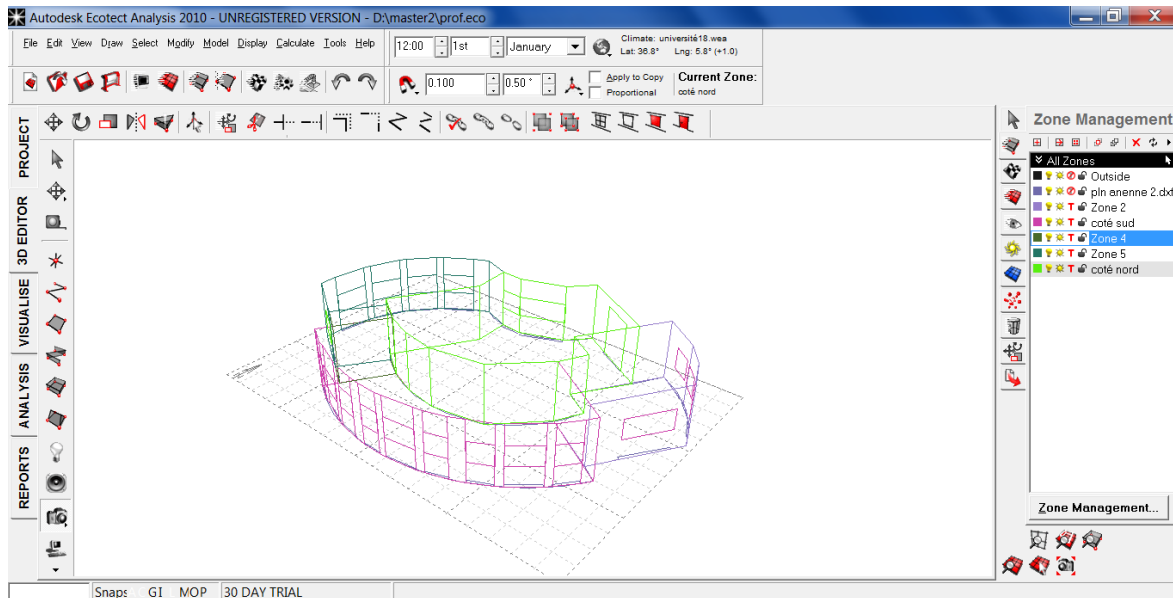


Figure IV.14: Modélisation du bâtiment.
(Source : Ecotect Analysis 2010).

IV.2.1.3 L'instrument de mesure :

Afin de mesurer la température et l'humidité relative de l'air en utilisant l'appareil de THERMO-HYGROMETRE :

Selon le **Dictionnaire Cordial** c'est un appareil de mesure simultanée de la température et du degré d'hygrométrie de l'air.

Le thermo-hygromètre : un appareil digital du model **testo 625** Il effectue rapidement et simplement la mesure d'humidité relative et de la température de l'air, y compris une sonde d'humidité connectable (pour la mesure d'humidité relative), un protocole d'étalonnage et une batterie⁶⁰.

⁶⁰ www.testo.fr

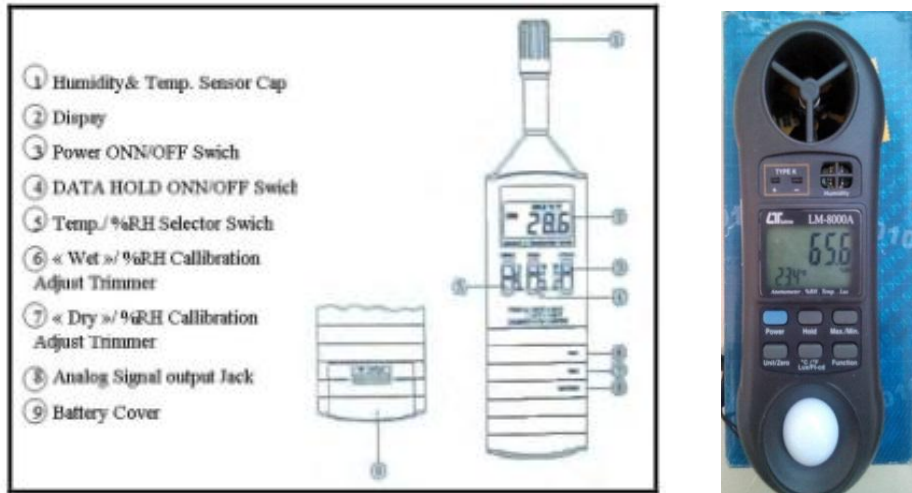


Photo IV.4: l'appareil de mesure de température de l'air et l'humidité relative (thermo-hygromètre)

(Source : Auteur)

IV.2.1.4 protocole de mesure :

Pour atteindre à nos objectifs de recherche deux champs de mesure en été et en hiver effectué durant deux périodes de mois de février et de juin 2018.

Les mesures sont déroulées simultanément pendant deux journées .Les valeurs de mesures sont enregistrées heur par heur ce qui nous permet de comparer entre elle d'une part et avec les données de la station météo d'Achouat.

Les journées simulées sont donc :

- a. **Le 11 février** : qui correspond la période d'hiver, où les températures sont basse et l'humidité relative est très élevées.
- b. **Le 11 Juin** : qui correspond presque au solstice d'été, où les températures sont très élevées et l'humidité relative est basse.

Les valeurs collectées représentées dans des tableaux et des diagrammes contiennent les deux paramètres mesurés (température de l'aire et humidité relative) de chaque coté le Nord et le Sud.

IV.2.1.5 Les paramètres mesurés :

Les paramètres mesurés sont la température d'air, l'humidité relative de l'air :

IV.2.1.5.1 La température de l'air :

Ce facteur est mesuré dans des conditions identiques, peuvent ainsi être échangées. Les mesures sont comparées et intégrées dans les modèles de prévision du temps (la station météorologique).

IV.2.1.5.2 L'humidité relative :

Définit comme la quantité de vapeur d'eau contenue dans un volume d'air donné par rapport au maximum qu'il pourrait contenir à une température et une pression données.

L'humidité relative va de 0 à 100%. L'air est sec quand l'humidité relative est inférieure à 35%. L'air est moyennement humide entre 35 et 65%, et l'air est humide à plus de 65% d'humidité relative. À l'intérieur d'un même espace, l'HR varie en fonction des changements de température : elle augmente si la température baisse et diminue si elle s'élève.⁶¹

⁶¹ www.ccq.gouv.qc.ca. page consulté le 26/04/2016.

Conclusion

Nous avons présenté la région de Jijel et ses données climatiques ; un climat méditerranéen caractérisé par un été chaud et un hiver doux et parfois agité, le climat est très humide, nous avons motivé nos choix pour le cas d'étude sur la méthode expérimentale basée sur le choix des deux espaces l'une orienté vers le Nord et l'autre vers le Sud. Nous avons effectué des mesures des deux paramètres climatiques au niveau des deux espaces pendant une journée dans le mois de février pour adaptée le climat l'hiver et une journée dans le mois de juin pour adaptée le climat d'été.

Ce chapitre était aussi consacré pour l'explication de la méthode de simulation, et la présentation de quelques scènes qu'on a pu établir par l'ECOTECT ANALYSIS 2010, et l'appareil de mesure dans des journées et heures choisies. On a commencé par une présentation et les motivations du choix des utiles de mesure puis on s'est étalé sur les méthodes et les étapes suivies pour les mesures.

Nous avons effectué des mesures des deux paramètres climatiques au niveau des deux espaces pendant deux journées du deux mois.

CHAPITRE V :

ANALYSE ET DISCUSSION DES RÉSULTATS

Introduction :

Dans ce chapitre nous allons entamer d'étudier deux champs de mesures des deux paramètres ; la température d'air ambiant et l'humidité relative, pendant deux journées, pour montrer la différence au niveau du confort hygrothermique des deux espaces d'études le premier est orientée vers le nord et l'autre orientée vers le sud.

Nous comparerons ensuite les résultats des mesures entre eux d'une part et avec les données de la station météo d'Achouat d'autre part en essayant de tirer l'effet de la proximité de la mer sur le rafraichissement à l'intérieur des bâtiments.

V.1 Champ de mesure le 11/02/2018 :

V.1.1 l'espace 01 (orientation vers le Nord) :

V.1.1.1 Les températures :

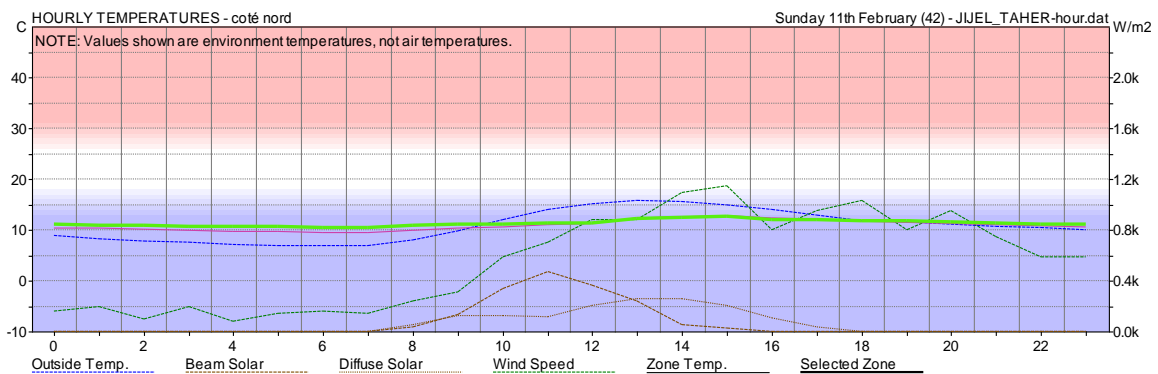


Figure V.1 : le diagramme de température de l'air ambiant intérieure et l'extérieure de coté nord le 11/02/2018
(Source : Ecotect Analysis 2010)

Heur	Intérieure (C)	Extérieure(C)	Heur	Intérieure (C)	Extérieure (C)
0	11.1	9.0	12	11.4	15.2
1	11.0	8.4	13	12.3	15.8
2	10.9	7.9	14	12.7	15.6
3	10.8	7.6	15	12.8	15.1
4	10.7	7.3	16	12.2	14.1
5	10.7	7.1	17	12.1	13.0
6	10.6		18	11.9	11.9
7	10.6	6.9	19	11.8	11.6

8	10.9	8.1	20	11.6	11.2
9	11.1	9.9	21	11.5	10.8
10	11.3	12.1	22	11.3	10.5
11	11.5	14.0	23	11.2	10.1

Tableau V.1 : les valeurs de température de l'air ambiant intérieure et l'extérieure de coté nord le 11/06/2018
(Source : Ecotect Analysis 2010)

V.1.1.2 l'humidité :

Heur	umidité relative	Humidité a jijel
8	85.8	95.3
9	78.4	84.2
10	75.6	81.8
11	73.4	82.3
12	72.9	82.4
13	70.8	83.2
14	66.2	79.4
15	63.3	69.1
16	66.4	69.3
17	71.6	75.3

Tableau V.2 : les valeurs de l'humidité relative et l'humidité à Jijel de coté nord le 11/06/2018

V.1.2 l'espace 02 (orientation vers le Sud) :

V.1.2.1 Les températures :

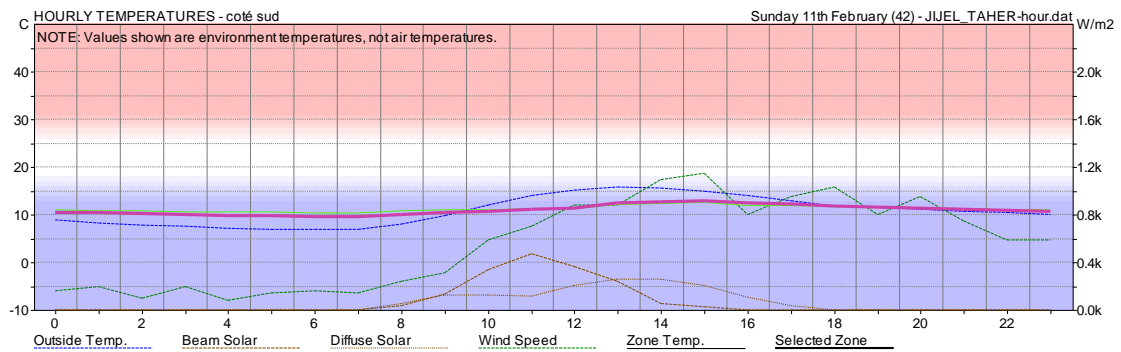


Figure V.2 : le diagramme de température de l'air ambiant intérieure et l'extérieure de coté sud le 11/02/2018
(Source : Ecotect Analysis 2010)

Heur	Intérieure (C)	Extérieure (C)	Heur	Intérieure (C)	Extérieure (C)
0	10.6	9.0	12	11.4	15.2
1	10.4	8.4	13	12.5	15.8
2	10.3	7.9	14	12.8	15.6
3	10.1	7.6	15	13.1	15.1
4	10.0	7.3	16	12.4	14.1
5	9.9	7.1	17	12.3	13.0
6	9.8	6.9	18	11.9	11.9
7	9.7	6.9	19	11.7	11.6
8	10.2	8.1	20	11.4	11.2
9	10.5	9.9	21	11.1	10.8
10	10.9	12.1	22	10.9	10.5
11	11.2	14.0	23	10.8	10.1

Tableau V.3 : les valeurs de température de l'air ambiant intérieure et l'extérieure de coté sud le 11/06/2018
(Source : Ecotect Analysis 2010)

V.1.2.2 l'humidité :

Heur	Humidité relative	Humidité a Jijel
8	75.8	93.3
9	68.4	84.2
10	65.6	81.8
11	63.4	75.3
12	62.9	73.4
13	60.8	71.2
14	56.2	70.4
15	53.3	69.1
16	56.4	62.3
17	61.6	69.3

Tableau V.4 : les valeurs de l'humidité relative et l'humidité à Jijel de coté sud le 11/06/2018**V.2 Etude comparatifs du jour de 11/02/2018 :**

Une journée avec un ciel nuageux, la température d'air moyenne à 8 :00h est de 09 C° et à 17 :00h est 13 C° et l'humidité relative de l'air enregistrée est de 93.5% à 8 :00h et 69% à 17 :00h. Ces données ont été pris de la station météo et les donnée climatique par le logiciel ecotect dont la température maximale est de 15 C° entre 12 :00h et 15 :00h a pris sa valeur minimale de 8C° à 8 :00h du matin.

Concernant l'humidité relative de l'air elle prend sa valeur maximale de 93% à 8 :00 et minimale de 62% observée entre 13 :00h et 14 :00h et entre 15 :00h et 16 :00h.

V.2.1 Comparaison entre les températures intérieurs de le coté nord et sud :

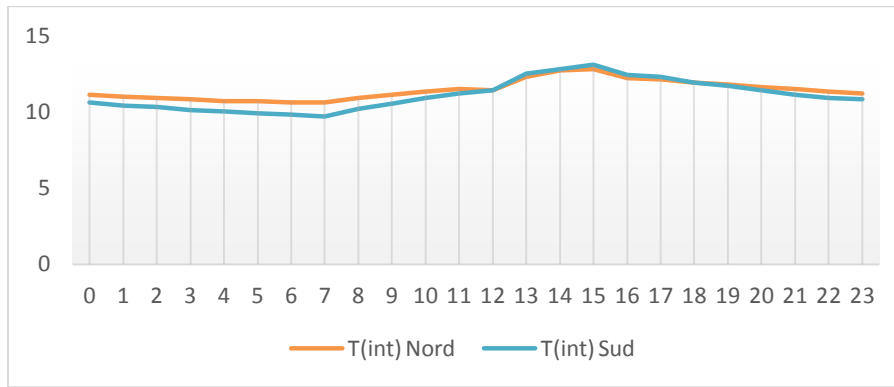


Figure V.3 : Comparaison entre les températures intérieurs du coté nord et sud

La comparaison entre les résultats des deux espace d'étude montre que l'écart de température d'air ambiante entre les deux espaces sont des valeurs importantes, le grand écart de température d'air enregistré est de $\Delta T_{\text{air max}} = 0.7 \text{ } ^\circ\text{C}$ à 08 :00h. L'augmentation de la température dans l'espace sud s'explique par l'exposition au rayon solaire à longue durée, l'espace de nord peut tempérée. L'écart minimal enregistré à 14 :00h du matin est de $\Delta T_{\text{air min}} = 0.1 \text{ } ^\circ\text{C}$. à cause du faible de pénétration des rayons solaires au l'espace qui orientée vers le nord.

V.2.2 Comparaison entre les valeurs d'humidité intérieure du coté nord et sud :

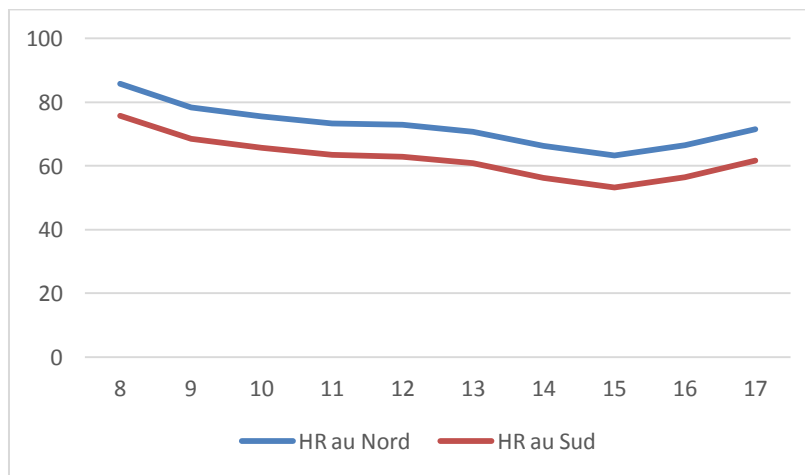


Figure V.4 : Comparaison entre les valeurs d'humidité intérieure du coté nord et sud

Heur	Humidité relative Nord	Humidité relative Sud
8	85.8	75.5
9	78.4	68.9

10	75.6	65.6
11	73.4	63.4
12	72.9	62.9
13	70.8	60.6
14	66.2	56.5
15	63.3	53.6
16	66.4	56.6
17	71.6	61.3

Tableau V.6 : relevé des valeurs d'humidité intérieure du coté nord et sud

Concernant l'humidité relative de l'air, la valeur maximale enregistrée à 8.00h dans la l'espace de nord-est de 85.8% et minimale de 63.3% à 15 :00h s'explique par l'augmentation de température, et pour l'espace de sud la valeur maximal est de 75.8% à 8 :00h et minimale égale à 53.3% enregistrée à 15 :00h, la démentie de l'humidité à 15.00h s'explique par l'effet du vent (11 km/h) qui rafraichis l'air.

Malgré augmentation de la température et les valeurs de l'humidité diminué durant la période d'après-midi sont reste reculée a la zone de confort donc on a besoins et du dimensionnement de l'installation de chauffage pour rafraichis l'espace.

V.3 Champ de mesure le 11/06/2018 :

V.3.1 l'espace 01 (orientation vers le Nord) :

V.3.1.1 Les températures :

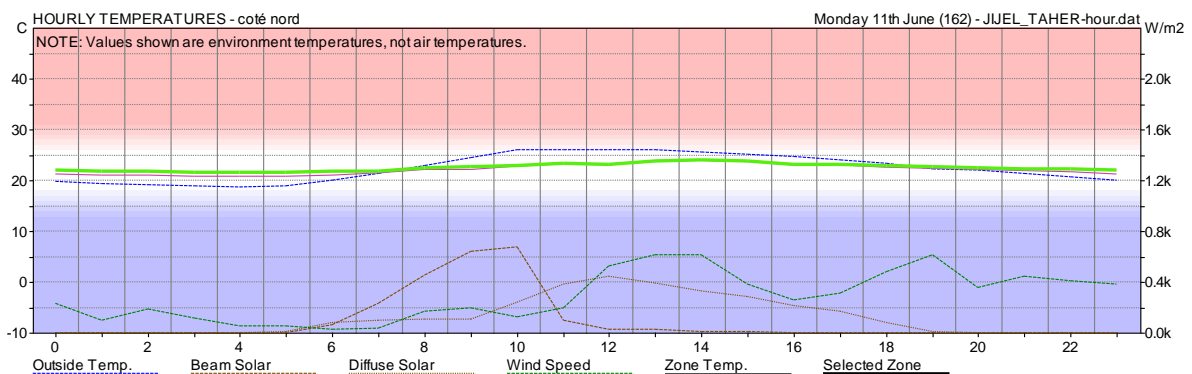


Figure V.5 : le diagramme de température de l'air ambiant intérieure et l'extérieure de coté nord le 11/06/2018 (Source : Ecotect Analysis 2010)

Heur	Intérieure (C)	Extérieure (C)	Heur	Intérieure (C)	Extérieure (C)
0	22.1	19.8	12	23.2	26.1
1	22.0	19.4	13	23.9	26.0
2	21.8	19.2	14	24.0	25.6
3	21.7	18.9	15	23.8	25.2
4	21.7	18.8	16	23.2	24.7
5	21.7	18.9	17	23.2	24.1
6	21.8	20.1	18	22.9	23.4
7	22.0	21.4	19	22.7	22.4
8	22.6	23.0	20	22.6	22.1
9	22.7	24.6	21	22.4	21.4
10	23.1	26.1	22	22.3	20.7
11	23.5	26.1	23	22.1	20.0

Tableau V.7 : les valeurs de température de l'air ambiant intérieure et l'extérieure de le 11/06/2018
(Source : Ecotect Analysis 2010)

V.3.1.2 les valeurs d'humidité :

Le taux d'humidité relative le coté nord et l'humidité relative de la station météo :

heur	Humidité relative	Humidité a Jijel
8	65.3	78.7
9	64.6	74.8
10	60.3	65.3
11	59.2	60.1
12	55.1	59.8
13	53.4	60.0
14	51.6	54.5

15	50.1	55.3
16	51.3	58.2
17	55.1	52.1

Tableau V.8 : Le taux d'humidité relative le coté nord et l'humidité relative de la station météo

V.3.2 l'espace 01 (orientation vers le Sud) :

V.3.2.1 Les températures :

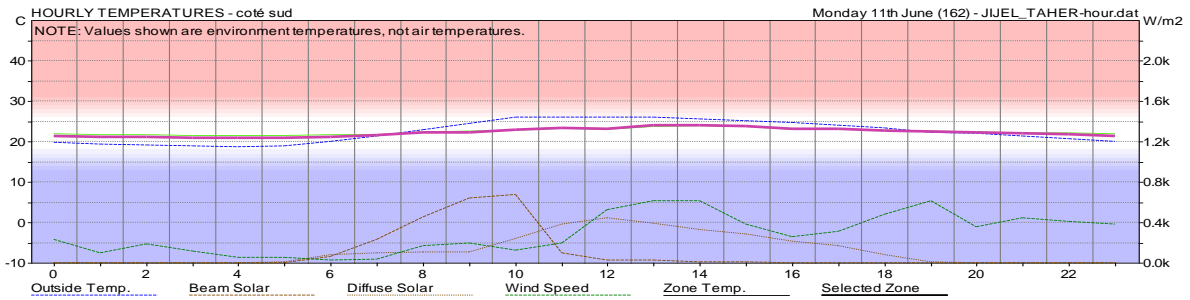


Figure V.6 : le diagramme de température de l'air ambiant intérieure et l'extérieure de coté sud le 11/06/2018
 (Source : Ecotect Analysis 2010)

Heur	Intérieure (C)	Extérieure (C)	Heur	Intérieure (C)	Extérieure (C)
0	21.5	19.8	12	23.3	26.1
1	21.3	19.4	13	24.0	26.0
2	21.2	19.2	14	24.1	25.6
3	21.0	18.9	15	23.9	25.2
4	20.9	18.8	16	23.3	24.7
5	20.9	18.9	17	23.1	24.1
6	21.2	20.1	18	22.8	23.4
7	21.6	21.4	19	22.5	22.4
8	22.3	23.0	20	22.2	22.1
9	22.4	24.6	21	22.0	21.4
10	22.9	26.1	22	21.8	20.7
11	23.4	26.1	23	21.5	20.0

Tableau V.9 : les valeurs de température de l'air ambiant intérieure et l'extérieure de coté sud le 11/06/2018
 (Source : Ecotect Analysis 2010)

V.3.2.2 L'humidité :

Le taux d'humidité relative le coté sud et l'humidité relative de la station météo :

heur	Humidité relative	Humidité a Jijel
8	54.4	78.7
9	51.3	74.8
10	50.1	65.3
11	48.8	60.1
12	48.1	59.8
13	45.6	60.0
14	42.4	54.5
15	40.7	55.3
16	42.3	58.2
17	45.8	52.1

Tableau V.10 : les valeurs de l'humidité relative et l'humidité à Jijel de coté sud le 11/06/2018

V.4 Etude comparatifs du jour de 11/06/2018 :

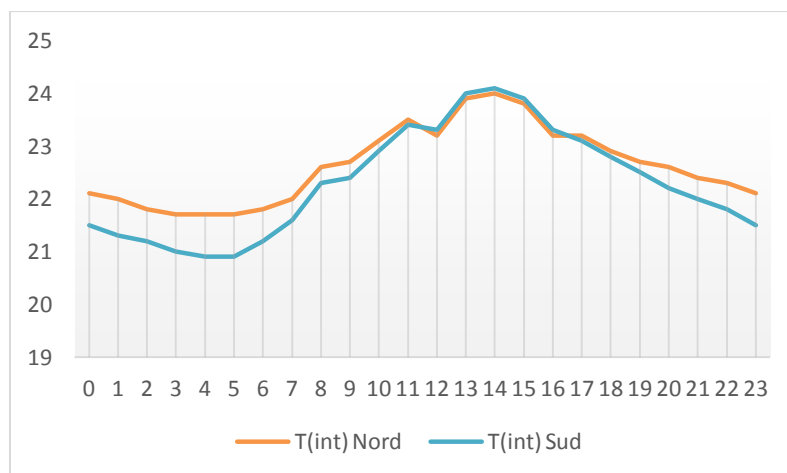


Figure V.7 : comparaison de température entre le Nord et le Sud à l'intérieur d'équipement

Les observations faites sur la journée de 11/06/2018 concernant les températures de l'air ambiante et l'humidité relative sont déférente a la journée de 11/02/2018. La température d'air maximale est de 24C° pour l'espace nord et 24.6C° pour l'espace sud, les deux valeurs sont enregistrées à 14 :00h avec une température d'air maximale de 26.1 C° a12 :00h et d'après la station météo. L'écart maximal de température d'air entre l'espace étudié et les valeurs de la station météo est 2.1C° donc il y'a une déperdition de chaleur entre 8 :00h et 17 :00h.

L'écart maximal de température d'air entre les deux espaces est $\Delta T_{\text{air max}} = 2.7 \text{ C}^\circ$ enregistré à 14 :00h et un écart minimal $\Delta T_{\text{air min}} = 0.2 \text{ C}^\circ$.

V.4.1 Comparaison entre Le taux d'humidité relative le coté sud et le coté nord :

heur	Humidité relative Nord	Humidité relative Sud
8	65.3	54.4
9	64.6	51.3
10	60.3	50.1
11	59.2	48.8
12	55.1	48.1
13	53.4	45.6
14	51.6	42.4
15	50.1	40.7
16	51.3	42.3
17	55.1	45.8

Tableau V.12 : valeurs de Comparaison entre Le taux d'humidité relative le coté sud et le coté nord

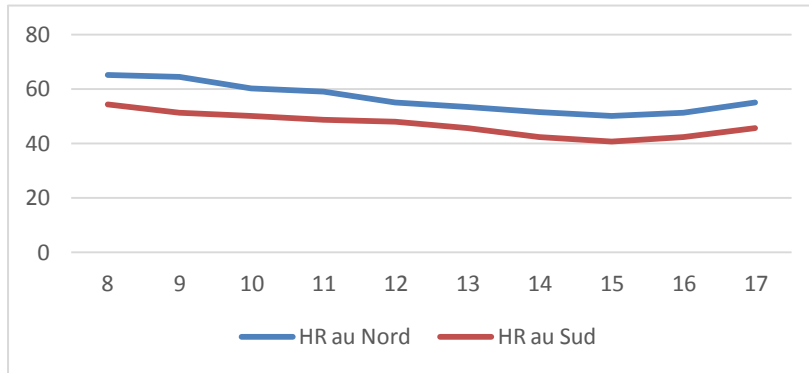


Figure V.8 : diagramme de Comparaison entre Le taux d’humidité relative le coté sud et le coté nord

Concernant l’humidité relative de l’air, la valeur maximale enregistrée à 8.00h dans la l’espace de nord-est de 65.3% et minimale de 50.1% à 15 :00h, et pour l’espace de sud la valeur maximal est de 54.4% à 8 :00h et minimale égale à 40.7% enregistrée à 15 :00h, la démentie de la valeur l’humidité à15.00h s’explique par l’effet du vent qui rafraichis l’air et par l’augmentation de température a le coté sud.

Les valeurs de la température et de l’humidité sont important durant la période été reste reculée a la zone de confort donc on a besoins et la climatisation rafraichis l’espace.

V.5 Diagramme de besoins calorifiques pendant l’année de la ville de jijel

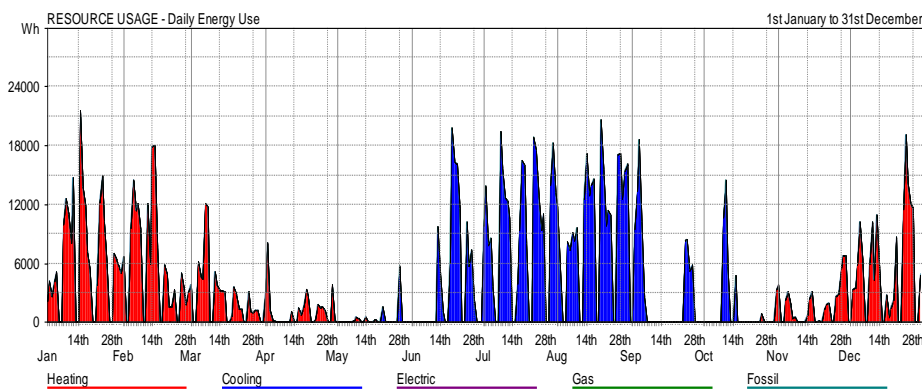


Figure V.9 :diagramme de besoins calorifiques pendant l’année de la ville de jijel
(Source : Ecotect Analysis 2010)

Mois	Chauffage Wh	Climatisation Wh
Jan	200177	0
Fev	157624	0
Mar	82257	0
Avr	33712	0
Mai	2042	7346
Juin	0	111478
Jul	0	269586
Aout	0	290997
Sep	0	81947
Oct	918	35734
Nvb	51813	0
Dec	154950	0

Tableau V.13 : les valeurs de besoins calorifiques pendant l'année de la ville de jijel
(Source : Ecotect Analysis 2010)

Les besoin énergétique de la construction pour obtenue un meilleur confort hygrothermique durant les périodes estivale et hivernale.

- l'utilisation de système de climatisation en été : de mai jusqu'à le mois de septembre, en remarque que entre juillet et aout il y'a une valeur de consommation du climatiseur est très importante.
- l'utilisation de chauffage en hiver : de octobre jusqu'à le mois de mai en remarque que entre décembre et janvier il y'a une grande consommation de le chauffage.

Conclusion:

Les mesures effectuées pour les deux paramètres à savoir la température d'air ambiante et l'humidité relative, nous avons vérifié les résultats obtenus et par une comparaison des deux espaces de mesures, en constatant une différence de température entre les deux espaces dans les deux périodes estival et hivernal ce qui impose un meilleur confort hygrothermique au niveau de l'espace qui orienté vers le sud par rapport à l'espace qui orienté vers le nord.

Donc Les résultats confirment l'hypothèse et répondent à la problématique concernant l'impact de l'orientation et l'exposition direct à la mer sur le confort hygrothermique.

Donc on peut considérer que l'orientation vers le sud dans les villes côtières comme une meilleure solution pour le rafraichissement de l'air à l'intérieur des bâtiments.

Et il existe d'autres solutions pour améliorer le confort hygrothermique, qui on a cité dans les recommandations.

**RECOMMANDATIONS ET
CONCLUSION GÉNÉRALE**

Recommandations :

La recherche des solutions durable pour le rafraîchissement naturel est devient l'objectif majeure pour la réduction de l'humidité et des températures internes pouvait être réalisée au moyen de dispositifs architecturaux et des stratégies de conception à adopter tels que : le choix de la bon orientation, la ventilation ou la climatisation,.....etc.

Parmi les conseils pour améliorer le confort hygrothermique de votre logement en été comme en hiver.

- En hiver il faut chauffée le bâtiment si possible ce dernier permet d'obtenir une température opérative agréable. Puis Contrôler les mouvements d'air et Evacuer l'humidité.
- En été, il faut rafraîchir le logement au maximum. Nous pouvons pour cela limiter les apports solaires (les surface des baies vitrées raisonnables ; le choix du vitrage ; Protections solaires).

Afin de bien optimiser la conception des constructions, nous avons pu dégager quelques recommandations pour un climat méditerranéen comme celle de notre région. Ces recommandations visent à sensibiliser les intervenants dans le domaine de l'architecture de prendre en compte le facteur fondamentales pour respecter dans leur conception. On doit donc accorder une grande importance aux points suivants :

- Faire une bonne lecture et analyse des données climatiques de la ville et de la rose des vents fournie par les services compétents. Cela permet d'identifier le régime des vents de la région et ses caractéristiques. Afin de bien concevoir et orienter la nouvelle enveloppe isolée de construction.
- L'hygrométrie étant toujours élevée, on ventile fortement pour améliorer le confort en diminuant la sensation d'humidité nous proposons la cheminée solaire pour une meilleur ventilation. qui composent le paysage traditionnel méditerranéen donc Le choix de la ventilation est primordial pour réduire les concentrations de polluants.

- Organisation architecturale de façon à profiter au mieux des vents dominants, pour la ventilation naturelle et pour la ventilation traversant.
- La bon orientation sud-est sud-ouest ayant un déphasage adapté pour éviter une montée en température insoutenable en été et s'abaisse en hiver, et bien maitriser l'évacuation l'humidité pendant tout l'année.
- les protections solaires adaptées à chaque orientation et chaque saison.
- Les vitrages anti- solaire sont traités pour réfléchir le rayonnement ou pour l'absorber.
- La végétation améliore les conditions climatiques et diminue la consommation énergétique en électricité, ce qui est réduire le gaz à effet de serre et le phénomène d'ilot de chaleur urbain.
- Dans ce fait, dans un climat méditerranéen l'installation de la végétation abord du bâtiment et l'utilisation la toiture végétalisée de système extensif est une véritable stratégie pour réduire la température d'air extérieur est intérieur en été et une solution effective pour le rafraichissement des bâtiments.
- Le confort actuel de certains bâtiments est intolérable en été, ce qui est incontestable, et donc il faut les climatiser.
- une bonne isolation thermique est aussi bénéfique à l'amélioration de confort car, en réduisant les consommations d'énergie pour le chauffage et / ou la climatisation.

Conclusion générale :

Le confort hygrothermique constitue actuellement un enjeu majeur dans le secteur du bâtiment tant pour la qualité des ambiances intérieures.

Pour situer le problème de l'inconfort hygrothermique à l'intérieur des constructions, nous avons analysé les connaissances existantes à travers une étude bibliographique.

Cette étude nous a permis de comprendre la complexité de ce sujet à travers sa pluridisciplinarité et pour atteindre naturellement le confort, en privilégiant des solutions simples et de bon sens. C'est une nécessité pour réduire les besoins du bâtiment. Avec l'adaptation de la construction aux paramètres climatiques, les divers besoins domestiques sont énormément minimisés.

La bonne orientation et la ventilation de bâtiment sont des techniques efficaces pour diminuer la facture de chauffage et de climatisation accroître le confort des constructions.

Dans le but de créer une ventilation naturelle, on a proposé un système de ventilation passif utilisant une cheminée solaire. Le cheminé solaire est un genre de ventilation avec des avantages multiples. Il ne nécessite ni énergie fossile, ni énergie électrique, pour fonctionner en mode de refroidissement passif ou d'éliminer la condensation de la vapeur d'eau.

D'abord de profiter des apports de chaleur (thermique d'hiver), tout en maîtrisant un confort thermique d'été. Puis profiter des apports de lumière, d'intégrer des protections solaires protégées des intempéries et de gérer une ventilation du bâtiment par une gestion des ouvrants dans les peaux extérieurs.

Le renouvellement de l'air est la principale source de déperditions thermiques dans une construction. Il faut donc réduire les besoins en assurant une bonne aération en privilégiant la ventilation naturelle.

Maîtriser naturellement les confort d'été et d'hiver, en privilégiant des solutions simples et de bon sens est en fait une nécessité pour réduire les besoins du bâtiment.

BIBLIOGRAPHIE :

1. AFME Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie : « *Conception thermique de l'habitat guide pour la région Provence-Alpes- Côte d'Azur ->* Edition EDISUD, Décembre 1988. p 44.
2. ANGERS. Maurice, Initiation pratique à la méthodologie des sciences humaines, Alger: Editions Casbah Université, 1997, Québec: Editions CEC inc, 1996, p 58.
3. Birol. T, Solar envelope and form generation in architecture, Master of architecture thesis, The Middle East Technical University, September 2003.
4. BLOCH –LAINE. J. M : « *Construire avec le Climat* » ministère de l'environnement et du cadre de vie Paris 1979, p.23
5. BOUCHAHM.Y : « *Une investigation sur la performance thermique du capteur a vent pour un rafraîchissement passif dans les régions chaudes et arides » cas de ouargla* » Thèse de doctorat d'état. Université de Constantine, 2004. p85.
6. Çacri. Ç, Assessing thermal comfort conditions, Master thesis, Middle East University, December, 2006, P22.
7. CERMA : Le rayonnement solaire. [En ligne]
8. Chatelet A., et al. (1998). « *L'architecture Climatique : Une Contribution Au Développement Durable, tome 2 : Concepts et dispositifs* », Edition EDISUD-Aix-en-Provence.p23.
9. Construire avec le climat, brochure réalisée par la direction de la construction et la mission Energie et Bâtiment, Paris, France, 1979.P : 8.
10. DEOUX. Suzane et Pierre : « *Le guide de l'habitat sain* ». Andorra, Edition MEDIECO, Avril 2002, p211.
11. djebara sakina ; belkhelfa rima ; 2014 ; le confort hygrothermique ; vol 49 ; p 7.

12. Estéban Emilio Monténégro Iturra. « Impact de la configuration des bâtiments scolaire sur leur performance thermique » thèse de doctorat faculté des études supérieures de l'université Laval canada, 2011, p164.
13. Etude des paramètres influant sur les consommations de climatisation dans les immeubles de bureaux, Mars 2002, vol 86, p 05.
14. Fernandez. P, et Ligne. P. « *concevoir des bâtiments bioclimatique, fondements et méthodes* » .le moniteur, 2009, p93.
15. F.BOUCENNA, « CARTOGRAPHIE PAR LES DIFFERENTES METHODES DE VULNERABILITE A LA POLLUTION D'UNE NAPPE COTIERE CAS DE LA PLAINE ALLUVIALE DE L'OUED DJENDJEN (JIJEL, NORD-EST ALGERIEN) », Mémoire de magistère, UNIVRSITE BADJI MOKHTAR ANNABA, 2008/2009, p19-26.
16. GAUZIN-MULLER. Dominique, L'architecture écologique, Paris: Edition LE MONITEUR, Novembre 2002, p 270.
17. GIVONI .B : « L'homme, l'architecture et le climat » Edition Le Moniteur, Paris 1978 p 285.
18. GIVONI.B: « *Performance and applicability of passive and low energy cooling systems* » Energy and building vol.17, 1991, pp177-199.
19. Hamel khalissa, « *Confort Thermique* », Département d'architectur de l'université de Biskra, Master 1 Architectur et Environement, Cours N° 1.
20. Homéotherme : dont la température centrale est constate et reste indépendante de celle du milieu extérieur.
21. Impact de la végétation grimpante sur le confort hygrothermique estival du bâtiment cas du climat semi-aride, mémoire pour l'obtention du diplôme de magistère option : architecture bioclimatique.

22. Izard,J-L.kaçala,O, « le diagramme bioclimatiique envirobat-méditerranée, laboratoire abc,esnamarseille,2008 »,à partir du sit [http:// www.marseille .archi.fr/izard/~é.2008](http://www.marseille.archi.fr/izard/~é.2008).consulté le 1/1/2015.
23. IZARD.J.L : « Architectures d'été/Construire pour le confort d'été ». Editions : Edisud, 1993. p 63.
24. Julien Berger, Contribution à la modélisation hygrothermique des bâtiments: application des méthodes de réduction de modèle, 7 Mar 2015, VOL 209, P 39.
25. JUSSELME, Thomas.2009. Simulations numériques & Architecture.exNdo - ingénierie d'éco-conception. [Enligne].1p.
26. KHELFALLAH, Shéhérazade. 2008. *conceptualisation de la lumière : une approche pour la réinvention et la perception des espaces de culte « recherche et action au sein de la mosquée Bilal ibn Rabah à Jijel »*.268. Mémoire de magistère. Architecture. Université de Jijel.
27. LAVIGNE. Pierre et al, Architecture climatique une contrition au développement durable Tome 1 Base Physiques Aix-en- Provence : EDITION EDISUD, 1994, p 57.
28. LAVIGNE.P et al : « *l'architecture climatique : une contribution au développement durable. tome 2 :concepts et dispositifs* » EDISUD Aix en Provence France, 1998. p16
29. LES PROBLEMES D'HUMIDITE DANS LA MAISON ;– OCTOBRE '09;vol 7, p 1.
30. Liébard, A. et De Herde, A.2005. Op.cit.p.29, in thèses de Mr. MAZARI. Mohammed, « Etude et évaluation du confort thermique des bâtiments à caractère public » Mémoire de magister en architecture, Septembre 2012. p 7.
31. MAZOUZ. Said, Eléments de conception architecturale, Alger: Edition O.P.U, Juillet 2004, p176-177.

32. Mat Santamouris (Ed), Environnemental design of urbain buildings : An Integrated Approach, Earthscan, London,UK, 2006.
33. Ministry for the Environment, Passive Solar Design Guidance, Wellington, New Zealand, 2008.
34. Michael. B et al, Green Building – Guidebook for Sustainable Architecture, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010.
35. Mr. Belbachir Mohamed Elamine , Melle. Benmerah Chahrazed , Le boulevard maritime : a la recherche de la qualité d'espace urbaine et une identité d'une ville côtière , 2013-2014 ,vol 142 , p 10 .
36. Nicol F, Humphreys M, « *Derivation of the adaptive equations for thermal comfort in free-running buildings in European standardcite* » cite in grignon-Masse,L 2010, p16.
37. Nohagamal «La notion de confort thermique: entre modernisme et contemporain » Ecole Nationale Supérieur d'Architecture de Grenoble. 03/12/2010, p2.
38. Référentiel technique de certification "Bâtiments Tertiaires - Démarche HQE® " Bureau et Enseignement - Partie III : QEB
39. Richieri, Fabrice. « *Développement et paramétrage de contrôleurs d'ambiance multicritères*» thèse soutenue à L'institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 2008.p 302.
40. Saed RAJI. Caractérisation hygrothermique, , par une approche multi échelle, d'une construction en bois massif en vue d'amélioration énergétique et de valorisation environnementale , 21 décembre 2006,vol 211, p 55 .
41. Sihem GUERNOUTI – CETE Ouest ; L'humidité dans les bâtiments ; octobre 2008 ; vol 43 ; p 17.
42. Station météorologique de Jijel, (1999-2008), consulté le 1mai 2015.
43. TERI et TVPL, Environnemental Building Guidelines for Greater Hyderabad, 2010.

44. Thierry. S, « Architecture solaire et conception climatique des bâtiments Site Internet », Architecture et énergies renouvelables" réalisé par l'Agence Méditerranéenne de l'Environnement (AME) et l'Ordre des Architectes du Languedoc-Roussillon, 25/05/2000.
45. Tomasini François / Etudiant ETC 3ème année ; L'humidité dans les bâtiments ; Décembre 2010 ; vol 6 ; P1.
46. Visitsak. S, An évaluation of the bioclimatic chart for classifying design strategies for a thermostatically controlled residence in selected climates, Thèse de doctorat, Texas A&M University, 2007, P.30.

Sites internet :

www.testo.fr

www.ccq.gouv.qc.ca, page consulté le 26/04/2016.

www.testo.fr, page consulté le 25/04/2016.

Groupe ABC : « ProtecSolWeb »,

<http://www.marseille.archi.fr/~abc/Textes/ProtecSolWeb.PDF>

<http://hmf.enseiht.fr/travaux/bei/beiep/content/temperature-parois>

http://audience.cerma.archi.fr/cerma/pageweb/theorie/solaire/rayon_solaire.html (page consultée le 12-06-2007)

<https://www.rachatducredit.com/definition-batiment-public-9899.html>

<https://fr.slideshare.net/bibaarchitecte/les-equipements-publiques>

<https://www.anticimex.com/fr-BE/traitement-humidite-et-merule/humidite/probleme-dhumidite/>

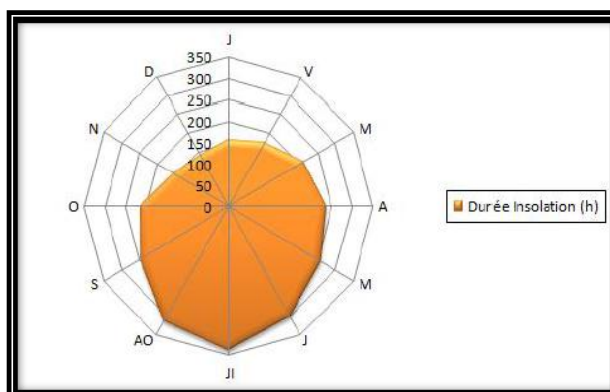
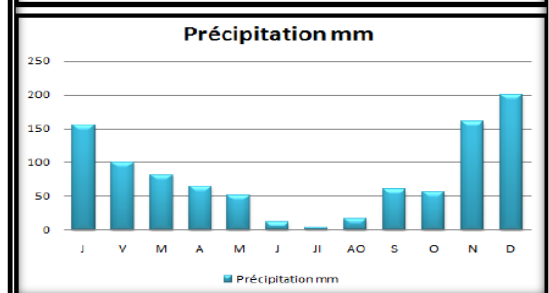
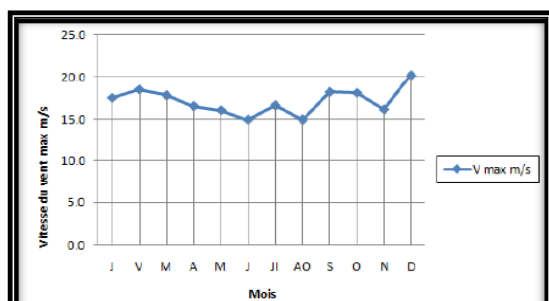
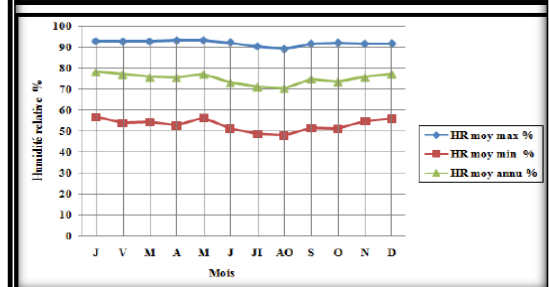
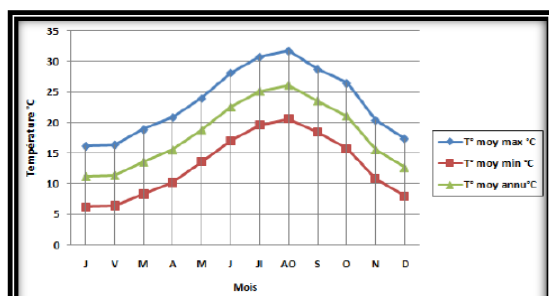
http://www.exndo.com/_media/studio:formations:exndo_simulations_et_architecture.pdf?id=studio:telecharge:3-formations (page consulté le 25/04/2016).

www.elmoudjahid.dz

<https://www.agro-agri.fr>

www.doubs.equipement-agriculture.gouv.fr

Annexe I



Données climatiques mensuelles de Jijel – Altitude 8 m, Latitude 36°48', Longitude 5° E 7

Température :

Tmoy max = 31.8°C - Aout
Tmoy min = 6.2 °C – Janvier

Humidité :

HR moy max = 93.3 % - Mai
HR moy min = 51.1 % - Octobre

Vents :

V moy max = 20.3 m/s

Précipitations :

Précip. Max = 200.6 mm

Durée d'Insolation:

Durée Ins. Moy max= 339.1 h - Juillet
Durée Ins. Moy min= 138.67 h – Déc.

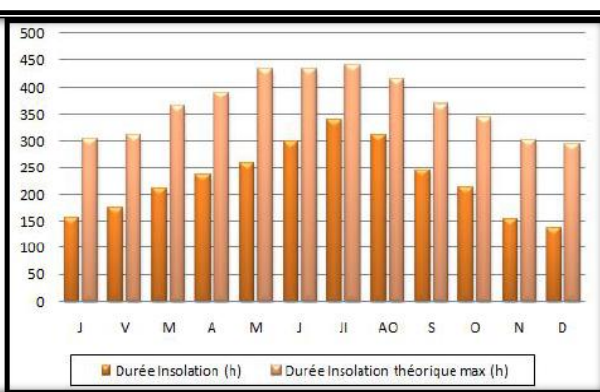


Figure 1: Les diagrammes des données climatiques de la ville de Jijel

⁶² Station météorologique de Jijel, (1999-2008), consulté le 1 mai 2015.

La rose des vents de Jijel

D'après la rose des vents établie par les services spécialisés de la station météorologique de Jijel durant la période du 01 janvier 1999 au 31 décembre 2008, on peut déduire :

- Les vents dominants de l'hiver sont de direction N à O.

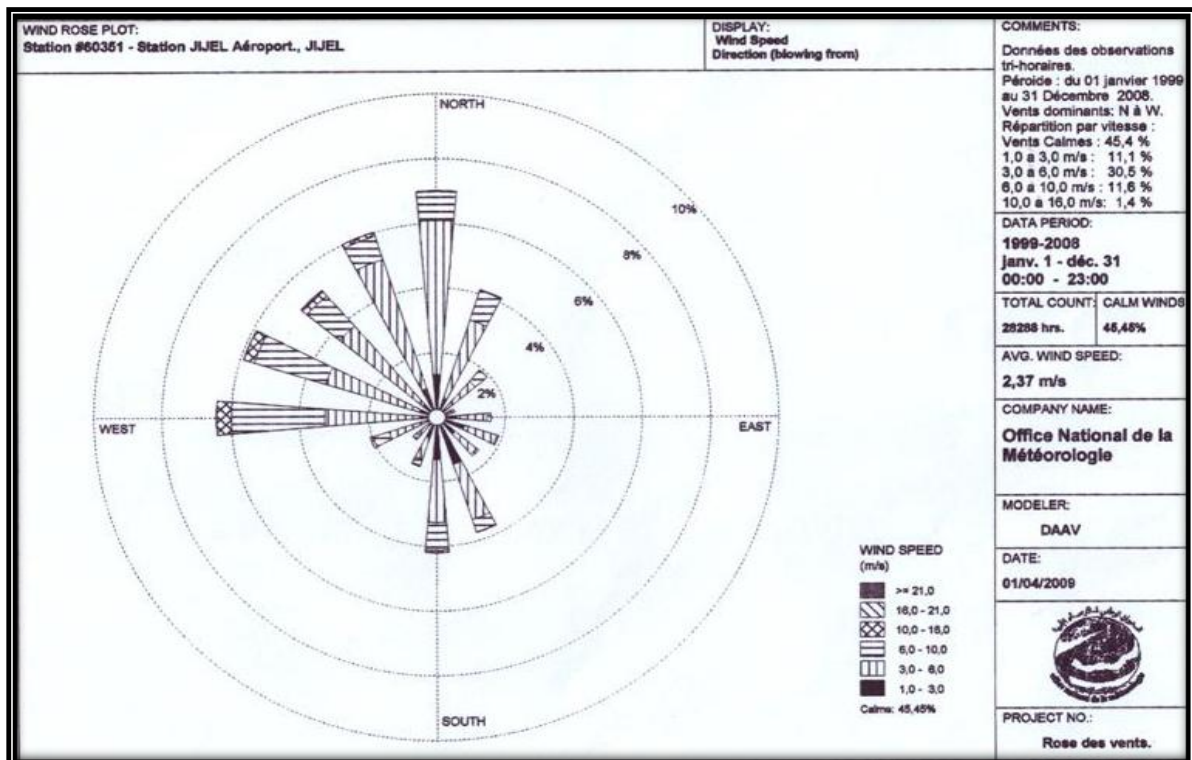


Figure 2: La rose des vents annuelle 1999 – 2008 relevée à la station météorologique de Jijel

Résumé :

Dans les villes côtières on recherche dans les bâtiments des conditions d'ambiance proches de celles de l'extérieur. C'est à dire qu'on recherche des conditions de confort identiques à celles ressenties par un individu, à l'ombre sous une brise légère. Pour cela on favorise les protections solaires, et une ventilation permanente.

L'amélioration de la qualité de l'air, et l'allongement de durée de vie de la construction, préservation de la biodiversité et aussi l'amélioration des conditions climatiques. Elle peut être des stratégies pour l'évaluation de la performance hygrothermique des bâtiments et diminue les besoins en climatisation, refroidissement et de chauffage. L'objectif de notre recherche consiste à améliorer le confort hygrothermique des bâtiments par l'application des conceptions sur le bâtiment. A cet effet, deux espaces l'une orienté vers le nord et l'autre vers le sud dans un climat méditerranéen. Deux campagnes de mesures sont effectués sur les deux espaces concernant deux paramètres ; température d'air ambiant et d'humidité relative. Les résultats de cette étude ont prouvé que le bon choix de l'orientation ; vers le sud fournie une performance hygrothermique acceptable par rapport à l'autre orientation, et améliore le confort hygrothermique des bâtiments.

Mots clés :

Le confort hygrométrique, climat humide, ville côtière, humidité relative.

Summary:

In coastal cities buildings are searched for ambient conditions close to those outside. That is to say that we seek comfort conditions identical to those felt by an individual, in the shade under a light breeze. For this we favor sun protection, and permanent ventilation. Improving air quality, and extending the life of the building, preserving biodiversity and also improving weather conditions. It can be strategies for evaluating the hygrothermal performance of buildings and decreases the need for air conditioning, cooling and heating. The goal of our research is to improve the hygrothermal comfort of buildings through the application of building designs. For this purpose, two spaces, one facing north and one facing south in a Mediterranean climate. Two sets of measurements are made on the two spaces concerning two parameters; ambient air temperature and relative humidity. The results of this study proved that the right choice of orientation; to the south provides acceptable hygrothermal performance relative to the other orientation, and improves the hygrothermal comfort of the buildings.

Key words :

Hygrometric comfort , humid climate , coastal town , relative humidity .

ملخص:

في المدن الساحلية يتم تفتيش المباني عن الظروف المحيطة القريبة من تلك الموجودة بالخارج. وهذا يعني أننا نسعى لظروف راحة مماثلة لتلك التي يشعر بها الفرد ، في الظل تحت نسيم خفيف. لهذا نحن نفضل حماية الشمس ، والتهوية الدائمة. تحسين نوعية الهواء ، وإطالة عمر المبنى ، والحفاظ على التنوع البيولوجي وتحسين الظروف الجوية. يمكن أن تكون استراتيجيات لتقييم أداء الرطوبة الحرارية للمباني وتقليل الحاجة إلى تكييف الهواء والتبريد والتدفئة. الهدف من بحثنا هو تحسين مستوى الرطوبة الحرارية للمباني من خلال تطبيق تصاميم البناء. لهذا الغرض ، مكانين ، واحد يواجه الشمال وواحد يواجه الجنوب في مناخ البحر الأبيض المتوسط. يتم إجراء مجموعتين من القياسات على المساحتين المتعلقتين بمعلمتين ؛ درجة حرارة الهواء المحيط والرطوبة النسبية. أثبتت نتائج هذه الدراسة أن الاختيار الصحيح للتوجيه. إلى الجنوب يوفر أداءً مقبولاً للرطوبة بالنسبة إلى الاتجاه الآخر ، ويحسن من الرطوبة الحرارية في المباني.

الكلمات المفتاحية: الراحة حرارية ورطوبة , مناخ رطب , مدينة ساحلية , الرطوبة النسبية.