

Département d'Architecture



Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de :

MASTER ACADEMIQUE

Filière :

ARCHITECTURE

Spécialité :

ARCHITECTURE

Présenté par :

Asmaâ KIROUANE

THÈME :

**L'IMPACT DE LA VENTILATION NATURELLE SUR
LA CONSOMMATION ENERGETIQUE
DANS LE BATIMENT COLLECTIF EN ALGERIE**

Date de la Soutenance : Novembre 2020

Composition du Jury :

Tarik ROUIDI

Djenette LAOUAR

Larbi BOUTAOUTAOU

MAA, Université Mohamed Seddik BENYAHIA- Jijel, Président du jury.

MAA, Université Mohamed Seddik BENYAHIA- Jijel, Directeur de mémoire.

MAA, Université Mohamed Seddik BENYAHIA- Jijel, Membre du Jury.

DEDICACES

Avec profonde gratitude et sincérité, je voudrais dédier ce modeste travail aux gens cités ci-après :

A mon adorable mère qui a constamment consacré son existence pour illuminer ma vie par ses sobriété, conseils judicieux, son soutien moral et son amour maternel instinctif que j'espère être à la hauteur de ses aspirations. Que dieu lui procure longue vie, bonheur et quiétude.

A mon grand-père, pour sa patience et soucis de tendresse et pour tout ce qu'il a fait pour que je puisse arriver à ce stade.

A la mémoire de ma grand-mère, que dieu ait son âme dans son vaste paradis. Amine

A mon cher frère ainsi que mes oncles maternels, pour leurs aides et soutien moral.

A mes tentes, pour leur affection et soutien.

A ma cousine HADJER, âme sœur qui incarne le reflet de ma personnalité et qui m'a assisté aux moments difficiles et remonté le moral lorsque ma détermination flanchait.

A ma chère MANEL, ma conseillère et amie fidèle qui m'a pris par la main pour traverser ensemble des épreuves pénibles.

A la personne qui a toujours cru en moi et m'a beaucoup aidé lors de la rédaction du mémoire, il n'a pas voulu mentionner son nom mais mon cœur a refusé de ne pas le mentionner.

A la mémoire de mon professeur SAMAI Mustafa, que dieu le garde dans ses paradis.

A mes collègues de la promotion.

REMERCIEMENTS

Le présent travail est le couronnement d'un dur labeur et de beaucoup de sacrifices. Mes remerciements sont alloués de prime abord à Dieu le tout puissant et miséricordieux pour m'avoir guidée dans la bonne voie et donné la force et la volonté d'achever ce travail.

Mon immense gratitude est accordée à mon encadreur en l'occurrence Mme LAOUAR Djenette qui m'a encouragé à mieux terminer ce travail, et ce, avec ses valeureuse et pertinentes remarques ainsi qu'avec son expérience pédagogique.

Un grand remerciement est attribué également à tous les enseignants exerçant au niveau des universités Ferhat Abbas 1 – Sétif et Seddik BENYAHIA – Jijel pour leur aide, support et conseils.

Ainsi qu'aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail en acceptant de l'examiner et de l'enrichir par leurs propositions et orientations.

Ma grande gratitude touchera toutes les personnes ayant souffert de près ou de loin de mon insatiable demande de secours pour de plus ample informations en vue d'enrichir mon travail.

Mon micro-portable a été aussi un accompagnons fidèle tout le long de mon mémoire, un outil rentable et efficace. Les restaurants fast-food ont été également pour beaucoup dans ma quiétude et soutien moral et psychique.

Je cite au passage les envieuses gens qui m'ont procuré plutôt de la volonté et de l'enthousiasme.

Enfin, je remercie toutes les personnes que j'ai croisées tout au long de mes recherches.

TABLE DES MATIERES

Dédicaces	
Remerciements	
Tables des matières.....	i
Liste des figures.....	vi
Listes des tableaux.....	ix
Liste des graphes.....	x

CHAPITRE INTRODUCTIF

Introduction.....	1
Motivation choix du sujet.....	3
Problématique.....	4
Hypothèse.....	5
Objectifs.....	6
Méthode de recherche.....	6
Structure de mémoire.....	7

CHAPITRE I : ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE ET CONSOMMATION ENERGETIQUE

Introduction.....	10
I- L'architecture bioclimatique.....	11
I-1- Définition.....	11
I-2- Aperçu historique.....	12
I-3- Les objectifs de l'architecture bioclimatique.....	12
I-4- Les stratégies de l'architecture bioclimatique.....	13
I-4-1- La stratégie du chaud.....	13
I-4-2- La stratégie du froid.....	13
I-5- Les principes de base.....	14
I-5-1- L'implantation.....	14
I-5-2- L'orientation.....	14
I-5-3- La forme du bâtiment.....	15
I-5-4- Les parois performantes.....	16

I-6-	Les techniques bioclimatiques spécifiques.....	17
I-6-1-	Serre bioclimatique (véranda)	17
I-6-2-	Mur capteur ou mur trombe.....	17
I-6-3-	Le puits canadien.....	18
I-6-4-	La ventilation.....	18
II-	La consommation énergétique.....	19
II-1-	Définition de l'énergie.....	19
II-2-	Energie renouvelables.....	19
II-3-	La politique énergétique en Algérie.....	20
II-3-1-	La consommation finale.....	20
II-3-2-	La consommation d'énergie par secteur d'activité.....	22
II-3-3-	La consommation d'énergie dans le secteur du bâtiment.....	23
II-4-	L'efficacité énergétique.....	24
II-4-1-	Définition de l'efficacité énergétique.....	25
II-4-2-	La démarche d'amélioration de l'efficacité énergétique.....	25
II-4-3-	Les étapes d'amélioration de l'efficacité énergétique.....	26
II-5-	La politique de développement des énergies renouvelables et d'efficacité énergétique en Algérie.....	27
II-5-1-	Programme d'efficacité énergétique.....	27
II-5-2-	Programme des énergies renouvelables.....	28
Conclusion.....		29

CHAPITRE II : VENTILATION ET VENTILATION NATURELLE

Introduction.....		32
I-	La ventilation.....	33
I-1-	Définition : ventilation / aération.....	33
I-2-	Le rôle de la ventilation.....	33
I-3-	Disposition nécessaire pour une ventilation fiable.....	34
I-4-	Caractéristiques de ventilation.....	34
I-5-	Comment ventiler?	34
I-5-1-	Principe de base.....	34
I-5-2-	Les différents systèmes de ventilation.....	35
II-	La ventilation naturelle.....	37
II-1-	Définition.	37
II-2-	Le mécanisme de la ventilation naturelle.....	37

II-2- 1- La pression du vent.	37
II-2- 2- Effets thermique (Le tirage).	38
II-3- L'intérêt de la ventilation naturelle.	38
II-4- Les stratégies de la ventilation naturelle.....	39
II-4-1- La ventilation naturelle transversale.....	39
II-4-1-1 Principe de fonctionnement.....	39
II-4-1-2- L'impact des ouvertures sur la ventilation.....	41
II-4-2- La ventilation mono façade.....	42
II-4-3- La ventilation par tirage d'air (effet de cheminée)	42
II-5- Les stratégies passive de la ventilation naturelle.....	43
II-5-1- Puits canadien / puits provençal.....	43
II-5-1-1- Définition.....	43
II-5-1-2- Principe de fonctionnement.....	43
II-5-1-3- Composants du puits.....	43
II-5-2- Façade double peau	44
II-5-2-1- Définition.....	44
II-5-2-2- Mode de ventilation de la cavité.....	44
II-5-3- L'atrium	45
II-5-3-1- Définition.....	45
II-5-3-2- Typologie morphologique des atriums.....	45
II-5-3-3- Principe de fonctionnement.....	46
II-5-4- La cheminée solaire.....	47
II-5-4-1- Définition.....	47
II-5-4-2- Principe de fonctionnement.....	47
II-5-4-3- Composants de base d'une cheminée solaire.....	48
II-5-4-4- Modes d'opération d'une cheminée solaire.....	48
II-5-5- Le tour à vent.....	49
II-5-5-1- Définition.....	49
II-5-5-2- Principe de fonctionnement.....	49
Conclusion.....	50
CHAPITRE III : VENTILATION NATURELLE ET CONFORT THERMIQUE	
Introduction.....	52
I- La ventilation naturelle et le confort thermique.....	52
I-1- Définition du confort thermique	52

I-2-	La ventilation naturelle et le confort thermique.....	52
I-2-1-	Effet de la ventilation naturelle sur l’ambiance intérieure	52
I-2-2-	Effet de la ventilation sur la vitesse moyenne de l’air.....	53
I-2-3-	Effet de la ventilation sur la zone de confort thermique.....	53
II-	Etude des exemples.....	54
II-1-	Exemple : Lycée CHARLES DE GAULLE DE Damas	54
II-1-1-	Fiche technique	54
II-1-2-	Description du projet.....	54
II-1-3-	Système de construction.....	56
II-1-4-	Système de ventilation et de refroidissement passif.....	57
II-2-	Exemple : Lycée CHARLES DE GAULLE DE Damas	59
II-2-1-	Fiche technique	59
II-2-2-	Description du projet.....	59
II-2-3-	Système de construction.....	62
II-2-4-	Système de ventilation et de refroidissement passif.....	63
Conclusion.....		65

CHAPITRE IV : SYSTEME DE VENTILATION NATURELLE : ETUDE ET SIMULATION D’UN HABITAT COLLECTIF.

Introduction.....		67
I-	Présentation de la ville de Jijel.....	67
I-1-	Analyse du contexte climatique.....	67
I-1-1-	Température.....	67
I-1-2-	Précipitation.....	68
I-1-3-	Humidité.....	68
I-1-4-	Vitesse du vent.....	69
I-1-5-	Rayonnement solaire.....	69
II-	Présentation du cas d’étude dans son contexte.....	70
III-	Présentation de l’échantillon choisi.....	72
III-1-	Les différents éléments de construction du logement.....	73
IV-	Présentation de la méthode d’investigation.....	74
IV-1-	L’objectif de l’étude.....	74
IV-2-	Les conditions et les scénarios de l’étude.....	74
IV-3-	Présentation des logiciels utilisés.....	75
V-	Description et principe de fonctionnement du système étudié.....	75
VI-	Analyse et interprétation des résultats d’ECOTECH.....	78

Conclusion.....	81
CONCLUSION GENERALE.....	82
BIBLIOGRAPHIE.....	85
ANNEXE.....	i
Résumé.....	vi
Abstract.....	vii
المخلص	viii

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I : ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE ET CONSOMMATION

ENERGETIQUE

Figure I-01 : Les éléments de base de l'architecture bioclimatique	11
Figure I-02 : La stratégie du chaud en hiver	13
Figure I-03 : La stratégie du froid en été	13
Figure I-04 : Zoning des différents espaces d'une maison en fonction de l'orientation	15
Figure I-05 : L'impact de la forme du bâtiment sur les déperditions thermiques.....	16
Figure I-06 : Principe de fonctionnement d'une serre bioclimatique	17
Figure I-07 : Principe de fonctionnement d'un mur capteur	17
Figure I-08 : Principe de fonctionnement d'un puits canadien	18
Figure I-09 : Système de ventilation	18
Figure I-10 : La démarche d'amélioration de l'efficacité énergétique.....	25
Figure I-11 : Les leviers de l'efficacité énergétique.....	26
Figure I-12 : le programme de développement des énergies renouvelables.....	29

CHAPITRE II : VENTILATION ET VENTILATION NATURELLE

Figure II-01 : Les principes de base de la ventilation.	34
Figure II-02 : Action du vent sur le bâtiment.	37
Figure II-03 : Effet du tirage thermique dans le bâtiment.	38
Figure II-04 : les pressions dues au vent sur le bâtiment.	39
Figure II-05 : Le principe de la ventilation transversale via des ouvertures de façade opposée.....	39
Figure II-06 : L'unité d'habitation du Corbusier.	40
Figure II-07 : Les trois fenêtres Marseillaises.	40
Figure II-08 : La ventilation naturelle mono-façade.	42
Figure II-09 : Le principe de la ventilation transversale par tirage thermique (effet cheminée).	42
Figure II-10 : Le principe de fonctionnement d'un puits canadien.....	43
Figure II-11 : Le principe de ventilation d'un atrium en hiver.	46
Figure II-12 : Le principe de ventilation d'un atrium en été.....	46

Figure II-13 : Le principe de fonctionnement de la ventilation d'une cheminée solaire.....	47
Figure II-14 : Les éléments de base d'une la cheminée solaire.	48
Figure II-15 : Les modes d'opération de la cheminée solaire.	48
Figure II-16 : Le principe de fonctionnement de la tour à vent.	49

CHAPITRE III : VENTILATION NATURELLE ET CONFORT THERMIQUE

Figure III-01 : La cour du lycée Charles de gaulle de damas.	54
Figure III-02 : Vue en plan du lycée Charles de gaulle de damas.	54
Figure III-03 : Vue en plan du rez-de-chaussée et 1 ^{er} étage du lycée.	55
Figure III-04 : La disposition des salles de classe par rapport aux patios.	55
Figure III-05 : La composition d'un mur des salles de classes.	56
Figure III-06 : L'emplacement des cheminées solaires aux toits des classes.	56
Figure III-07 : Le système de ventilation et de rafraîchissement des salles.	57
Figure III-08 : Une bouche d'air en bas de mur.	57
Figure III-09 : Ventilation en régime de journée.	58
Figure III-10 : Ventilation en régime de nuit, basé sur l'inertie de la cheminée et des dalles béton.	58
Figure III-11 : Le nouveau siège social de Manitoba Hydro.	59
Figure III-12 : La situation du siège Manitoba Hydro au centre-ville.	59
Figure III-13 : La composition du projet.	60
Figure III-14 : La cheminée solaire et la zone de captage.	60
Figure III-15 : Vue au rez-de-chaussée en montrant les entrées Nord et Sud et vue en 3D.	61
Figure III-16 : Le podium de trois étages et la galerie publique.....	61
Figure III-17 : Vue en plan des tours et la coupe passe par les atriums Nord et Sud.	62
Figure III-18 : La composition des façades Sud et Ouest des tours.....	62
Figure III-19 : Le système de ventilation, de refroidissement passif et de chauffage du nouveau siège social de Manitoba Hydro.....	63
Figure III-20 : Diagramme du fonctionnement climatique du bâtiment : Coupe Nord-Sud passe par la cheminée solaire et les atriums.....	64
Figure III-21 : Le régime de la ventilation naturelle par rapport aux doubles façades Est et Ouest.....	65

CHAPITRE IV : SYSTEME DE VENTILATION NATURELLE : ETUDE ET SIMULATION D'UN HABITAT COLLECTIF.

Figure IV-01 : La température mensuelle moyenne.....	67
Figure IV-02 : La quantité de pluie mensuelle moyenne.....	68
Figure IV-03 : Le pourcentage de temps passé dans divers niveaux de confort selon l'humidité.....	68
Figure IV-04 : Les vitesses des vents moyens horaires.....	69
Figure IV-05 : Le rayonnement solaire en ondes courtes quotidien moyen.....	69
Figure IV-06 : Vue en plan de situation de notre cas d'étude.....	70
Figure IV-07 : Vue en plan de masse des quatre blocs.....	70
Figure IV-08 : Vue en plan RDC.....	71
Figure IV-09 : Façade principale de deux blocs adjacentes.....	72
Figure IV-10 : Façade urbaine.....	72
Figure IV-11 : Vue en plan de l'appartement choisi pour l'étude.....	72
Figure IV-12 : Caractéristiques des différentes couches d'un mur extérieure (épaisseur 30 cm).....	73
Figure IV-13 : Caractéristiques des différentes couches d'un mur intérieure (épaisseur 10 cm).....	73
Figure IV-14 : Caractéristiques des différentes couches de la dalle.....	73
Figure IV-15 : Système de ventilation appliqué.....	75
Figure IV-16 : Principe de fonctionnement de la ventilation pendant la journée.....	77
Figure IV-17 : Principe de fonctionnement de la ventilation durant la nuit.....	77

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE I : L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE ET LA CONSOMMATION ENERGETIQUE

Tableau I-01 : Elément d'analyse pour localiser un bâtiment bioclimatique	14
Tableau I-02 : La consommation finale d'énergie en Algérie.	21
Tableau I-03 : La consommation d'énergie par secteurs.....	22

CHAPITRE II : LA VENTILATION ET LA VENTILATION NATURELLE

Tableau II-01 : Système A : Evacuation et apport d'air naturels (ventilation naturelle)	35
Tableau II-02 : Système B : Evacuation d'air naturelle et apport d'air mécanique (ventilation simple flux par insufflation)	35
Tableau II-03 : Système C : Apport d'air naturel et évacuation d'air mécanique (ventilation simple flux par extraction)	36
Tableau II-04 : Système D : Evacuation et apport d'air mécaniques (Ventilation double flux).....	36
Tableau II-05 : L'impact des ouvertures sur le fonctionnement de la ventilation.....	41
Tableau II-06 : Modes de ventilation d'une façade double peau.....	44
Tableau II-07 : les différentes formes d'un atrium.....	45

CHAPITRE IV : SYSTEME DE VENTILATION NATURELLE : ETUDE ET SIMULATION D'UN HABITAT COLLECTIF.

Tableau IV-01 : Les surfaces des pièces des appartements en m ²	71
Tableau IV-02 : Description des différents composants du système étudié.....	76

LISTE DES GRAPHES

CHAPITRE I : L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE ET LA CONSOMMATION ENERGETIQUE

Graphe I-01 : La consommation finale d'énergie en Algérie.....	21
Graphe I-02 : La consommation d'énergie par secteurs.....	23
Graphe I-03 : La consommation d'énergie des ménages en Algérie 2018-2019.....	24

CHAPITRE IV : SYSTEME DE VENTILATION NATURELLE : ETUDE ET SIMULATION D'UN HABITAT COLLECTIF.

Graphe IV-01 : Distribution de la température annuelle.....	78
Graphe IV-02 : Différence entre la température intérieure et extérieur dans le séjour en 21 juillet en cas actuel et amélioré.....	78
Graphe IV-03 : Différence entre la température intérieure et extérieur dans la chambre 01 en 21 juillet en cas actuel et amélioré.....	79
Graphe IV-04 : Différence entre la température intérieure et extérieur dans la chambre 02 en 21 juillet en cas actuel et amélioré.....	79
Graphe IV-05 : consommation énergétique de la climatisation des différents scénarios durant l'année en KWh.....	80

CHAPITRE INTRODUCTIF

Introduction

*« L'architecture du futur construira en imitant
la nature parce que c'est la plus rationnelle,
durable et économique des méthodes ».¹*

Antonio Gaudi.

De la hutte primitive à la maison contemporaine, l'homme a toujours cherché les meilleures conditions de vie en tenant compte les aléas de son environnement, et ce, étant donné l'évolution de l'architecture, qui a connu plusieurs mutations à travers le temps et l'espace.

Chaque époque a marqué son passage par ses spécificités architecturales dont la structure et les détails constructifs sont compatibles avec les exigences du climat local, aux matériaux de construction disponibles, aussi bien que des aspects culturels et religieux. Il a été défini des styles architecturaux typiques pour fournir le confort acceptable dans l'environnement précis de chaque époque.

Avec l'évolution du mode de vie, les besoins de l'homme ne cessent d'augmenter et celui-ci a toujours essayé de développer des compétences en utilisant des machines et des technologies nouvelles qui répondent aux différentes activités économiques et industrielles, dont l'utilisation de l'énergie est massive. L'énergie est engendrée à partir des ressources fossiles brûlées tels que le bois, le charbon, le pétrole, le gaz...etc qui contribuent dans la production des gaz à effet de serre. Ces derniers provoquent un déséquilibre dans l'écosystème qui entraîne une transformation et un réchauffement climatique.

Le réchauffement climatique induit une augmentation de la fréquence des phénomènes météorologiques, et ce, du fait de la chaleur ressentie et la modification des équilibres de l'écosystème. Aussi, parle-t-on souvent du réchauffement climatique dit " d'origine anthropique" autrement dit causé par des activités humaines, qui ont des conséquences très rapides sur l'environnement en menaçant les écosystèmes souvent fragiles. Alors que le changement climatique naturel s'effectue pendant des siècles induisant une certaine acclimatation des espèces animales et végétales.

¹ La Prime Energie, Les travaux, Isolation-chauffage-programmation-retrouvez ci-dessous les principaux travaux de rénovation, Tout savoir sur les bâtiments biomimétiques. <https://www.laprimeenergie.fr/les-travaux/les-travaux-deconomies-denergie/batiments-biomimetiques> (Page consultée le 14/05/2020).

La lutte contre le changement climatique est un thème de recherche d'actualité dont le souci majeur (de la communauté internationale) est la protection de l'environnement, schématisée par la signature du Protocole de Kyoto en 1997 visant la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans les différents secteurs de vie. Pour cela, il est obligatoire d'adapter notre mode de vie à la notion de l'architecture bioclimatique visant de l'intégration du bâtiment dans son milieu environnemental, et ce, en se basant sur des stratégies passives, dans le but d'optimiser l'utilisation des ressources fossiles et de réduire le plus possible les consommations énergétiques en tenant compte du bien-être des occupants.

Les observations dans le monde entier, montrent que la consommation d'énergie ne cesse d'augmenter d'une façon accrue, et d'énormes quantités d'énergie primaire sont gaspillées. Cette augmentation résulte essentiellement de la production d'énergie à partir des ressources fossiles, qui donnent lieu à des émissions de gaz à effet de serre, responsables de l'accroissement avéré de la pollution et par conséquent du changement climatique. L'augmentation de la consommation énergétique est engendrée également par la conception inefficace et non étudiée des bâtiments qui représentent le secteur le plus énergivore.

En raison de ces conséquences néfastes ainsi que l'augmentation excessive de la demande en énergie, il est devenu indispensable de trouver des solutions permettant une bonne économie d'énergie en tenant compte du confort thermique au profit des occupants.

En Algérie, la consommation finale d'énergie a enregistré une évolution de 71,88% entre 2008 et 2019. Autant que l'homme passe un bon moment à l'intérieur du bâtiment, il a besoin de beaucoup d'énergie pour atteindre son confort. Les statistiques montrent que le secteur des bâtiments engrange plus de 40% de la consommation globale nationale.²

La situation énergétique nationale a permis à l'état Algérien de lancer un programme ambitieux de développement des énergies renouvelables et d'efficacité énergétique, qui consiste à utiliser de nouveaux postulats, notamment des nouvelles techniques et des nouvelles ressources tels que l'énergie ; solaire, éolienne, géothermique...etc en gardant les mêmes conditions du confort tout en exploitant le moins possible de l'énergie.

Ledit confort est subordonné à l'action coordonnée de deux paramètres principaux, la température et la vitesse de l'air. En effet, afin d'atteindre une bonne circulation d'air intérieur en assurant une bonne qualité de vie, il est plus fréquent d'avoir recours aux

² CHENAK, A. (2009). « Efficacité énergétique dans le bâtiment; projet pilote Med-Enec ». Revue des énergies renouvelables, Bulletin semestriel, [En ligne], p (15-16). <http://udes.cder.dz/> (Page consultée le 02/03/2020).

systèmes de conditionnement d'air, qui sont très consommateurs d'énergie induisant des problèmes d'entretien, d'approvisionnement, un accroissement permanent des coûts ainsi, qu'une contribution sensible à la pollution de l'environnement et au phénomène de réchauffement climatique. Afin de réguler le climat intérieur d'un bâtiment sans apport d'énergie, on a fait recours à l'utilisation de la méthode des déplacements naturels de l'air, autrement-dit la ventilation naturelle.

La ventilation naturelle est un procédé déjà utilisé dans l'architecture traditionnelle, une démarche environnementale et économique basée sur l'exploitation d'une ressource naturelle, gratuite et disponible en permanence ayant pour but de contrôler la circulation de l'air à l'intérieur du bâtiment, en reposant sur l'action de différence de pression dû au vent ou bien la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur. Le facteur qui diffère les types et les systèmes de la ventilation naturelle est la position stratégique des ouvertures pour l'entrée et la sortie de l'air les unes par rapport aux autres.

L'apport le plus important de la ventilation naturelle est la sensation du confort par les occupants en se conformant à des exigences d'hygiène qui consiste à créer des ambiances saines et de maintenir une bonne qualité de l'air intérieur, en remplaçant l'air vicié des diverses sources de pollutions (cuisine, sanitaires, atelier...etc.), par de l'air frais, ainsi d'éviter tout condensation de la vapeur d'eau sur les parois qui pourrait être source de détérioration du bâtiment.

Avec tous ces bénéfices de la ventilation naturelle et à cause de l'utilisation massive des énergies classique, ainsi l'augmentation des prix, il est devenu indispensable de concevoir des bâtiments de façon respectueuse de l'environnement en profitant de cette source naturelle, durable et non polluante sans recours aux systèmes de climatisation classique énergétique. C'est dans cette optique que notre travail tente de s'inscrire.

Motivation du choix du sujet

Le thème abordé relève des recherches d'actualité, il intervient en vue d'étudier et résoudre la problématique du confort humain par rapport à son environnement. L'architecture moderne se veut être un outil essentiel et efficace pour atteindre des habitats répondant aux exigences des aspirations humaines, pour une vie meilleure tout en tenant compte de son environnement avec une consommation d'énergie plus ou moins moindre. Le choix du sujet est, par conséquent, motivé par ce qui suit :

En vue de rationaliser l'utilisation de l'énergie, il conviendrait de mettre en place des installations de façon à consommer le moins possible d'énergie, tout en construisant des

bâtiments capables d'assurer un environnement thermique confortable durant toutes les saisons, et ce, grâce à l'usage du procédé de la ventilation naturelle. Son rôle consiste à ce qui suit :

- Assurer une bonne qualité d'air à l'intérieur tout en éliminant les pollutions.
- Assurer une meilleure solution d'éliminer le syndrome du bâtiment mal ventilé.
- Eviter toute cause qui fait dégrader l'état de bâtiment, dans le cas d'un taux d'humidité très élevé par exemple.
- Profite au maximum de la source d'énergie naturelle renouvelable pour minimiser les consommations et réduire le recours aux énergies classiques.
- Elimine les bruits liés au système de conditionnement et aux ventilateurs.

Problématique

Le contexte énergétique mondial actuel est marqué par un déséquilibre entre la production dépendante des ressources épuisables et la consommation énergétique qui va crescendo. Les énergies les plus utilisées sont celles d'origine fossiles. Ainsi, les différentes activités humaines exploitent ces ressources, rejettent les détritiques de leurs productions dans l'atmosphère induisant des impacts néfastes sur l'environnement tels que la raréfaction des ressources, l'extinction des espèces végétales et animales...etc. Parmi ces détritiques ; les émissions de gaz à effet de serre (Cause principale du réchauffement climatique planétaire).

Souvent l'homme, à travers le monde entier, place son confort au-dessus de ces besoins sans pour autant se soucier de ses économies d'énergies, ce qui induit des consommations excessives occasionnant des problèmes environnementaux.

En Algérie, l'évolution du niveau de vie et le besoin de construire se sont développés. Ce changement justifie clairement l'apparition d'une augmentation de la consommation finale depuis l'année 2002 de 20526 KTEP à 50359 KTEP en 2019. Le secteur du bâtiment implique une grande consommation d'énergie par rapport aux autres secteurs, avec une évolution de +4,97% entre 2018 et 2019.³ L'énergie est exploitée dans le bâtiment pour répondre aux exigences du confort comme le chauffage, la climatisation, la production de l'eau chaude sanitaire, l'électricité...etc. Le secteur du bâtiment, particulièrement le bâtiment collectif constitue un gisement d'économie d'énergie.

³ MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES MINES, Bilan Energétique Nationale du secteur. In site du Ministère de l'Energie et des Mines. [En ligne] <https://www.energy.gov.dz/?article=bilan-energetique-national-du-secteur> (Page consultée le 07/05/2020).

Dans le but d'éviter les différents problèmes liés à la consommation énergétique et aux émissions du gaz à effet de serre, la conception architecturale est confrontée à de nouveaux défis. De ce fait, il est obligatoire de se rabattre vers des stratégies passives, performantes et susceptibles qui prennent à l'échelle collective le besoin de protéger l'environnement et d'exploiter les ressources renouvelables, et à l'échelle individuelle de minimiser les consommations des énergies fossiles et exploiter les moyens locaux sans empiéter sur le bien-être des occupants.

Parmi les procédés passifs adaptés aux bâtiments pour réduire la consommation on a le refroidissement passif, l'éclairage naturel, l'enveloppe performante, la végétation naturelle, les cités vertes, le chauffage solaire ainsi la ventilation naturelle...etc.

La ventilation naturelle est une méthode déjà utilisée dans l'architecture des villes traditionnelles, pour aérer les pièces d'habitations en évacuant l'air polluant et apporter de l'air frais, de se protéger contre les aléas du climat ainsi de minimiser la consommation des systèmes de climatisation mécanique.

A ce propos et dans une optique bioclimatique, on doit mener une réflexion à propos de l'évolution de la situation de la ventilation naturelle dans le secteur du bâtiment qui doit se préparer à modifier son rapport aux consommations énergétiques.

Le secteur du bâtiment, particulièrement le bâtiment collectif constitue un gisement d'économie d'énergie.

A l'issue de cette problématique, les questionnements qui s'imposent et auxquels notre recherche tentera de trouver des réponses sont :

- Comment choisir les procédés de ventilation naturelle en répondant au besoin de confort dans les bâtiments collectifs ?
- La ventilation naturelle limite-t-elle le recours aux systèmes techniques de ventilation (dont le cout est onéreux) tout en assurant le bien-être intérieur ?

Hypothèses

Pour répondre aux différentes questions de recherche soulevées dans la problématique posée, on a formulé certaines hypothèses qui peuvent être confirmées ou infirmées à la fin de notre étude.

- Le choix des procédés de ventilation naturelle dépend de deux catégories de critères ; la première concerne la construction (type du bâtiment, son orientation, sa forme, ses principes architecturaux ainsi les matériaux de construction utilisés...etc.), la

deuxième concerne les conditions de la zone climatique le type du confort recherché ainsi les performances sur les besoins énergétiques dans le bâtiment.

- Utiliser l'accouplement de la cheminée solaire à un puits provençal, une stratégie passive de la ventilation naturelle qui permet de corriger les problèmes des polluants, de condensation d'eau et d'améliorer le confort intérieur et par la suite minimiser les consommations énergétiques.

Objectifs

L'architecture bioclimatique a apporté des solutions liées aux problèmes d'adaptation environnementale mais aussi, elle doit répondre aux exigences de la vie moderne, c'est-à-dire, de réviser et améliorer des systèmes durables et régénérateurs pour pouvoir répondre adéquatement aux exigences du confort thermique dans les constructions actuelles et d'avenir.

Pour une bonne maîtrise du thème abordé, on a visé les objectifs suivants :

- Découvrir les nouvelles méthodes de conception à utiliser pour assurer un confort thermique.
- Corriger les problèmes d'humidification, des polluants et d'air vicié des espaces fonctionnels dans les bâtiments collectifs, par des techniques et des stratégies de ventilation naturelle.
- D'approuver que la ventilation d'un édifice est facteur déterminant pour le confort intérieur (qualité d'air).
- Design d'un système de ventilation naturelle et le maîtriser, tout en montrant son influence sur la consommation d'énergie dans les bâtiments collectifs.
- Le bon choix de l'orientation permettre de profiter du vent naturel et par la suite avoir une ventilation intérieure adéquate.

Méthode de recherche

Afin de répondre aux différentes questions posées et vérifier la validité des hypothèses émises ainsi qu'atteindre les objectifs de la recherche, le travail est organisé comme suit :

- 1- Une recherche bibliographique et documentaire à travers les ouvrages, les revues, les thèses et les mémoires, ainsi que, les sites web concernant le thème de recherche que le contexte de l'utilisation des stratégies passives, faisant appel à la ventilation naturelle pour minimiser la consommation énergétique.
- 2- La classification des documents, consiste à catégoriser, regrouper et mettre en ordre les données récoltes. Les faits observés, étudiés ainsi qu'organisés et

regroupés sous des catégories pour faciliter la navigation, et revenir rapidement à certains documents.

- 3- Approche théorique du thème qui consiste à définir et expliquer les différents concepts ayant un rapport avec le thème étudié, ainsi que, clarifier les relations entre eux.
- 4- L'analyse d'un cas d'étude d'un bâtiment collectif.
- 5- Après une recherche conceptuelle et théorique, on développe une méthode qui s'appuie sur la modélisation et la simulation architecturale comme outil d'aide à la conception d'un système de ventilation, en estimant la consommation en matière d'énergie en utilisant les logiciels METEONORM et ECOTECT ANALYSIS 2010.

Structure du mémoire

Le présent travail de recherche s'organise comme suit :

Un chapitre introductif qu'introduira le thème de mémoire à travers la notion de l'architecture bioclimatique et l'économie d'énergie dans le bâtiment, grâce à l'utilisation de certaines technologies, et par la suite, ce thème est redéfini dans une problématique spécifique. La mise en place des hypothèses suivies par un ensemble d'objectifs et une méthode de travail constituera le fil conducteur de la recherche.

Les trois premiers chapitres sont théoriques, basées sur la compréhension des différents concepts et notion clés liés à notre recherche qui découle d'une recherche bibliographique et documentaire (livres, articles, revues, thèses...).

- Le premier chapitre est divisé en deux parties, la première est basé sur la définition de l'architecture bioclimatique, ses principes de base...etc., la deuxième est consacré pour analyser la situation énergétique en Algérie ainsi le programme des énergies renouvelables. On terminera ce chapitre par une conclusion.
- Le deuxième chapitre est basé sur la définition de la ventilation naturelle, les stratégies avec ses principes de bases ainsi que les différents procédés passives utilisées pour ventiler les espaces de telle façon qu'il rende confortable. Le chapitre terminera par une conclusion.
- Le troisième chapitre est survolé pour étudier l'interaction de la ventilation naturelle avec les paramètres affectant le confort thermique, ainsi l'analyse des exemples des constructions ventilées naturellement grâce à la cheminée solaire. Le chapitre terminera par une conclusion.

Le quatrième chapitre est consacré pour le cadre opérationnel de notre recherche. Il comprend une présentation du cas d'étude dans son contexte ainsi la présentation de l'outil d'investigation et l'analyse des résultats obtenus lors de la simulation, dont le but est d'évaluer le procédé de ventilation naturelle utilisé et son impact sur la consommation énergétique de l'appartement. Le chapitre terminera par une conclusion.

La conclusion générale expose les conclusions globales tirées de ce travail.

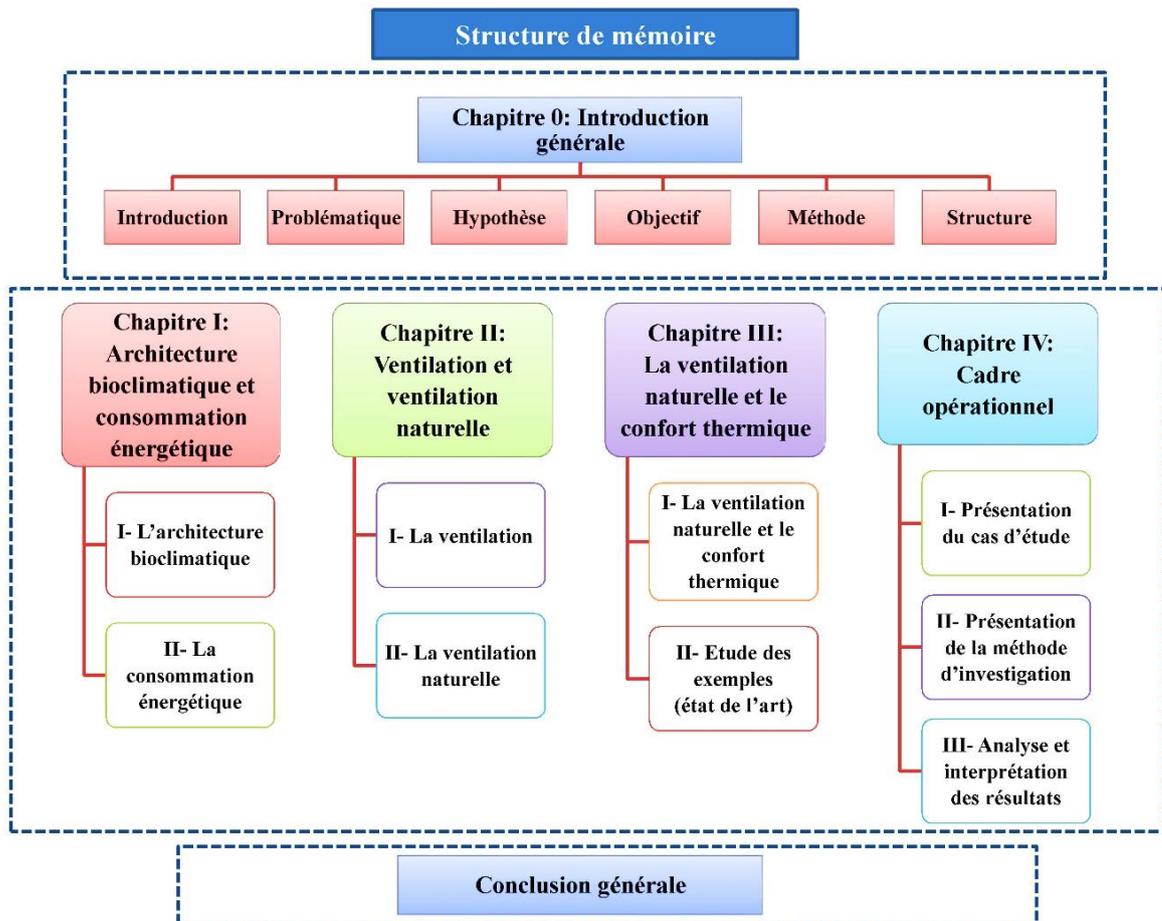


Schéma de la structure de mémoire

CHAPITRE I

ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE ET CONSOMMATION ENERGETIQUE

Introduction

L'architecture bioclimatique est parmi les thèmes de recherche d'actualité. Son enjeu est d'intégrer le bâtiment dans son environnement pour qu'il soit confortable et économique énergétiquement, en utilisant les potentialités locales (matériaux et techniques de construction naturelle) pour créer un climat intérieur respectant le confort de chacun, en s'adaptant aux variations climatologiques du lieu approprié avant d'envisager des technologies de correction mécanique et énergivore.

Ce type d'architecture a été abandonné à certain moment face aux procédés de la haute technologie dans le processus de la conception architecturale, cela provoque une crise énergétique, et alors des problèmes écologiques qui se multiplient. Face à l'épuisement des énergies non renouvelables tout le monde est à la recherche de nouvelles méthodes pour minimiser la consommation en matière de l'énergie fossile telle : pétrole, gaz naturel, charbon...etc en les remplaçant par des ressources naturelles.

Ce chapitre contient deux axes, dans le premier on va aborder la définition de l'architecture bioclimatique, son évolution, sa démarche et ses techniques spécifiques qui doivent être prises en compte lors de la conception architecturale et dans le deuxième, on va décortiquer la notion de la consommation énergétique en Algérie ainsi la politique nationale d'efficacité énergétique dans le secteur de bâtiment et le programme des énergies renouvelables.

I- L'architecture bioclimatique

I-1- Définition

OLGAY a inventé le terme bioclimatique en 1953 pour définir l'architecture qui répond à son environnement climatique, et assure le confort pour les occupants par des décisions de conception appropriées.⁴

Pour Pierre LAVIGNE et AL, l'architecture bioclimatique vise principalement l'amélioration du confort qu'un espace bâti peut induire de manière naturelle, c'est-à-dire, en minimisant le recours aux énergies non renouvelables, les effets pervers sur le milieu naturel et les coûts d'investissement et de fonctionnement. L'intérêt du bioclimatique va donc du plaisir d'habiter ou d'utiliser un espace à l'économie de la construction, ce qui fait un élément fondamental de l'art de l'architecte.⁵

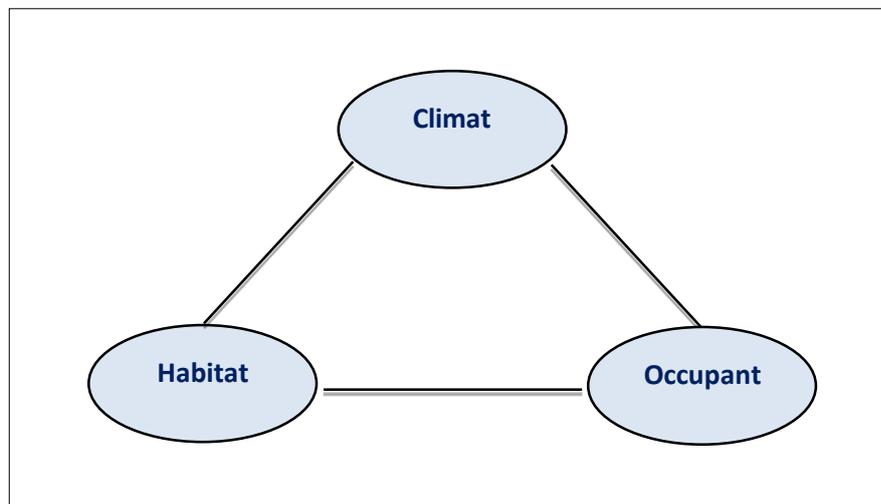


Figure I-01 : Les éléments de base de l'architecture bioclimatique.

Source : COURGEY, S et AL, « La conception bioclimatique des maisons confortable et économe ».

On peut définir autrement l'architecture bioclimatique comme étant l'approche de concevoir des constructions naturellement, en exploitant de manière logique les ressources fossiles, c'est-à-dire de s'inscrire le bâtiment au milieu de son environnement, en profitant largement de ses potentialités en terme de matériaux et main d'œuvre local et des technique naturelle. Ce type de conception veut dire de composer avec l'environnement et pas de se battre contre lui en consommant moins d'énergie donc d'augmenter la qualité de vie des occupants.

⁴ EVANS, J.M. (2007). « The comfort triangles: a new tool for bioclimatic design », [En ligne], Thèse de doctorat en philosophie. Delft University, p 25.

<https://pdfs.semanticscholar.org/c2a1/8eaa053973849580bd33a2fe8baa6eb15273>.

(Page consultée le 20/03/2020).

⁵ FERNANDEZ, P et LAVIGNE, P. (2009). « Concevoir des bâtiments bioclimatiques: Fondements et méthodes », Le moniteur, Paris, p 24.

I-2- Aperçu historique

La démarche bioclimatique n'est pas nouvelle, en fait c'est une attitude très ancienne s'inspire des maisons et des habitats vernaculaires (architecture sans architecte).

Vitruve 1^{er} siècle avant JC, a également écrit au sujet de la nécessité de considérer le climat comme élément de conception de bâtiment pour des raisons de santé et de confort. Mais malheureusement l'harmonie entre l'architecture et son environnement physique avait été brisée au 20^{ème} siècle par les architectes, qui ont eu tendance à abandonner les variations climatiques au bénéfice de la haute technologie dans le processus de la conception architecturale.⁶

Après la crise énergétique causée par l'utilisation intensive des ressources naturelles, le monde a tiré la sonnette d'alarme et déclaré que ce modèle de développement n'est plus viable donc une autre priorité vient à l'esprit : c'est la recherche de la performance économique tout en préservant l'environnement.

I-3- Les objectifs de l'architecture bioclimatique

La conception bioclimatique est basée sur l'exploitation bénéfique des données climatiques tout en offrant une protection contre les effets négatifs, et des ressources naturelles le seul réservoir énergétique inépuisable.

Le Premier objectif de l'architecture bioclimatique consiste à rechercher une adéquation entre :

- La conception et la construction de l'enveloppe habitée.
- Le climat et l'environnement dans lequel l'habitat s'implante.
- Les modes et rythmes de vie des habitants.

Le second objectif est de trouver une harmonie entre :

- Le bâtiment.
- Les systèmes de captage et de protection, l'installation de chauffage et de régulation.
- Le mode d'occupation et le comportement des habitants.⁷

⁶ AULICIEMS, A et SZOKOLAY, S, V. (1997). « Thermal comfort », [En ligne], PLEA sl, Brisbane (Australie), p 05
<http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/Szokolay%20e%20Auliciems,%201997>.
(Page consultée le 20/03/2020).

⁷ COURGEY, S et OLIVA, J, P. (2006). « La conception bioclimatique des maisons confortables et économes », Terre vivante, France, p 33.

I-4- Les stratégies de l'architecture bioclimatique

I-4-1- La stratégie du chaud : Appliquée en hiver :

- **Capter** la chaleur consiste à recueillir l'énergie solaire et à la transformer en chaleur.
- **Le stockage** se fait dans la masse des matériaux placés à l'intérieur du bâtiment.
- **Conserver** l'énergie par isoler thermiquement l'ensemble des parois du bâtiment.
- **Distribuer** la chaleur accumulée dans le bâtiment tout en la régulant, consiste à la conduire dans les différents lieux de vie où elle est souhaitable.

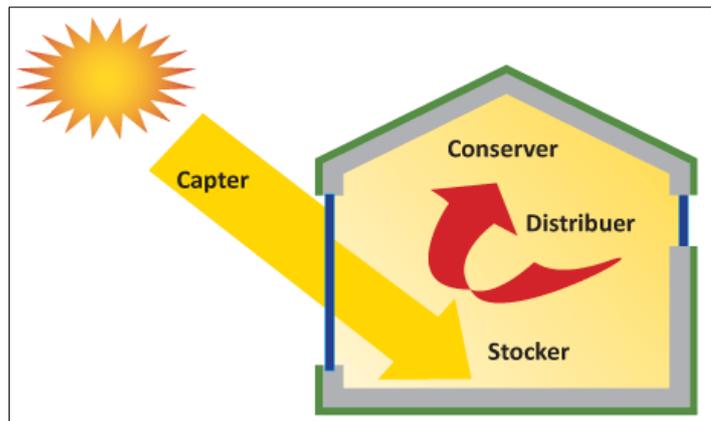


Figure I-02 : La stratégie du chaud en hiver.

Source : <http://www.belblock.be/fr/inertie-thermique.html>. (Consulté le 06/03/2020)

I-4-2- La stratégie du froid : Appliquée en été :

- **Protéger** le bâtiment et particulièrement ses ouvertures de l'ensoleillement direct.
- **Minimiser les apports** internes vise à éviter une surchauffe due aux occupants et aux équipements.
- **La dissipation des surchauffes** par la ventilation naturelle pour évacuer l'air vicié.
- **Le refroidissement des locaux** pour déstocker la chaleur emmagasinée la journée.⁸

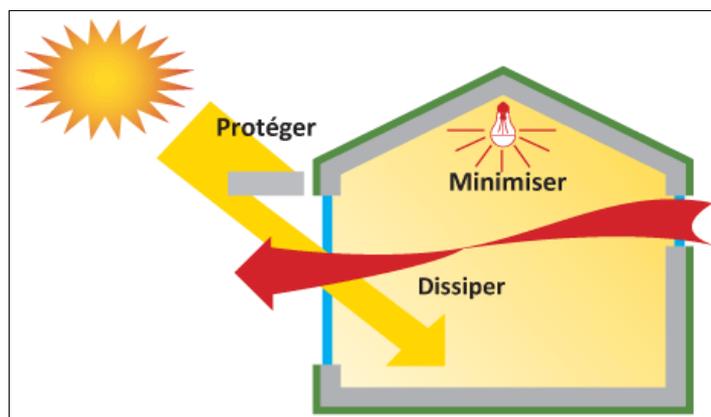


Figure I-03 : La stratégie du froid en été.

Source : <http://www.belblock.be/fr/inertie-thermique.html>. (Consulté le 06/03/2020)

⁸ De HERDE, A et LIEBARD, A. (2005). « Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques: Concevoir, édifier et aménager avec le développement durable », Le moniteur, Paris, p 31.

I-5- Les principes de base

I-5-1 – L’implantation

« Le site est plus qu’une adresse. C’est la somme totale des attributs économiques, environnementaux et sociaux de sa localisation ».⁹

L’implantation judicieuse d’une construction est la tâche la plus importante. Elle a un rapport direct avec les différents éléments du climat et de l’environnement immédiat, ainsi son influence sur l’éclairage au niveau des pièces, l’aération, la qualité de l’air et par la suite le degré du confort thermique aussi la qualité du bâtiment : vues, rapport de voisinage...etc.

Tableau I-01 : Eléments d’analyse pour localiser un bâtiment bioclimatique.

Environnement	Climat	Autres
- Type de région	- Température	- Tradition régionales d’aménagement
- Nature du sol	- Type de temps	- Egouts
- Végétation	- Luminosité	- Eau, gaz, électricité
- Matériaux	- Précipitations	- Exposition par rapport au soleil
- Alimentation en eau	- Humidité	- Protections
- Latitude	- Mouvement d’air	- Pente
- Vue		
- Bruit		

Source : CHABI, M. (2009). Etude bioclimatique du logement socio-participatif de la vallée du M'zab: cas du ksar Tafilelt, [En ligne], Mémoire de Magister en Architecture, Uneversité TIZI-OUZOU, p 145. <https://dl.ummo.dz/bitstream/handle/ummo/877/Chabi%2C%20Mohammed.pdf?sequence=1> (Consulté le 05/04/2020)

I-5-2 – L’orientation

« L’étude de l’orientation entraine souvent une confusion de différents concepts. Il est important de bien distinguer l’éclairage, l’utilisation de l’énergie solaire pour le chauffage d’une pièce et l’enseillement synonyme de qualité spatiale »¹⁰.

Le choix de l’orientation détermine la qualité de vie de l’habitat en affectant son ambiance intérieure et sa bonne isolation. Elle dépend de différents paramètres :

⁹ WILLIAMS, D, E. (2007). « Sustainable design: ecology, architecture, and planning: John Wiley & Sons. Inc ». [En ligne], Hoboken, New Jersey, p 103. https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=113fO6Wqh_gC&oi=fnd&pg=PR9&dq=Sustainable+design:+ecology,+architecture,+and+planning&ots=jHagSG9L8S&sig=RVTQITf3tb6GQY78V8U3ApsVxVg. (Page consultée le 24/03/2020).

¹⁰ GONZALO, R et HABERMANN, K, J. (2008). « Architecture et efficacité énergétique: principes de conception et de construction », [En ligne], Birkhauser Verlag AG, Berlin, Allemagne, p 94. <https://fr.calameo.com/books/000899869aa3aac576c7e>. (Page consultée le 05/04/2020).

- L'accès au soleil pour l'éclairage naturel soit contrôlé.
- Les rayonnements solaires : les exploités pour chauffer le bâtiment ou les évités pour protéger des surchauffes.
- L'influence des vents qui refroidissent le local en hiver ou le rafraîchis en été.

Izard J-L (1979), signale que les orientations sont choisies à partir de l'utilisation que l'on désire. Les espaces intérieurs sont organisés en fonction de l'usage de manière à ce que les ambiances correspondent aux activités et aux heures d'utilisation.¹¹

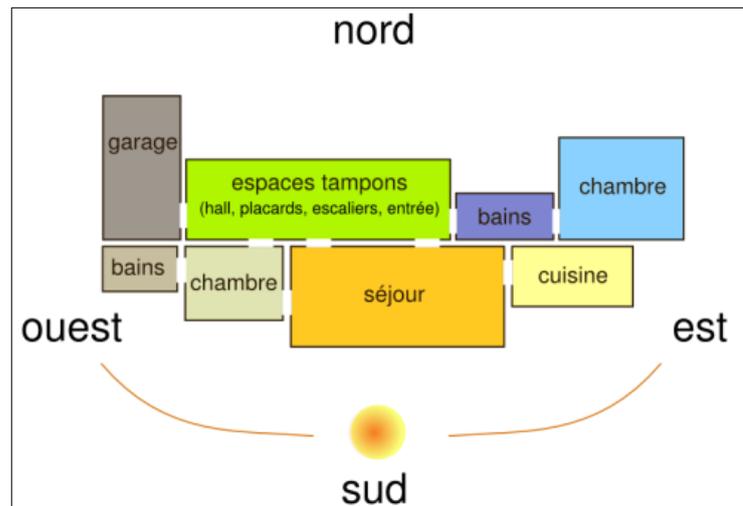


Figure I-04 : Zoning des différents espaces d'une maison en fonction de l'orientation.

Source : <https://www.e-rt2012.fr/explications/conception/explication-architecture-bioclimate/>
(Consulté le 07/04/2020)

I-5-3 – La forme 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 »¹².

La forme du bâtiment est un élément très influent sur les interactions potentielles entre l'environnement immédiat et le bâtiment.

« Oral et Yilmaz (2002) ont confirmé que la forme a une influence significative sur la perte de chaleur totale dans le bâtiment »¹³.

¹¹ IZARD, J-L et GUYOT, A. (1979). « Archi bio », Parenthèses, France, p 41.

¹² Williams.D.E(2007), Op.cit, p 108.

¹³ ÇAKIR, Ç. (2006). « Assessing thermal comfort conditions: a case study on the METU Faculty of Architecture building », [En ligne], These de Master, Middle East Technical University, p 22. <http://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12607936/index.pdf> . (Page consultée le 28/03/2020).

Elle est manipulée pour chercher la performance énergétique, en utilisant les paramètres du climat pour obtenir les meilleures conditions du confort dans le bâtiment.

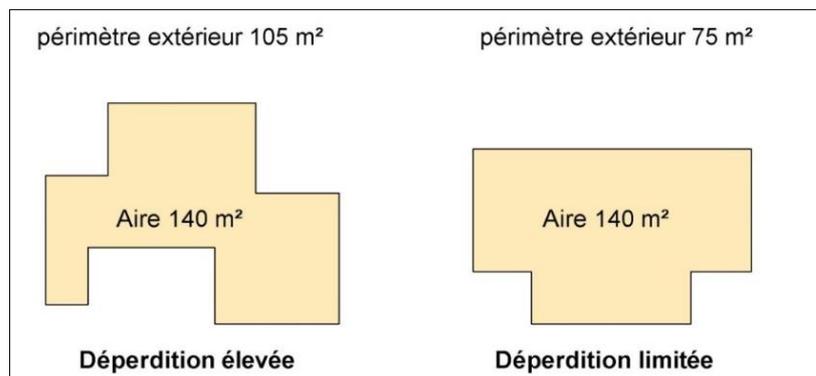


Figure I-05 : L'impact de la forme du bâtiment sur les déperditions thermiques.

Source : Auteur

Dans un bâtiment plus le volume est éclaté plus les déperditions sont élevées car il développe une superficie plus importante de l'enveloppe extérieure (Figure I-05). Si un bâtiment a une importante surface développée, il est naturellement plus influencé par les conditions extérieures.

I-5-4 – Les parois performantes

Performante c'est-à-dire permettant des gains en chaleur passive et en lumière naturelle.

- **Le matériau :** Le choix des matériaux influe sur la qualité des ambiances dans un projet. Il doit être naturel et hygroscopique (régularise l'humidité ambiante naturellement). Les matériaux sont classifiés dans deux types : Lourds qui répondent lentement au gains de la chaleur grâce à leur capacité thermique élevée ; légères qui réagissent rapidement aux changements entre les conditions intérieures et extérieures.
- **Les murs :** Exposés au soleil, doivent être plutôt sombres (les couleurs sombres accumulent le rayonnement solaire tandis que, les couleurs claires le réfléchissent).
- **L'isolation thermique :** Est une stratégie primaire d'éviter la perte de chaleur dans les bâtiments. La paroi doit être équipée d'un isolant performant posé de préférence de l'extérieur pour réduire les ponts thermiques.
- **Le vitrage :** Doit être placé dans la meilleure orientation pour profiter au max des apports calorifiques du soleil et de la lumière. Le double vitrage est de mise.
- **L'inertie thermique :** Est la capacité d'un matériau de construction de stocker l'énergie calorifique, ou la température ambiante dans le bâtiment causé par les variations de la température de l'air intérieure.¹⁴

¹⁴ ECOCONSO: du conseil à l'action, Les maison bioclimatiques. In site d'Ecoconso [en ligne]. <https://www.ecoconso.be/fr/Les-maisons-bioclimatiques>. (Page consultée le 29/03/2020).

I-6- Les techniques bioclimatiques spécifiques

I-6-1 – Serre bioclimatique (véranda)

C'est un volume vitré capteur, séparé du logement par une paroi munie de fenêtres ou de portes fenêtres. Un espace tampon naturellement ventilé.¹⁵

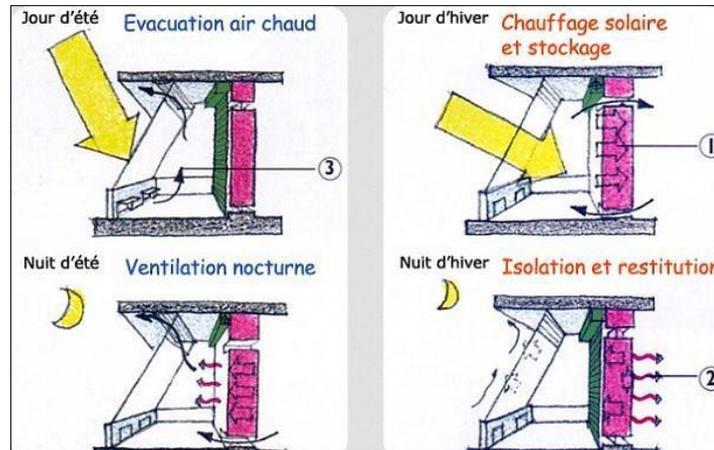


Figure I-06 : Principe de fonctionnement d'une serre bioclimatique

Source : <https://boutondorsite.files.wordpress.com/2016/11/serre-bioclimatiquesche3a9ma.jpg?w=610>
(Consulté le 01/04/2020)

I-6-2– Mur capteur ou mur trombe

C'est un mur sombre placé à 10 cm derrière un vitrage (séparés par une lame d'air), faisant face au sud, disposant d'orifice à passage d'air. L'air chaud est transmis à l'intérieur par convection naturelle à travers les orifices supérieures, l'air frais est tiré à travers les prises d'air inférieures pour être chauffé à nouveau et accéder à l'intérieur.¹⁶

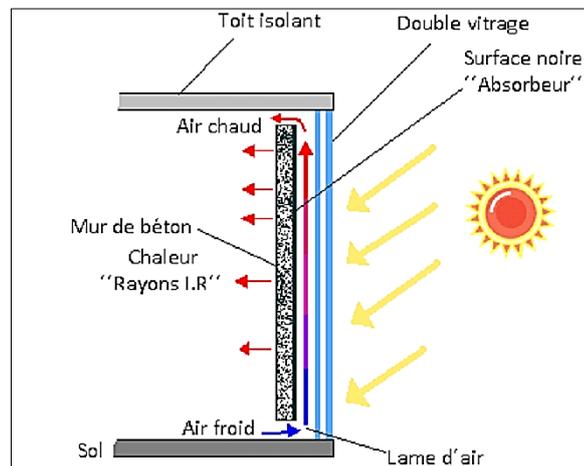


Figure I-07 : Principe de fonctionnement d'un mur capteur.

Source : https://www.researchgate.net/figure/Schema-du-principe-mur-trombe-25_fig25_285322379
(Consulté le 10/04/2020)

¹⁵ ECOCONSO: du conseil à l'action. Op.Cit.

¹⁶ BADECHE, M. (2008). « Impact de la loggia vitrée sur le confort thermique dans la région de Constantine ».

[En ligne], Thèse de magister, Université de Mentouri, Constantine, p 49.

<https://bu.umc.edu.dz/theses/architecture/BAD5112>. (Page consultée le 29/03/2020).

I-6-3– Le puits canadien

C'est un échangeur thermique constitué de canalisations souterraines, dont lesquelles l'air transite avant d'arriver à la maison. Selon la saison, l'air s'y réchauffe ou s'y refroidit.¹⁷

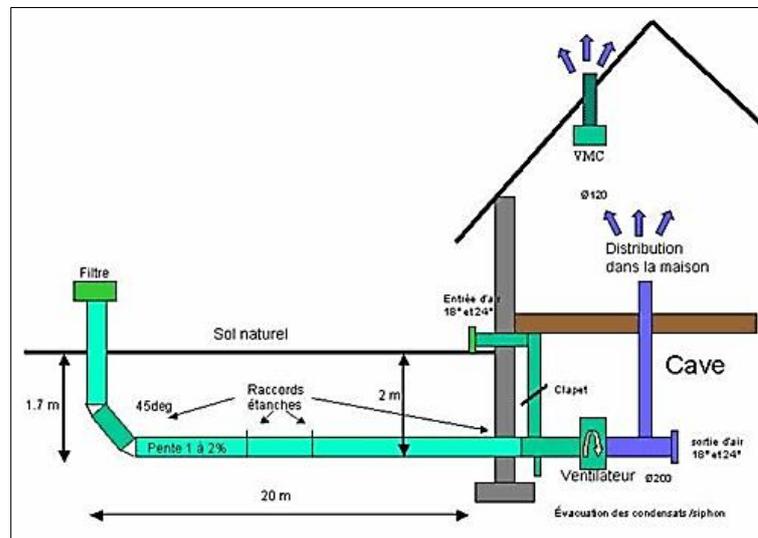


Figure I-08 : Principe de fonctionnement d'un puits canadien.

Source : <https://www.climamaison.com/lexique/images/lexique/puits-canadien.gif>
(Consulté le 09/04/2020)

I-6-4– La ventilation

Elle permet de renouveler l'air intérieur pour satisfaire les besoins en oxygène, évacuer la vapeur d'eau et réduire les pollutions intérieures. Elle peut être naturelle ou mécanique, couplée à un système de récupération de la chaleur ou à un puits canadien.¹⁸

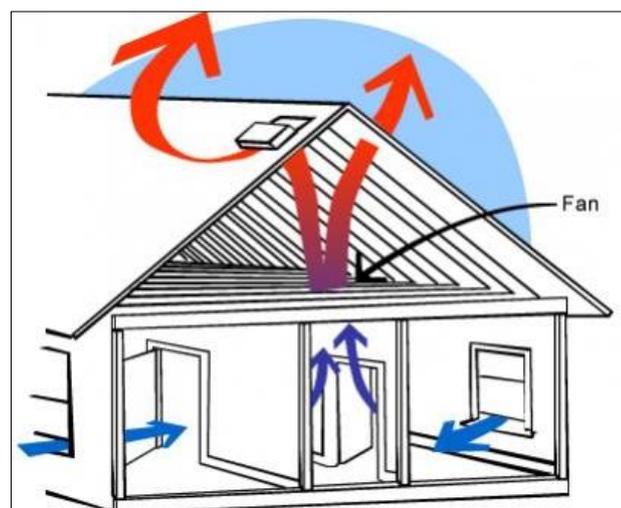


Figure I-09 : Système de ventilation.

Source : https://build.com.au/files/images/372_295.hero.jpg (Consulté le 09/04/2020)

¹⁷ ECOCONSO: du conseil à l'action. Op.Cit.

¹⁸ ECOCONSO: du conseil à l'action. Ibid.

II- La consommation énergétique

Depuis la nuit des temps, l'homme a eu besoin de l'énergie pour accomplir ses besoins. Avec l'évolution des modes de vie, les besoins énergétiques n'ont cessé de croître en grande quantité en utilisant tout type de ressources fossile (pétrole, charbon et gaz), celle-ci sont consommées bien plus rapidement qu'elles ne se forment dans la nature.

II-1- Définition de l'énergie

La définition de l'énergie est vague suivant les différents domaines ou on se trouve :

- Le mot énergie est d'origine latin «*energia* » qui veut dire : Puissance physique de quelqu'un qui lui permet d'agir et de réagir.¹⁹
- Selon les physiciens et naturalistes, l'énergie est la puissance matérielle du travail.
- Selon les économistes, c'est la quantité de l'énergie mécanique commercialisée, c'est-à-dire l'ensemble des sources et des formes d'énergie susceptibles d'utilisation massive.
- Selon DEPECKER. P, le terme d'énergie peut s'introduire dans l'architecture à travers deux axes principaux :
 - Le coût énergétique « initial » représente les coûts de construction, notamment l'achat des matériaux, la main d'œuvre, ou encore les études. Il est déterminé en amont du projet.
 - Le coût énergétique « vécu » de la consommation du au chauffage, éclairage et alimentation en eau...etc.
 - Sans oublier le coût énergétique résiduel qui reflète la valeur du bien au terme d'une durée déterminée.²⁰

II-2- Energie renouvelables

On appelle énergie renouvelable celle provenant de sources naturelles, de telle manière que sa vitesse de formation doit être plus rapide, que celle d'utilisation ça veut dire ses réserves ne s'épuisent pas. Ces énergies sont caractérisées par :

¹⁹ LAROUSSE, Langue française, Dictionnaire, énergie. In site de Larousse [En ligne]. <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/%c3%a9nergie/29421?q=%c3%a9nergie#29300> (Page consultée le 15/04/2020).

²⁰ BELLARA, N, L, S. (2004). « Impact de l'orientation sur le confort thermique intérieur dans l'habitation collective. Cas de la nouvelle ville Ali Mendjeli Constantine », [En ligne], mémoire de magistère, Université MENTOURI, Constantine, p 08. <https://bu.umc.edu.dz/theses/architecture/BEL4363.pdf> (Page consultée le 28/03/2020).

- Source durable.
- Abondantes dans toutes les régions et gratuites sauf le coût d'installation.
- Sans aucun rejet polluant.

On distingue cinq catégories d'énergies renouvelables :

- Energie solaire.
- Energie éolienne.
- Energie hydraulique.
- Biomasse.
- Energie géothermique.

II-3- La politique énergétique en Algérie

En Algérie, le secteur de l'énergie occupe une place prédominante dans l'économie du pays où la quasi-totalité des ressources énergétiques est constituée par les hydrocarbures qui engrangent à eux seuls 60% des recettes du budget national et 98% des recettes d'exportation.

L'Algérie est le 18^{ème} producteur de pétrole, le 10^{ème} producteur de gaz et le 6^{ème} exportateur de gaz naturel au monde. La production et la consommation d'énergie (dont celui de l'électricité) sont puisées des ressources à base d'hydrocarbures à plus de 99%.²¹

II-3-1- La consommation finale

La consommation finale concerne tous les produits énergétiques consommés par les utilisateurs finaux (industrie, transport, bâtiment...). Par contre la consommation nationale d'énergie est saisie à travers quatre agrégats :

- Les consommations non-énergétiques : Concernent tous les produits énergétiques qui sont utilisées comme matière première dans les différents secteurs d'activité tels que la pétrochimie, les BTP...etc.
- La consommation des industries énergétiques : Concerne tous les produits énergétiques consommés dans les industries productrices d'énergie.
- La consommation finale.
- Y compris les pertes de transport et de distribution.

L'unité de référence et de mesure est la tonne équivalente pétrole (TEP).²²

²¹ KADDOUR, H. (2019). Les énergies renouvelables, un gage d'avenir. In site du PPRTAIL ALGERIEN EnR. [En ligne]. <https://portail.cder.dz/2019/09/08/les-energies-renouvelables-un-gage-davenir/> (Page consultée le 09/05/2020).

²² MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES MINES. (2008). « Bilan Energétique Nationale du secteur, Bilan énergétique National 2008 », [En ligne], Alger, p 19. https://www.energy.gov.dz/Media/galerie/benational_annee-2008_5da88a9f39d62.pdf (Page consultée le 09/05/2020).

Le détail de la consommation finale est donné dans le tableau ci-après :

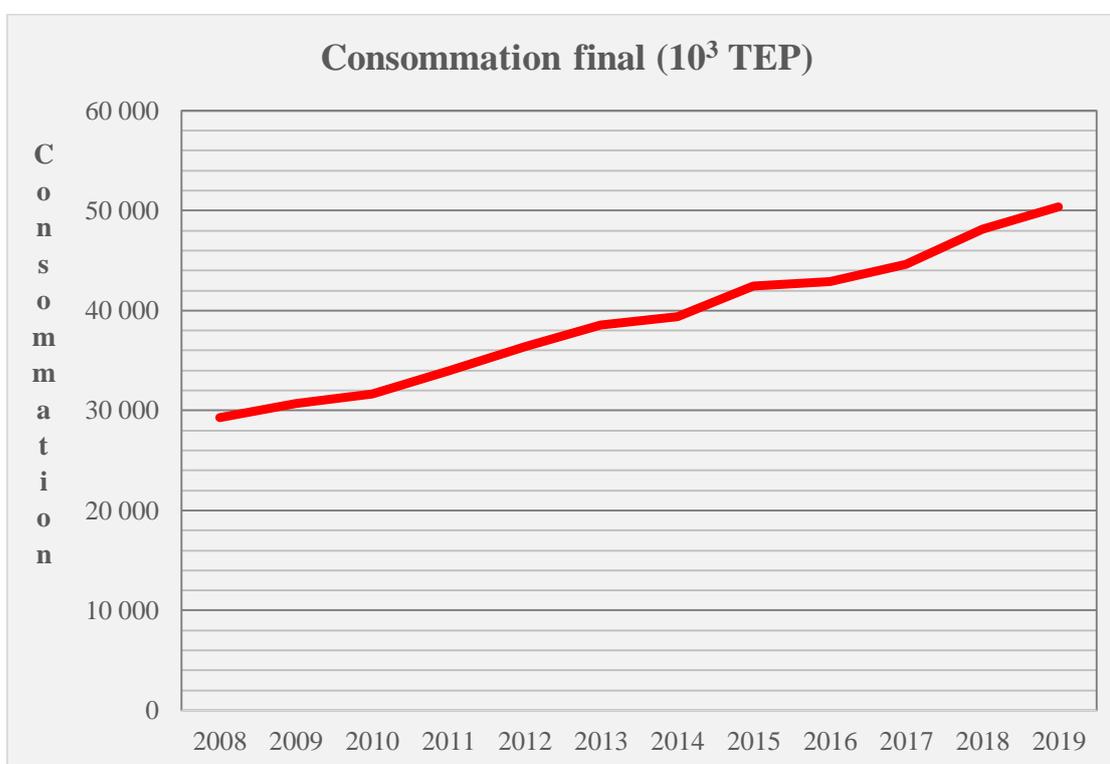
Tableau I-02 : La consommation finale d'énergie en Algérie.

Année	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Cons. finale (10³ TEP)	29 299	30 707	31 650	33 982	36 395	38 543
Année	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Cons. finale (10³ TEP)	39 368	42 458	42 883	44 646	48 146	50 359

Source : Traité par l'auteur.

La courbe ci-dessous, montre l'évolution de la consommation finale en Algérie, marquée par une croissance à un rythme élevé autour de 71,88%, passée de 29299 KTEP en 2008 à 50359 KTEP en 2019. Cette situation résulte de la conjonction de plusieurs facteurs notamment le développement économique du pays et l'amélioration du niveau de vie de la population.

Graphe I-01 : La consommation finale d'énergie en Algérie



Source : Auteur

II-3-2- La consommation d'énergie par secteur d'activité

Du tableau ci-dessous, il ressort que la croissance de la consommation par secteur d'activité a été tirée par la hausse de la consommation du secteur ménage et de celle du transport.

Tableau I-03 : La consommation d'énergie par secteurs

Années	Consommation par secteur (KTEP)			Totale
	Industrie et BTP	Transport	Ménages	
2008	7253	9384	12 442	29 299
2009	7380	10 264	13 063	30 707
2010	8019	11 215	12 415	31 650
2011	7890	12 370	13 721	33 982
2012	7948	13 372	15 075	36 395
2013	8229	13 889	16 425	38 543
2014	8238	14 551	16 579	39 368
2015	8818	15 495	18 145	42 458
2016	9242	15 057	18 584	42 883
2017	9943	14 895	19 808	44 646
2018	10 450	15 281	22 414	48 146
2019	11 424	15 405	23 529	50 359

Source : Traité par l'auteur.

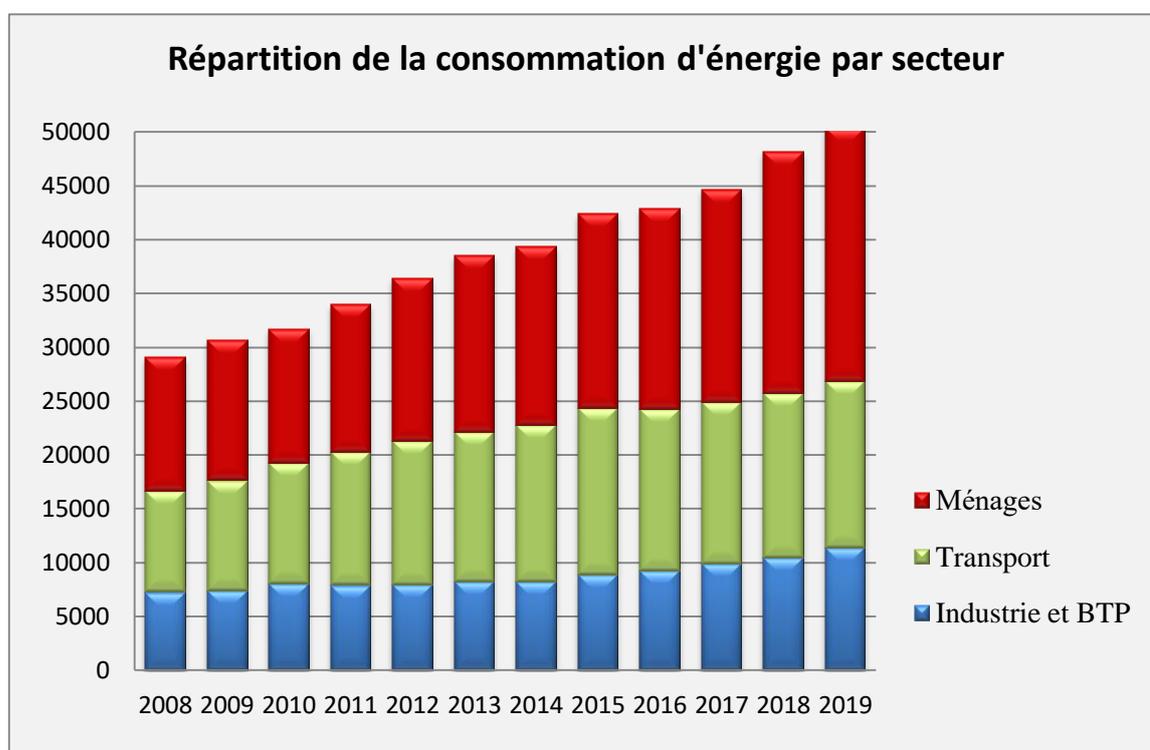
La consommation des Ménages augmentés de 12442 KTEP en 2008 à 23529 KTEP en 2019, soit une croissance de 89,11% sous l'effet de plusieurs facteurs notamment, la croissance démographique, l'évolution des modes de vie par la suite les besoins énergétiques en gaz et en électricité ainsi que le nombre important de logement livrés.

La consommation du secteur des Transports a atteint 15405 KTEP en 2019, soit une croissance de près de 6021 KTEP (64,16%) par rapport à l'année 2008, en raison principalement de l'augmentation du parc automobile national et par la suite la consommation des carburants.

La consommation du secteur Industrie et BTP a connu une croissance de 57,51% durant les années 2008-2019, passant de 7253 KTEP à 11424 KTEP, due essentiellement à la hausse de la consommation des matériaux de construction et le relèvement des prix de produits énergétiques.

La structure de la consommation énergétique finale par secteur d'activité, illustrée par l'histogramme ci-dessous, montre une prépondérance du secteur ménages (y compris résidentiel et tertiaire), dont la part est passée de 89,11% contre 64,16% pour le transport, et 57,51% pour l'industrie et BTP.

Graphe I-02 : La consommation d'énergie par secteurs



Source : Auteur

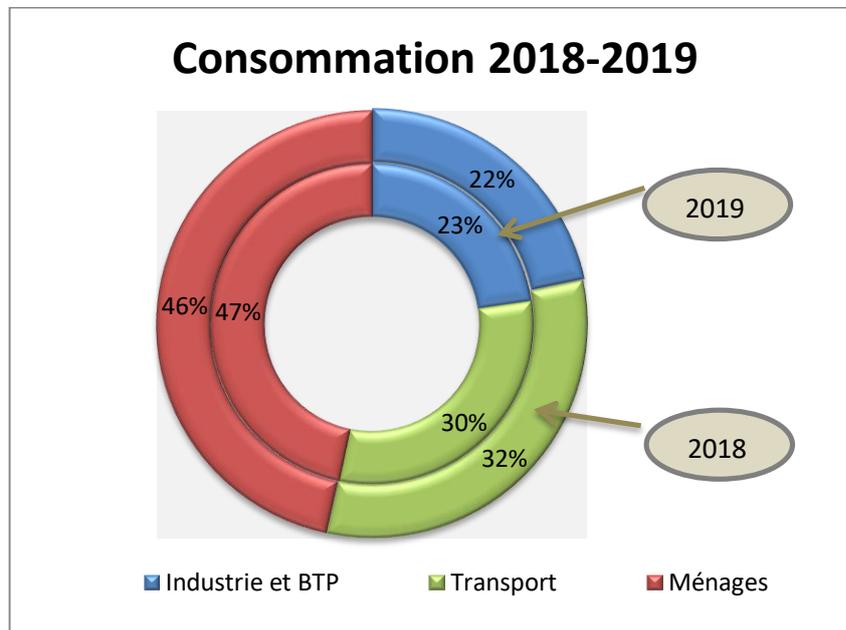
II-3-3- La consommation d'énergie dans secteur du bâtiment

L'homme passe la plupart de son temps à l'intérieur d'un bâtiment, alors il consomme de l'énergie pour satisfaire ses besoins (en chauffage, en climatisation, en éclairage...etc.) et créer son confort.

Les nations développées déclarent que le secteur bâtiment consomme une partie importante de l'énergie utilisée par la société et, en conséquence, il est source d'une partie non négligeable de la pollution. En Algérie, le bâtiment consomme près de la moitié de la consommation finale (Secteur résidentiel et tertiaire "Ménage").

La structure de la consommation finale d'énergie reste dominée, comme indiqué dans le graphe ci-après, par la consommation du secteur ménages.

Graphe I-03 : La consommation d'énergie des ménages en Algérie 2018-2019.



Source : Auteur

Le bâtiment est un secteur non productif mais énergivore, puisque sa consommation comprend l'énergie utilisée tout au long du cycle de vie d'une construction. Cette énergie consommée est l'objet de nombreux usages, et cela comme suit :

- La réalisation des projets (chantier).
- La phase d'exploitation, pour le chauffage, la ventilation, la production d'eau chaude sanitaire, l'éclairage et l'alimentation des équipements en électricité.
- La fabrication des matériaux et leurs transports.
- La gestion des déchets.

II-4- L'efficacité énergétique

L'efficacité énergétique des bâtiments, une préoccupation majeure de notre époque, apparaissant comme un enjeu économique et écologique de premier ordre.

Le bâtiment est un secteur gros consommateur d'énergie plus que tout autre secteur, il contribue massivement au changement climatique. Cependant, un constat récent révèle que les anciennes constructions ainsi que les nouvelles ne répondent pas aux exigences actuelles en matière de confort et la méthode de l'efficacité énergétique s'impose donc comme une réponse appropriée à cette problématique.

II-4-1- Définition de l'efficacité énergétique

L'efficacité énergétique peut se définir comme le rapport entre le service délivré au sens large (performance, produit, énergie, confort, service) et l'énergie qui y a été consacrée.²³

En d'autre terme, l'efficacité énergétique est le rapport entre la production d'un dispositif et ce qu'il absorbe par suite comme énergie. Son objectif principal est de consommer moins d'énergie possible pour fournir un meilleur confort thermique dans le bâtiment.

II-4-2- La démarche d'amélioration de l'efficacité énergétique

Afin d'atteindre une efficacité énergétique optimale, il y a lieu d'agir essentiellement sur les paramètres suivants :

- Diminuer les besoins qui sont relatifs au bâti.
- Améliorer les équipements techniques du bâtiment et leur gestion.

Un 3^{ème} paramètre très difficile à quantifier représenté par le comportement de l'utilisateur.²⁴

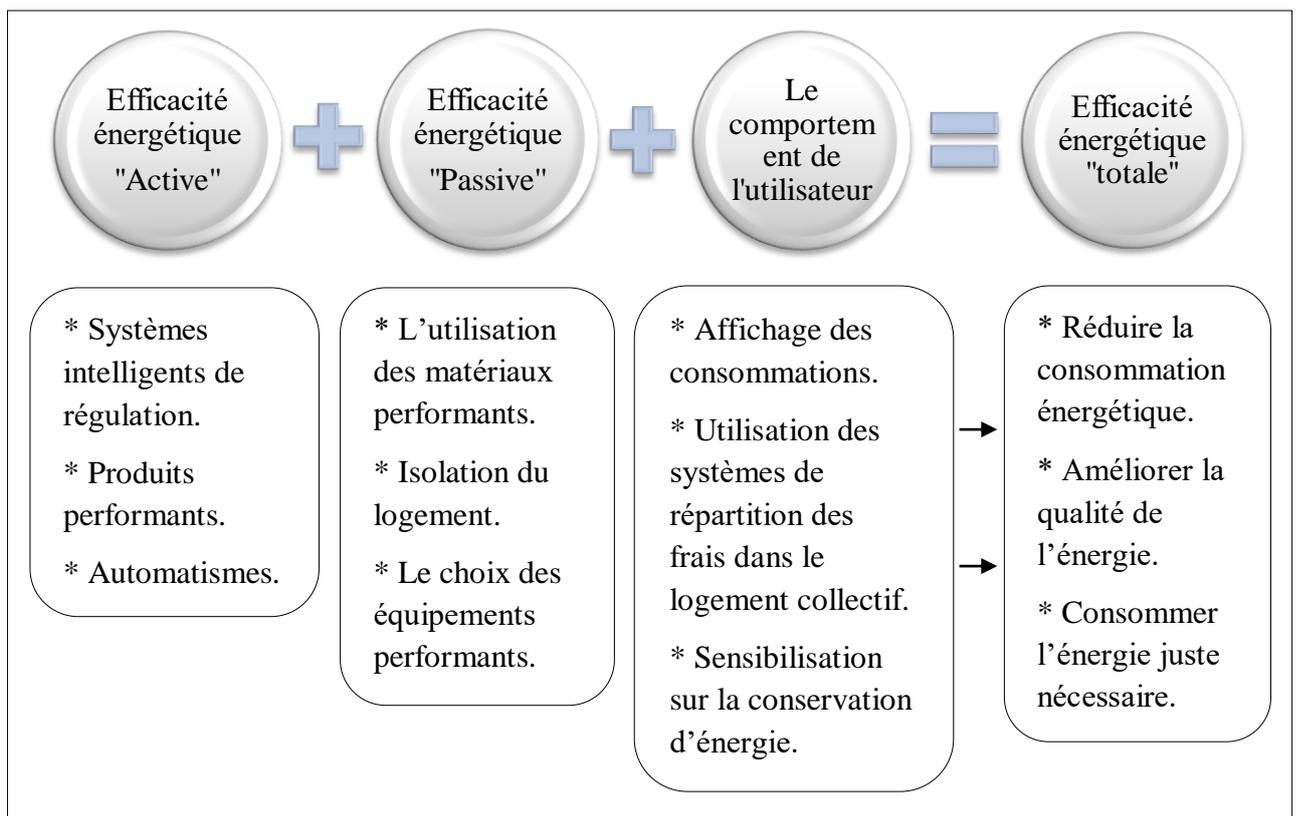


Figure I-10 : La démarche d'amélioration de l'efficacité énergétique.

Source : KASSIANIDES, Y. (2011). Efficacité énergétique des bâtiments, In site de la Fédération des Industries Electronique Et de Communication (FIEEC), [En ligne], p 05. <http://docplayer.fr/7180836-Efficacite-energetique-des-batiments.html> (Consulté le 08/05/2020)

²³ ROBILLARD, Y. (2011). « Vers un bâtiment durable : les équipements et solutions d'efficacité énergétique—Quels besoins—Quelles solutions—Quels gains ? ». Actualités, p 07.

²⁴ Ibid. p 15.

II-4-3- Les étapes d'amélioration de l'efficacité énergétique

Un projet d'amélioration de l'efficacité énergétique d'un bâtiment comporte plusieurs étapes qui vont à travers des actions cohérentes, permettre des gains énergétiques en agissant sur différents paramètres humains et matériels.

L'approche conceptuelle d'amélioration de l'efficacité énergétique est identique pour les secteurs résidentiel et tertiaire. En revanche la mise en pratique sur le terrain sera différente en raison des divergences liées aux :

- Aspects techniques.
- Matériels à mettre en œuvre.
- Coûts d'exploitation et de maintenance.
- Méthodes de financement.
- Temps de retour sur investissement.²⁵

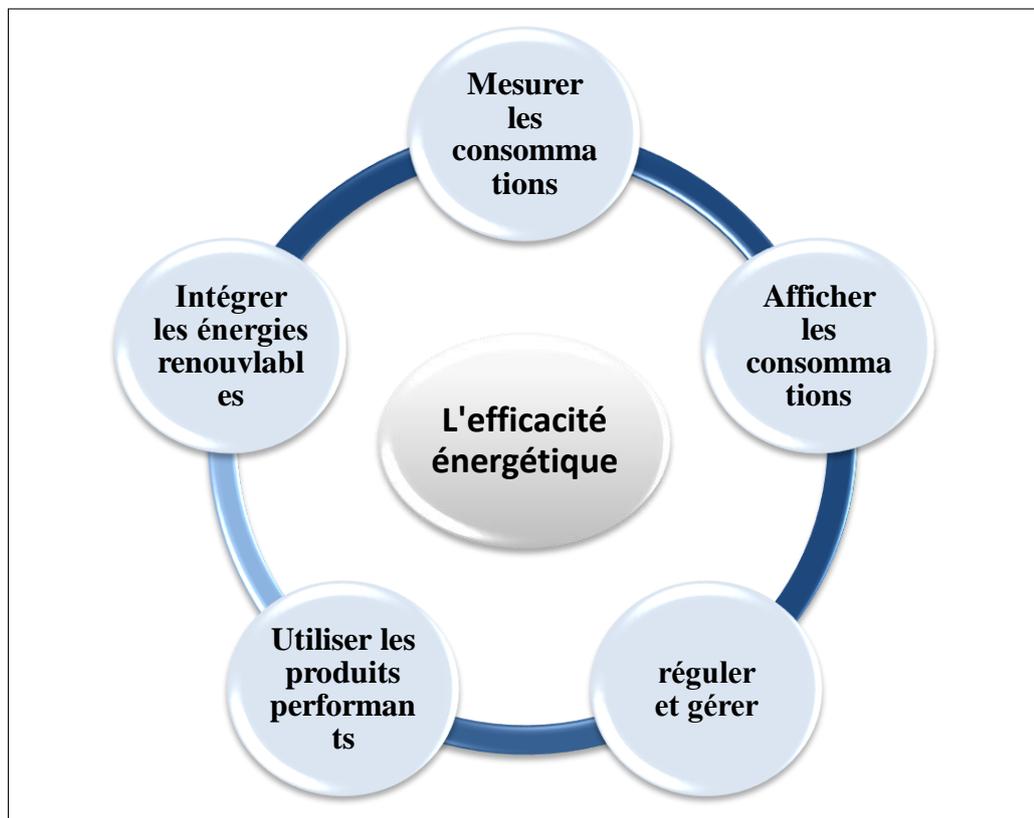


Figure I-11 : Les leviers de l'efficacité énergétique

Source : Yves ROBILLARD. (2011). « Vers un bâtiment durable : les équipements et solutions d'efficacité énergétique—Quels besoins—Quelles solutions—Quels gains ? ».

²⁵ Ibid. p 16.

II-5- La politique de développement des énergies renouvelables et d'efficacité énergétique en Algérie

La situation énergétique nationale est caractérisée par une forte croissance de la consommation. Cette problématique devra faire l'objet d'une stratégie de valorisation des ressources fossiles, avec une stratégie énergétique à long terme qui tiendra compte d'un modèle cohérent de consommation d'énergie.

L'Algérie a adopté depuis longtemps une dynamique d'énergie verte en lançant un programme ambitieux de développement des énergies renouvelables (EnR) et d'efficacité énergétique²⁶. Ce dernier est adopté par le conseil des ministres en février 2011, révisé en mai 2015 et classé "priorité nationale" par le président de la république dans le cadre de la loi N° 99-09 du 28 juillet 1999.

Cette vision adoptée par le gouvernement Algérien s'appuie sur une vision axée sur la mise en valeur des ressources inépuisables comme le solaire et leur utilisation pour diversifier les sources d'énergie et préparer l'Algérie de demain.²⁷

II-5-1- Programme d'efficacité énergétique

Le programme d'efficacité énergétique repose sur la volonté de l'état Algérien de favoriser une utilisation plus responsable de l'énergie et d'explorer toutes les voies pour préserver les ressources et systématiser la consommation utile et optimale.

L'objectif escompté de l'efficacité énergétique est de produire les mêmes biens ou services, mais en utilisant le moins d'énergie possible. Ce programme contient des actions qui privilégient le recours aux formes d'énergie les mieux adaptées aux différents usages et nécessitant la modification des comportements et l'amélioration des équipements.²⁸ Il vise à réaliser des économies d'énergie, à l'horizon 2030 de l'ordre de 63 millions de TEP, pour l'ensemble de tous les secteurs où il y a un potentiel d'économie (bâtiment y compris l'éclairage public, transport, industrie).²⁹

²⁶ MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES MINES. (2011). « Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique », [En ligne], SATINFO, Alger, p 04. http://cemagas.org/wp-content/uploads/2012/12/Programme_ENR_et_efficacite_energetique_fr.pdf (Page consultée le 12/05/2020).

²⁷ Ibid.

²⁸ Ibid. p 14.

²⁹ MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES MINES, Energie, ENERGIE RENOUVLABLES ET EFFICACITE ENERGETIQUE, Energies nouvelles, renouvelables et maitrise de l'énergie, In Site du Ministère de l'Energie et des Mines, [En ligne], <https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-nouvelles-renouvelables-et-maitrise-de-lrenergie> (Page consultée le 04/06/2020).

Dans le secteur de bâtiment, Le plan d'action en matière d'optimisation de l'efficacité énergétique s'articule sur les points suivants :

- L'amélioration de l'isolation thermique qui permettra de réduire d'au moins de 40% de la consommation énergétique liée au chauffage et à la climatisation des logements.
- Le développement du chauffe-eau solaire (CES).
- L'utilisation des lampes à basse consommation d'énergie (Lampes économiques).
- Introduction de la performance énergétique dans l'éclairage public.
- La substitution de la totalité du parc de lampes à mercure par des lampes à sodium.

Dans le secteur industriel :

- Promotion de l'efficacité énergétique dans le secteur industriel.
- La conversion au cycle combiné des centrales électriques quand cela est possible.

Dans le secteur de transport :

- Promotion du gaz de pétrole liquéfié carburant (GPL/C).
- Promotion du gaz naturel carburant (GN/C).

Autres :

- Introduction des principales techniques de climatisation solaire.
- Le dessalement des eaux saumâtres.
- La promotion de la cogénération.³⁰

II-5-2- Programme des énergies renouvelables

L'intégration massive du renouvelable dans le mix énergétique constitue en ce sens un enjeu majeur en vue de préserver les ressources fossiles, de diversifier les filières de production de l'électricité et de contribuer au développement durable.³¹

Le programme des énergies renouvelables dans sa version actualisée, consiste à installer une puissance d'origine renouvelable de l'ordre de 22 000 MW à l'horizon 2030 pour le marché national, avec le maintien de l'option de l'exportation comme objectif stratégique, si les conditions du marché le permettent.³²

³⁰ MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES MINES. (2011). Op.cit. p (06 – 14 - 16).

³¹ Ibid. p 06.

³² MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES MINES. Op.cit.

A la faveur de ce programme, les énergies renouvelables se placent au cœur des politiques énergétique et économique menées par l'Algérie : d'ici 2030, environ 40% de la production d'électricité destinée à la consommation nationale sera d'origine renouvelable.³³

Les projets EnR de production de l'électricité dédiés au marché national, seront menés en trois étapes :

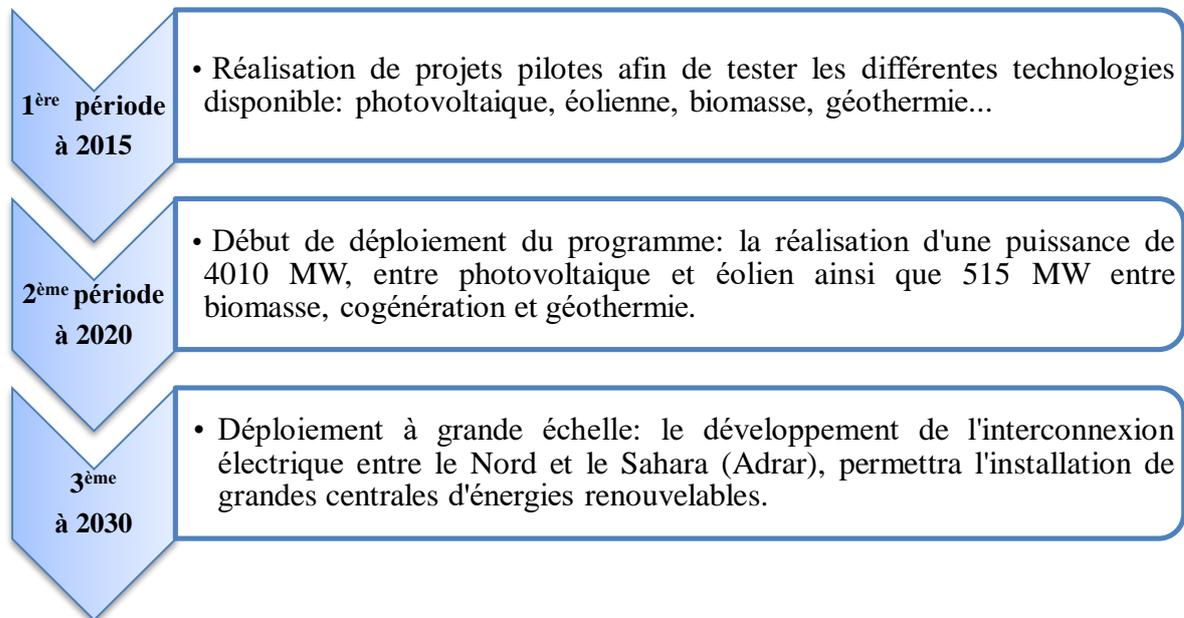


Figure I-12 : le programme de développement des énergies renouvelables

Source : BAOUCHI, B. « Programme d'efficacité énergétique en Algérie ». In site de global electricity, [En ligne], p 07.

<https://www.globalelectricity.org/content/uploads/Presentations-Group-1.pdf> (Consulté le 07/05/2020)

Conclusion

Dans ce premier chapitre, on a traité les définitions des concepts ayant un rapport avec l'architecture bioclimatique qui consiste à construire des bâtiments en exploitant les moyens locaux et l'évolution de la consommation énergétique en Algérie, en montrant que le secteur du bâtiment est le consommateur principal de l'énergie.

Face à ce problème crucial, l'Algérie a adopté une nouvelle politique basée sur l'intégration des énergies renouvelables et l'augmentation de l'efficacité énergétique, l'objectif est d'utiliser moins d'énergie et de réduire du même coup les émissions de gaz à effet de serre, protégeant ainsi l'environnement.

Ensuite, on a effectué une analyse sur la démarche initiée par l'état Algérien sur cette nouvelle politique, dans l'optique d'essayer de prouver l'importance et la portée de ses programmes dédiés à un développement durable, et même d'impulser un nouveau modèle de croissance économique qui touchent la majorité des secteurs d'activité et spécialement le

³³ MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES MINES. (2011). Op.cit. p 04.

secteur du bâtiment, qui dispose un grand potentiel énergétique, et ce, grâce à sa capacité d'adapter son fonctionnement à des pratiques durables et économiques en mettant en valeur une bonne gestion rationnelle d'énergie ; le respect de l'environnement ainsi que du confort des occupants. Parmi ces pratiques, la ventilation naturelle, une stratégie qui sera développée dans le chapitre suivant.

CHAPITRE II

VENTILATION ET VENTILATION NATURELLE

Introduction

Avec l'augmentation de la demande en énergie dans le secteur du bâtiment, il est devenu indispensable de trouver des solutions passives pour améliorer les performances de l'enveloppe du bâtiment dans l'objet d'économiser l'énergie et d'assurer un confort convenable pour les occupants.

La ventilation naturelle est une stratégie, sans moyen mécanique, basée sur une source naturelle fiable, gratuite et disponible en abondance. L'une des méthodes déjà utilisées auparavant dans l'architecture traditionnelle, exploitée sous plusieurs formes et sur plusieurs plans. Dès lors, la ventilation devient l'un des points clé à prendre en considération pour le contrôle des flux d'air transitant l'habitat permettant de pourvoir à nos besoins en oxygène et d'apporter un air neuf provenant de l'extérieur et d'évacuer l'air vicié interne aussi que les odeurs et les polluants qui s'y accumulent, de maintenir une température et un degré hygrométrique acceptable ainsi de fournir aux appareils à combustion l'oxygène dont ils ont besoin pour fonctionner sans danger pour notre santé.

L'étude de la ventilation naturelle nécessite la compréhension du comportement de la ventilation en générale de manière à pouvoir l'intégrer dans une démarche globale visant à rendre le bâtiment performant et confortable.

Cette partie du chapitre traite d'abord la ventilation d'une façon générale en précisant son rôle et ses différents systèmes utilisée, ensuite, il traite en détail les procédés passifs de la ventilation naturelle.

I- La ventilation

I-1- Définition : Ventilation / aération

''Ventiler'' signifie apporter de l'air frais et évacuer l'air humide et vicié d'une pièce de façon permanente. Ventiler se fait au moyen de dispositifs prévus à cet effet, qui donnent la possibilité à l'habitant d'assurer un renouvellement de l'air permanent mais réglable.

Par contre ''Aérer'' est l'action de renouveler des quantités relativement importantes d'air, de manière non permanente, en ouvrant les portes et/ou les fenêtres, le but étant d'atteindre les mêmes résultats qu'en ventilant de manière contrôlée. C'est la méthode la plus simple pour renouveler l'air intérieur, mais pas la plus efficace. Chaque fois que l'on aère, l'air est souvent renouveler plus que nécessaire (5 à 40 fois plus), mais l'effet du renouvellement disparaît assez rapidement, en fonction de la situation et du degré de pollution de l'air intérieur.³⁴

I-2- Le rôle de la ventilation

D'après l'étude de l'ADME, la majorité des gens passent 80% à 90% de leurs temps dans des endroits clos³⁵, où ils exercent différents activités (nettoyé, cuisiné, transpiré...etc.), source d'humidité, des odeurs et des différents polluants. Un bâtiment mal ventilé contient une mauvaise qualité d'air, cela peut engendrer des conséquences néfastes sur le bâtiment lui-même, sur la santé des occupants et leurs confort, donc la ventilation est indispensable pour :

- Satisfaire les besoins en oxygène.
- Evacuer les odeurs et les différents polluants dont le CO₂ qui s'accumulent.
- Eviter le recours à la climatisation : diminué les nuisances sonores de ventilateur.
- Régler le taux d'hygrométrie (humidité de l'air) afin d'éviter la condensation, moisissure et les bactéries sur les murs et les plafonds qui peut détériorer les peintures.
- Fournir aux appareils à combustion l'oxygène dont ils ont besoin pour fonctionner sans danger pour notre santé.³⁶

³⁴ IBGE : Institut de Bruxelles pour la Gestion de l'Environnement. (2006). « OUTIL D'AIDE '' AERATION ET VENTILATION NATURELLE DE LOGEMENTS EXISTANTS ET DE RENOVATIONS A BRUXELLES'' ». [En ligne]. Infos fiches-Santé, Bruxelles environnement, p 04.

http://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/IF_SANTE_ventilation.pdf
(Page consultée le 14/06/2020).

³⁵ HERANT, P. (2004). « Performance énergétique et ventilation des bâtiments : Contexte et enjeux », Journées thématiques 2004 : Equipement énergétique du bâtiment. Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), Valbonne, France p 02. <https://www.chantier.net/documents/040323ap02.pdf>
(Page consultée le 10/06/2020).

³⁶ CYPECOMMUNITY, Blog, Articles, La ventilation dans le bâtiment. In site de CYPECOMMUNITY. [En ligne]. <https://cypecommunity.zendesk.com/hc/fr/articles/203296025-La-ventilation-dans-le-b%C3%A2timent>
(Page consultée 18/06/2020).

I-3- Dispositions nécessaires pour une ventilation fiable

La quantité d'air nécessaire dépend d'un certain nombre de facteurs, les plus importants sont :

- Le taux d'occupation de la pièce.
- La nature des activités.
- La quantité et la nature de la pollution (provenant de l'intérieur que de l'extérieur).
- L'environnement extérieur.
- L'entretien hygiénique.³⁷

I-4- Caractéristiques de ventilation

- Le débit de ventilation : Quantité d'air introduite, et qualité de l'air extérieur.
- La direction du flux d'air : Qui doit aller des zones propres aux zones sales.
- Le mode de distribution ou d'écoulement de l'air : L'air extérieur doit être distribué efficacement, en tout point de l'espace ventilé doit être débarrassé efficacement des polluants aéroportés qui y générés.³⁸

I-5- Comment ventiler ?

I-5-1- Principe de base

Le principe est comme suit : Alimentation en air frais des locaux secs qui va être transféré via les zones de circulation et par la suite évacuer de l'air vicié via les locaux humides.³⁹

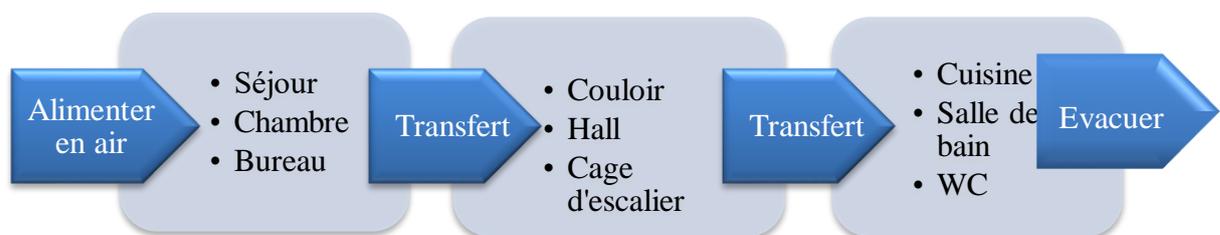


Figure II-01 : Les principes de base de la ventilation.

Source : BRANDT, M. Formation bâtiment durable : Passif et (TRES) basse énergie.

³⁷ IBGE : Institut de Bruxelles pour la Gestion de l'Environnement, (2006), Op.cit. , p 12.

³⁸ ATKINSON, J et CHARTIER, Y. (2007). « Ventilation naturelle et lutte contre les infections en milieu de soins », [En ligne], organisation mondiale de la santé, p 09.

https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44434/9789242547856_fre.pdf?sequence=1&isAllowed=y
(Page consultée le 15/06/2020).

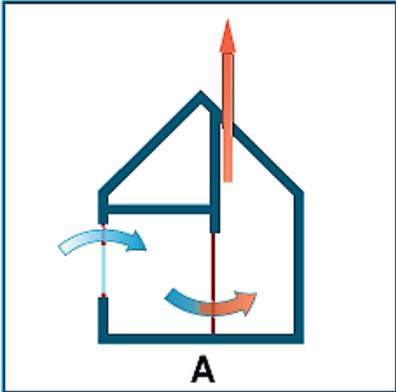
³⁹ BRANDT.M, « Formation bâtiment durable : Passif et (TRES) basse énergie », [En ligne]. Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), p 32.

https://environnement.brussels/sites/default/files/user_files/pres_20150212_pas_1_3vent_fr.pdf

(Page consultée le 13/06/2020).

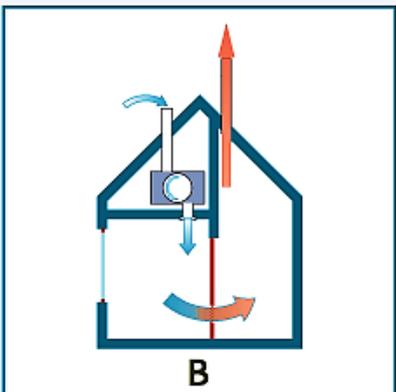
I-5-2- Les différents systèmes de Ventilation

Tableau II-01 : Système A : Evacuation et apport d'air naturels (Ventilation naturelle).

<p>Définition : Ce système est le moins énergivore, dont lequel aucune aide mécanique n'est nécessaire, mais en même temps c'est le plus difficile à contrôler. L'apport d'air frais se fait de manière naturelle via des grilles de ventilation intégrées dans les fenêtres. Le débit de ces grilles peut être réglé manuellement. L'air vicié soit évacué en toiture via une gaine verticale ou une cheminée dans les pièces humides (salle de bain, cuisine... etc.).</p>	
<p>Schéma :</p>  <p style="text-align: center;">A</p>	<p>Avantage :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Facile à installer. • Peu d'entretien. • L'exploitation n'est pas coûteuse. <p>Inconvénient :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Réglage limité (contrôle des débits). • Le moins économe en énergie. • Tous les systèmes ne sont pas isolés du point de vue acoustique.

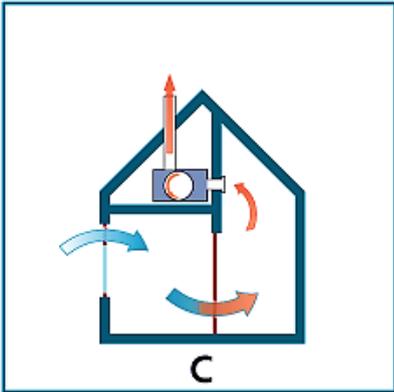
Source : Energuide.be, Consommation et tarifs, Consommation, Quels sont les systèmes de ventilation ? In situ, [En ligne]. <https://www.energuide.be/fr/questions-reponses/quels-sont-les-systemes-de-ventilation-existants/746/> (Page consultée le 22/06/2020).

Tableau II-02 : Système B : Evacuation d'air naturelle et apport d'air mécanique
(Ventilation simple flux par insufflation).

<p>Définition : Un apport d'air naturel n'est pas toujours possible en raison d'un environnement trop bruyant, de pièces sans fenêtres ou parce que la pièce à aérer fait partie d'un immeuble à appartement. Dans ce cas, l'apport mécanique d'air frais peut être envisagé. L'apport contrôlé d'air frais extérieur est distribué dans l'habitation au moyen d'un ventilateur. L'apport et la circulation de l'air ont lieu tout comme dans le système A. Toutefois, ce système est très rarement utilisé de nos jours.</p>	
<p>Schéma :</p>  <p style="text-align: center;">B</p>	<p>Avantage :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apport contrôlé d'air frais. • Solution intéressante dans un environnement bruyant. • Choix de l'emplacement de l'apport d'air. <p>Inconvénient :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consommation d'énergie. • Installation d'un bon nombre de conduits d'amenée d'air.

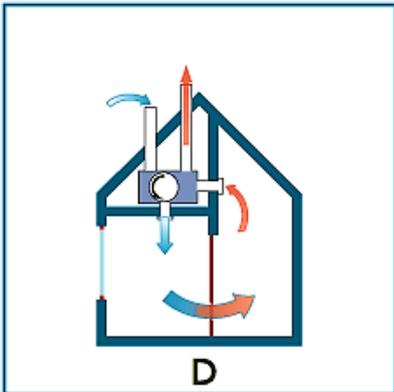
Source : Ibid.

Tableau II-03 : Système C : Apport d'air naturel et évacuation d'air mécanique
(Ventilation simple flux par extraction).

<p>Définition : Ce système favorise l'entrée de l'air frais de façon naturelle à travers des grilles. L'air humide et vicié est alors aspiré par des conduites dans les pièces humides telles que la cuisine et la salle de bains. Dans le système C classique, l'aspiration de l'air se fait en continu. Le système C+ à autorégulation rafraîchit l'air sur la base de la teneur en humidité ou en CO₂.</p>	
<p>Schéma :</p>  <p style="text-align: center;">C</p>	<p>Avantage :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meilleure ventilation qu'avec le système A. • Choix de l'emplacement de l'évacuation d'air. <p>Inconvénient :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plus onéreux que le système A. • Consommation d'énergie du ventilateur.

Source : Ibid.

Tableau II-04 : Système D : Evacuation et apport d'air mécaniques (Ventilation double flux).

<p>Définition : Ce système est totalement automatique, vu que l'apport et l'évacuation de l'air sont assurés par des ventilateurs. Un réseau de conduites à travers l'habitation distribue cet air par des grilles de ventilation dans chaque pièce, sans que les différents flux d'air ne se croisent. Dans ce cas aussi, la ventilation peut avoir lieu à la demande au moyen de capteurs (humidité, CO₂).</p>	
<p>Schéma :</p>  <p style="text-align: center;">D</p>	<p>Avantage :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Possibilité de récupération de la chaleur de l'air évacué. • Les flux d'air sont équilibrés. • Des filtres purifient l'air (poussière...). • Choix de l'emplacement de l'apport et de l'évacuation d'air. <p>Inconvénient :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consommation d'énergie des ventilateurs plus élevée. • Requiert davantage d'entretien régulier que les autres systèmes. • Possibilité de nuisance sonore.

Source : Ibid.

II- la ventilation naturelle

II-1- Définition

La ventilation est dite "naturelle" si le renouvellement de l'air se fait par des sources naturelles (Vent, différence de température), à travers des ouvertures situant à des endroits stratégiques sans l'influence ou l'effet des dispositifs mécaniques. Le facteur qui diffère les types de la ventilation naturelle est la position des ouvertures pour l'entrée et la sortie de l'air les unes par rapport aux autres.⁴⁰

II-2- Le mécanisme de la ventilation naturelle

Le renouvellement de l'air en ventilation se fait par deux mécanismes : Effets du vent, effets thermique et parfois les deux mécanismes à la fois.

II-2-1- La pression du vent

L'action du vent sur un bâtiment induit une pression positive sur la façade au vent et une pression négative sur la façade sous le vent. Cette différence de pression fait circuler l'air des ouvertures exposées au vent vers celles sous le vent. Il est possible d'estimer ces pressions dans le cas de bâtiments simples.⁴¹

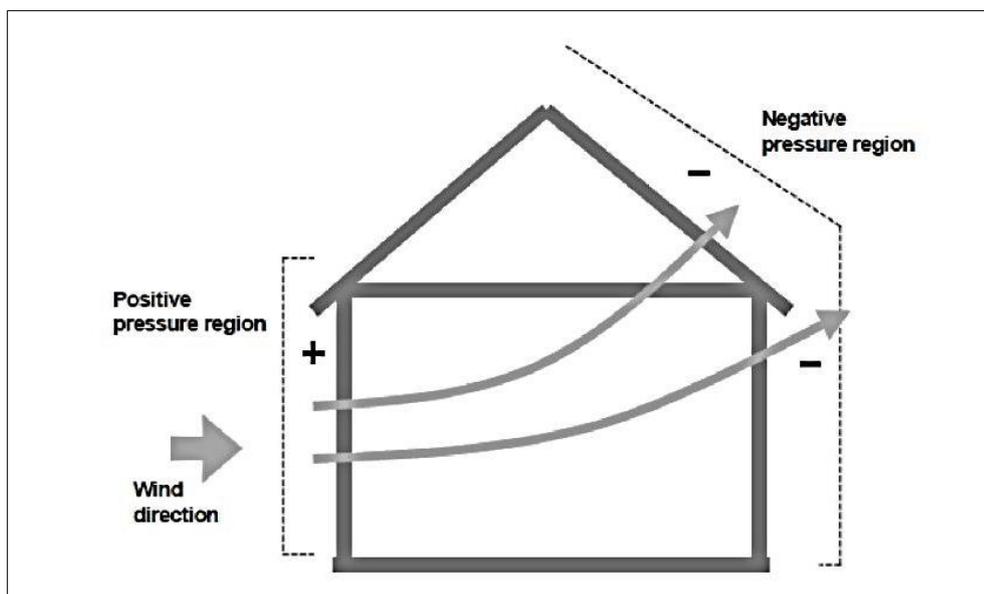


Figure II-02 : Action du vent sur le bâtiment.

Source : KOFFI, J. (2009). Analyse multicritère des stratégies de ventilation en maison individuelle, thèse de doctorat, Université de la Rochelle, France.

<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00433348/document> (Consulté le 26/06/2020)

⁴⁰ CACIOLO, M. (2010). « Analyse expérimentale et simulation de la ventilation naturelle mono-façade pour le rafraîchissement des immeubles de bureaux », [En ligne], thèse de doctorat, génie des procédés, Ecole National supérieure des mines de Paris, p 05. https://pastel.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/583247/filename/CACIOLO_Marcello.pdf (Page consultée le 23/06/2020).

⁴¹ ATKINSON, J et CHARTIER, Y. (2007). Op.cit. p 28.

II-2-2- Effets thermique (le tirage)

Le tirage est généré par la différence de température ou d'humidité entre l'air intérieur et l'air extérieur. Un déséquilibre est alors créé entraînant une différence de pression verticale.

Lorsque l'air intérieur est plus chaud que l'air extérieur, l'air intérieur, moins dense s'élève. De l'air pénètre dans le bâtiment par ses ouvertures basses et s'échappe par les hautes. La direction du flux s'inverse lorsque l'air intérieur est plus froid que l'air extérieur, l'air intérieur est plus dense que celui de l'extérieur. De l'air entre dans le bâtiment par ses ouvertures hautes et s'échappe par les basses. Les flux générés par le tirage en fonction des températures (Intérieure et extérieure).⁴²

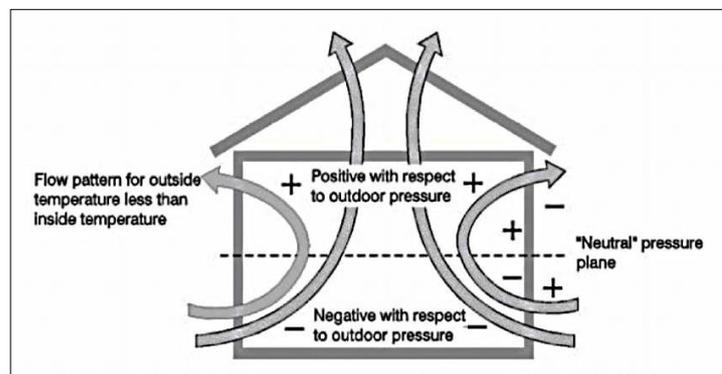


Figure II-03 : Effet du tirage thermique dans le bâtiment.

Source : KOFFI, J. (2009). Analyse multicritère des stratégies de ventilation en maison individuelle, [En ligne], thèse de doctorat, Université de la Rochelle, France.

<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00433348/document> (Consulté le 26/06/2020)

II-3- L'intérêt de la ventilation naturelle

Le principal intérêt de la ventilation naturelle est d'exploiter une ressource gratuite et abondante tout en restant fiable, simple d'utilisation et sans entraîner de surcoût à la conception du bâtiment. Le choix de se reposer uniquement sur un système passif.

La ventilation au travers de son fonctionnement et surtout de son impact sur notre santé, confort et notre environnement est très souvent peu maîtrisée. De ce fait, la qualité de l'air a longtemps été négligée, bien souvent, il faut être soumis à des désordres de types moisissures ou problèmes d'odeurs pour réagir. En conséquence, la qualité de l'air intérieur fait l'objet d'études approfondies ainsi et son impact sur la santé et sur le bâti est une préoccupation de plus en plus forte. Les problèmes de cette dernière peuvent être résolus par l'usage d'un système de ventilation adapté.⁴³

⁴² Ibid. p 30.

⁴³ AVEMS. (2010). « Guide de la ventilation naturelle et hybride "VNHY" pour l'habitat collectif et individuel », [En ligne], Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), p 07. https://www.effinergie.org/web/images/attach/base_doc/1362/Guide_de_la_ventilation_naturelle_et_hybride_VN_Hy_AVEMS.pdf (Page consultée le 23/06/2020).

II-4- Les stratégies de la ventilation naturelle

II-4-1- La ventilation naturelle transversale

La ventilation transversale utilise les variations des pressions sur les différentes façades d'un bâtiment exposé au vent ⁴⁴: lorsque des fenêtres sont ouvertes à la fois sur les parois exposées et opposées au vent, il se crée un flux d'air à travers le bâtiment allant des zones à haute pression (Façade au vent) vers celles de basse pression (Façade sous le vent).

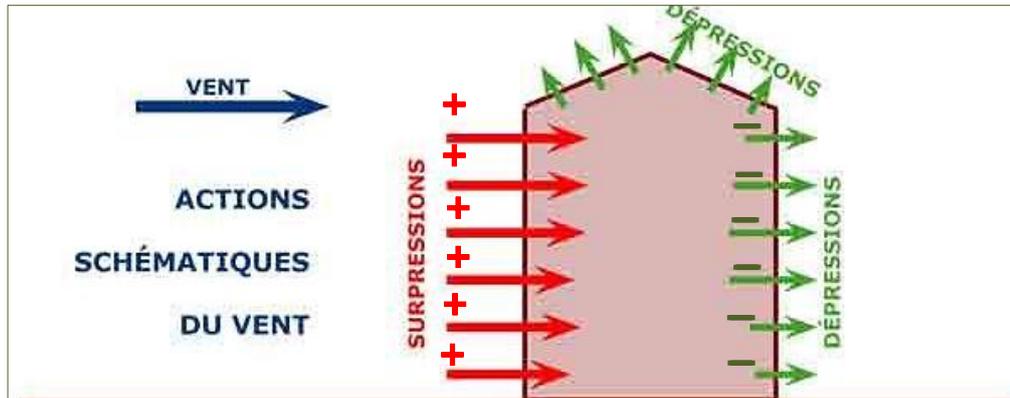


Figure II-04 : les pressions dues au vent sur le bâtiment.

Source : Le portail expert de la performance énergétique, Actualités techniques, Effets de l'air extérieur sur le bâti. In site media xpair. [En ligne]. <https://media.xpair.com/img/memocad/actions-schematiques-vent.jpg> (Consulté le 20/06/2020)

II-4-1-1- Principe de fonctionnement

Le local doit comporter deux ouvertures celle-ci soient sur deux façades opposées. La différence de pression entre le côté sous le vent et celui face au vent va entraîner des écoulements d'air d'une ouverture à l'autre. GIVONI estime que la meilleure condition de ventilation transversale est obtenue lorsque le flux d'air change de direction à l'intérieur de l'espace en se déplaçant de l'entrée vers la sortie. ⁴⁵

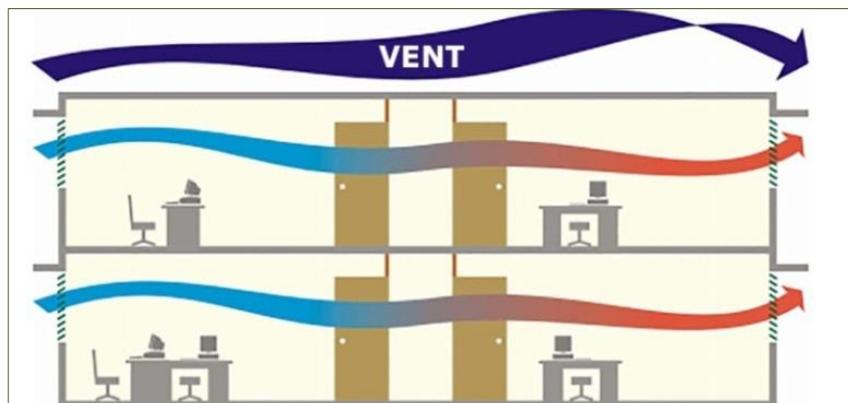


Figure II-05 : Le principe de la ventilation transversale via des ouvertures de façades opposées.

Source : <https://www.guidebatimentdurable.brussels/servlet/Repository/image27-jpeg.jpg?ID=22082> (Consulté le 18/06/2020)

⁴⁴ GIVONI, B. (1978). « L'homme, l'architecture et le climat, le moniteur », Paris, p 295.

⁴⁵ Ibid. p 285.

L'orientation du bâtiment, la conformité du cloisonnement et le positionnement des ouvertures par rapport au vent sont des paramètres très importants dans la création du déplacement d'air. C'est souvent le vent qui sera le moteur principal permet de favoriser le flux en créant des pressions et dépression artificielles.⁴⁶

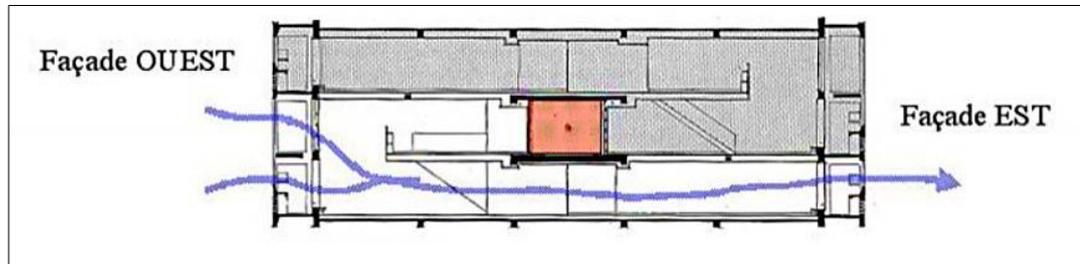


Figure II-06 : L'unité d'habitation du Corbusier.

Source : MULE, M, (2011), Ventilation naturelle dans l'habitat.

La taille du bâtiment, sa forme, les positions, géométries et dimensions des ouvertures, des débords de toiture...etc interfèrent sur les mouvements d'air créés dans les locaux. Des sorties d'air plus grandes que les entrées, permettront de placer le bâtiment en sous-pression et d'obtenir ainsi une vitesse de l'air à l'intérieur supérieure à la vitesse à l'extérieur.

Le trajet du vent au travers d'une pièce n'est pas influencé par la vitesse du vent, mais seulement par la géométrie et l'existence des zones de haute et basse pression.⁴⁷

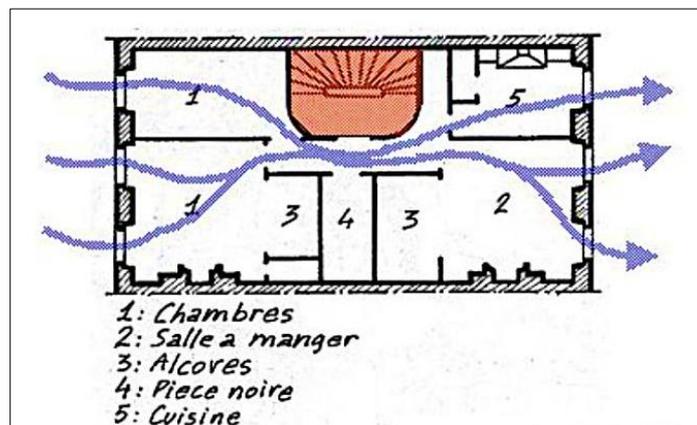


Figure II-07 : Les trois fenêtres Marseillaises.

Source : MULE, M, (2011), Ventilation naturelle dans l'habitat.

⁴⁶ MULE, M, (2011), « Ventilation naturelle dans l'habitat », [En ligne], mémoire de formation, Rénovation écologique, L'école Nationale supérieure d'architecture de Lyon, p 38.

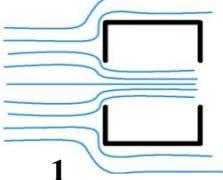
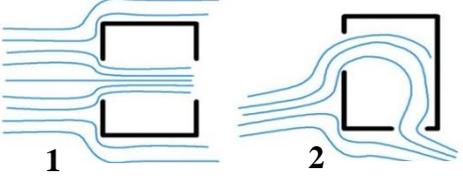
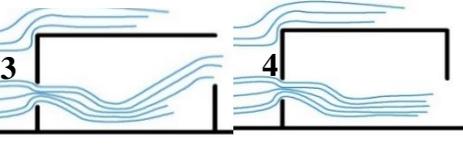
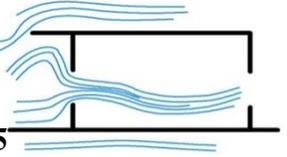
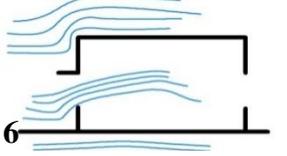
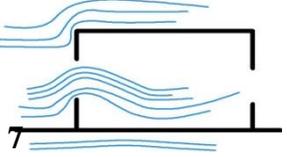
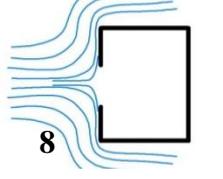
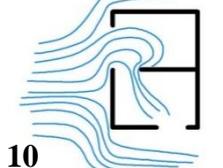
<https://docplayer.fr/storage/33/16571052/1593095665/t1Why4CCXRpm-q4gUPMt5A/16571052.pdf>

(Page consultée le 22/06/2020).

⁴⁷ Ibid. p 39.

II-4-1-2- L'impact des ouvertures sur la ventilation

Tableau II-06 : L'impact des ouvertures sur le fonctionnement de la ventilation.

Schéma	L'impact
 <p>1</p>	Des ouvertures situées sur des façades opposées pour favoriser une ventilation traversant. (1)
 <p>1 2</p>	Un cloisonnement intérieur permettant la libre circulation de l'air d'une façade à l'autre. (1 et 2)
 <p>3 4</p>	Une hauteur des ouvertures telle que le flux intérieur soit dirigé vers le bas (3 et 4) ceci est possible si l'entrée est en position basse.
 <p>5</p>	Une avancée assez haute augmente le flux sans modifier sa direction. (5)
 <p>6</p>	Un pare-soleil au-dessus de la fenêtre dirige le flux d'air vers le haut en diminuant son efficacité. (6)
 <p>7</p>	De même (3 et 4) les fenêtres pivotantes et fenêtres à lames mobiles doivent être placées de façon à orienter l'air vers le bas de la pièce. (7)
 <p>8</p>	Une seule ouverture du côté exposé au vent crée peu de mouvement d'air à l'intérieur. (8)
 <p>9</p>	Un cloisonnement coupant le flux entraîne des perturbations. La pièce fermée n'est pas ventilée, l'autre l'est très faiblement. (9)
 <p>10</p>	De même (9) un cloisonnement perpendiculaire au flux principal crée une altération importante et engendre une mauvaise efficacité de la ventilation. (10)

Source : Traitée par l'auteur.

II-4-2- La ventilation mono façade

Ce mode de ventilation consiste à l'aération d'un espace par une seule façade, la même ouverture sert à la fois comme entrée et sortie d'air, ou bien utilisée deux ouvertures situées sur le même mur de façade pour accéder et évacuer l'air pour favoriser l'établissement d'un tirage thermique qui permettra à l'air extérieur frais d'accéder et l'intérieur de s'extraire.⁴⁸

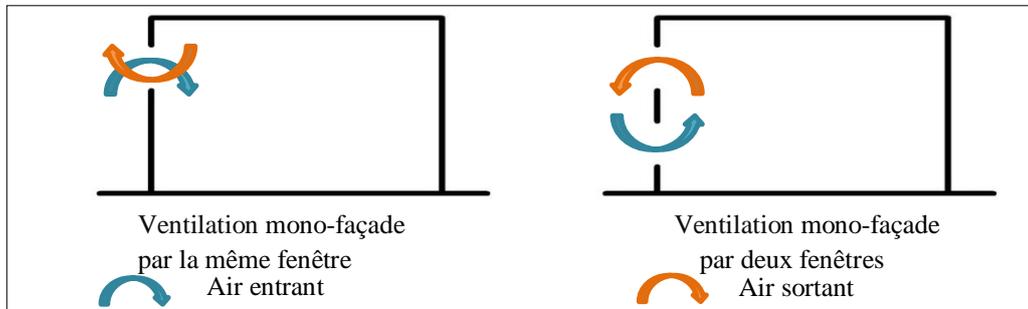


Figure II-08 : La ventilation naturelle mono-façade.

Source : Auteur.

C'est le mode le plus simple, à cause de la proximité des zones d'entrée et de sortie de l'air ainsi que son application qui ne demande pas une conception architecturale particulière.⁴⁹

II-4-3- La ventilation par tirage d'air (effet de cheminée)

Le tirage thermique est en général assuré par la différence de température entre l'air chaud intérieur et l'air plus frais de l'extérieur. Il est particulièrement efficace en hiver et les nuits d'été est le mouvement ascensionnel de l'air intérieur dans un conduit, du fait qu'il est plus chaud et donc plus léger que l'air extérieur. Ce mouvement induit une entrée d'air frais dans le bas du bâtiment ou du conduit et une sortie de l'air chaud par le haut.⁵⁰

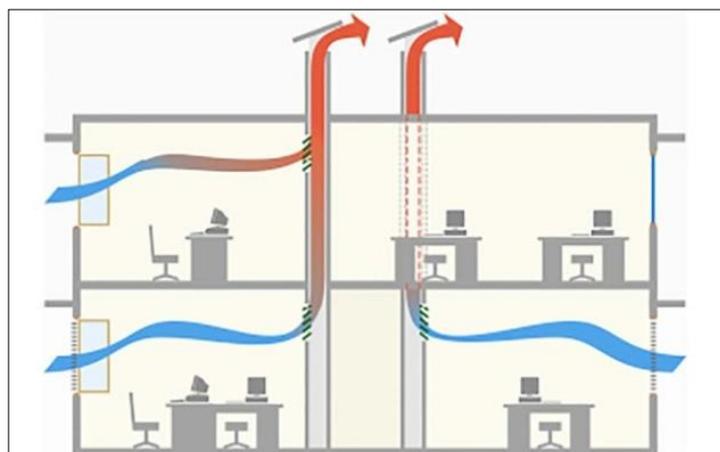


Figure II-09 : Le principe de la ventilation transversale par tirage thermique (effet cheminée).

Source : <https://www.guidebatimentdurable.brussels/servlet/Repository/image27-jpeg.jpg?ID=22082>

(Consulté le 18/06/2020)

⁴⁸ CACIOLO, M. (2010). Op.cit., p 05-06.

⁴⁹ Ibid.

⁵⁰ LINGUEE DICTIONARY. (2020). Cross ventilation. In site de LINGUEE DICTIONARY. <https://www.linguee.com/english-french/translation/cross+ventilation.html> (Page consultée le 20/06/2020).

II-5- Les stratégies passives de la ventilation naturelle

II-5-1- Le puits canadien / puits provençal

II-5-1-1- Définition

Un système dit géothermique, qui utilise l'énergie présente dans le sol à proximité de sa surface, pour chauffer ou refroidir l'air neuf de ventilation des bâtiments suivant les saisons.⁵¹

II-5-1-2- Principe de fonctionnement

Le principe de ce système consiste à aspirer l'air extérieur par une prise d'entrée d'air neuf qui circule dans des conduites enterrées avant d'être insufflé dans le bâtiment. En période hivernale, le puits est dit canadien, la température du sol à une profondeur de 1,5 à 3 m est plus chaude que celle de l'extérieur, donc l'air froid est préchauffé au cours de son parcours souterrain. En été, le puits est dit provençal, l'air profite de la fraîcheur du sol pour se refroidir lors de son passage dans les conduites avant d'arriver dans le bâtiment à une température inférieure à celle de l'extérieur.⁵²

II-5-1-3- Composants du puits

- Entrée d'air neuf : Munie de filtres pour éviter l'entrée des rongeurs dans la conduite.
- Conduit : A une longueur de 30 à 50m et enterrée à une profondeur minimale de 1,5m.
- Système d'évacuation des condensats : La canalisation doit être lisse et pentue pour l'écoulement des eaux de condensation qui doivent se récupérer par un regard.
- Ventilateur et système de régulation du puits : Qui permettra de souffler l'air extérieur dans les différentes pièces du bâtiment.⁵³

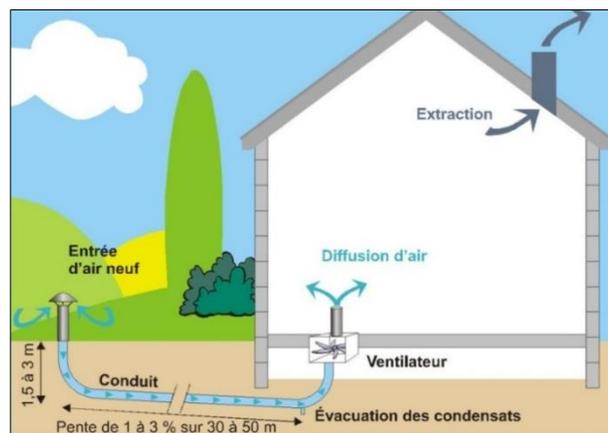


Figure II-10 : Le principe de fonctionnement d'un puits canadien.

Source : Heintz, J. (2008). Les puits canadiens/provençaux.

⁵¹ HEINTZ, J. (2008). « Les puits canadiens/provençaux ». [En ligne], Centre Technique des Industries Aéronautiques et Thermiques (CETIAT), Veilleur banne cedex-France, p 05. http://www.puitscanadien.com/wp-content/uploads/2018/06/guide_CETIAT-puits_canadiens (Page consultée le 29/03/2020).

⁵² Ibid. p 17.

⁵³ Ibid. p 12 - 23.

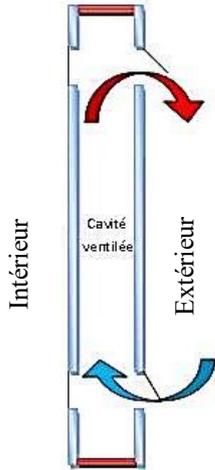
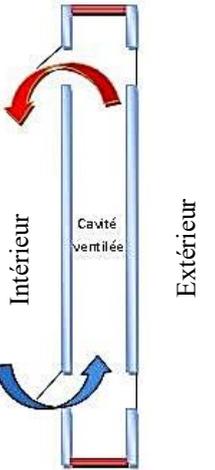
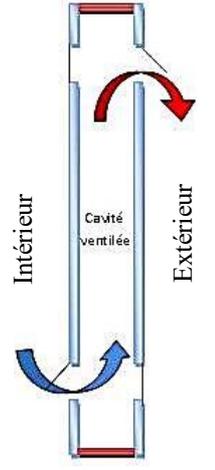
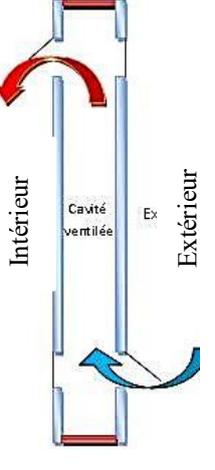
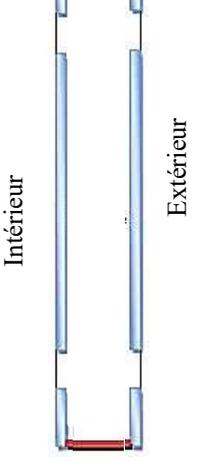
II-5-2- Façade double peau

II-5-2-1- Définition

Une double façade peut être définie comme une façade simple traditionnelle doublée à l'intérieur ou à l'extérieur par une deuxième façade généralement vitrée. Chacune d'elle est communément appelée peau. Une cavité ventilée est située entre les deux peaux intérieure et extérieure d'une largeur pouvant aller de quelques centimètres pour les plus minces à plusieurs mètres pour les cavités circulables les plus larges. Le système de façade double peau est composé des éléments suivants : Façades vitrées intérieure et extérieure, cavité comprise entre les deux façades, système d'occultation solaire est placé à l'intérieur de la cavité pour des raisons de protections et les ouvertures.⁵⁴

II-5-2-2- Mode de ventilation de la cavité

Tableau II-06 : Modes de ventilation d'une façade double peau.

1-Rideau d'air extérieur	2- Rideau d'air intérieur	3-Alimentation en air neuf	4-Evacuation de l'air	5-Espace tampon
 <p>L'air est introduit dans la cavité en provenance de l'extérieur et rejeté à nouveau vers l'extérieur. Cela forme un rideau d'air à l'intérieur de la cavité enveloppant la façade placée du côté extérieur.</p>	 <p>L'air provient de l'intérieur du local et est repris et réinjecté à l'intérieur du local. Cela forme un rideau d'air enveloppant la façade intérieure.</p>	 <p>Réalisée avec de l'air extérieur qui est conduit vers l'intérieur du local. La ventilation de la façade permet d'alimenter le bâtiment en air neuf.</p>	 <p>L'air en provenance de l'intérieur du local est évacué vers l'extérieur. La ventilation de la façade permet d'évacuer l'air vicié du bâtiment.</p>	 <p>Les peaux de la façade sont étanches. La cavité forme un espace tampon entre le milieu intérieur et le milieu extérieur, aucune ventilation n'étant possible.</p>

Source : BEST FACADE, Façade double peau, typologie, Mode de ventilation de la cavité.

http://www.bestfacade.com/textde/01_fund_gesamt_f.htm (Consulté le 26/06/2020)

⁵⁴ BEST FACADE, Façade double peau, Définition. In site de BEST FACADE, [En ligne]. http://www.bestfacade.com/textde/01_def_gesamt_f.htm (Page consultée le 26/06/2020).

II-5-3- L'atrium

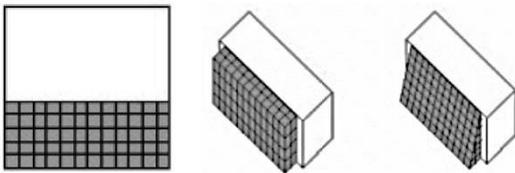
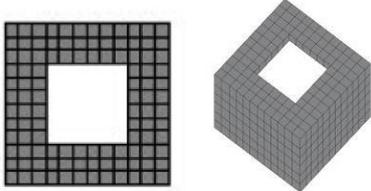
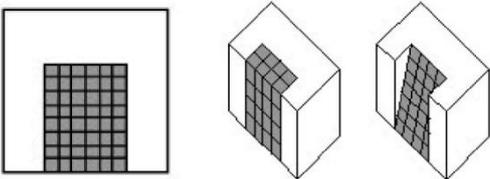
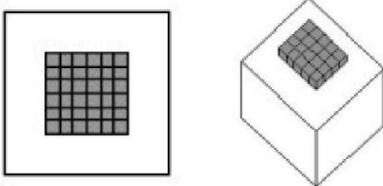
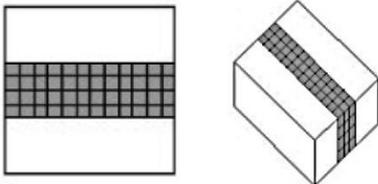
II-5-3-1- Définition

L'atrium est défini selon deux manières :

- Un atrium est créé "en recouvrant l'espace séparant deux bâtiment par une verrière" c'est donc un espace protégé, tampon thermique par rapport à l'extérieur.
- Un atrium est créé "en ouvrant le cœur d'un large bâtiment" sous ce regard, c'est un puits de lumière qui est recherché.⁵⁵

II-5-3-2- Typologie morphologique des atriums

Tableau II-07 : les différentes formes d'un atrium.

Disposition	Description de l'atrium
	Accolés au bâtiment Servent à marquer et/ou protéger l'entrée d'un bâtiment.
	Enveloppé Marquer ou protéger l'ensemble d'un édifice.
	Semi-encasté La même fonction que l'enveloppé mais également avec une notion de desserte interne.
	Encastré Sert à la desserte interne, il est aussi un lieu de communication interne.
	Linéaire Offre un compromis entre l'intériorisation et l'intimité des espaces partagés et l'ouverture vers l'extérieur.

Source : Traitée par l'auteur.

⁵⁵ RAHAL, S. (2011). « L'impact de l'atrium sur le confort thermique dans les bâtiments publics : Cas de la maison de culture à Jijel », [En ligne], Mémoire de magistère en Architecture, Université MENTOURI, Constantine, p 20. <http://archives.umc.edu.dz/bitstream/handle/123456789/12457/RAH6014.pdf?sequence=1> (Page consultée le 13/06/2020).

II-5-3-3- Principe de fonctionnement

- **En hiver** : L'air de l'atrium est plus chaud que l'air extérieur. Avec une prise d'air dans l'atrium, un préchauffage de l'air neuf hygiénique des locaux est réalisé, en quelque sorte, c'est la chaleur du bâtiment lui-même qui est recyclée. L'intérêt est renforcé en période ensoleillée puisque tout l'atrium sert alors de capteur solaire.⁵⁶

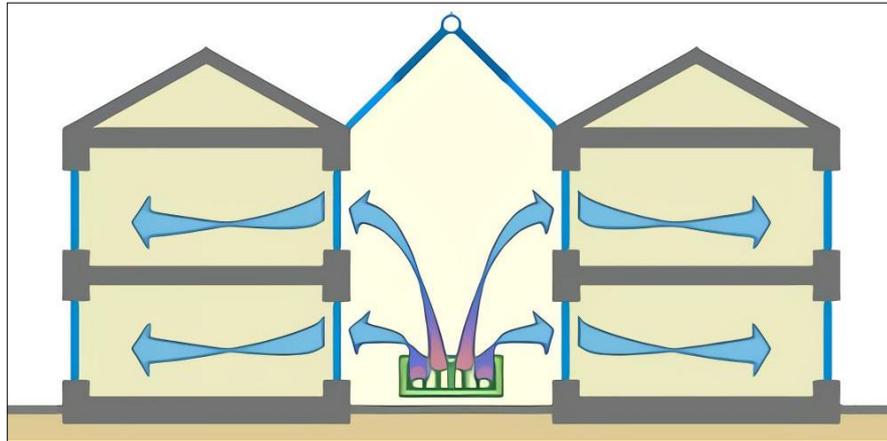


Figure II-11 : Le principe de ventilation d'un atrium en hiver.

Source : <https://www.gidsduurzamegebouwen.brussels/servlet/Repository/exploitation-d-un-atrium-pour-mettre-en-place-une-ventilation-naturelle-hiver.jpg?ID=65438>

(Consulté le 29/06/2020)

- **En été** : Créer un mouvement d'air traversant, de l'extérieur vers l'atrium (profit de l'effet cheminé). Une ventilation efficace pourra s'établir à condition de disposer d'ouvrants au niveau du sol et de la toiture (afin de tirer profit de l'effet de cheminée).⁵⁷

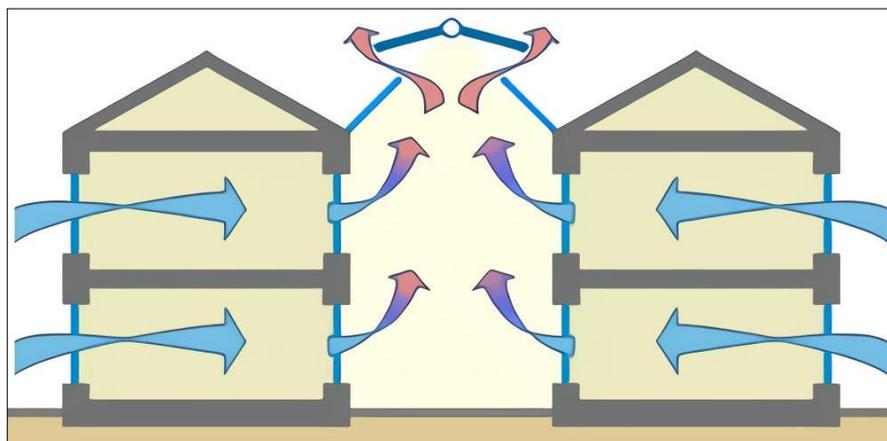


Figure II-12 : Le principe de ventilation d'un atrium en été.

Source : <https://www.gidsduurzamegebouwen.brussels/servlet/Repository/exploitation-d-un-atrium-pour-mettre-en-place-une-ventilation-naturelle-ete.jpg?ID=65433>

(Consulté le 29/06/2020)

⁵⁶ GHOZLANE, A. (2015). « La contribution de l'atrium dans l'amélioration des performances thermique des bâtiment tertiaires », [En ligne], Mémoire de master en Architecture, Université Larbi Ben Mhidi, Oum El-Bouaghi, p 19. <https://pdfs.semanticscholar.org/7a40/1da8a54befd8ac42d322f98b6594da1ba8fc.pdf> (Page consultée le 29/06/2020).

⁵⁷ Ibid. p 20.

II-5-4- La cheminée solaire

II-5-4-1- Définition

La cheminée solaire, cheminée provençale ou cheminée thermique, est un système passif de ventilation naturelle constitué d'un conduit vertical, souvent peint en noir, exposé au rayonnement solaire. Pendant la journée, le soleil chauffe le conduit créant un appel d'air aspirant l'air en bas de la cheminée permettant de ventiler et refroidir le bâtiment. La cheminée solaire est probablement un des plus anciens dispositifs de ventilation.⁵⁸

II-5-4-2- Principe de fonctionnement

Une cheminée solaire est généralement orientée vers le côté le plus ensoleillé de la construction, elle est constituée d'un absorbeur peint en noir placé derrière un vitrage dont le fonctionnement repose sur l'effet de serre résultant de l'énergie solaire captée par le plan de verre et piégé dans le vide existant entre le vitrage et l'absorbeur. L'air chauffé par la radiation solaire provoque des forces de flottabilité permettant son déplacement vers la partie supérieure de la cheminée. Suivant le bilan de masse, l'air épuisé est évacué de la cheminée et est remplacé par l'air extérieur frais par des ouvertures conçues à cet effet. Le principe de ventilation par cheminée est basé sur l'effet de tirage thermique causé par les différences de densité entre l'intérieur et l'extérieur de la construction. Lors d'une période caniculaire sans vent, seule la cheminée solaire permet d'offrir une ventilation de manière passive.⁵⁹

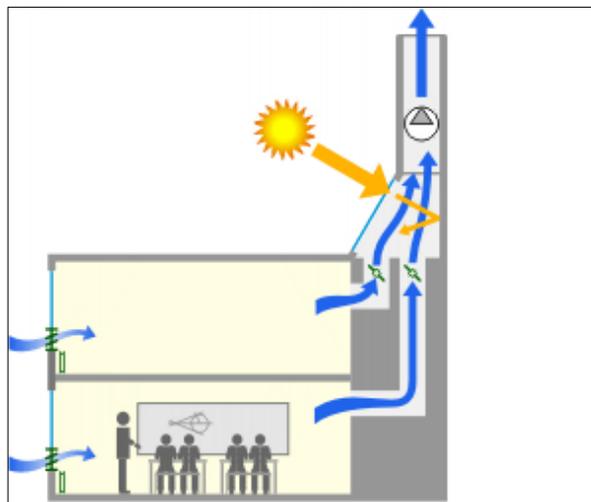


Figure II-13 : Le principe de fonctionnement de la ventilation d'une cheminée solaire.

Source : <https://energieplus-lesite.be/wp-content/uploads/2019/03/TangaFct.gif>

(Consulté le 15/06/2020)

⁵⁸ Rafrachissement sans air conditionné : Etude sur les alternatives. Noé 21, (2012), [Enligne], Suisse, p 04. <https://docplayer.fr/storage/24/3786843/1593715880/fEOS5T73Jur3KnJ321fWmQ/3786843.pdf> (Page consultée le 02/07/2020).

⁵⁹ KALKAN, N et DAGTEKIN, I. (2015). « CFD Analysis of passive cooling building by using solar chimney system », [En ligne], International journal of Mechanical and mechatronics Engineering, Vol 9(10), p 1796 – 1798. <https://zenodo.org/record/1109629/files/10002750.pdf> (Page consultée le 05/07/2020).

II-5-4-3- Composants de base d'une cheminée solaire

- La surface du capteur solaire : Elle est située soit dans la partie supérieure du conduit de cheminée soit sur toute la face extérieure exposée au soleil du conduit.
- Le puits de ventilation principale (le canal d'air).
- Les entrées et sorties d'air.

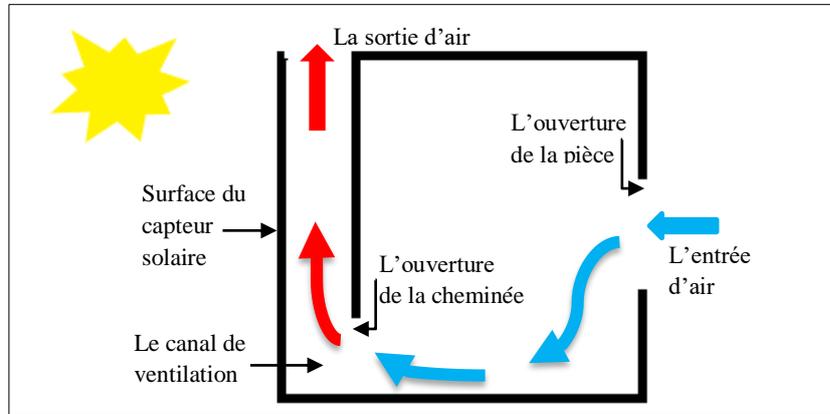


Figure II-14 : Les éléments de base d'une cheminée solaire.

Source: Auteur.

II-5-4-4- Modes d'opération d'une cheminée

Les trois modes d'opération sont :

- **Mode de chauffage passif** : L'air extérieur est entré dans la cheminée, et réchauffé par l'énergie solaire absorbée durant la journée. L'entrée d'air chaud dans la salle contribue à la réduction d'une charge thermique.
- **Mode de ventilation et refroidissement passif** : La température extérieure est inférieure à celle de l'intérieure.
- **Mode d'isolation thermique** : La température extérieure est supérieure à celle d'intérieure. L'air entre dans la cheminée et s'échappé vers l'extérieur par l'ouverture supérieure.⁶⁰

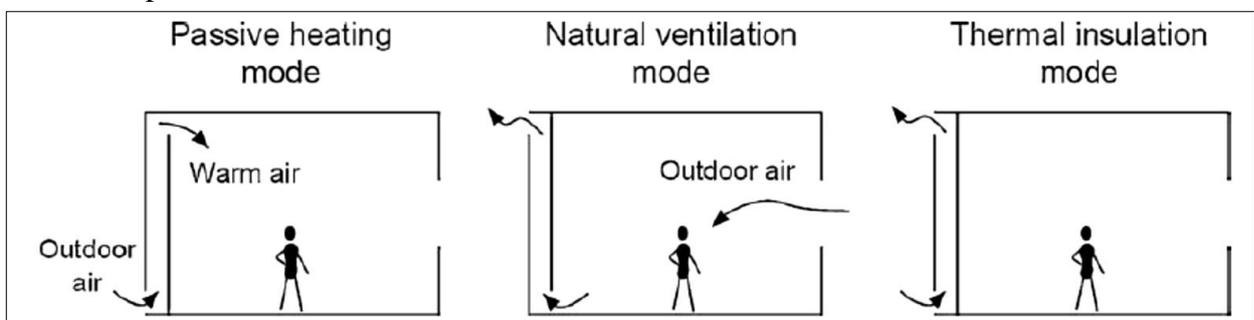


Figure II-15 : Les modes d'opération de la cheminée solaire.

Source: KALKAN., N et DAGTEKIN, I. (2015). CFD Analysis of passive cooling building by using solar chimney system.

⁶⁰ Ibid.

II-5-5- Les tours à vent

II-5-5-1- Définition

Ce dispositif est une gaine montante haute au-dessus du bâtiment avec une ouverture faisant auvent dominant. Elle emprisonne le vent à l'intérieur de la tête de la tour au-dessus du bâtiment où il est plus frais et plus fort, et le véhicule grâce à des rigoles (conduits) vers le bas à l'intérieur du bâtiment. La tour à vent peut remplacer ainsi les fenêtres ordinaires. Elle a été employé pendant des siècles dans les pays à climat chaud et aride.⁶¹

II-5-5-2- Fonctionnement de la tour à vent

Les tours à vent sont orientées face aux vents dominants afin de les capter en hauteur et les diriger vers l'intérieur du logement à ventiler. Le capteur fonctionne par la différence de température entre le vent et l'air ambiant intérieur. Le vent, plus frais, moins poussiéreux et moins humide pénètre par le capteur pour descendre au rez-de-chaussée de l'habitation.

L'air neuf, ainsi introduit, chasse l'air intérieur plus chaud et plus vicié. Si, par contre, l'air ambiant est plus frais que le vent en hauteur, une pression empêche la pénétration du vent dans le capteur. Le système est amélioré par la suspension de vases d'eau en terre non cuite dans la tour. Cela permet d'humidifier le filet d'air sec et d'abaisser ainsi sa température grâce à l'évaporation de l'eau avant la ventilation dans l'habitat.⁶²

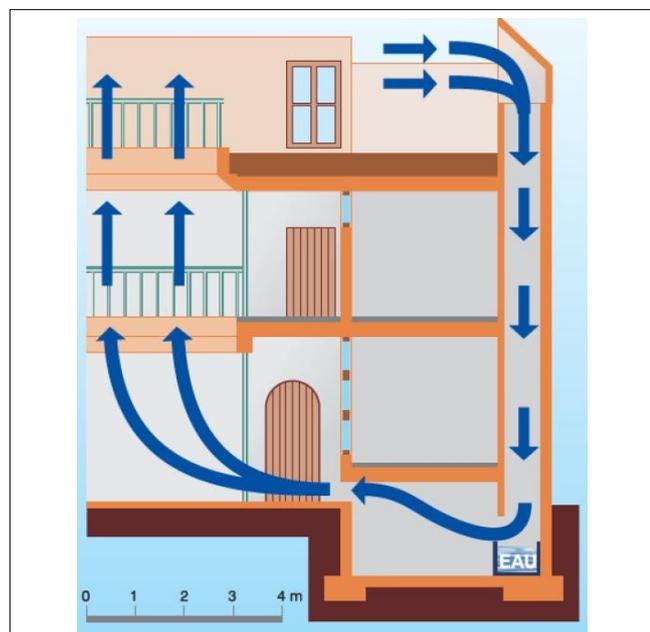


Figure II-16 : Le principe de fonctionnement de la tour à vent.

Source : De Herde, A et Liébard, A. (2005). *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques*.

⁶¹ DJOUMAA, A. (2008). « Réalisation et vérification de la performance thermique d'une tour à vent pour un rafraîchissement passif dans les régions chaudes et arides : Cas de HASSI MESSAOUD », [En ligne], thèse de magistère, Université MENTOURI de Constantine, p 40 – 41.

<https://bu.umc.edu.dz/theses/architecture/DJO5110.pdf> (Page consultée 06/07/2020).

⁶² De HERDE, A et LIEBARD, A. (2005). *Op.cit.* p 175.

Conclusion

La ventilation d'un bâtiment consiste à créer un renouvellement d'air en évacuant l'air intérieur vicié et apportant l'air frais de l'extérieur. Elle participe également à la préservation du bâtiment en évitant les substances indésirables dues à une mauvaise ventilation : condensation de la vapeur d'eau, les différentes odeurs et fumées, les polluants...etc ainsi que la préservation de la santé des occupants en apportant d'une manière permanente suffisamment d'air neuf hygiénique. Le renouvellement de l'air est contribué par différents systèmes : mécanique, naturelle, hybride...etc.

La ventilation naturelle est une stratégie passive adaptée pendant la saison estivale pour contrôler les surchauffes des bâtiments et abaisser leurs températures internes ainsi que la réduction du recours au système technique de climatisation. Elle fonctionne soit par le phénomène de convection due aux différences d'humidité et de température soit par la différence de pression sous l'effet du vent ou bien les deux à la fois.

Cette stratégie de ventilation comprend différents procédés qui ont une importance capitale grâce à l'utilisation des éléments naturels du climat et des ressources renouvelables sans recourir aux énergies d'appui pour la climatisation ou le chauffage afin de satisfaire les exigences d'hygiène, de confort et du respect de l'environnement.

CHAPITRE III

VENTILATION NATURELLE

ET

CONFORT THERMIQUE

Introduction

La ventilation naturelle est la technique de rafraîchissement la plus appréciée par rapport aux autres techniques. Elle vise à améliorer les commodités de la vie en apportant un confort thermique avec une meilleure qualité de l'air dans le bâtiment, en se basant sur une source naturelle fiable, gratuite et disponible en abondance.

Dans ce chapitre, on traite les interactions des conditions du confort thermique (tels que : la température ambiante, la vitesse de l'air...etc.) avec la ventilation naturelle, ainsi les exemples analysés construites à l'aide des techniques et des stratégies passive pour créer un environnement confortable.

I- La ventilation naturelle et le confort thermique

I-1- Définition du confort thermique

Le confort thermique est défini comme un état de satisfaction vis-à-vis de l'environnement thermique. Il est déterminé par l'équilibre dynamique établi par échange thermique entre le corps et son environnement.⁶³

On peut le définir aussi comme une notion soumise à des critères de subjectivité, une sensation complexe puisqu'il est difficile de satisfaire tout le monde en réunissant des conditions idéales à cause de facteurs physiques, physiologiques et psychologiques.

I- 2- La ventilation naturelle et le confort thermique

Nous avons vu que la ventilation pourrait occuper différents rôles dans le bâtiment. Elle permet d'assurer des ambiances confortables en créant des mouvements d'air suffisant pour évacuer la pollution et la vapeur d'eau donc améliorer la qualité de l'air intérieur.

Dans un même local, les personnes ne peuvent pas être satisfaites toutes en même temps, compte tenu de plusieurs paramètres déterminant de l'hygiène de l'homme (la vêtue, l'activité et les facteurs psychologiques et culturels) et de son confort (température de l'air ambiant, température des parois, vitesse de l'air et l'humidité relative de l'air).⁶⁴

I- 2-1- Effet de la ventilation naturelle sur l'ambiance intérieure

Lorsque le bâtiment est ventilé, l'air pénétrant dans l'espace intérieur est à la température extérieure d'origine, en traversant cet espace, il se mélange avec l'air intérieur et change de

⁶³ De HERDE, A et LIEBARD, A. (2005). Op.cit, p 27b.

⁶⁴ Ibid. p 27a.

chaleur avec les surfaces intérieures en fonction du gradient de température entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment.⁶⁵

Lorsque les fenêtres et les volets sont fermés, la température interne chute, par contre son ouverture provoque une élévation de près de 3 °C 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.⁶⁶

I- 2-2- Effet de la ventilation sur la vitesse moyenne de l'air

La prise en compte de la position de l'espace par rapport au vent est importante dans la création du déplacement d'air, et grâce à certaines différences de pression d'air sur la largeur et la hauteur des ouvertures, qui sont en mesure de fournir une ventilation transversale convenable.

La distribution des pressions sur le mur exposé au vent peut être utilisée pour provoquer une ventilation transversale même dans les pièces n'ayant qu'une seule paroi extérieure. Lorsque l'espace n'est pas ventilé transversalement, la vitesse d'air moyenne intérieur est faible, et spécialement avec un vent perpendiculaire à l'entrée.⁶⁷

I- 2-3- Effet de la ventilation sur la zone de confort thermique

La ventilation a un impact direct sur la sensation du confort thermique. Le mouvement d'air donne pour l'être vivant à sang chaud une sensation d'une température inférieure que la température actuelle. Elle est toujours inférieure à la température de l'air, au cas où la température de l'air est inférieure à la température de notre corps.

L'augmentation de la vitesse d'air permet pour l'être humain de tolérer une température et un taux d'humidité plus élevés. Aucun mouvement d'air minimum n'est nécessaire pour assurer le confort lorsque les températures se situent dans la zone de confort. La température opérative peut, par contre, être augmentée jusqu'à 3 °C au-dessus de la zone de confort si la vitesse de l'air est accrue au-dessus de 0,2 m/s.⁶⁸

⁶⁵ GIVONI, B. (1978). Op.cit, p 284.

⁶⁶ BOUCHAHM, Y. (2004). « 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, p 79.

⁶⁷ Ibid. p 85.

⁶⁸ EL GHAWABY, M. (2013). « Vers un confort thermique grâce à de nouveaux concepts d'enveloppe de bâtiments, inspirés de la nature : le mur respirant comme exemple biomimétique approprié aux bâtiments en zones chaudes », [En ligne], Thèse de doctorat en architecture, Université Aix-Marseille, France, p 79-80. <https://fr.calameo.com/read/0033680168b122229e372> (Page consultée le 06/06/2020).

II- Etude des exemples

II- 1- Exemple : Lycée CHARLES DE GAULLE de Damas

II- 1- 1- Fiche technique



Figure III-01 : La cour du lycée Charles de Gaulle de Damas.

Source : <https://www.worldarchitects.com/images/Projects/91/45/03/4a8d86040da24920bdfb1027d6123aa0/4a8d86040da24920bdfb1027d6123aa0.6e7b65d0.jpg?1493352098> (Consulté le 10/08/2020)

* Type de projet : Lycée

* Lieu : Damas – Syrie

* Maître d'œuvre : Atelier Lion.

* Maître d'ouvrage : Ministère des affaires étrangères.

* Date de fin de construction : Décembre 2008.

* Surface du bâtiment : 5600 m²

II- 1- 2- Description du projet

C'est une école française à Damas en Syrie, connue sous le nom de Lycée Charles de Gaulle au pied de la colline du palais résidentiel. Il occupe le site d'une ancienne caserne française.⁶⁹



Figure III-02 : Vue en plan du lycée Charles de Gaulle de Damas.

Source : https://s3.us-east-1.amazonaws.com/media.archnet.org/system/media_contents/contents/76938/original/IMG42855.jpg?1384735671 (Consulté le 10/08/2020)

⁶⁹ ELGENDY, K. (2010). A Damascus School Revives Traditional Cooling techniques. In site de Carbound: Middle East Sustainable Cities. [En ligne]. <http://www.carbound.com/sustainable-design/a-damascus-school-revives-traditional-cooling-techniques/>. (Page consultée le 10/08/2020).

Le complexe de l'école est constitué d'un ensemble de petits pavillons regroupés autour d'une place centrale plantée. Ceux-ci contiennent des salles de classes ainsi que les autres équipements (Cantine, salle polyvalente, administration...etc.), situés dans d'autres bâtiment.⁷⁰

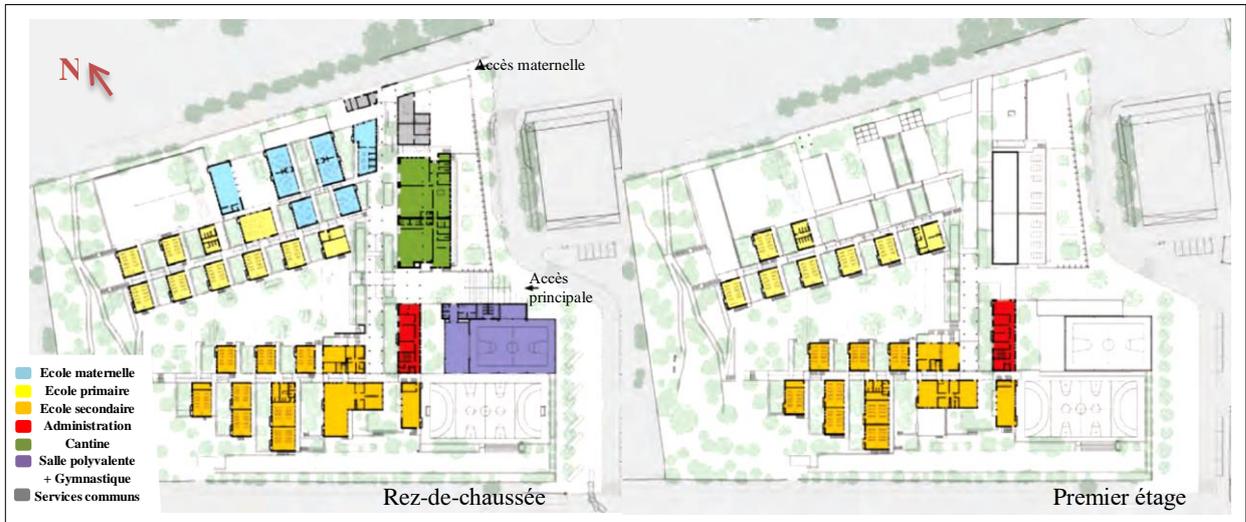


Figure III-03 : Vue en plan du rez-de-chaussée et 1^{er} étage du lycée.

Source : ARCHNET, Lycee Français Charles de Gaulle Presentation Panels. In situ ARCHNET, [en ligne]. <https://archnet.org/sites/6867/publications/9453> (Consulté le 11/08/2020)

Les salles de classes sont disposées en rangées de part et d'autre en deux étages, reliées par des petites cours couvertes d'ombrage léger amovible. Ainsi, chaque bloc de salles est flanqué d'une cheminée solaire orné de panneaux noirs.⁷¹



Figure III-04 : La disposition des salles de classe par rapport aux patios.

Source : ARCHNET, Lycee Français Charles de Gaulle Presentation Panels. In situ ARCHNET, [en ligne]. <https://archnet.org/sites/6867/publications/9453> (Consulté le 11/08/2020)

Les dispositifs d'ombrage amovibles au-dessus des cours offrent une protection solaire pendant les jours d'été et sont ouverts pour se rafraîchir la nuit par rayonnement vers le ciel. En hiver, le fonctionnement est inversé, l'ouvrant pendant la journée pour capter les gains solaires et le fermant la nuit pour éviter leur perte dans le ciel nocturne clair.⁷²

⁷⁰ Ibid.

⁷¹ Ibid.

⁷² Ibid.

II- 1- 3- Système de construction

Les murs des blocs de construction sont à double mur, pour améliorer ses propriétés thermiques : à l'intérieur le mur est construit en béton massif ; l'extérieur est construit avec du parpaing en béton, les deux murs sont séparés par une poche d'air.

Les bâtiments possèdent chacun une sur toiture évitant le chauffage direct de la dalle de plafond par le soleil.⁷³

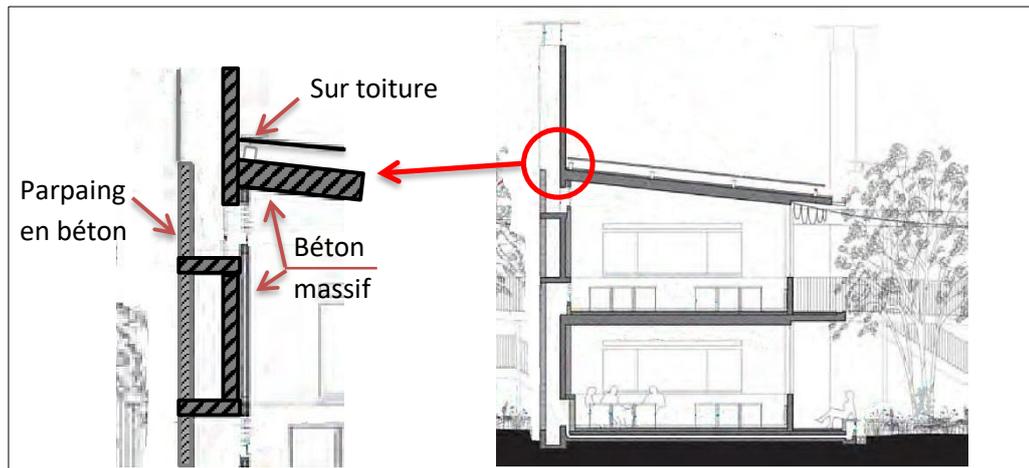


Figure III-05 : La composition d'un mur des salles de classes.

Source : Auteur.

Les cheminées dominant la forme et l'horizon de l'école, sont orientées vers le sud et couvertes d'une feuille de polycarbonate et peint en noir pour piéger le rayonnement solaire au sommet de la cheminée. Ses conduites sont divisées en deux, son intérieur est en noir afin de maximiser l'absorption des parois, recouverte au-dessus par une plaque de tôle d'aluminium afin d'éviter l'entrée de l'eau de pluie.⁷⁴



Figure III-06 : L'emplacement des cheminées solaires aux toits des classes.

Source : ARCHNET, Description, Lycee Français Charles de Gaulle, In situ ARCHNET, [en ligne]

https://s3.us-east-1.amazonaws.com/media.archnet.org/system/media_contents/contents/76932/medium/IMG42849.jpg?1384735664 (Consulté le 10/08/2020)

⁷³ ARCHNET, Lycee Français Charles de Gaulle, Description. In situ ARCHNET, [En ligne]. <https://archnet.org/sites/6867/mediacontents/95684> (Page consultée le 11/08/2020).

⁷⁴ ELGENDY, K. (2010). Op.cit.

II- 1- 4- Système de ventilation et de refroidissement passif

La ventilation et le refroidissement passifs des salles de classes de l'école sont obtenus grâce à une combinaison de stratégies de conception passives. Ces stratégies incluent l'ombrage et le refroidissement des toits des salles de classes pour réduire le gain de chaleur solaire à l'intérieur des salles de classes et la modération de la température intérieure en utilisant la masse thermique des bâtiments.⁷⁵

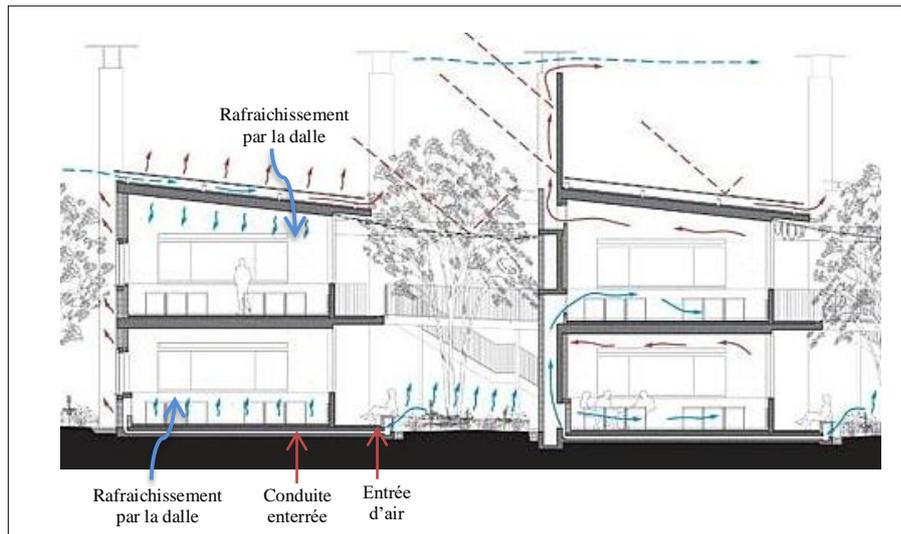


Figure III-07 : Le système de ventilation et de rafraîchissement des salles.

Source : Auteur.

Les entrées d'air se trouvent près des espaces végétalisés du patio qui refroidissent l'air par évapotranspiration. L'air passe par les conduites enterrées capte la fraîcheur du sol avant d'arriver finalement dans les classes par des bouches d'air situées en bas de mur. Une fois que l'air réchauffe, il est aspiré par la cheminée via les bouches en haut.



Figure III-08 : Une bouche d'air en bas de mur.

Source : https://s3.us-east-1.amazonaws.com/media.archnet.org/system/media_contents/contents/95698/original/IAA108588.jpg?1418294206 (Consulté le 10/08/2020)

⁷⁵ ELGENDY, K. (2010). Op.cit.

Pendant la journée, les cheminées solaires tirant l'air chaud hors des salles de classes empilées et aspirant l'air frais extérieur provient soit directement du microclimat ombragé des cours, dont la température est modérée par la présence végétale et l'ombrage des persiennes, soit l'air est pré-refroidi avant qu'il n'entre dans la salle de classe à l'aide de conduits de terre miniatures constitués de tuyaux encastrés dans la dalle du rez-de-chaussée.⁷⁶

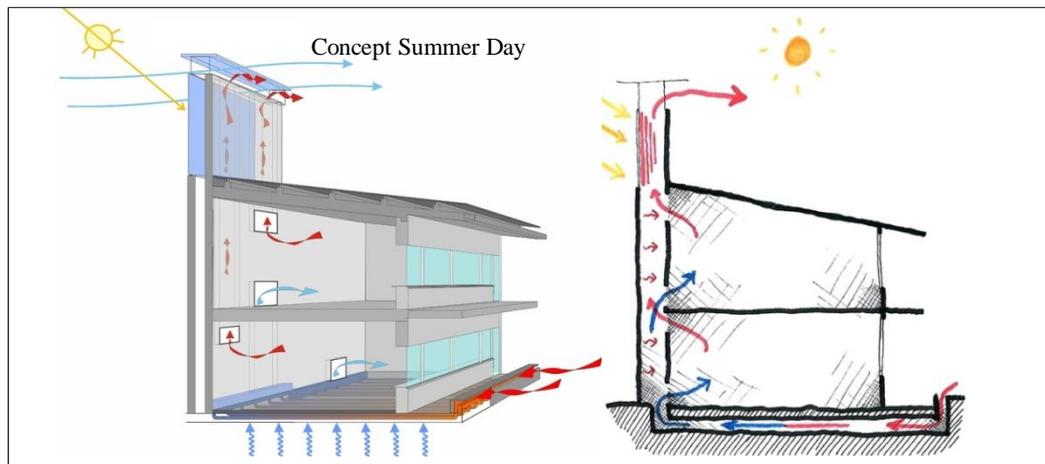


Figure III-09 : Ventilation en régime de journée.

Source : <https://www.world-architects.com/images/Projects/62/35/37/0307920c869e47bb870cd3f89c42f1e2/0307920c869e47bb870cd3f89c42f1e2.6e7b65d0.jpg?149335209>

(Consulté le 18/08/2020)

Pendant la nuit, la masse thermique de la cheminée dégage de la chaleur emmagasinée pendant la journée et continue à aspirer de l'air à travers les fenêtres ouvertes et les conduits de terre. L'air frais de la nuit rince les salles de classes, refroidit la masse thermique et offre un confort pour le lendemain.⁷⁷

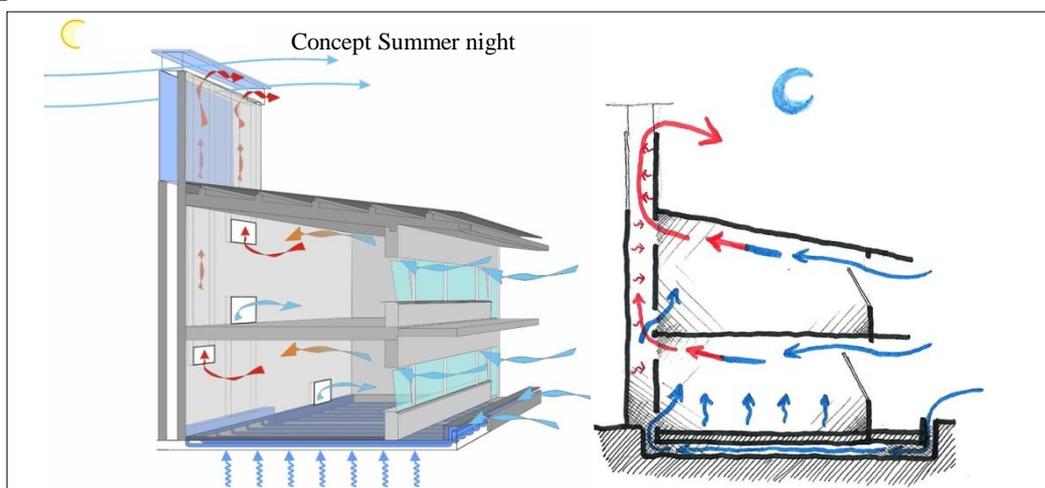


Figure III-10 : Ventilation en régime de nuit, basé sur l'inertie de la cheminée et des dalles béton.

Source : <https://www.world-architects.com/images/Projects/87/84/27/d640002c35644b7bae63371a05d7c762/d640002c35644b7bae63371a05d7c762.6e7b65d0.jpg?1493352100>

(Consulté le 18/08/2020)

⁷⁶ Transsolar KlimaIngénierie, Lycee Chalres de Gaulle. In site de World-architects : Profils d'architectes sélectionnées. [En ligne]. <https://www.world-architects.com/en/projects/view/lycee-charles-de-gaulle>. (Page consultée le 19/08/2020).

⁷⁷ Ibid.

II- 2- Exemple : Manitoba Hydro Place

II- 2- 1- Fiche technique



Figure III-11 : Le nouveau siège social de Manitoba Hydro.

Source : https://architecture49.com/files/projects/manitoba-hydro-place/projectGrid/manitoba_hydro_place.jpg (Consulté le 12/08/2020)

* Type de projet : Tour de bureaux

* Lieu : Winnipeg - Canada

* Maître d'œuvre : Kuwabara Payne McKenna Blumberg Architects (KPMB)

* Date de fin de construction : Septembre 2009

* Surface du bâtiment : 64500 m²

II- 2- 2- Description du projet

Manitoba Hydro Place est un immeuble de bureaux, durable situé au centre-ville de Winnipeg dans la province du Manitoba au Canada. L'emplacement du bâtiment a été analysé pour tirer la meilleure partie des ressources naturelles et des caractéristiques énergétiques passive, ce qui en fait le troisième bâtiment à grande échelle le plus éco énergétique au monde.⁷⁸

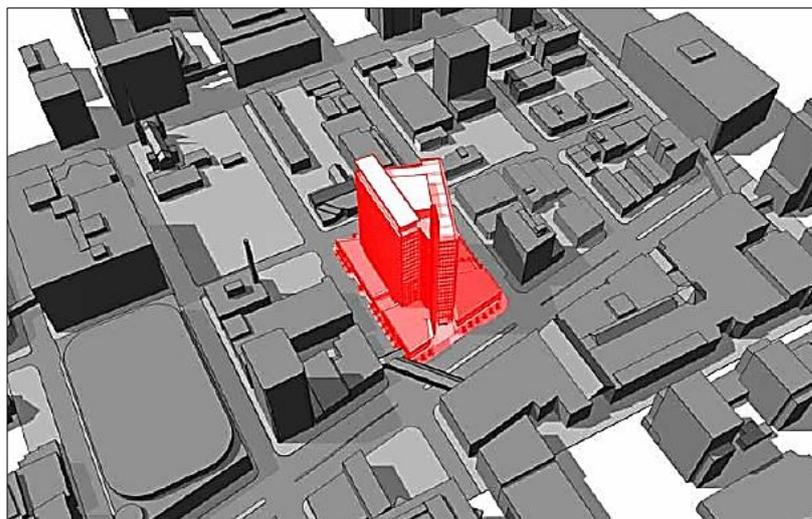


Figure III-12 : La situation du siège Manitoba Hydro au centre-ville.

Source : http://iisbe.org/iisbe/sbc2k8/teams/canada/Manitoba_Hydro/images/hydro_Summary_Doc.pdf (Consulté le 12/08/2020)

⁷⁸ DESIGN BUILD, Manitoba Hydro Place. In site de DESIGNBUILD. [En ligne]. <https://www.designbuild-network.com/projects/manitobahydroplace/> (Page consultée le 13/08/2020).

Ce bâtiment de 22 étages fait 115 m comprend un parc extérieur, un parking sous-sol, un bloc de trois étages incluant restaurant, commerce et jardins d'hiver avec deux étroites tours de 18 étages.⁷⁹



Figure III-13 : La composition du projet.

Source : https://s3-ca-central-1.amazonaws.com/cdnarchitect/wp-content/uploads/2010/01/CA-01012010-MH-lobby_fmt.jpeg (Consulté le 13/08/2020)

En fait, le bâtiment ne reçoit jamais les rayons solaires du côté Nord, en effet, il utilise une unique cheminée solaire marquée l'entrée principale, courant sur toute la hauteur de l'immeuble et débordant largement du toit pour exposer sa zone de captage.

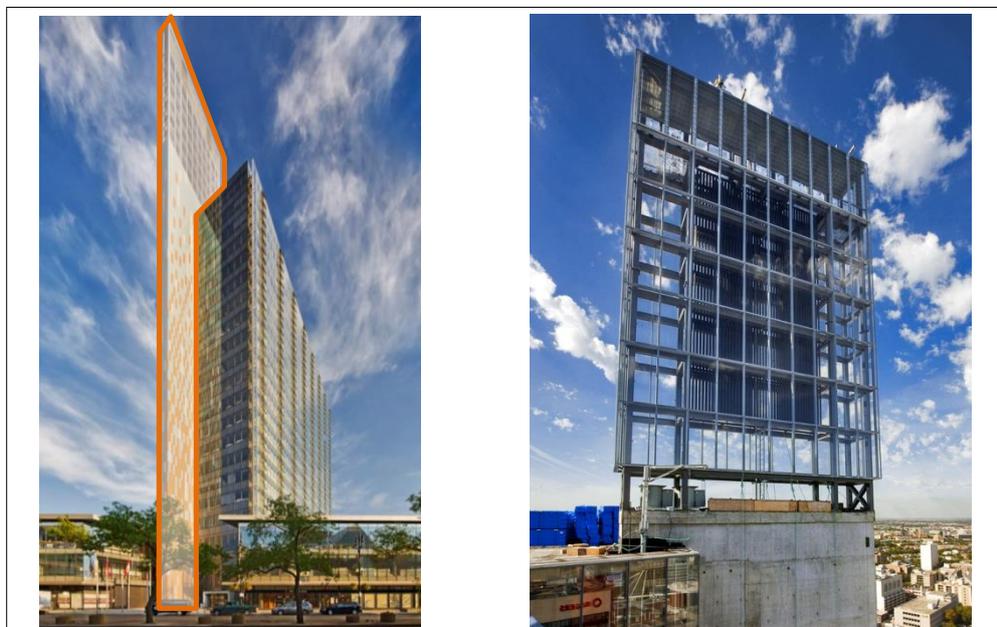


Figure III-14 : La cheminée solaire et la zone de captage.

Source : <https://www.worldarchitects.com/images/Projects/90/32/34/9942feb16bc64f228e9d424cdaa37d17/9942feb16bc64f228e9d424cdaa37d17.6e7b65d0.jpg?1493352103>

(Consulté le 14/08/2020)

⁷⁹ DESIGN BUILD, Ibid.

La cheminée solaire suit un axe Nord-Sud qui fait qu'elle présente ses faces les plus étendues à l'Est et à l'Ouest pour maximiser les gains d'énergie le matin et le soir. L'axe cité est marquée par la présence de deux entrées, celle du Sud est caractérisée par une cour paysagée d'un nombre accru d'arbres de rue dans le parc extérieur du site rehaussent l'environnement piétonnier et génèrent une activité de rue.⁸⁰

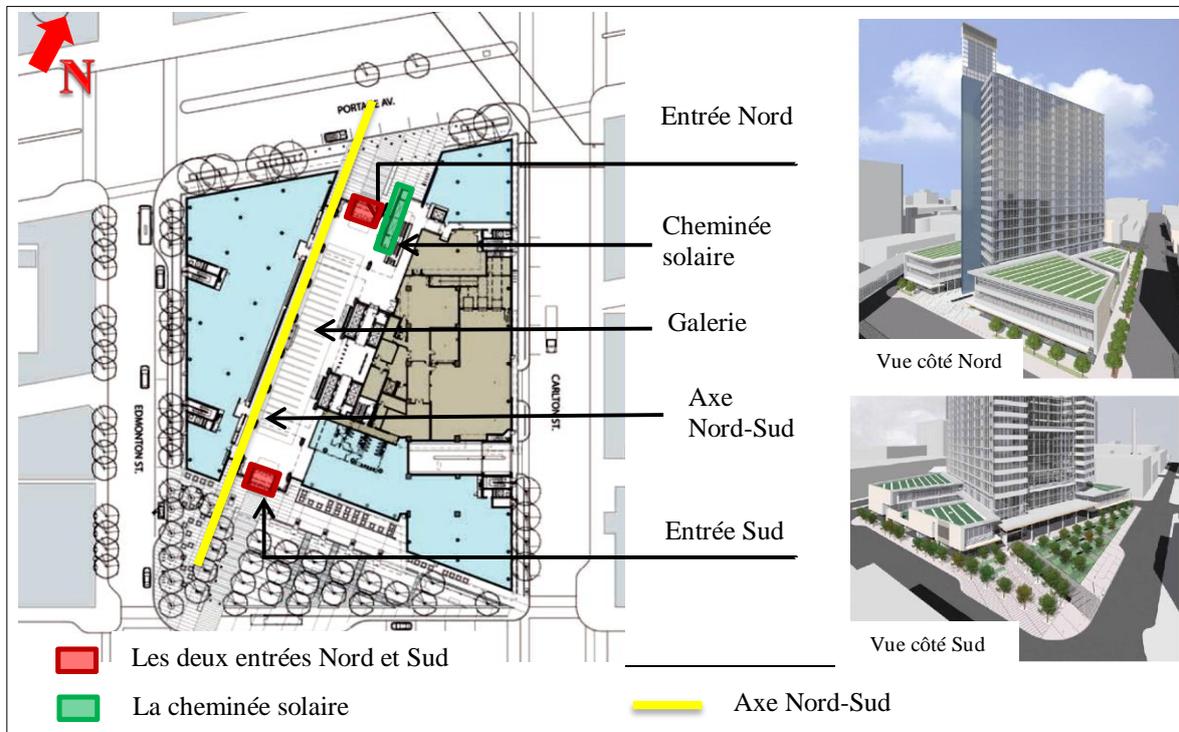


Figure III-15 : Vue au rez-de-chaussée en montrant les entrées Nord et Sud et vue en 3D.

Source : Traitée par l'auteur.

Le podium de trois étages à toits vert comprend au rez-de-chaussée une galerie publique qui s'étend sur toute la longueur de la base sous forme d'un chemin piétonnier relié les entrées Nord-Sud et fournir un espace de rencontre intérieur pour les événements spéciaux.⁸¹



Figure III-16 : Le podium de trois étages et la galerie publique.

Source : Traitée par l'auteur.

⁸⁰ DESIGN BUILD, Ibid.

⁸¹ The AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS, Manitoba Hydro Place, In site de The AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS. [En ligne]. <https://www.aiatopten.org/node/110> (Page consultée le 20/08/2020).

Les deux tours reposent sur le podium, conçu sous forme de la lettre capitale "A" avec deux ailes jumelles de 18 étages. Les tours convergent au Nord pour minimiser la surface du bâtiment exposée et s'ouvrent au Sud pour maximiser l'exposition solaire et éolienne.⁸²

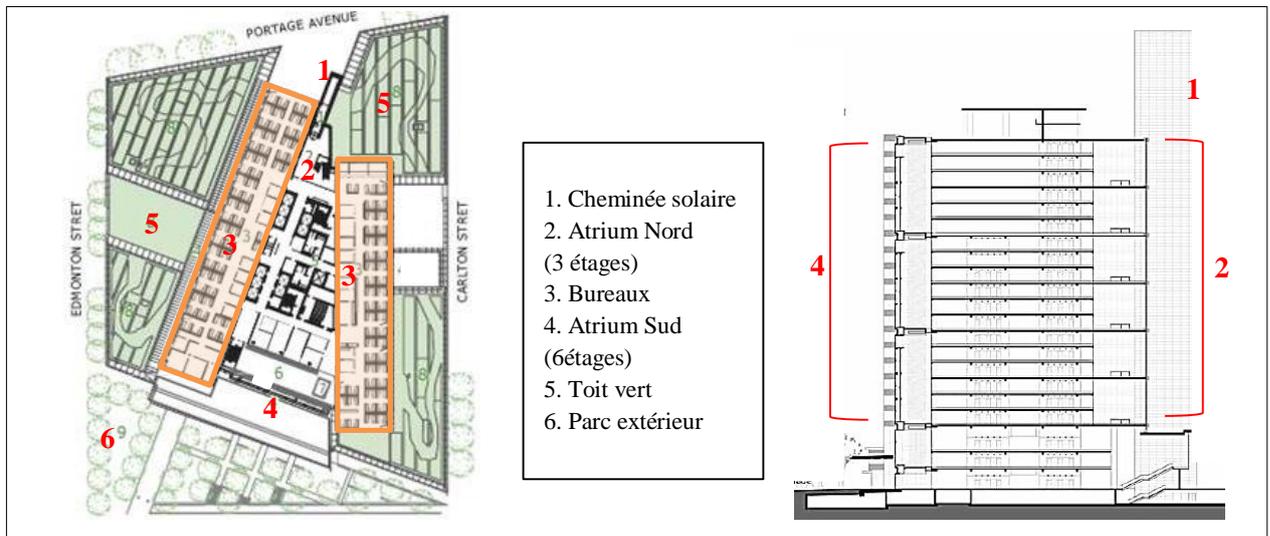


Figure III-17 : Vue en plan des tours et la coupe passe par les atriums Nord et Sud.

Source : Traitée par l'auteur.

II- 2- 3- Système de construction

La structure en béton et des dalles radiantes associées avec le champ géothermique. Les façades des tours sont dotées d'un système de mur-rideau à double façade en verre forme une zone tampon d'un mètre de large garantit un air frais et une pénétration de la lumière du soleil. Les façades Est et Ouest se composent d'une paroi extérieure à double vitrage avec des stores automatisés et d'une paroi intérieure à simple vitrage avec des fenêtres de style trémie à commande manuelle permettant.⁸³



Figure III-18 : La composition des façades Sud et Ouest des tours.

Source : Traitée par l'auteur.

⁸² The AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS, Ibid.

⁸³ ArchDaily, Manitoba Hydro / KPMB Architects. In site d' ArchDaily. [En ligne]. <https://www.archdaily.com/44596/manitoba-hydro-kpmb-architects> (Page consultée le 20/08/2020).

II- 2- 4- Système de ventilation et de refroidissement passif

Manitoba Hydro Place est rempli à 100% d'air frais, 24/24 heures, toute l'année malgré les caractéristiques sensibles du climat parce qu'il affiche de très faibles consommations énergétiques grâce à certains dispositifs : trois jardins d'hiver avec chutes d'eau, double façade, ventilation naturelle par ouvrant sur la façade et présence d'une cheminée solaire et chauffage et refroidissement par dalles thermo actives associées à des sondes géothermiques.⁸⁴



Figure III-19 : Le système de ventilation, de refroidissement passif et de chauffage du nouveau siège social de Manitoba Hydro.

Source : traitée par l'auteur.

⁸⁴ The AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS, Op.cit.

L'air frais est tiré dans l'atrium Sud de six étages ou il est pré-conditionné par une pièce d'eau (rubans tendus avec de l'eau conditionnée coulant sur chaque brin pour humidifier l'air ambiant en hiver et le déshumidifier en été) avant d'être aspiré dans les planchers surélevés des bureaux et évacué passivement par la cheminée solaire.⁸⁵

En hiver, l'air est chauffé grâce au système géothermique puis passe par les unités de chauffages pour accéder au bureau à travers les planchers surélevés ou il rencontre l'air vicié évacuer et aspirer vers le bas du cheminée par des ventilateurs ou la chaleur récupérée de cet air est utilisé pour réchauffer le parc de stationnement et préchauffer l'air froid entrant via les oreillettes Sud.⁸⁶

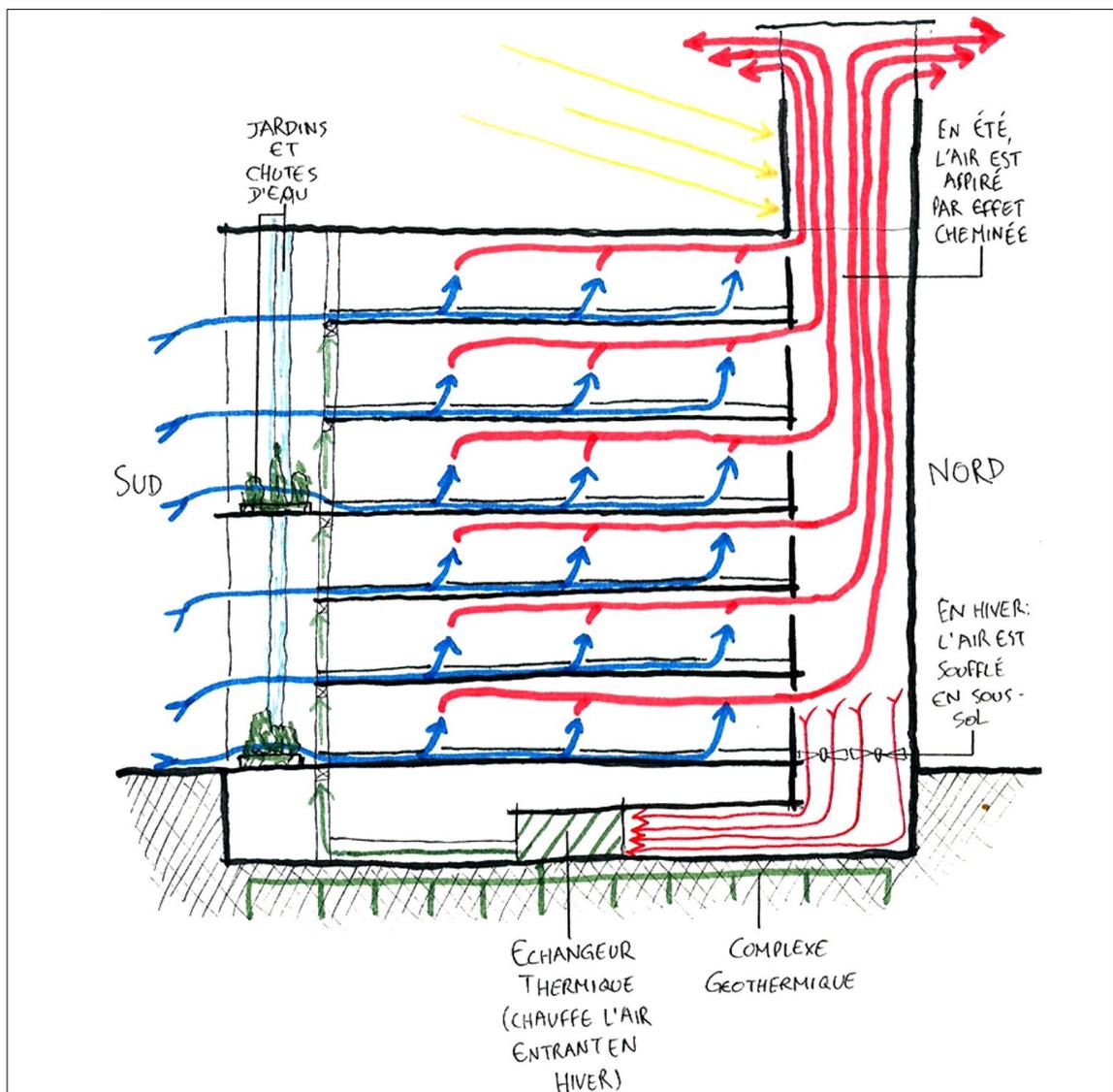


Figure III-20 : Diagramme du fonctionnement climatique du bâtiment : Coupe Nord-Sud passe par la cheminée solaire et les atriums.

Source : traitée par l'auteur.

⁸⁵ International Initiative for a Sustainable Built Environment, Erude de cas 3 : Siège social de Manitoba Hydro, Winnipeg, In site d' International Initiative for a Sustainable Built Environment. [En ligne]. http://iisbe.org/iisbe/sbc2k8/teams/canada/Manitoba_Hydro/can_Man_Hydro.htm (Page consultée le 21/08/2020).

⁸⁶ The AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS, Op.cit.

En été, la façade à double peau permet à l'air frais pré-conditionné d'entrée dans les bureaux par des événements sur le mur rideaux extérieur qui ont commandés par des ordinateurs en fonction de la température et par l'ouverture des fenêtres intérieures à actionnement manuel selon le besoin des usagers.⁸⁷

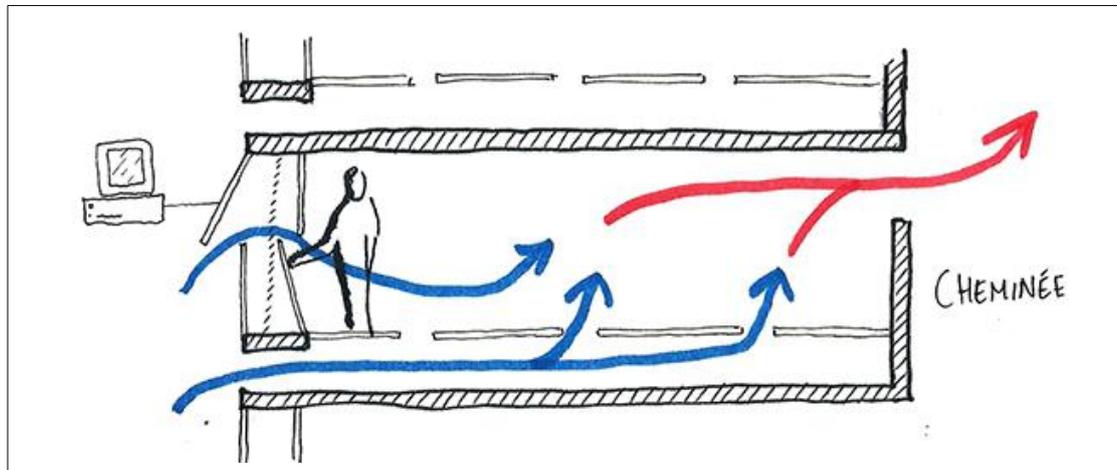


Figure III-21 : Le régime de la ventilation naturelle par rapport aux doubles façades Est et Ouest.
Source : traitée par l'auteur.

Conclusion

La ventilation naturelle n'est pas qu'une action du renouvellement d'air ou de refroidissement passif, mais également une méthode adaptée pour régler la température intérieure, maintenir les niveaux d'oxygène ainsi d'améliorer la qualité de l'air dans les espaces pour créer une sensation de bien-être.

L'analyse des exemples thématique nous a montré que l'application des procédés de ventilation dépend de la conception architecturale, du type de bâtiment et du climat extérieur et qu'une meilleure construction est celle qu'offre à ses utilisateurs une ambiance intérieure agréable malgré les conditions environnementales extérieures.

Dans le but de maximiser le rendement et l'efficacité de la ventilation naturelle on combine les systèmes de ventilation. Ce genre de combinaison a des avantages multiples car il ne nécessite aucun recours aux énergies fossiles pour fonctionner en mode de refroidissement ou de ventilation.

⁸⁷ SYSTEMES, SIITES ET BATIMENT, Devoir 8 : Etude de cas sur la ventilation. [En ligne]. <https://ssb2012emilyashby.wordpress.com/2012/11/16/assignment-8-case-study-ventilation/> (Page consultée le 20/08/2020).

CHAPITRE IV

SYSTEME DE VENTILATION NATURELLE : ETUDE ET SIMULATION D'UN HABITAT COLLECTIF.

Introduction

Le présent chapitre est consacré à l'étude expérimentale de l'influence de la cheminée solaire comme procédé passif de ventilation naturelle sur la consommation énergétique dans les bâtiments collectifs.

En vue d'atteindre les objectifs visés, on a présenté en premier lieu notre cas d'étude dans son contexte urbain ainsi les paramètres climatiques locaux spécifiques à la ville de Jijel. En deuxième lieu, une simulation numérique est réalisée à l'aide du logiciel ECOTECT pour étudier le comportement dynamique et thermique du cas d'étude à son état initial et après amélioration. On terminera par la discussion des résultats obtenus lors de la simulation.

I- Présentation du contexte d'étude (Ville de JIJEL)

Jijel est situé au Nord-Est de l'Algérie entre les méridiens 5°25' et 6°30' Est de Greenwich et entre les parallèles 36°10' et 36°50' de l'hémisphère Nord. Elle est à 300 km de la capitale Alger et s'étend sur une superficie de 2.396,63 km² avec une façade maritime de 120 km.⁸⁸

I-1- Analyse du contexte climatique

La région de Jijel bénéficie grâce à sa situation au bord du littoral de la majorité des caractéristiques climatologiques des régions méditerranéennes maritimes. Dans le but d'avoir des résultats concrets concernant notre cas d'étude, il faudrait mettre en relief les conditions et les paramètres climatiques spécifiques de la ville de Jijel.

I-1-1- Température

L'histogramme ci-dessous montre que la saison chaude dure 3 à 4 mois dont Juillet est le mois le plus chaud de l'année, alors que la période fraîche dure 4 à 5 mois et Janvier est le mois le plus froid.

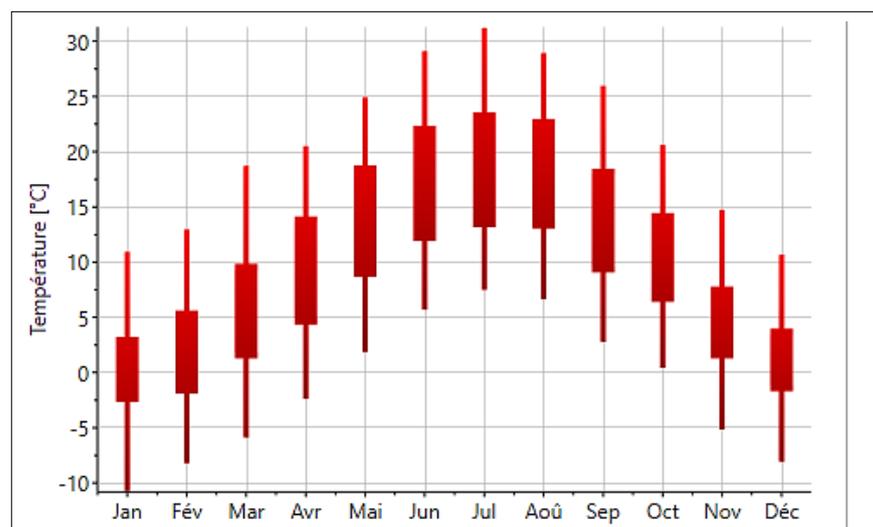


Figure IV-01 : La température mensuelle moyenne.

Source : GSTB logiciels, METEONORM 7.1.3, [Logiciel].

⁸⁸ CCI IGILGILI (Chambre de Commerce et d'Industrie Jijel), Présentation de la wilaya de Jijel. In site de CCI IGILGILI. [En ligne]. <http://www.cciijjel.com/index.php/wilaya-de-jijel/presentation-de-la-wilaya> (Page consultée le 08/09/2020).

I-1-2- Précipitation

Le graphe ci-dessous montre l'accumulation de la pluie au cours de chaque mois centré en une journée de l'année. La ville de Jijel a connu des variations saisonnières en ce qui concerne les précipitations. La période pluvieuse dure presque 4 à 5 mois dont la plus grande accumulation de pluie centrée du 20 Décembre ; Juillet est considéré comme le mois le plus sec vu qu'il ne reçoit plus de pluie.

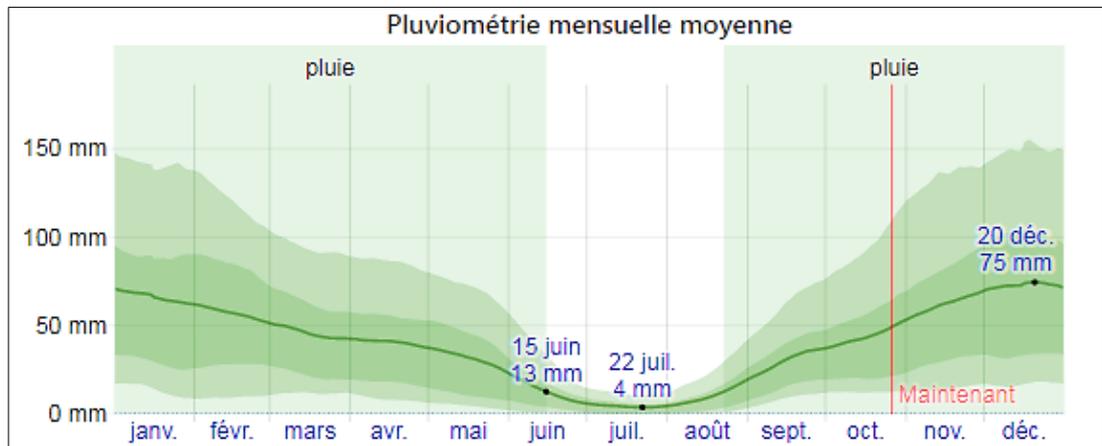


Figure IV-02 : La quantité de pluie mensuelle moyenne.

Source : <https://fr.weatherspark.com/y/51515/M%C3%A9t%C3%A9o-habituelle-%C3%A0-Jijel-Alg%C3%A9rie#Sections-Summary> (Consulté le 10/09/2020)

I-1-3- Humidité

D'après Le graphe d'humidité, la période la plus lourde de l'année dure 4 à 5 mois caractérisée par un taux d'humidité très élevé de 82% causé une sensation gênante et étouffante à cause de la proximité de la mer, alors que les autres mois de l'année sont caractérisés par une sensation un petit peu confortable.

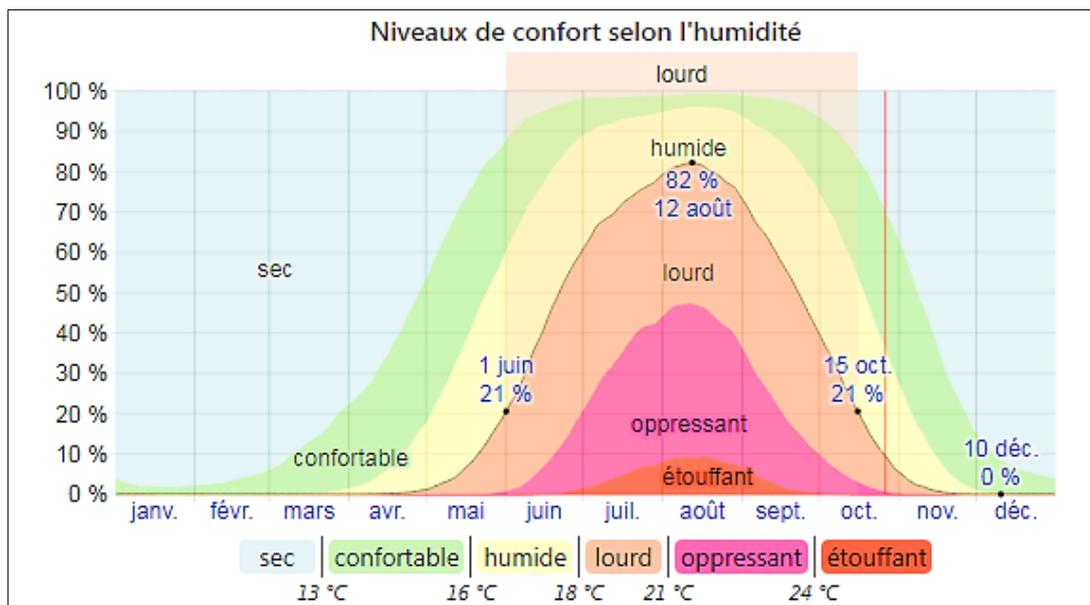


Figure IV-03 : Le pourcentage de temps passé dans divers niveaux de confort selon l'humidité.

Source : <https://fr.weatherspark.com/y/51515/M%C3%A9t%C3%A9o-habituelle-%C3%A0-Jijel-Alg%C3%A9rie#Sections-Summary> (Consulté le 10/09/2020)

I-1-4- Vitesse du vent

Le vent observé à un emplacement donné dépend fortement de la topographie locale et d'autres facteurs, et la vitesse et la direction du vent instantané varient plus que les moyennes horaires. La période la plus venteuse dure 4 à 5 mois avec une vitesse moyenne de 14,1 Km/h, alors que les autres mois sont calmes.

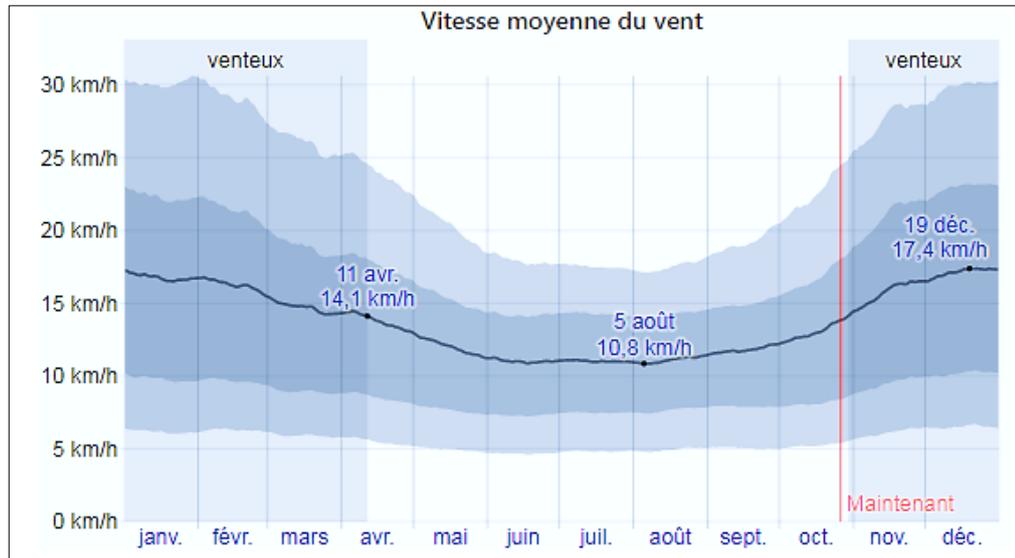


Figure IV-04 : Les vitesses des vents moyens horaires.

Source : <https://fr.weatherspark.com/y/51515/M%C3%A9t%C3%A9o-habituelle-%C3%A0-Jijel-Alg%C3%A9rie#Sections-Summary> (Consulté le 10/09/2020)

I-1-5- Rayonnement solaire

D'après le graphe, la quantité des rayonnements s'accroît du mois le plus froid vers celui le plus chaud dont la valeur est maximale au mois de Juillet. On constate que Jijel est une ville éclairée parce qu'elle reçoit des quantités importantes des rayons solaires surtout pendant la saison estivale dont le mois de Juillet est le plus lumineux.

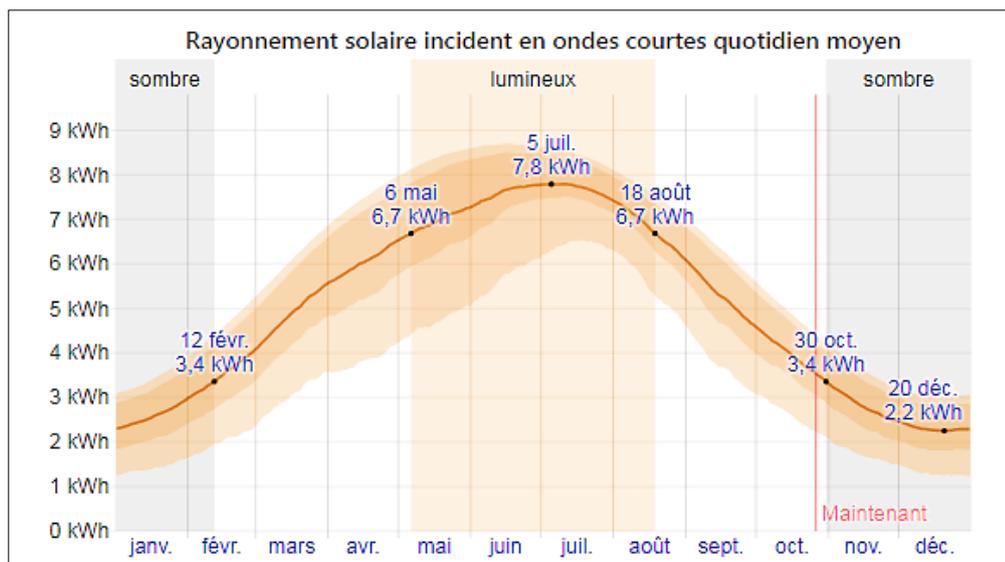


Figure IV-05 : Le rayonnement solaire en ondes courtes quotidien moyen.

Source : <https://fr.weatherspark.com/y/51515/M%C3%A9t%C3%A9o-habituelle-%C3%A0-Jijel-Alg%C3%A9rie#Sections-Summary> (Consulté le 10/09/2020)

II- Présentation du cas d'étude dans son contexte

Note projet d'étude sont des logements sociaux locatifs se trouve à la commune d'El-Milia (Site TARSOUST POS IV) à 56 km de JIJEL ville. Le site est situé à 0,3 km de la route nationale N° 43 et à proximité du chemin communal N° 20.

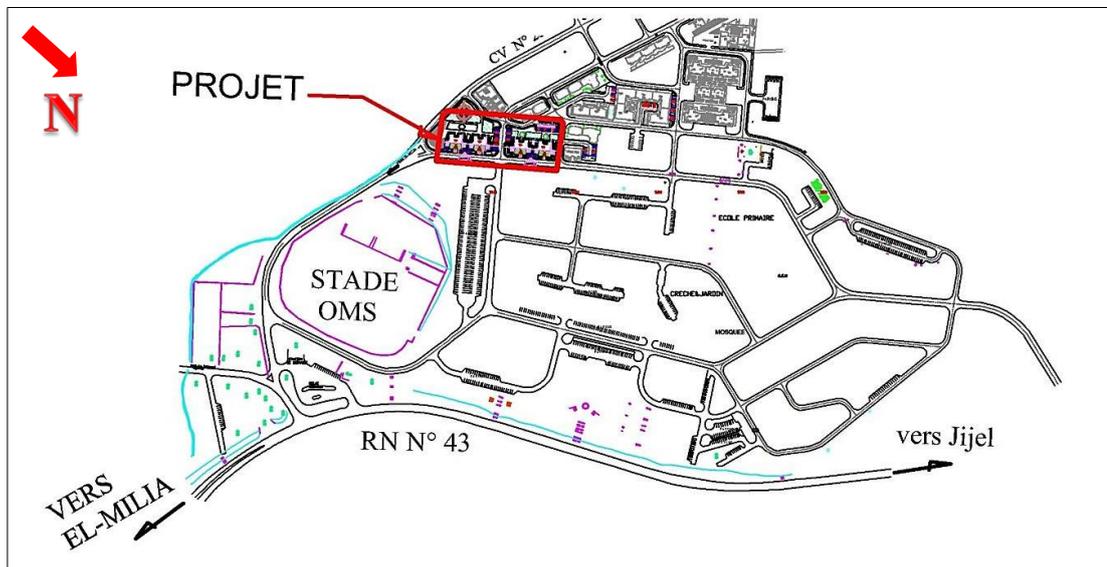


Figure IV-06 : Vue en plan de situation de notre cas d'étude.

Source : (BET ZAITER), traitée par l'auteur.

Le projet des 170/1500 logements se compose de deux îlots disposés d'une manière harmonieuse le long de la voie mécanique. Chaque îlot contient deux blocs similaires d'une hauteur de R+4, dont tous les étages sont réservés pour l'habitation.

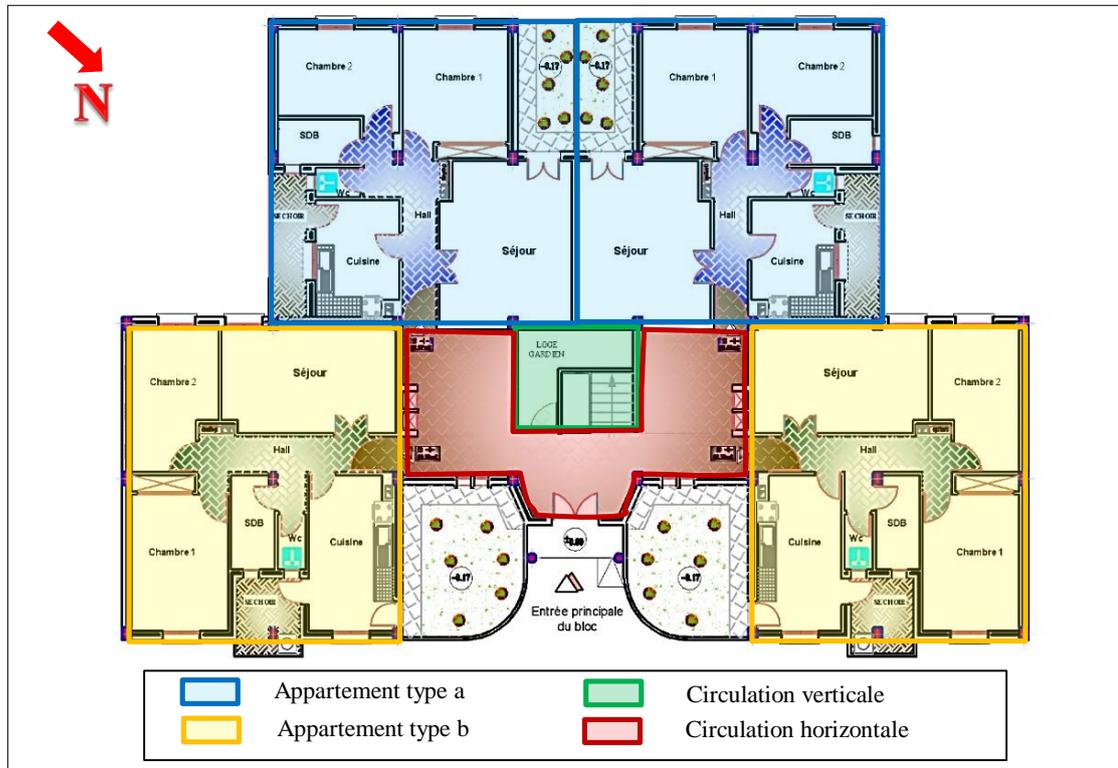
L'aménagement des espaces extérieurs fait partie de la composition formelle du plan de masse, dont le concept d'hierarchisation facilite la transition d'un espace à un autre, que ce soit pour l'automobiliste ou le piéton. L'existence des espaces de rencontres, de loisirs et des terrains de jeux pour les enfants renforce la vie communautaire des habitants.



Figure IV-07 : Vue en plan de masse des quatre blocs.

Source : (BET ZAITER), traitée par l'auteur.

Chaque bloc comprend 20 appartements F3 avec 4 appartements par palier. La circulation verticale est assurée par une seule cage d'escalier centrale, alors que la circulation horizontale est assurée par l'espace central semi privée préservée pour chaque deux logements adjacents.



Les appartements sont identiques en nombre des pièces mais pas en surface ; le tableau ci-dessous monte les surfaces des différentes pièces.

Tableau IV-01 : Les surfaces des pièces des appartements en m².

Espaces	Surface appartement	
	F3a	F3b
Séjour	20,78	18,79
Chambre 1	12,40	12,92
Chambre 2	11,11	11,35
Cuisine	9,92	11,65
SDB	3,71	4,00
WC	1,39	1,53
Hall	7,34	7,60
Séchoir	4,84	4,71
Surface totale	72,41	73,49

Source : Auteur.

La façade est symétrique, dont les ouvertures carrées identiques sont disposées selon une trame rythmique avec le même espacement entre eux.

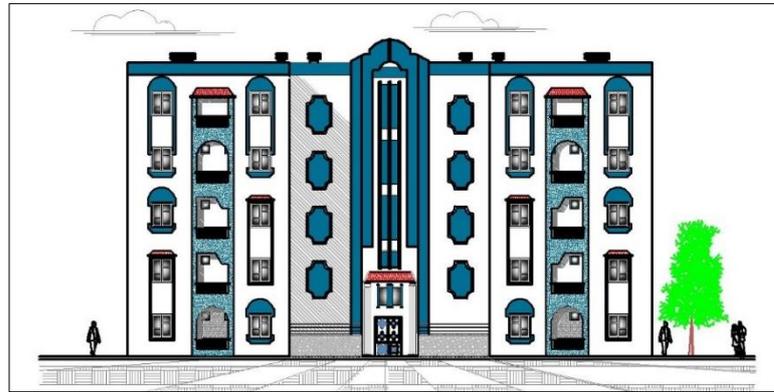


Figure IV-09 : Façade principale de deux blocs adjacents.

Source : (BET ZAITER), traitée par l'auteur.

La juxtaposition des blocs garde l'alignement de la façade urbaine pour donner une continuité du boulevard.

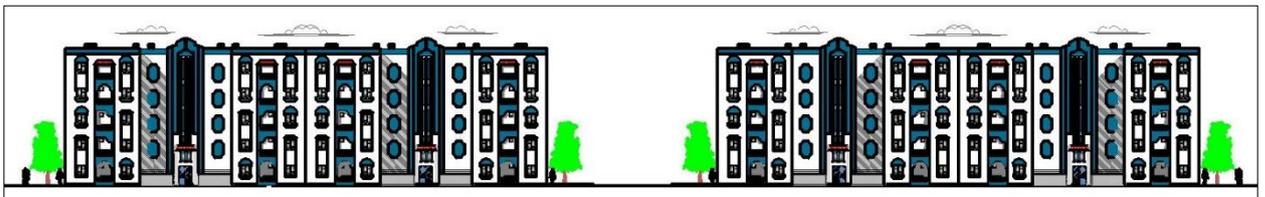


Figure IV-10 : Façade urbaine.

Source : (BET ZAITER), traitée par l'auteur.

III- Présentation de l'échantillon choisi

L'appartement choisi est de type F3a, située en RDC au côté Sud-Ouest. La distribution des pièces à l'intérieur est faite d'une façon barycentrique pour minimiser l'espace de dégagement pour les servir à travers le parcours le plus court à partir de l'entrée et / ou couloir.



Figure IV-11 : Vue en plan de l'appartement choisi pour l'étude.

Source : Auteur.

III- 1- Les différents éléments de construction du logement

Le système ossature des blocs est le poteau-poutre contreventé par des voiles, où le remplissage extérieur se fait en double parois d'épaisseur de 30 cm de briques creuses et les murs de séparations intérieure sont en brique creuses de 10 cm d'épaisseur.

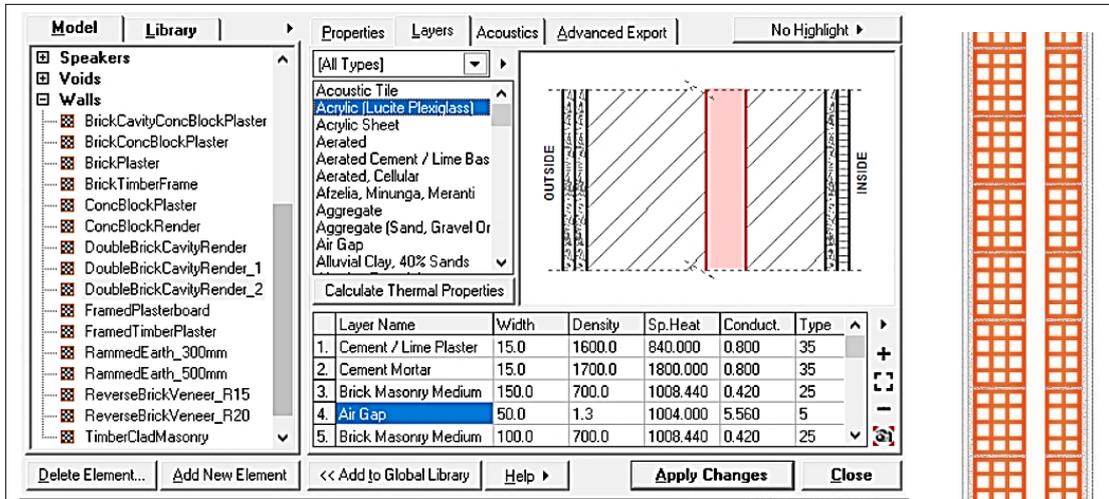


Figure IV-12 : Caractéristiques des différentes couches d'un mur extérieure (épaisseur 30 cm).

Source : Auteur.

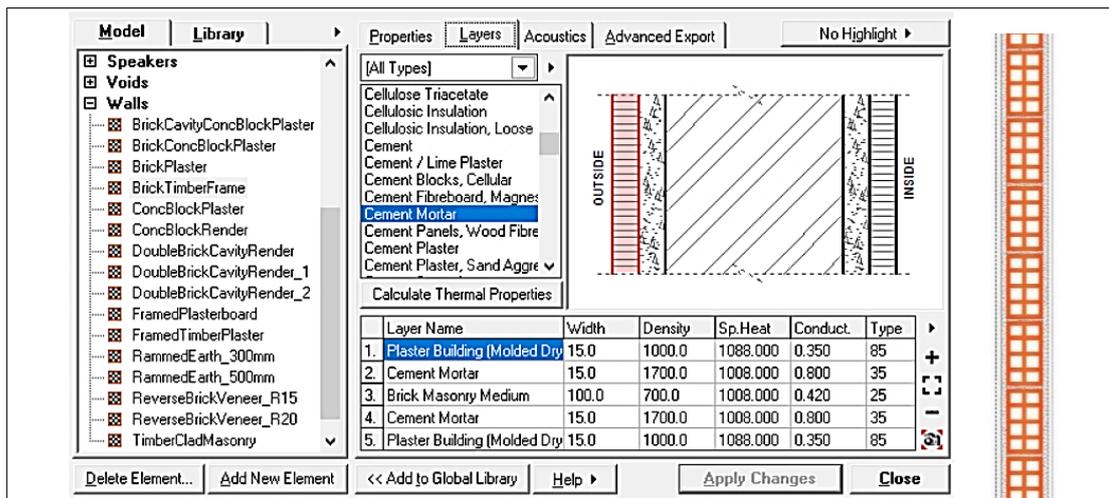


Figure IV-13 : Caractéristiques des différentes couches d'un mur intérieure (épaisseur 10 cm).

Source : Traitée par l'auteur.

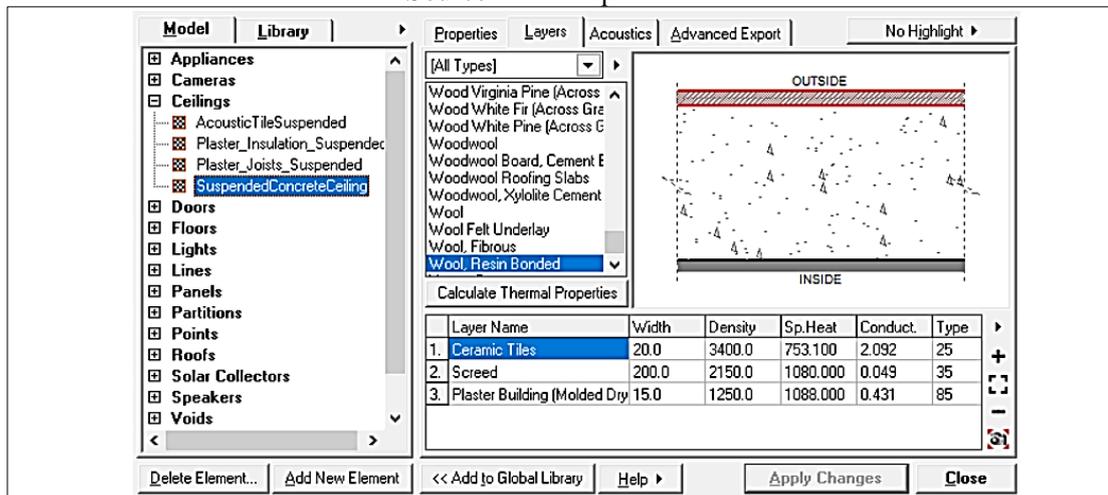


Figure IV-14 : Caractéristiques des différentes couches de la dalle.

Source : Auteur.

IV- Présentation de la méthode d'investigation

IV-1- L'objectif de l'étude

L'objectif de notre étude consiste à déterminer l'impact de la ventilation naturelle sur la consommation en énergie dans le but d'assurer le rafraîchissement à l'intérieure du logement pendant la saison estivale (principalement en période caniculaire sans vent) en assurant des ambiances confortables sous notre climat méditerranéen. Dans ce sens, on a choisi la cheminée solaire couplée d'un puits provençal comme procédé de ventilation naturelle qu'on va l'appliquer sur notre cas d'étude en utilisant un logiciel de simulation numérique en fonction des données météorologiques de la journée la plus chaude de l'année.

IV-2- Les conditions et les scénarios de l'étude

La simulation se déroule sous les conditions suivantes :

- Ciel couvert.
- Saison estivale.

Les scénarios d'occupation et d'utilisation du logement :

- Cinq habitants dans le logement. (Le père, la maman et trois enfants l'un est handicapé).
- Les horaires d'utilisation des espaces c'est 24h/24h.
- Le taux d'occupation du logement : On marque une présence matinale permanente de la mère et son fils handicapé seulement, alors que à partir du 17h la famille se regroupe de nouveau.
- L'utilisation du climatiseur pour refroidir l'air intérieur pendant l'été selon la température.
- L'absence d'un chauffage.

Les deux scénarios de la simulation :

- Le premier scénario : L'évaluation de la consommation énergétique de l'appartement dans son état actuelle (sans cheminée solaire). Ce scénario devient la référence à partir du quelle on déduit la consommation énergétique référentielle.
- Le deuxième scénario : L'évaluation de la consommation énergétique de l'appartement dans l'état améliorée (l'intégration de la cheminée solaire couplée du puits provençal). Ce scénario nous permet de déduire la consommation optimisée du cas amélioré afin d'une comparaison entre les différents résultats pour ressortir les recommandations nécessaires qui nous permet de confirmer ou d'infirmer les hypothèses et les notions déjà développés dans les différentes tâches du mémoire.

IV-3- Présentation des logiciels utilisés

- **AutoCAD 2019** est un logiciel de Dessin Assisté par Ordinateur (DAO) utilisée pour dessiner des conceptions en 2D et en 3D dans des différents secteurs tels que : les plans d'architecture ou de construction, les pièces mécaniques...etc.
- **SKETCHUP 2020** est un logiciel de modélisation 3D d'animation et de cartographie utilisé pour un large éventail de projet de modélisation comme l'architecture, la mécanique, le design intérieur, l'architecture de paysage et la conception de jeux vidéo...etc. Il offre une interface graphique interactive avec la plupart des outils informatique.
- **METEONORM 7.1.3** est un logiciel qui contient une base de données des fichiers météorologiques de n'importe quelle station météo sur le globe. Il est collaboratif parce qu'il facilite l'export vers de nombreux logiciels de simulation en énergie solaire et bâtiment.
- **ECOTECT ANALYSIS 2010** est un outil de conception et d'analyse environnementale pour étudier et améliorer les performances des bâtiments tels que le calcul de la consommation énergétique, les différents paramètres du confort thermique et de l'éclairage naturel, le rayonnement solaire, les ombres et les réflexions...etc.

V- Description et principe de fonctionnement du système étudié

Le système de refroidissement passif étudié est indépendant de tout besoin énergétique. Il se compose d'une cheminée solaire couplée d'un puits provençal afin d'évacuer la chaleur indésirable à l'intérieur du bâtiment durant la saison estivale.

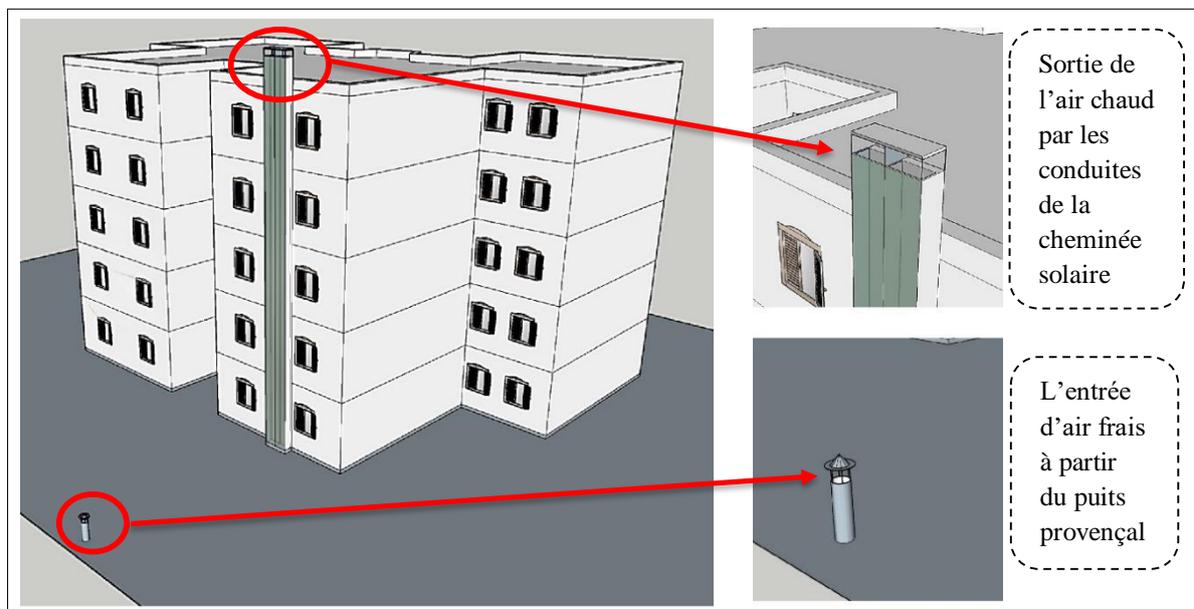
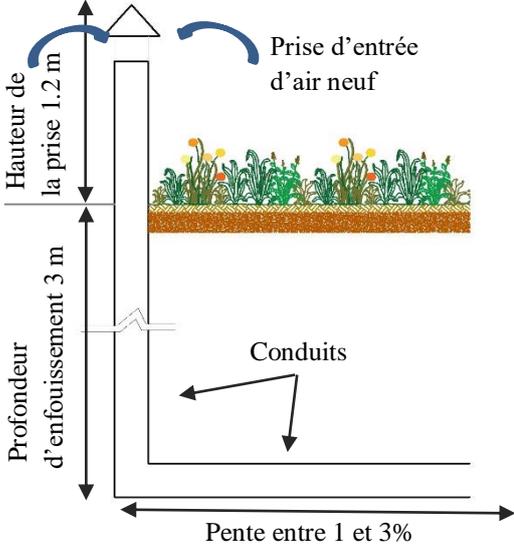
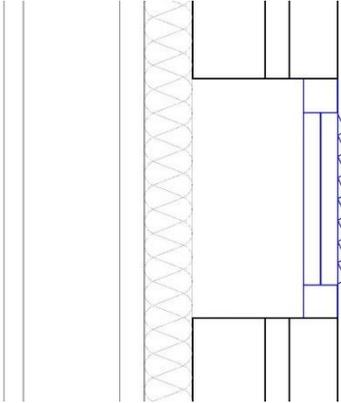
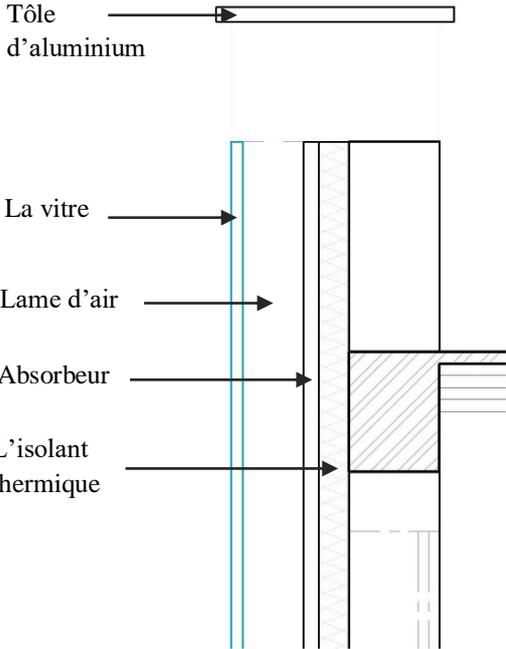


Figure IV-15 : Système de ventilation appliqué.

Source : Auteur.

Tableau IV-02 : Description des différents composants du système étudié.

Schémas	Description
	<p>Le puits canadien</p> <ul style="list-style-type: none"> • La prise d'entrée est pourvue d'un chapeau de protection qui permet d'éviter les infiltrations d'eau de pluie dans le puits. • Une grille de protection doit être posée pour éviter l'intrusion de rongeurs, insectes, oiseaux... • Conduits sont construit en PVC avec un diamètre de 200 mm. • Pente des tubes entre 1 et 3% pour favoriser l'évacuation des condensats.
	<p>Les orifices d'entrée et de sortie d'air</p> <ul style="list-style-type: none"> • D'une forme carrée de 0.5 m de chaque côté. • L'air froid est transmis à l'intérieur des pièces d'habitation par les orifices supérieures, alors que l'air chaud est tiré vers l'extérieur par les orifices en haut.
	<p>La cheminée solaire</p> <ul style="list-style-type: none"> • Longueur 1.2 m, largeur 0.5 m et hauteur 16.8 m. • Elle est divisée en deux conduites. • La vitre est d'une épaisseur de 4 mm. • L'utilisation d'un absorbeur en cuivre qui possède une bonne conductivité thermique (380 W/m.C°) ainsi sa résistance à la corrosion. • La lame d'air influe sur les échanges convectifs entre la vitre et l'absorbeur. Elle a une épaisseur de 0.3 m. • L'isolation des parois de la cheminée par le polystyrène d'une épaisseur de 0.1m afin d'éviter les déperditions thermiques par conduction.

Source : Auteur.

Durant le jour, l'air frais extérieur soit insufflé à l'intérieur du puits provençal par une prise d'entrée à l'aide d'un ventilateur. Lors de son passage dans les conduites souterraines, l'air profite de la fraîcheur du sol pour se refroidir avant d'arriver à l'intérieur du pièce d'habitation dès les orifices intérieurs ce qu'engendre un dégagement de l'air chaud par les orifices hauts sous l'effet de cheminée qui provoque un mouvement d'air entraîné par la flottabilité due à une différence de température entre l'intérieure et l'extérieure.

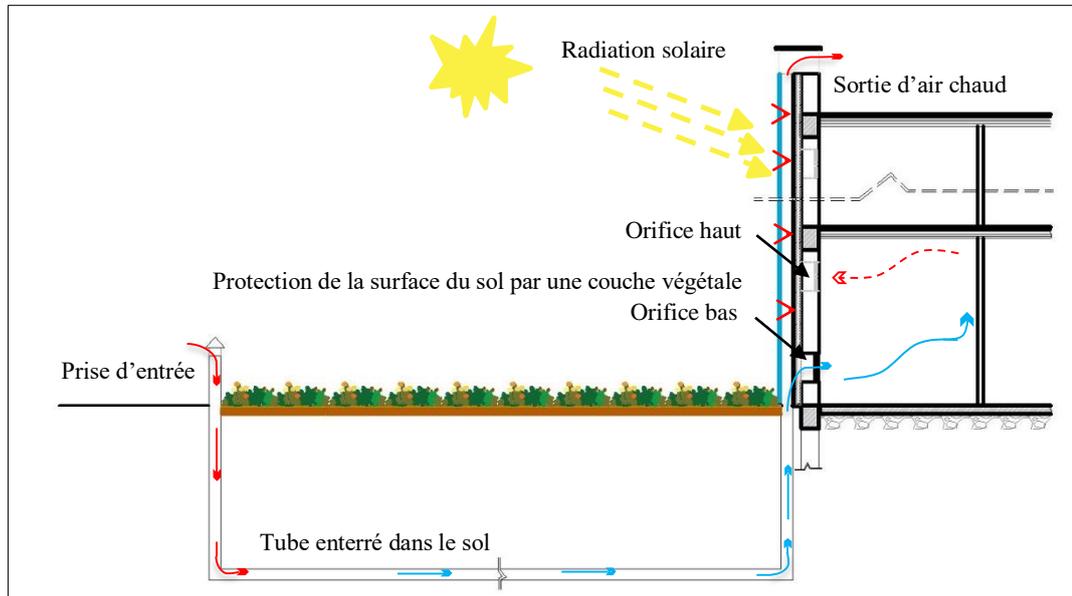


Figure IV-16 : Principe de fonctionnement de la ventilation pendant la journée.

Source : Auteur.

Pendant la nuit, les pièce d'habitation sont ventilées grâce à la masse thermique de la cheminée qui dégage la chaleur emmagasinée pendant la journée et continue à aspirer de l'air à travers les conduites enterrées.

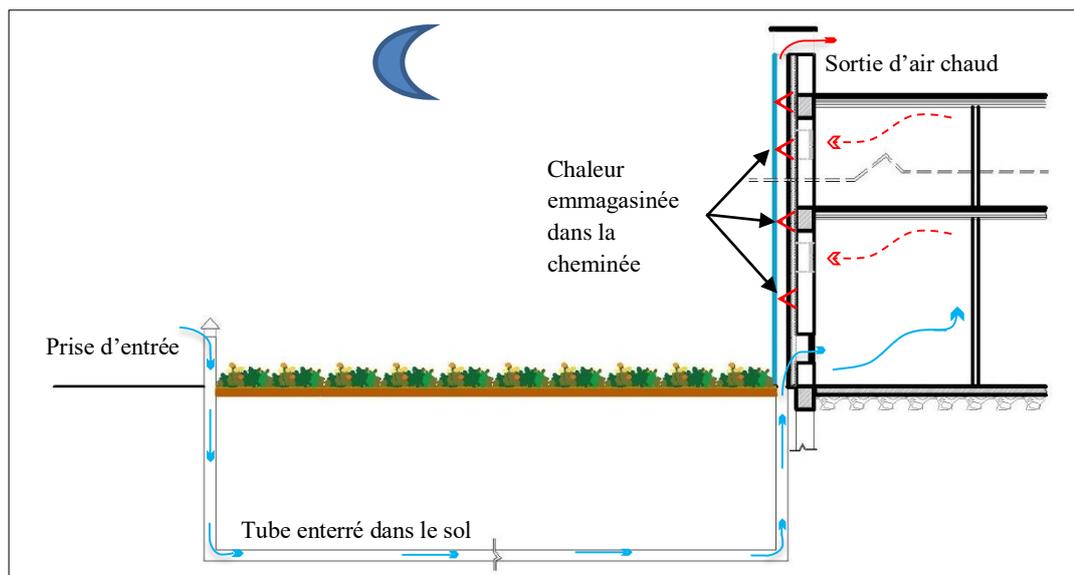


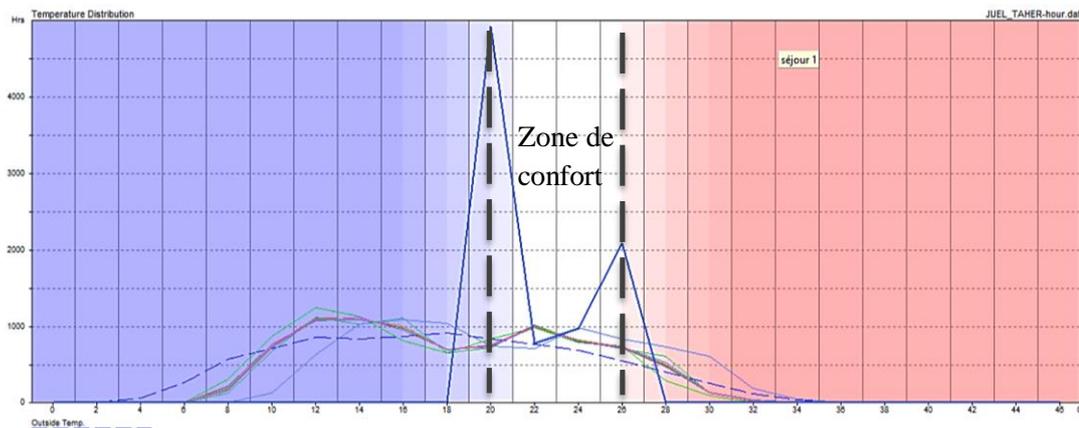
Figure IV-17 : Principe de fonctionnement de la ventilation durant la nuit.

Source : Auteur.

VI- Analyse et Interprétation des résultats d'ECOTECT

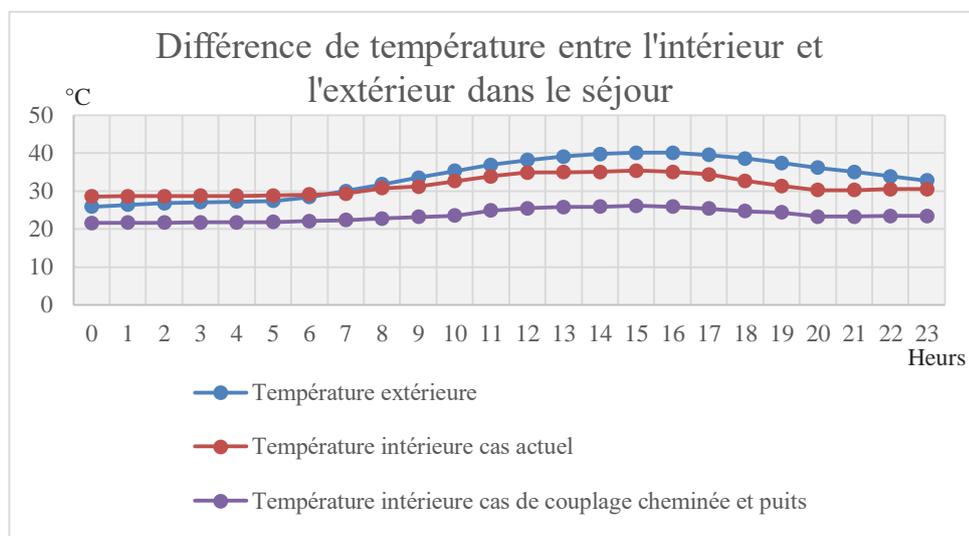
Dans le cadre de notre étude, on a effectué une première simulation de la consommation énergétique nécessaire à la climatisation du logement en cas actuel pour avoir des résultats de référence. Puis, tout en mettant en relief le souci de minimiser de la consommation énergétique on propose de remplacer le système de climatisation technique par l'accouplement d'une cheminée solaire à un puits provençal pour rafraîchir l'air à l'intérieur du logement d'une manière naturelle. La simulation sera faite en 21 Juillet la journée la plus chaude de l'année selon les données du logiciel METEONORM.

Le graphe ci-dessous montre le comportement des conditions d'ambiance intérieure confortable avec une température minimale de 20 °C en hiver et maximale de 26 °C en été dans le cas d'un taux d'humidité fixée de 60 %. Ces valeurs théoriques étant déterminée la sensation de confort peuvent aussi être influencée par d'autres critères tels le niveau d'habillement, l'activité, l'âge ou l'état psychologique de l'individu. (Voir Annexe 1).



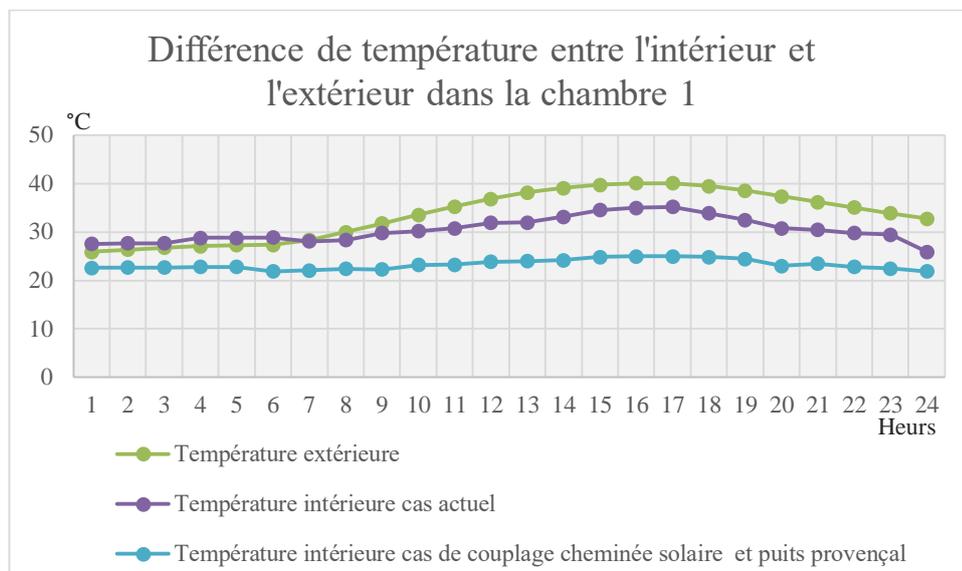
Graph IV-01 : Distribution de la température annuelle.

Source : Auteur.



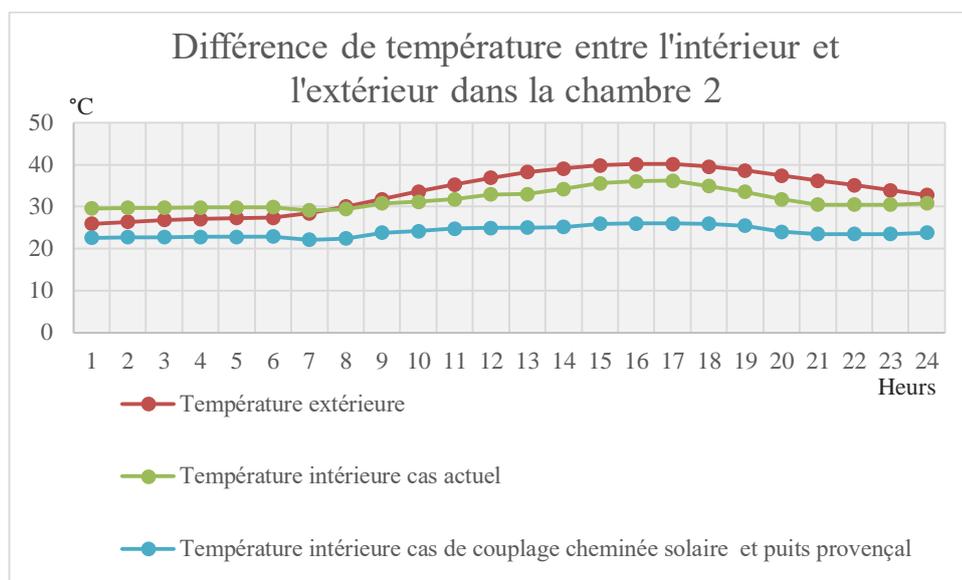
Graph IV-02 : Différence entre la température intérieure et extérieure dans le séjour en 21 juillet en cas actuel et amélioré.

Source : Auteur.



Graphe IV-03 : Différence entre la température intérieure et extérieure dans la chambre 1 en 21 juillet en cas actuel et amélioré.

Source : Auteur.



Graphe IV-04 : Différence entre la température intérieure et extérieure dans la chambre 2 en 21 juillet en cas actuel et amélioré.

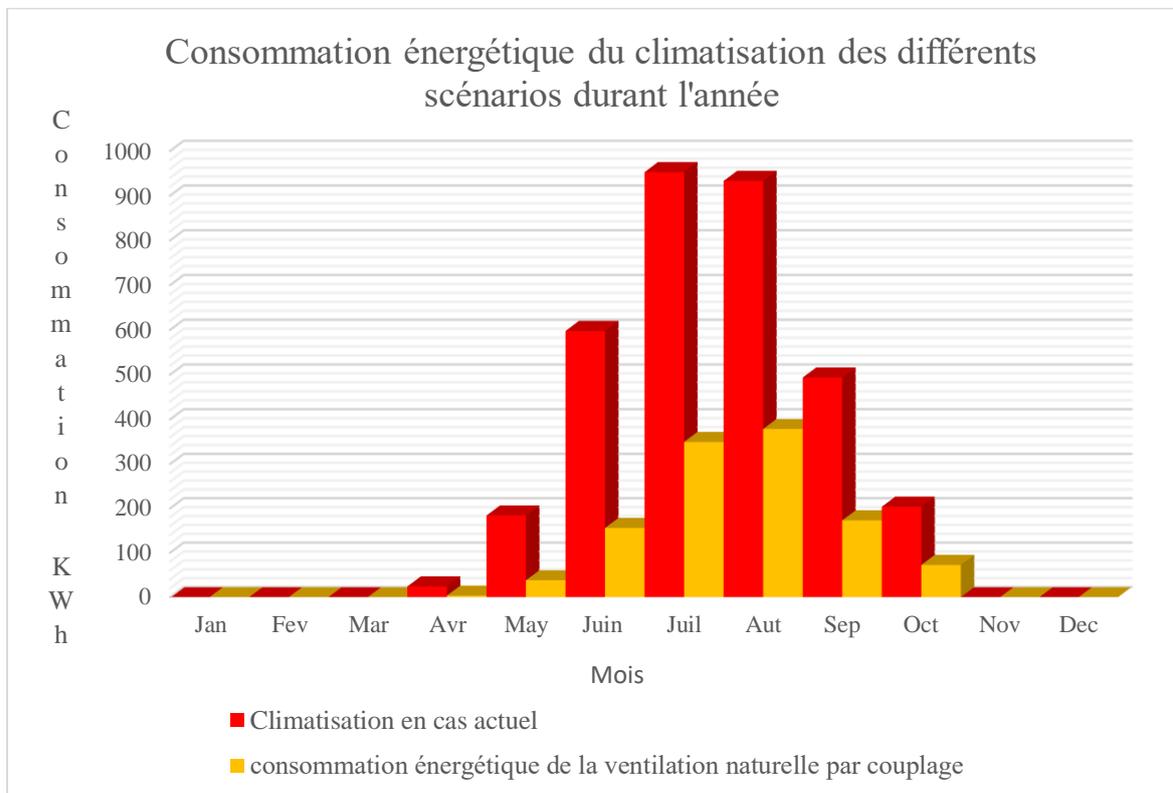
Source : Auteur.

A travers le graphique ci-dessus on marque que :

Les résultats de la simulation du séjour et des deux chambres sont presque similaires dans le cas standard de l'habitation où la température intérieure est inférieure à celle d'extérieur mais elle reste élevée, ce qui donne une sensation d'inconfort dans les espaces qui nécessite l'utilisation d'un système de rafraîchissement mécaniques.

L'application d'une cheminée solaire couplée à un puits provençal sur l'unité d'habitation comme étant un système de ventilation naturelle montre qu'elle a un effet sur le champ thermique par la diminution de la température de l'air intérieure grâce à l'accélération

des échanges thermiques par l'insufflation de l'air extérieur grâce au puits provençal dans les espaces, ce qui favorise un renouvellement d'air permanent permet d'évacuer les surchauffes de l'espace. Les valeurs de la température se rapproche vers la plage de la zone de confort (dont 26°C est la valeur maximale de la température intérieure à ne pas dépasser pour assurer le confort d'été) ce qui minimise les besoins en climatisation durant la période estivale.



Graphe IV-05 : consommation énergétique de la climatisation des différents scénarios durant l'année en KWh.

Source : Auteur.

L'histogramme ci-dessus représente la quantité d'énergie consommé lors de la climatisation durant toute l'année où on marque une grande augmentation des données durant la période estivale dans le cas standard de l'habitation où le rafraîchissement est basé sur la climatisation mécanique ; dans ce sens le logement est considéré comme une construction énergivore avec une consommation de 952,56 KWh en mois de Juillet (dont le 21 Juillet est la journée la plus chaude de l'année).

L'intégration de la cheminée solaire accouplée du puits provençal dans le bâtiment résulte une minimisation de la consommation énergétique à une valeur considérable de 952,56 KWH à 349,43 KWh en mois de Juillet (avec une évolution de 63,32%) suivi par l'abaissement de la température intérieure tout en maintenant les ambiances des pièces d'habitation dans les conditions de confort, sans exigence à aucun recours au système mécanique de refroidissement.

Les valeurs obtenues lors de la simulation de la ventilation considère les quantités d'énergie consommé par le ventilateur qu'insuffle l'air neuf à l'intérieur du bâtiment en profitant de la fraîcheur du sol pour se refroidir et arriver aux espace à une température optimale pour la sensation du confort en dégageant l'air vicié par les orifices supérieurs des murs sous l'effet de la cheminée solaire.

Conclusion

Ce chapitre traite une étude comparative d'un bâtiment dans son état standard et en cas amélioré dans le but de savoir l'influence de la ventilation naturelle appliquée par le système d'accouplement de la cheminée solaire à un puits provençal sur la consommation énergétique dans les bâtiments collectifs à l'aide d'un logiciel de simulation.

Pour que ce phénomène soit étudié, on a tout d'abord présenté notre cas d'étude dans son contexte afin de décortiquer les différents éléments qui le compose ainsi les objectifs visée, les conditions d'occupation du logement et les différents scénarios de la simulation numérique du logiciel ECOTECH ANALYSIS.

Les résultats obtenus de l'étude numérique montrent que la cheminée solaire couplée à un puits provençal comme étant une stratégie passive de ventilation est très efficace pour rafraichir l'air intérieur en maintient les températures ambiantes à la plage de la zone du confort tout en minimisant la quantité d'énergie consommé afin de mener aux occupants une vie normale et paisible dans les pièces d'habitation.

CONCLUSION GENERALE

Au même titre que les différents chapitres, notre présente recherche est consacrée à l'étude de l'influence de la ventilation naturelle sur la consommation énergétique dans les bâtiments collectifs. Les travaux réalisés dans ce mémoire s'inscrivent dans l'intérêt principal de présenter le concept de la ventilation naturelle comme étant un procédé passif de l'architecture bioclimatique qui sert à construire des bâtiment en les intégrant au milieu de leurs environnement en profitant de ses potentialités dans le but d'optimiser le recours vers les énergies non renouvelables ainsi minimiser les consommation énergétique tout en conservant le bien-être des occupants.

Les paramètres de la conception des bâtiments sont d'ordre fonctionnel et architectural alors que la dimension énergétique n'est pas considérée comme significative, ce qui conduit à des bâtiments non confortable et énergivores. Face à ce problème, l'état Algérien a adopté une nouvelle stratégie basée sur l'intégration des énergies renouvelables et l'augmentation de l'efficacité énergétique dans l'objectif d'assurer une rentabilité économique et de réduire du même coup les émissions de gaz à effet de serre.

Les techniques de la ventilation naturelle comptent parmi les meilleures solutions qui servent à la fois d'assurer le confort thermique des usagers et d'utiliser les énergies renouvelables afin d'atténuer l'impact de la chaleur et des températures extrême en utilisant des différents procédés passifs.

Dans le cadre de notre recherche et pour atteindre à nos objectifs escomptés, nous avons opté pour le choix du système d'accouplement d'une cheminée solaire à un puits provençal afin de déterminer son impact sur la consommation énergétique par rapport à notre cas d'étude. De ce fait, nous avons utilisé un logiciel de simulation numérique pour étudier le comportement thermique et énergétique de notre cas des bâtiments collectifs selon deux scénarios, l'un c'est l'état ordinaire et l'autre c'est l'intégration du système de ventilation recherché.

Les résultats obtenus ont montré l'existence d'un inconfort selon l'état standard du logement lié à un problème de surchauffe en période estivale, ce qui exige l'utilisation d'un système de climatisation mécanique pour refroidir l'air intérieur, ce dernier consomme une grande quantité d'énergie. L'utilisation du système passive de la ventilation naturelle par la cheminée solaire couplée au puits provençal permet de minimiser d'une façon notable la consommation d'énergie et des besoins de climatisation d'une valeur de 63,32% et d'accroître le confort à l'intérieure des espace d'habitation.

L'amélioration du climat intérieur d'un bâtiment par l'intégration d'un procédé de ventilation naturelle permet un rafraîchissement permanent permettant d'éviter le recours à des procédés de climatisation énergivores et émissifs de gaz à effet de serre donc il est bénéfique pour protéger l'environnement et préservés les ressources fossiles ce qui confirme positivement l'hypothèse de départ.

Recommandations

- Soustraire le concept de la ventilation naturelle dès le départ du processus de conception et en faire un objectif majeur.
- Le procédé de ventilation naturelle permet d'améliorer le rafraîchissement passive en assurant le confort à l'intérieure des espaces selon les besoins des occupants.
- Le système d'accouplement d'une cheminée solaire à un puits provençal permet de s'adapter les ambiances intérieures dans la plage de confort en réduisant la consommation énergétique.
- Optimiser l'utilisation de ce système en vue d'apportant de l'inertie au bâtiment pour limiter l'influence des variations de température extérieure sue celle de l'intérieure.
- Ce système nous a permis de ventiler le bâtiment sans recours à la climatisation mécanique qui consomme grande quantité d'énergie.
- Une couche végétale autour du site d'implantation pour humidifier l'air et minimiser la température de surface du sol par l'arrosage et la protection des rayons solaire incidente sur la surface.
- La conception d'un nouveau bâtiment est l'occasion idéale pour mettre l'accent sur l'efficacité des procédés passifs de ventilation naturelle.
- La sensibilisation des occupants et des citoyens vis-à-vis de l'utilisation de la technique de ventilation naturelle.

BIBLIOGRAPHIE

Livre :

- * ATKINSON, J et CHARTIER, Y. (2007). « Ventilation naturelle et lutte contre les infections en milieu de soins », [En ligne], organisation mondiale de la santé, p 09. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44434/9789242547856_fre.pdf?sequence=1&isAllowed=y (Page consultée le 17/02/2020).
- * AULICIEMS, A et SZOKOLAY, S.V. (1997). « Thermal comfort », [En ligne], PLEA sl, Brisbane(Australie), p 05. <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/Szokolay%20e%20Auliciems,%201997> (Page consultée le 20/03/2020).
- * AVEMS. (2010). « Guide de la ventilation naturelle et hybride "VNHY" pour l'habitat collectif et individuel », [En ligne], Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), p 07. https://www.effinergie.org/web/images/attach/base_doc/1362/Guide_de_la_ventilation_naturelle_et_hybride_VNHy_AVEMS.pdf (Page consultée le 18/06/2020).
- * COURGEY,S et OLIVA, J, P. (2006). « La conception bioclimatique des maison confortable et économe », Terre vivante, France, p 33.
- * DE HERDE, A et LIEBARD, A. (2005). «Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques: Concevoir, édifier et aménager avec le développement durable», Le moniteur, Paris, p 31.
- * FERNANDEZ,P et LAVIGNE, P. (2009). « Concevoir des bâtiments bioclimatiques: Fondements et méthodes », Le moniteur, Paris, p 24.
- * GIVONI, B. (1978). « L'homme, l'architecture et le climat, le moniteur », Paris, p 295.
- * GONZALO, R et HABERMANN, K, J. (2008). « Architecture et efficacité énergétique: principes de conception et de construction », [En ligne], Birkhauser Verlag AG, Berlin, Allemagne, p 94. <https://fr.calameo.com/books/000899869aa3aac576c7e>. (Page consultée le 08/03/2020).
- * HEINTZ, J. (2008). « Les puits canadiens/provençaux ».[En ligne], Centre Technique des Industires Aérauliques et Thermique (CETIAT), Veilleur banne cedex-France, p 05. http://www.puitscanadien.com/wp-content/uploads/2018/06/guide_CETIAT-puits_canadiens (Page consultée le 12/03/2020).
- * HYDE, R. (2008). « Bioclimatic housing: innovative designs for warm climates ».[En ligne], Earthscan, London, UK, 440 p. <http://unina.stidue.net/Urbanistica/Materiale/Bioclimatic%20Housing%20-%20Innovative%20Designs%20for%20Warm%20Climates> . (Page consultée le 09/03/2020).
- * IZARD, J-L et Guyot, A. (1979). « Archi bio », Parenthèses, France, p 41.
- * Robillard, Y. (2011). « Vers un bâtiment durable : les équipements et solutions d'efficacité énergétique—Quels besoins—Quelles solutions—Quels gains ?». Actualités, p 07.

* WILLIAMS, D. E. (2007). « Sustainable design: ecology, architecture, and planning: John Wiley & Sons. Inc ». [En ligne], Hoboken, New Jersey. p 103. https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=113fO6Wqh_gC&oi=fnd&pg=PR9&dq=Sustainable+design:+ecology,+architecture,+and+planning&ots=jHagSG9L8S&sig=RVTQITf3tb6GOY78V8U3ApsVxVg. (Page consultée le 07/03/2020).

Article :

* CHENAK, A. (2009). « Efficacité énergétique dans le bâtiment; projet pilote Med-Enec ». Revue des énergies renouvelables, Bulletin semestriel, [En ligne], p (15-16). <http://udes.cder.dz/> (Page consultée le 02/03/2020).

* KALKAN, N et DAGTEKIN, I. (2015). « CFD Analysis of passive cooling building by using solar chimney system », [En ligne], International journal of Mechanical and mechatronics Engineering, Vol 9(10), p 1796 – 1798. <https://zenodo.org/record/1109629/files/10002750.pdf> (Page consultée le 27/06/2020).

* IBGE : Institut de Bruxelles pour la Gestion de l'Environnement. (2006). « OUTIL D'AIDE '' AERATION ET VENTILATION NATURELLE DE LOGEMENTS EXISTANTS ET DE RENOVATIONS A BRUXELLES'' ». [En ligne]. Infos fiches-Santé, Bruxelles environnement, p 04. http://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/IF_SANTE_ventilation.pdf (Page consultée le 14/06/2020).

Thèse :

* BADECHE, M. (2008). « Impact de la loggia vitrée sur le confort thermique dans la région de Constantine », [En ligne], Thèse de magister, Université de Mentouri, Constantine, p 49. <http://bu.umc.edu.dz/theses/architecture/BAD5112>. (Page consultée le 11/03/2020).

* BELLARA, N, L, S. (2004). « Impact de l'orientation sur le confort thermique intérieur dans l'habitation collective. Cas de la nouvelle ville Ali Mendjeli Constantine », [En ligne], mémoire de magistère, Université MENTOURI, Constantine, p 08. <http://bu.umc.edu.dz/theses/architecture/BEL4363.pdf> (Page consultée le 16/03/2020).

* BOUCHAHM, Y. (2004). « 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, p 79.

* CACIOLO, M. (2010). « Analyse expérimentale et simulation de la ventilation naturelle mono-façade pour le rafraîchissement des immeubles de bureaux », [En ligne], thèse de doctorat, génie des procédés, Ecole National supérieure des mines de Paris, p 05. https://pastel.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/583247/filename/CACIOLO_Marcello.pdf (Page consultée le 16/06/2020).

* ÇAKIR, Ç. (2006). « Assessing thermal comfort conditions: a case study on the METU Faculty of Architecture building », [En ligne], These de Master, Middle East Technical University, p 22. <http://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12607936/index.pdf> . (Page consultée le 08/03/2020).

- * CHABI, M. (2009). Etude bioclimatique du logement socio-participatif de la vallée du M'zab: cas du ksar Tafilelt. [En ligne], Mémoire de Magister en Architecture, Université MOULOUD MAMMERI TIZI-OUZOU, p 145.
<https://dl.ummo.dz/bitstream/handle/ummo/877/Chabi%2C%20Mohammed.pdf?sequence=1>
(Page consultée le 05/04/2020).
- * DJOUIMAA, A. (2008). « Réalisation et vérification de la performance thermique d'une tour à vent pour un rafraîchissement passif dans les régions chaudes et arides : Cas de HASSI MESSAOUD », [En ligne], thèse de magistère, Université MENTOURI de Constantine, p 40 – 41. <https://bu.umc.edu.dz/theses/architecture/DJO5110.pdf> (Page consultée 28/06/2020).
- * EL GHAWABY, M. (2013). « Vers un confort thermique grâce à de nouveaux concepts d'enveloppe de bâtiments, inspirés de la nature : le mur respirant comme exemple biomimétique approprié aux bâtiments en zones chaudes », [En ligne], Thèse de doctorat en architecture, Université Aix-Marseille, France, p 79-80.
<https://fr.calameo.com/read/0033680168b122229e372> (Page consultée le 29/06/2020).
- * EVANS, J. M. (2007). « The comfort triangles: a new tool for bioclimatic design », [En ligne], Thèse de doctorat en philosophie. Delft University, p 25.
- * GHOZLANE, A. (2015). « La contribution de l'atrium dans l'amélioration des performances thermique des bâtiment tertiaires », [En ligne], Mémoire de master en Architecture, Université Larbi Ben MHIDI, Oum El-BOUAGHI, p 19.
<https://pdfs.semanticscholar.org/7a40/1da8a54befd8ac42d322f98b6594da1ba8fc.pdf>
(Page consultée le 27/06/2020).
- * KOFFI, J. (2009). Analyse multicritère des stratégies de ventilation en maison individuelle, [En ligne], thèse de doctorat, Université de la Rochelle, France. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00433348/document> (Consulté le 26/06/2020).
- * MULE, M. (2011), « Ventilation naturelle dans l'habitat », [En ligne], mémoire de formation, Rénovation écologique, L'école Nationale supérieure d'architecture de Lyon, p 38.
<https://docplayer.fr/storage/33/16571052/1593095665/t1Why4CCXRpm-q4gUPMt5A/16571052.pdf> (Page consultée le 22/06/2020).
- * RAHAL, S. (2011). « L'impact de l'atrium sur le confort thermique dans les bâtiments publics : Cas de la maison de culture à Jijel », [En ligne], Mémoire de magistère en Architecture, Université MENTOURI, Constantine, p 20.
<http://archives.umc.edu.dz/bitstream/handle/123456789/12457/RAH6014.pdf?sequence=1>
(Page consultée le 27/06/2020).

Rapports techniques :

- * BRANDT, M. « Formation bâtiment durable : Passif et (TRES) basse énergie », [En ligne]. Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), p 32.
https://environnement.brussels/sites/default/files/user_files/pres_20150212_pas_1_3vent_fr.pdf
(Page consultée le 12/06/2020).

* MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES MINES. (2008). « Bilan Energétique Nationale du secteur, Bilan énergétique National 2008 », [En ligne], Alger, p 19.
https://www.energy.gov.dz/Media/galerie/benational_annee-2008_5da88a9f39d62.pdf
 (Page consultée le 28/05/2020).

* MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES MINES. (2011). « Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique », [En ligne], SATINFO, Alger, p 04.
http://cemagas.org/wpcontent/uploads/2012/12/Programme_ENR_et_efficacite_energetique_fr.pdf
 (Page consultée le 31/05/2020).

* Rafraichissement sans air conditionné : Etude sur les alternatives. Noé 21. (2012). [Enligne], Suisse, p 04. <https://docplayer.fr/3786843-Rafraichissement-sans-air-conditionne-etude-sur-les-alternatives.html> (Page consultée le 27/06/2020).

Communication :

* HERANT, P. (2004). « Performance énergétique et ventilation des bâtiments : Contexte et enjeux », Journées thématiques 2004 : Equipement énergétique du bâtiment. Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), Valbonne, France p 02.
<https://www.chantier.net/documents/040323ap02.pdf> (Page consultée le 10/06/2020).

Logiciel :

- * Autodesk, AutoCAD 2019. Version 24.0. [Logiciel]. Fichier informatique.
- * SketchUp Pro 2020.1. Version 20.1.229 64-bit. [Logiciel]. Fichier informatique.
- * GSTB logiciels, METEONORM 7.1.3, [Logiciel]. Fichier informatique.
- * Autodesk, ECOTECH ANALYSIS 2010, [Logiciel]. Fichier informatique.

Sites web :

- * ArchDaily, Manitoba Hydro / KPMB Architects. In site de ArchDaily. [En ligne].
<https://www.archdaily.com/44596/manitoba-hydro-kpmb-architects>
 (Page consultée le 20/08/2020).
- * ARCHNET, Lycee Français Charles de Gaulle Presentation Panels. In site de ARCHNET, [en ligne]. <https://archnet.org/sites/6867/publications/9453> (Page consultée le 18/08/2020).
- * BEST FACADE, Façade double peau, Définition. In site de BEST FACADE, [En ligne].
http://www.bestfacade.com/textde/01_def_gesamt_f.htm (Page consultée le 26/06/2020).
- * BAOUCHI, B. « Programme d'efficacité énergétique en Algérie ». In site de global electricity, [En ligne], p 04. <https://www.globalelectricity.org/content/uploads/Presentations-Group-1.pdf> (Consulté le 07/05/2020).
- * CYPECOMMUNITY, Blog, Articles, La ventilation dans le bâtiment. In site de CYPECOMMUNITY. [En ligne]. <https://cypecommunity.zendesk.com/hc/fr/articles/203296025-La-ventilation-dans-le-b%C3%A2timent> (Page consultée le 18/06/2020).

- * DESIGN BUILD, Manitoba Hydro Place. In site de DESIGNBUILD. [En ligne]. <https://www.designbuild-network.com/projects/manitobahydroplace/> (Page consultée le 20/08/2020).
- * ECOCONSO: du conseil à l'action, Les maison bioclimaiques. In site de Ecoconso [en ligne]. <https://www.ecoconso.be/fr/Les-maisons-bioclimatiques>. (Page consultée le 09/03/2020).
- * ELGENDY, K. (2010). A Damascus School Revives Traditional Cooling techniques. In site de Carboun: Middle East Sustainable Cities. [En ligne]. <http://www.carboun.com/sustainable-design/a-damascus-school-revives-traditional-cooling-techniques/>. (Page consultée le 18/08/2020).
- * ENERGUIDE.be, Consommation et tarifs, Consommation, Quels sont les systèmes de ventilation ? In site de energuide.be, [En ligne]. <https://www.energuide.be/fr/questions-reponses/quels-sont-les-systemes-de-ventilation-existants/746/> (Consultée le 22/06/2020).
- * International Initiative for a Sustainable Built Environment, Etude de cas 3 : Siege social de Manitoba Hydro, Winnipeg. In site d'International Initiative for a Sustainable Built Environment. [En ligne]. http://iisbe.org/iisbe/sbc2k8/teams/canada/Manitoba_Hydro/can_Man_Hydro.htm (Page consultée le 21/08/2020).
- * KADDOUR, H. (2019). Les énergies renouvelables, un gage d'avenir. In site de PPRTAIL ALGERIEN EnR. [En ligne]. <https://portail.cder.dz/2019/09/08/les-energies-renouvelables-un-gage-davenir/> (Page consultée le 09/05/2020).
- * KASSIANIDES, Y. (2011). Efficacité énergétique des bâtiments. In site de la Fédération des Industries Electronique Et de Communication (FIEEC), [En ligne], p 05. <http://docplayer.fr/7180836-Efficacite-energetique-des-batiments.html>(Consulté le 08/05/2020)
- * LA PRIME ENERGIE, Les travaux, Isolation-chauffage-programmation-retrouvez ci-dessous les principaux travaux de rénovation, Tout savoir sur les bâtiments biomimétiques. In site de la prime energie, [En ligne], <https://www.laprimeenergie.fr/les-travaux/les-travaux-deconomies-denergie/batiments-biomimetiques> (Page consultée le 14/05/2020).
- * LAROUSSE, Langue française, Dictionnaire, énergie. In site de Larouse [En ligne]. <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/%c3%a9nergie/29421?q=%c3%a9nergie#29300> (Page consultée le 15/04/2020).
- * Le portail expert de la performance énergétique, Actualités techniques, Effets de l'air extérieur sur le bâti. In site media xpair. [En ligne]. <https://media.xpair.com/img/memocad/actions-schematiques-vent.jpg> (Consulté le 20/06/2020)
- * LINGUEE DICTIONARY. (2020). Cross ventilation. In site de LINGUEE DICTIONARY. In site de linguee. [En ligne]. <https://www.linguee.com/english-french/translation/cross+ventilation.html> (Page consultée le 20/06/2020).

-
- * MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES MINES, Bilan Energétique Nationale du secteur. In site du Ministère de l'Energie et des Mines. [En ligne] <https://www.energy.gov.dz/?article=bilan-energetique-national-du-secteur> (Page consultée le 10/03/2020).
- * MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES MINES, Energie, ENERGIE RENOUVLABLES ET EFFICACITE ENERGETIQUE. Energies nouvelles, renouvelables et maitrise de l'énergie. In Site Ministère de l'Energie et des Mines. [En ligne]. <https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-nouvelles-renouvelables-et-maitrise-de-lrenergie> (Page consultée le 04/06/2020).
- * SYSTEMES, SITES ET BATIMENT, Devoir 8 : Etude de cas sur la ventilation. In site de SYSTEMES, SITES ET BATIMENT. [En ligne]. <https://ssb2012emilyashby.wordpress.com/2012/11/16/assignment-8-case-study-ventilation/> (Page consultée le 20/08/2020).
- * The AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS, Manitoba Hydro Place. In site The AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS. [En ligne]. <https://www.aiatopen.org/node/110> (Page consultée le 20/08/2020).
- * TRANSSOLAR KLIMAINGENIERIE, Lycee Chalres de Gaulle. In site de World-architects : Profils d'architectes sélectionnés. [En ligne]. <https://www.world-architects.com/en/projects/view/lycee-charles-de-gaulle>. (Page consultée le 19/08/2020).

ANNEXE

Annexe 1

La norme NBN EN 15251 (2007) spécifie les critères d'ambiance à l'intérieur des bâtiments pour évaluer la performance énergétique couvrant la qualité intérieure de l'air. Elle s'applique aux constructions non industriels pour lesquels ces critères sont déterminés par l'occupation humaine des espaces. Les constructions sont organisées selon des catégories :

I : Niveau élevé, recommandé pour les espaces occupés par des personnes très sensibles.

II : Niveau normal utilisé pour les constructions neuves et les rénovations.

III : Niveau modéré acceptable utilisée dans les constructions déjà existantes.

Le tableau ci-dessous montre les valeurs de bases des températures opératives recommandées pour les bâtiments chauffés et rafraîchis.

Type de bâtiment ou d'espace	Catégorie	Température opérative °C	
		Minimum pour le chauffage (saison hivernale)	Maximum pour le rafraîchissement (saison estivale)
Bâtiments d'habitation : (Séjour, chambre, cuisine...etc.) Sédentaire ~ 1.2 met	I	21	25.5
	II	20	26
	III	18	27
Bâtiments d'habitation : (Rangements, circulations...etc.) Station debout - marche ~ 1.6met	I	18	/
	II	16	/
	III	14	/
Bureau individuel : (Fermé ou ouvert : Salle de réunion, cafétéria/restaurant...etc.) Sédentaire ~1.2 met	I	21	25.5
	II	20	26
	III	19	27
Ecole maternelle Station debout – marche ~ 1.4 met	I	19	24.2
	II	17.5	25.5
	III	16.5	26
Grand magasin Station debout – marche ~1.6 met	I	17.5	24
	II	16	25
	III	15	26

Annexe 2

Les démarches de la simulation

Etapes	Explication
* La préparation des plans	Cette étape commence avec le logiciel AutoCAD 2019 pour redessiné .
* Pré-configuration des paramètres d'ECOTECT	Introduire les inputs nécessaires pour obtenir des résultat précise : -Description du projet (Nom, type, objectif...etc.). -Importer le fichier climatique de Jijel sous format WAE du METEONORM. -Définir l'orientation et la nature du site.
* Modélisation du bâtiment	-Importation du plan 2D sous format DXF en prenant compte la compatibilité des échelles -Dessiner les différentes zones thermiques du plan. -Définir les matériaux de construction de chaque élément. -Définir le scénario d'étude (niveau d'habillement, nombre de personne, activité, type du système utilisé, les heurs d'occupation...etc.).
* Simulation	- Simulation du système de climatisation actuel de notre cas d'étude pour obtenir son effet sur les températures intérieures des différents pièce d'habitation ainsi que la quantité d'énergie consommée. - Simulation de cas amélioré par le système de ventilation naturelle.
* Analyse et interprétation des résultats	- Discussion des résultats obtenues du cas de base. - Discussion des résultats d'après l'intégration du système de ventilation naturelle.

Annexe 3

Tableau 01 : Différence entre la température intérieure et extérieur dans le séjour en 21 juillet en cas actuel et amélioré.

Heurs	Température extérieure °C	Température intérieure cas actuel °C	Température intérieure cas de couplage cheminée et puits provençal °C
0	25,9	28,6	21,6
1	26,4	28,7	21,7
2	26,8	28,7	21,7
3	27,1	28,8	21,8
4	27,3	28,8	21,8
5	27,4	28,9	21,9
6	28,4	29,1	22,1
7	30	29,4	22,4
8	31,8	30,8	22,8
9	33,6	31,2	23,2
10	35,3	32,6	23,6
11	36,9	33,9	24,9
12	38,2	34,9	25,5
13	39,1	35	25,8
14	39,8	35,1	25,9
15	40,1	35,4	26,2
16	40,1	35,1	25,9
17	39,5	34,4	25,4
18	38,6	32,7	24,7
19	37,4	31,4	24,4
20	36,2	30,3	23,3
21	35,1	30,3	23,3
22	33,9	30,5	23,5
23	32,8	30,5	23,5

Tableau 02 : Différence entre la température intérieure et extérieure dans la chambre 01
en 21 juillet en cas actuel et amélioré.

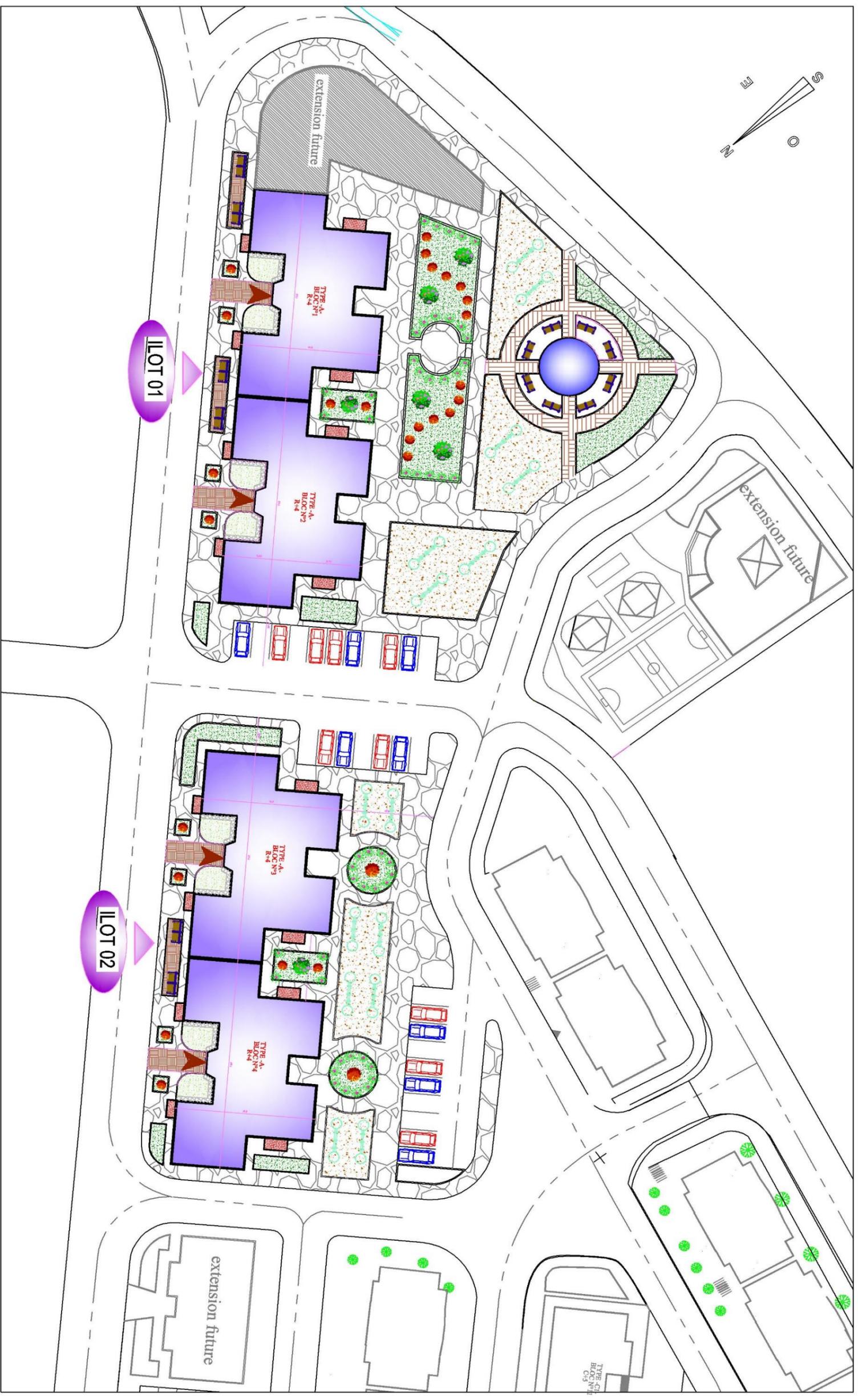
Heurs	Température extérieure °C	Température intérieure cas actuel °C	Température intérieure cas de couplage cheminée solaire et puits provençal °C
0	25,9	27,6	22,6
1	26,4	27,7	22,7
2	26,8	27,7	22,7
3	27,1	28,8	22,8
4	27,3	28,8	22,8
5	27,4	28,9	21,9
6	28,4	28,1	22,1
7	30	28,4	22,4
8	31,8	29,8	22,3
9	33,6	30,2	23,2
10	35,3	30,8	23,3
11	36,9	31,9	23,9
12	38,2	32	24
13	39,1	33,2	24,2
14	39,8	34,6	24,9
15	40,1	35	25
16	40,1	35,2	25
17	39,5	33,9	24,9
18	38,6	32,5	24,5
19	37,4	30,8	23
20	36,2	30,5	23,5
21	35,1	29,8	22,8
22	33,9	29,5	22,5
23	32,8	25,9	21,9

Tableau 03 : Différence entre la température intérieure et extérieure dans la chambre 02
en 21 juillet en cas actuel et amélioré.

Heurs	Température extérieure °C	Température intérieure cas actuel °C	Température intérieure cas de couplage cheminée solaire et puits provençal °C
0	25,9	29,6	22,6
1	26,4	29,7	22,7
2	26,8	29,7	22,7
3	27,1	29,8	22,8
4	27,3	29,8	22,8
5	27,4	29,9	22,9
6	28,4	29,1	22,1
7	30	29,4	22,4
8	31,8	30,8	23,8
9	33,6	31,2	24,2
10	35,3	31,8	24,8
11	36,9	32,9	24,9
12	38,2	33	25
13	39,1	34,2	25,2
14	39,8	35,6	25,9
15	40,1	36	26
16	40,1	36,2	26
17	39,5	34,9	25,9
18	38,6	33,5	25,5
19	37,4	31,8	24
20	36,2	30,5	23,5
21	35,1	30,5	23,5
22	33,9	30,5	23,5
23	32,8	30,8	23,8

Tableau 04 : Consommation énergétique de la climatisation des différents scénarios durant l'année en KWh.

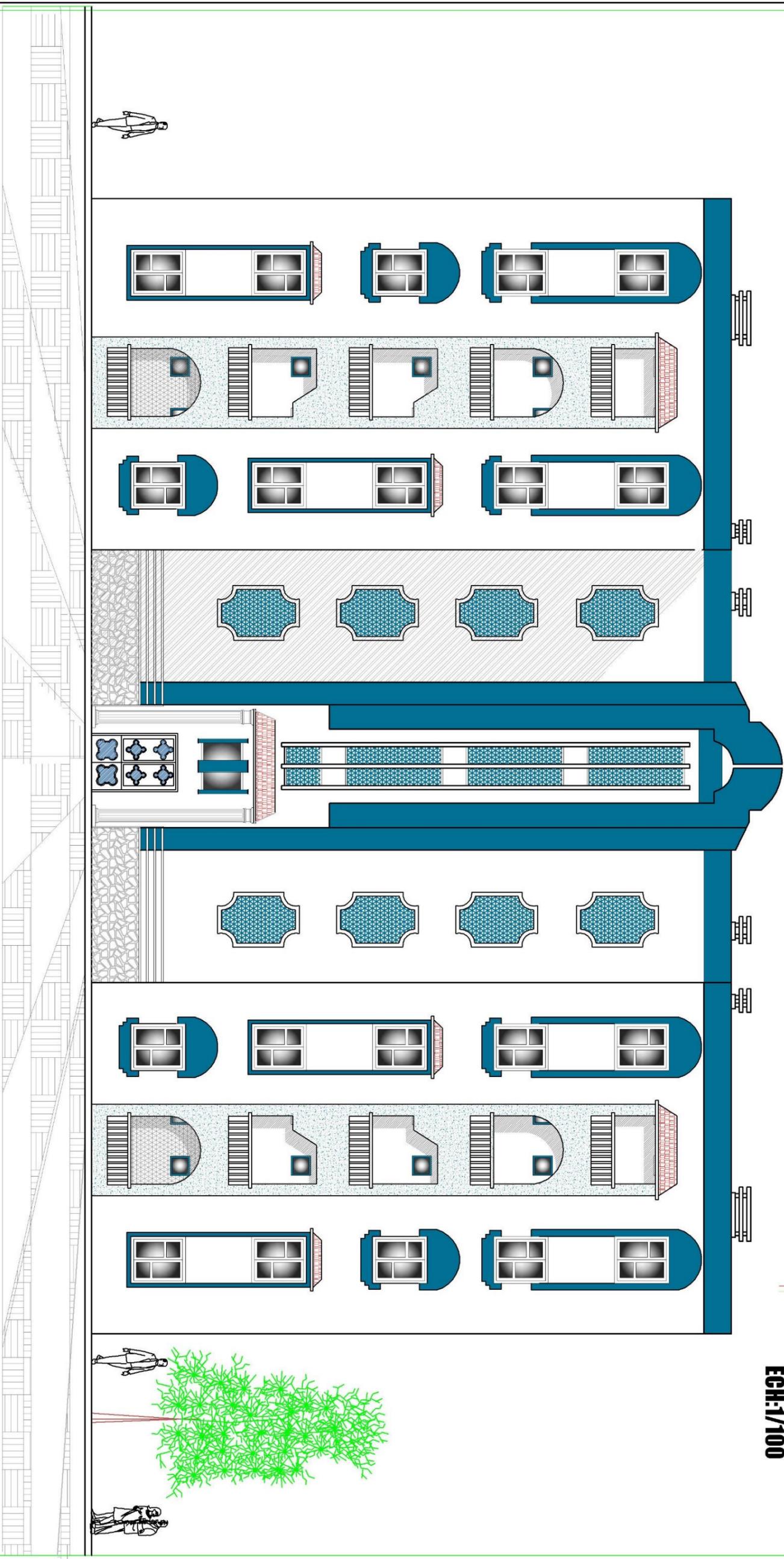
Mois	Climatisation en cas actuel KWh	Consommation énergétique de la ventilation naturelle par couplage KWh
Janvier	0	0
Février	0	0
Mars	0	0
Avril	24,01	3,20
May	183,79	37,90
Juin	597,55	155,7
Juillet	952,56	349,43
Août	932,95	378,50
Septembre	493,33	172,87
Octobre	203,7	72,45
Novembre	0	0
Décembre	0	0



PLAN MASSE
ech: 1/500

PROJET : ETUDE DE 170 /1500 LOGEMENTS SOCIAUX LOCATIFS P.Q 2010 \ 2014
SITE : POS IV TARZOUST COMMUNE EL-MILIA

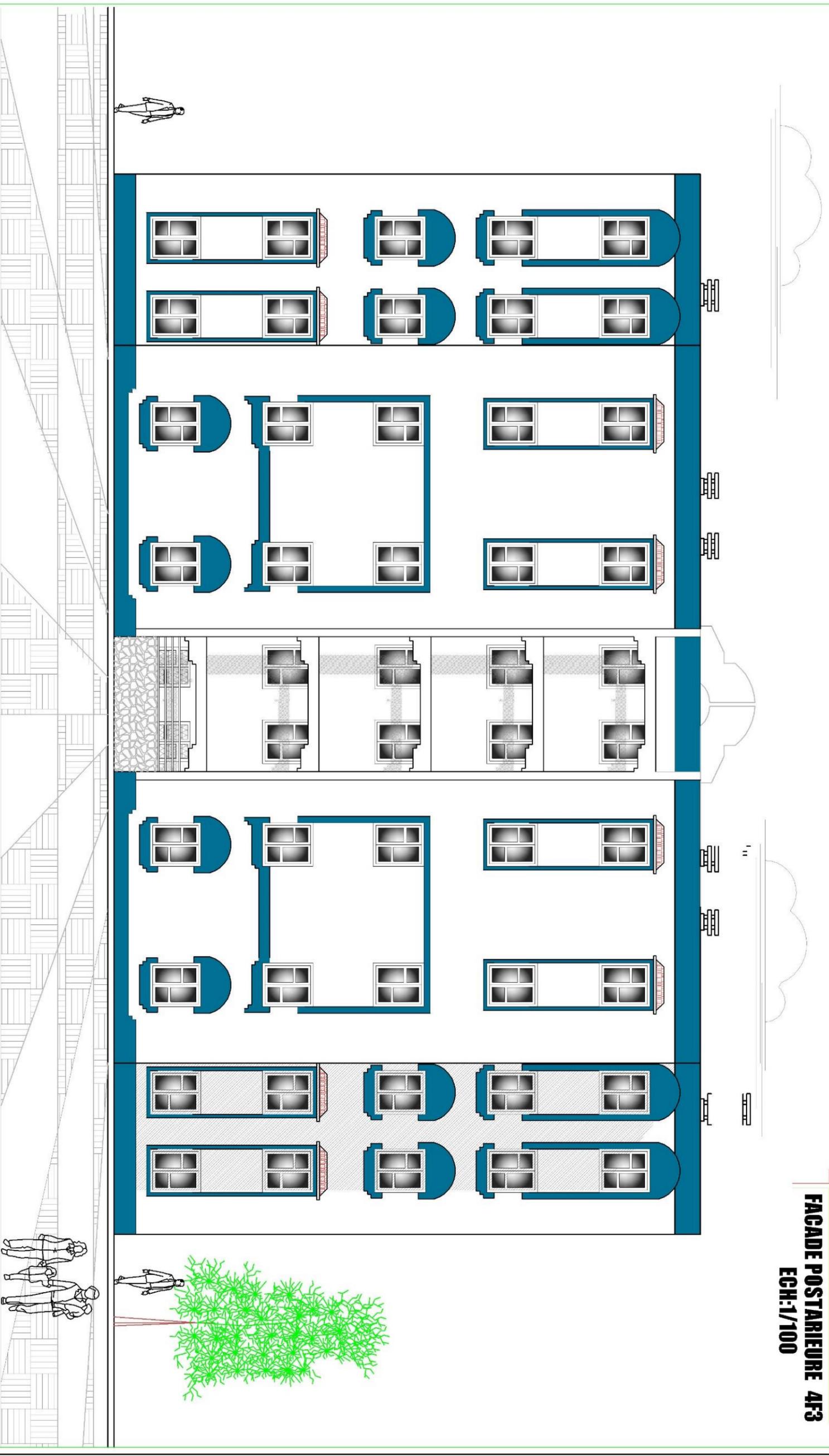
Bloc N° 1-2-3 ET 4 TYPE - A - R+4
FACADE PRINCIPALE 4F3
EGH:1/100



B.E.T ZAÏTER EL-YAZID

PROJET : ETUDE DE 170 /1500 LOGEMENTS SOCIAUX LOCATIFS P.Q 2010 \ 2014
SITE : POS IV TARZOUST COMMUNE EL-MILIA

Bloc N° 1-2-3 ET 4 TYPE - A - R+4
FACADE POSTERIEURE 4F3
EGH:1/100



B.E.T ZAÏTER EL-YAZID

Résumé

L'évolution des modes de vie ainsi que l'augmentation démographique impliquent une consommation croissante d'énergie afin d'assurer des bonnes conditions de vie à l'intérieure des bâtiments. La production de ces énergies consommées s'effectue à partir des ressources fossiles qui dégagent des gaz à effet de serre ce qui provoque un bouleversement dans l'écosystème et par la suite entraîne à un réchauffement climatique.

L'architecture bioclimatique répond en grande partie à cette problématique par l'intégration des concepts passifs qui servent à construire des bâtiments confortables avec une économie énergétique tout en minimisant l'utilisation des énergies épuisables et préservant l'environnement sans négliger le bien-être des occupants.

La ventilation naturelle comme étant un procédé passive de l'architecture bioclimatique permet de fournir un environnement sain et confortable dans les constructions en améliorant le rafraichissement passive des espaces par un renouvellement permanent de l'air pour évacuer l'air vicié polluant.

Cette recherche est focalisée sur une étude expérimentale l'utilisation d'un accouplement cheminée solaire – puits provençale comme un système passive de ventilation naturelle dans un bloc d'habitation collectives afin qu'on puisse comprendre le déroulement de ce phénomène dans notre cas d'étude et déterminer son influence sur la consommation énergétique en maintient les ambiances intérieures dans les conditions de confort en période estivale à l'aide du logiciel de simulation numérique ECOTECH ANALYSIS 2010.

Mots clés

Ventilation naturelle — Consommation énergétique — Architecture bioclimatique — cheminée solaire-puis provençal.

Abstract

Changing lifestyles and population growth imply an increasing energy consumption to ensure good living conditions inside buildings. The production of these consumed energies is made from fossil fuels that emit greenhouse gases, which causes an upheaval in the ecosystem and eventually leads to global warming.

Bioclimatic architecture largely responds to this problem by integrating passive concepts that are used to build comfortable buildings with an energy saving while minimizing the use of energy-efficient and preserving the environment without neglecting the well-being of the occupants.

Natural ventilation as a passive process of bioclimatic architecture provides a healthy and comfortable environment in buildings by improving the passive cooling of spaces through a permanent renewal of air to evacuate polluting stale air.

This research is focused on an experimental study the use of a solar chimney using provençal wood as a passive system of natural ventilation in a collective housing block so that we can understand the development of this phenomenon in our case study and determine its influence on energy consumption by maintaining the interior conditions in comfort conditions in the summer period using the digital simulation software ECOTECH ANALYSIS 2020.

Key words

Natural ventilation – Energy consumption – Bioclimatic architecture – Solar chimney-provençal wood.

إن تطور أنماط الحياة والنمو السكاني أدى إلى زيادة استهلاك الطاقة وذلك لضمان ظروف معيشية جيدة داخل المباني. يتم إنتاج هذه الطاقات المستهلكة من الوقود الأحفوري الذي ينبعث منه غازات دفيئة، مما يسبب اضطراباً في النظام الإيكولوجي ويؤدي في نهاية المطاف إلى الاحتباس الحراري.

الهندسة المعمارية الحيوية تجيب إلى حد كبير على هاته الإشكالية من خلال دمج المفاهيم السلبية التي تستخدم لبناء المباني المريحة مع توفير الطاقة وذلك بالتقليل من استخدام الطاقات التي لا تنضب من أجل الحفاظ على البيئة دون إهمال رفاه شاغليها.

التهوية الطبيعية تعتبر عملية سلبية للبنية الحيوية حيث توفر بيئة صحية ومريحة في المباني من خلال تحسين التبريد السلبي للمساحات عن طريق تجديد دائم للهواء لإخلاء الهواء الملوث.

يركز هذا البحث على دراسة تجريبية لاستخدام اقتران مدخنة شمسية وأنبوب التوصيل الحراري كنظام سلبي للتهوية الطبيعية في كتلة سكنية جماعية حتى نتمكن من فهم مسار هذه الظاهرة في دراسة الحالة الخاصة بنا وتحديد تأثيرها على استهلاك الطاقة مع الحفاظ على الظروف الداخلية في أجواء مريحة في فترة الصيف وذلك باستخدام برنامج المحاكاة الرقمية

ECOTECT ANALYSIS 2010

الكلمات المفتاحية

التهوية الطبيعية - استهلاك الطاقة - الهندسة المعمارية الحيوية - المدخنة الشمسية وأنبوب التوصيل الحراري.