

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة البليدة -1-



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE DE BLIDA-1-

1

OPTION : Architecture Bioclimatique

Intitulé du projet : *Conception bioclimatique d'un centre de thalasso-thérapie au sein d'un éco-quartier à vocation touristique à cap rouge-Cherchell*

Thème de recherche : *amélioration du comportement hygrothermique et énergétique d'un centre de thalasso-thérapie par intégration d'un nouveau système de ventilation*

Réalisé par :

Benaïfa Abdeldjalil

Encadré par :

Mme : D.Kaoula

Année universitaire :2015/2016

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer notre gratitude et remerciement à **ALLAH** qui nous a donné la force et le pouvoir pour effectuer ce modeste travail.

Ils apparaissent au début de ce document mais en sont en réalité le point final, celui qui conclue trois années à la fois belles et douloureuses, autant qu'une thèse puisse l'être, et qui me permet de rendre hommage aux personnes qui me sont chères et/ou sans lesquelles cette expérience n'aurait pu se faire.

Je voudrais exprimer ici ma gratitude à tous ceux qui, sous une forme ou sous une autre, m'ont aidé tout au long de ce travail, et plus particulièrement :

Madame **D.Kaoula** pour son encadrement et ses enseignements précieux, Je veux ici la remercier pour avoir toujours su m'aider, me soutenir, m'orienter, me conseiller et surtout pour avoir su me laisser une grande liberté et beaucoup d'autonomie tout en gardant un œil bienveillant sur moi.

J'adresse mes vifs remerciements à tous mes enseignants, qui ont contribué à ma formation, pour leur encouragement et leur aide.

Mes remerciements vont également à mes collègues de groupe de travail, à mes collègues de groupe d'atelier, à mes collègues de spécialité d'architecture bioclimatique niveaux master 1 et master 2, à mes collègues de la faculté, pour leur soutien moral et leur aide, ainsi que tous ceux qui m'ont soutenu et aidé tout au long de ces études, et je n'oublie pas mes collègues les plus proches et non moins amis, ceux avec qui j'ai partagé et vécu le même quotidien.

Sans oublier ceux qui travaillent pour nous, les membres de l'administration de l'institut d'architecture et d'urbanisme, et les membres de la bibliothèque de l'institut.

Mes remerciements les plus intimes et les plus profonds s'adressent à ma grande famille dont je serai éternellement reconnaissant pour le soutien sans faille, l'amour et le bonheur qu'ils m'ont toujours porté. Je vous dédie ce manuscrit.



تشكل التنمية المستدامة في مجال الهندسة المعمارية قضية أساسية واجابة فعالة من اجل الحد من الاثار السلبية الناجمة عن الأبنية و مخلفاتها, و تعتبر الاحياء الخضراء من ابرز حلول التهنية حاليا, فمبادؤها و أهدافها تعد بمثابة ابرز الحلول في مجال التهنية و العمران, إضافة الى ذلك و بوجه الخصوص في المناطق الساحلية, تعد مراكز المعالجة بمياه البحر الوسيلة المناسبة لتوفير اهم شروط الراحة من جهة, و لدفع الاقتصاد المحلي من جهة أخرى, كما يعتبر هذا الأخير بمثابة عماد من أعمدة التنمية المستدامة, وفي نفس السياق لكي يكون المشروع الهندسي مناخيا و بينيا من الواجب ضمان جانب من الرفاهية مع الأخذ بعين الاعتبار احتياجات المركز و الموقع أيضا, اذا فالعمل الذي نحن بصددده يهدف أولا الى تهنية حي ذا طابع سياحي وفقا لمبدأ الاحياء الخضراء السياحية على المستوى العمراني, اما فيما يخص المستوى الهندسي قمنا ببناء مركز للمعالجة بمياه البحر يندرج ضمن الهندسة المعمارية البيئية البحتة, من ناحية أخرى على المستوى الخصوصي, فقد قمنا بتطوير نظام تدفئة او تبريد وتهوية في ان واحد قادر على تحسين الحالة الحرارية و الأداء الطاقوي لمشروعنا, هذا النظام عبارة عن نتيجة لسلسلة محاكاة بالحاسوب ن اجل توضيح أدائه و اهميته.

الكلمات المفتاحية: التنمية المستدامة، الاحياء الخضراء، المعالجة بمياه البحر، الراحة الحرارية، التهوية.....

Résumé :

Le développement de l'architecture constitue un enjeu fondamental et une réponse efficace pour la réduction des impacts environnementaux liés au secteur du bâtiment. Les éco quartiers constituent la seule solution de l'aménagement actuel. Ces principes et cibles sont des solutions pour plusieurs problèmes liés à la ville et l'urbanisation, en plus et spécialement dans les zones côtières au bord de la mer, les centres de thalassothérapie font la solution directe pour répondre aux besoins de relaxation et aussi aux besoins économiques qui se présentent comme l'un des trois pôles du développement durable, ainsi, pour que ce projet soit bioclimatique il faut assurer le type de confort qui répond à la fois au besoins du projet et celui du site. Ce travail a donc consisté en premier lieu, à aménager ou faire une proposition d'aménagement d'un éco quartier à vocation touristique et à concevoir un centre de thalassothérapie tout en l'insérant dans une démarche purement bioclimatique, par ailleurs, nous avons développé un système de chauffage/refroidissement en corrélation avec la ventilation susceptible d'améliorer le comportement hygrothermique et les performances énergétiques de notre projet, ce système a fait l'objet d'une série de simulation via des logiciels afin de démontrer sa fiabilité.

Mots clés : développement durable, éco quartier, thalassothérapie, confort hygrothermique, ventilation....

Abstract:

Architecture development is a fundamental and effective response to the challenge of reducing environmental impacts related to the construction sector. Eco neighborhoods are the only solution to the current layout. These principles and targets are solutions to several problems related to the city and urbanization, and more especially in the coastal areas in the sea, thalassotherapy centers are the direct solution to meet the needs of relaxation and also to economic needs that arise as one of the three pillars of sustainable development and, for this project to be bioclimatic must provide the kind of comfort that meets both the needs and the project's website. This work consisted in the first place, construct or make a proposal for development of an eco-district for tourism and develop a thalassotherapy center while inserting it into a purely bioclimatic approach, moreover, we have developed a heating / cooling system in conjunction with the ventilation can improve the hygrothermal behavior and energy performance of our project, the system has undergone a series of simulation via software to demonstrate its reliability.

Keywords: sustainable development, ventilation, hygrothermal comfort, thalassotherapy, eco district

TABLE DES MATIERES

Titre	Page	Titre	Page
Remerciements	02	ECHELLE SPECIFIQUE	40
Résumé	03	1. La notion de confort	40
Sommaire	04	2. Le procédés chauffage-ventilation	42
Tables des figures	05	3. Retour d'expériences	43
 CHAPITRE I : CHAPITRE introductif	 08	 Chapitre III : Cas d'étude	 49
I. Introduction.....	09	I. ECHELLE URBAIN	
II. Motivation de choix de thème	10	I.1. La ville de Cherehell	50
III. Problématique	10	I.2. Le cap rouge	51
1) Problématique thématique.....	11	I.3. Les principes d'aménagement	53
2) Problématique spécifique	11	I.4. Les principes bioclimatiques intégrés	53
IV. Hypothèses	12	II. ECHELLE ARCHITECTURALE	54
V. Objectifs de la recherche	12	II.1. Présentation de la parcelle	54
VI. Méthodologie de travail.....	13	II.2. Présentation du projet architecturale	54
VII. Structure de travail	14	II.3. Justification de type de bâtiment	55
 Chapitre II : Etat de connaissances	 15	II.4. La genèse de l'idée de projet	55
ECHELLE URBAIN		II.5. Les principes bioclimatiques intégrés	56
I. Concepts environnementaux	16	II.6. Le fonctionnement	60
1. L'écologie	16	II.7. Le système structurel.....	62
2. L'environnement.....	16	II.8. Le système constructif	62
3. LE COP	16	II.9. Les façades	63
4. Le développement durable.....	17	II.10. Le diagramme de confort	64
5. L'éco quartier.....	20	(diagramme de Givoni)	
6. Analyse d'un exemple	23	ECHELLE SPECIFIQUE	64
(éco-quartier de Vidailhan –Toulouse-).....	23	I. L'idée de base de	
ECHELLE ARCHITECTURALE	30	concept ChaVenAir.....	65
1. Concepts liés a architecture		II. Principes de fonctionnement de	
bioclimatique		système	66
2. Le thème de projet : la		III. Explication d'un cas de	
thalassothérapie.....	33	fonctionnement de ce système-cas	
3. Analyse d'exemple :		de chauffage-	69
centre de thalassothérapie		IV. Apports de ce système.....	69
de Eskişehir – Turquie –...	36	V. Partie simulation (COMSOL)	
		A. Logiciel de Comsol	71
		B. Partie d'application	71
		VI. La conclusion	78
		Bibliographie	91

Tables des figures

Chapitre II :

Figure 1:les trois piliers de développement durable	16
Figure 1:les trois piliers de développement durable	16
Figure 2:grandes dates du développement durable –(source : Brodhag 2004- actualisé par l’auteur)	17
Figure 2:grandes dates du développement durable –(source : Brodhag 2004- actualisé par l’auteur)	17
Figure 3:Les axes de développement durable	17
Figure 3:Les axes de développement durable	17
Figure 4:Les conditions de développement durable	17
Figure 4:Les conditions de développement durable	17
Figure 5:Les objectifs de développement durable	18
Figure 5:Les objectifs de développement durable	18
Figure 6:Les cibles d’un éco quartier.....	20
Figure 6:Les cibles d’un éco quartier.....	20
Figure 7:Objectifs d’un éco quartier	21
Figure 7:Objectifs d’un éco quartier	21
Figure 8:situation géographique	23
Figure 8:situation géographique	23
Figure 9:distance.....	23
Figure 9:distance.....	23
Figure 10: accessibilité	24
Figure 10: accessibilité	24
Figure 11:la trame des voiries.....	24
Figure 11:la trame des voiries.....	24
Figure 12:programme de l’éco quartier	25
Figure 12:programme de l’éco quartier	25
Figure 13:les types de logements	25
Figure 13:les types de logements	25
Figure 14:la mixité fonctionnelle . Source : Guide Bien vivre à Vidailhan.....	25
Figure 14:la mixité fonctionnelle . Source : Guide Bien vivre à Vidailhan.....	25
Figure 15:la mobilité.....	26
Figure 15:la mobilité.....	26
Figure 16:L’intimité .Source : auteur	26
Figure 16:L’intimité .Source : auteur	26
Figure 17:la centralité	26
Figure 17:la centralité	26
Figure 18:la continuité	27
Figure 18:la continuité	27
Figure 19:la biodiversité	27
Figure 19:la biodiversité	27
Figure 20:l’axe majeur de végétation	27
Figure 20:l’axe majeur de végétation	27
Figure 21:panneaux solaires thermique	27
Figure 21:panneaux solaires thermique	27
Figure 22:panneaux solaire photovoltaïques	27
Figure 22:panneaux solaire photovoltaïques	27
Figure 23:orientation des constructions	28
Figure 23:orientation des constructions	28
Figure 24:Pour protéger et stocker l’eau	28
Figure 24:Pour protéger et stocker l’eau	28

Figure 25:les nœuds.....	28
Figure 25:les nœuds.....	28
Figure 26:jardin creux.....	29
Figure 26:jardin creux.....	29
Figure 27:compteurs d'eau.....	29
Figure 27:compteurs d'eau.....	29
Figure 28:poubelles sélectives.....	30
Figure 28:poubelles sélectives.....	30
Figure 29:Les axes de l'architecture bioclimatique.....	31
Figure 29:Les axes de l'architecture bioclimatique.....	31
Figure 30:Les objectifs de l'architecture bioclimatique.....	32
Figure 31:Technique de l'architecture bioclimatique.....	32
Figure 32:les types de l'architecture bioclimatique.....	33
Figure 33:Les types de tourisme.....	34
Figure 34:Le rôle de tourisme.....	34
Figure 35:théalisme.....	35
Figure 36:thalassothérapie.....	35
Figure 37:Les composantes d'un SPA.....	36
Figure 38:Fonctionnement d'un centre de thalassothérapie.....	37
Figure 39:Eskisehir.....	37
Figure 40:plan RDC.....	38
Figure 41:Fonctionnement de centre de thalassothérapie.....	38
Figure 42:coupe de détail.....	39
Figure 43:les systèmes d'énergies intégrés.....	39
Figure 44:schéma de ventilation.....	39
Figure 45:Role de dômes de ventilation.....	40
Figure 46:diagramme de confort de SPA.....	40
Figure 47:mesures passives et mesures actives.....	41
Figure 48:Les types de confort.....	42
Figure 49: Conditions hygrothermiques confortables.....	43
Figure 50:Types de système de ventilation.....	44
Figure 51 : Comportement du système SOS en cas de précipitation et vent et conséquences sur : a) la température d'air intérieur, b) les concentrations en CO2 et c) les vitesses d'air (attention : vitesse d'air extérieure réduite à 10% de sa valeur réelle pour des problèmes d'échelle).....	45
Figure 52:température de l'air.....	46
Figure 53:Source : Humidité.....	46
Figure 53:Source : Humidité.....	46
Figure 55: Température.....	47
Figure 55: algorithme proposé, avec Top : température opérative.....	48
Figure 56:Valeurs moyennes et extrêmes des taux d'humidité relative simulés.....	49
Figure 57:Valeurs moyennes et extrêmes des débits de ventilation relative simulés.....	49

Chapitre III :

Figure 1:Situation nationale.....	59
Figure 2:Situation régionale.....	59
Figure 3:Schéma de croissance.....	60
Figure 4:Accessibilité.....	60
Figure 5:Localisation.....	60
Figure 6:Accessibilité.....	61
Figure 7:Hydrologie et La nature du sol.....	61
Figure 8:Température.....	61

Figure 9:L'humidité.....	61
Figure 10:Les précipitations	61
Figure 11:Les vents dominants	62
Figure 12:Diagramme solaire	63
Figure 13:La parcelle.....	64
Figure 14:les ouvertures qui ont des cellules photovoltaïques.	66
Figure 15:Les panneaux solaires photovoltaïques.....	66
Figure 16:coupe de et plan fonctionnement des panneaux solaires thermiques	67
Figure 17:Planchers chauffants.....	67
Figure 18:moucharabyah en tubes d' aluminium comme un system	68
Figure 19:coupe schématique du système de refroidissement	68
Figure 20:Plan schématique du système de refroidissement.....	68
Figure 21:la végétation	69
Figure 22: Terrasse végétalisé avec canalisation des eaux pluviales.....	69
Figure 23:terrasses végétalisé	69
Figure 24:Schema de gestion des eaux pluviales.....	70
Figure 25:La ventilation croisée par le vent.....	70
Figure 26: Ventilation par évaporation	71
Figure 27: murs en moucharabieh.....	71
Figure 28:Puit amovible de ventilation.....	71
Figure 29:Plan de RDC.....	72
Figure 30:Plan de fondation.....	74
Figure 31:Plan de structure.	74
Figure 32:Le plaque au plâtre.	75
Figure 33:Le brique mono-mur.....	75
Figure 34:La façade de gauche	75
Figure 35:La façade principale.	75
Figure 36:La façade de droite	75
Figure 37:Diagramme bioclimatique du bâtiment.....	76



Chapitre 3 est : cas d'étude

Figure 1:Schéma de fonctionnement de système ChaVenAir	66
Figure 2:Les fonctions de système ChaVenAir	67
Figure 3:Composantes de système ChaVenAir	67
Figure 4:coupe schématique de système globale -voir annexe 4-.....	67
Figure 6:plan schématique de système	68
Figure 5:Unité de ventilation	68
Figure 7:Fonctionnement de système	68
Figure 8:Schéma montre le rôle de ChaVenAir.....	70
Figure 9:les propriétés	72
Figure 10:La densité de l'air neuf	72
Figure 12:la coupe	72
Figure 11:les températures.....	72
Figure 14:Diagramme de température	73
Figure 15:essai sans partie de contrôle.	74
Figure 16:essai 2	74
Figure 17:essai 1	74
Figure 18:Le flux et l'écoulement de l'air (système existant). Source : auteur	75
Figure 19:Le flux et l'écoulement de l'air (système ChaVenAir). Source : auteur	76
Figure 20:densité et l'humidité de l'air.	76



CHAPITRE INTRODUCTIF

I. INTRODUCTION

Vitruve a énoncé quatre principes de l'architecture, qu'un bâtiment doit avoir de manière équilibrée :

- Localitas : bien situé, intégré à son environnement.
- Voluptas ou venustas : être beau, esthétiquement bien conçu.
- Firmitas ou necessitas : tenir debout, au besoin pendant longtemps.
- Comoditas : être confortable et fonctionnel, conforme aux besoins de l'utilisateur.

Notre travail donc concerne le quatrième principe Comoditas ou la notion de confort en se focalisant sur l'aspect de la ventilation. Le développement durable est en fait une recherche d'un équilibre et d'une conciliation entre le souci écologique, social, économique, et qui pose la nécessité de maintenir et d'améliorer la qualité et les conditions d'existence des communautés humaines. Cette vision a été affirmée en 1992 à RIO DE JANEIRO au BRÉSIL, à la première conférence mondiale sur l'environnement qui a été marquée par l'adoption d'un texte fondateur de 27 principes qui précise le concept de « développement durable » issu du rapport BRUNDTLAND. Il précise : « Les êtres humains sont au centre des préoccupations relatives au développement durable. Ils ont droit à une vie saine et productive en harmonie avec la nature. » (Principe 1)

Parmi les principes et les approches du développement durable en architecture, c'est l'approche bioclimatique, qui utilise et profite du potentiel local (climats, matériaux, main-d'œuvre...) pour recréer un climat intérieur respectant le confort de chacun en s'adaptant aux variations climatologiques du lieu. Telle qu'avancée par OLGYAY dans les années 60. Alors la symbiose entre le bâtiment et son environnement immédiat est possible si le concepteur sait maîtriser l'interaction des variables climatiques, biologiques, technologiques et architecturales.

Notre travail se focalise sur la notion de confort qui renvoie à une sensation de bien-être ou de plaisir pour le but d'améliorer le seuil du confort aéraulique dans un bâtiment par intégration d'un nouveau système de ventilation.

La ventilation naturelle a été et restera toujours un des enjeux majeurs en architecture, car elle joue un rôle déterminant dans le confort de l'homme à l'intérieur des bâtiments en influençant la température et la qualité de l'air intérieur par le renouvellement d'air et rafraîchissement, donc le confort aéraulique, comme le souligne GIVONI: « les conditions de ventilation à l'intérieur d'un bâtiment sont parmi les principaux facteurs déterminants de l'hygiène de l'homme, de son confort et de son bien-être »

II. MOTIVATION DE CHOIX DU THEME :

Nous avons choisi le thème de la ventilation dans un centre de thalassothérapie qui appartient au secteur du tourisme de santé pour les raisons suivantes :

A partir des années quatre-vingt, l'état algérien a incité à la privatisation du secteur touristique, conséquence de la crise économique dont il était victime. Malgré tout , l'Algérie occupe les tous derniers rangs dans la compétition touristique internationale et enregistre un très faible nombre de visiteurs et de touristes annuellement comparativement aux pays voisins, dû au manque d'infrastructures touristiques, dans ce contexte, Le schéma directeur d'aménagement touristique « SDAT 2025 » qui constitue une partie intégrante du Schéma National d'Aménagement du Territoire (SNAT 2025) vise à l'insertion de l'Algérie dans ses espaces naturels d'appartenance et d'évolution (Maghreb, Euro- Méditerranée, Afrique). Dans ce même but, la nature du POS AU4 où nous allons intervenir est destiné à l'aménagement d'une zone touristique.

Hippocrate assurait déjà au 5ème siècle avant J-C que : « seul la Nature guérit les malades ». C'est pour cela que le tourisme de santé est un bon choix car il regroupe plusieurs activités tels que : détente, loisir, hébergement et restauration.

Le domaine de thalassothérapie donc mérite une place beaucoup plus importante, vu le manque de ce type d'infrastructures. Il n'existe qu'un seul centre de thalassothérapie de SIDI FREDJ, ainsi que quelques tentatives timides privées intégrant un service de thalassothérapie dans leur programme d'hôtellerie.

D'après les besoins d'un centre de thalassothérapie et les objectifs de l'architecture bioclimatique et aussi les recommandations du diagramme de confort concernant le taux élevé d'humidité dans notre site, il est important de baser sur les besoins de ventilation et prendre en confédération l'axe énergétique.

Dans ce sens et dans le cadre de l'élaboration de notre projet de fin d'études, nous avons choisi de traiter le thème, à savoir le « tourisme de santé », plus précisément la Thalassothérapie. Ce dernier mérite plus d'attention, et s'avère rentable pour un pays comme le nôtre, en intégrant une stratégie pour répondre au besoin de ventilation qui convient à la fois, au site, au projet et à l'architecture bioclimatique.

III. PROBLEMATIQUE :

→ PROBLEMATIQUE THEMATIQUE :

Dans notre travail et selon un processus logique on va passer de l'échelle macro qui est l'éco quartier vers l'échelle micro qui est le procédé, depuis plusieurs décennies, les pratiques en matière de développement et d'aménagement des villes ne sont pas soutenables d'une part, et d'autre part les demandes croissantes des collectivités en ce sens, et la mutation forte que subit la filière de construction et aménagement vers l'intégration du développement durable. C'est pour changer les façons de faire et pour éviter l'impasse, que le concept d'éco quartier est né. C'est autour de cette notion que nous allons poser notre problématique thématique de ce travail de mémoire.

Quelles stratégie doit-on adopter afin d'aménager un éco-quartier répondant aux visées et objectifs actuels du développement durable ?

Notre éco quartier s'intègre dans un contexte touristique, on va développer la problématique de ce dernier qui est un secteur très promoteur de nos jours. Il est considéré comme le moteur du développement durable, l'Algérie occupe les tous derniers rangs dans la compétition touristique internationale, cela est dû au manque d'infrastructures touristiques et de loisirs. Face à ce constat désolant, nous nous sommes intéressés à la demande de thalassothérapie qui mériterait une place importante dans nos réflexions afférentes au tourisme, alors qu'en Algérie il existe un seul équipement de ce type d'infrastructure, qui est le centre de thalassothérapie de SIDI FREDJ.

- Quelle structure serait la plus adaptée pour répondre aux besoins de loisir, de détente et de bien être tout en respectant l'environnement en Algérie ?
- Quels enjeux doit-on considérer et comment peut-on concevoir un centre de thalassothérapie susceptible de booster le secteur touristique tout en l'intégrant dans un contexte purement bioclimatique ?

→ PROBLEMATIQUE SPECIFIQUE :

Le secteur du bâtiment (résidentiel et tertiaire) est responsable de 38 % des émissions de CO₂ et représente le premier consommateur d'énergie finale (51%) dans le monde (Wikipédia, 2015). Le projet architectural doit garantir une ambiance saine pour ses occupants en particulier à travers le suivi de la qualité de l'air.

Face à ces données, la ventilation naturelle associée au chauffage s'affiche comme l'une des solutions primordiales pour maintenir une ambiance hygrothermique confortable et saine à l'intérieur du bâtiment à travers une humidité contrôlée et des températures agréables en diminuant l'utilisation massive de climatisation mécanique. Cet effort de pensée nous pousse à poser la question suivante :

- Comment peut-on améliorer le seuil du confort hygrothermique au sein d'un centre de thalassothérapie sous climat méditerranéen par un nouveau système susceptible d'assurer une bonne corrélation entre ventilation et chauffage ?

Dans ce contexte, le domaine de la ventilation sous climat humide – en Algérie principalement – reste très peu ou rarement abordé, surtout dans les espaces intérieurs, les enjeux prioritaires dans ce domaine sont de diminuer la facture énergétique, tout en améliorant la qualité de l'air intérieur et en garantissant un confort thermique.

Cette réflexion nous a conduit à poser les questions suivantes :

- Est-ce que ce nouveau système de confort hygrothermique peut assurer un meilleur contrôle de l'humidité et température ambiante confortable avec moins de consommation énergétique ?
- Comment peut-on créer une corrélation entre une bonne ventilation naturelle et un bon seuil de chauffage ?

IV. HYPOTHESES :

Nous avons choisi pour répondre à ce problème de façon générale de concevoir un éco-quartier touristique, qui va répondre aux normes internationales qui se base sur les axes de développement durable, qui va intégrer la fonction thalasso thérapeutique dans l'un de ses composants en associant à la fois besoins de loisir, détente et de bien être tout en respectant l'environnement.

Au niveau spécifique. Étant donné que la ventilation naturelle demeure insuffisante par le maintien d'une ambiance intérieure confortable, La technologie des systèmes actuels de ventilation hybride permet de répondre aux exigences toujours plus renforcées en matière de fiabilité, de détection, de régulation, de longévité, d'entretien et de maintenance. Donc notre travail de recherche est basé sur les hypothèses suivantes :

- Ce nouveau système hybride peut améliorer le seuil de confort hygrothermique dans un bâtiment de façon fiable et avec moins de consommation énergétique
- Notre nouveau système de confort hygrothermique peut garantir une aération et chauffage maximal en couvrant la totalité de la pièce.
- Le nouveau système que nous allons créer peut assurer des résultats sur différents profils qui influencent la ventilation tel que :
 - Contrôler l'humidité.
 - Régler la température.
 - Minimiser l'utilisation des énergies.
 - Ventilation optimale.

V. OBJECTIFS DE LA RECHERCHE :

L'objectif global est de concevoir un éco quartier touristique dans lequel s'intègre un centre de thalassothérapie et développer le caractère touristique durable de la ville.

- L'objectif spécifique est de développer un nouveau système de ventilation basé sur une humidité contrôlée et des températures agréables en diminuant l'utilisation massive de climatisation mécanique.
- Développer un schéma de ventilation simplifié qui répond aux besoins des occupants de bâtiments.
- Assurer que notre système est fiable et le moins consommateur au niveau énergétique.

VI. METHODOLOGIE DE TRAVAIL :

Pour atteindre un objectif précis, il faut suivre une bonne méthodologie. Le procédé suivi dans l'étude de ce travail est constitué de différentes parties :

1. La première partie représente la partie théorique, il s'agit de présenter et introduire le thème de recherche et tous ce qui concerne ce thème, à travers un état de l'art des thèmes qui vont nous conduire vers l'aspect de ventilation en commençant par le développement durable et l'architecture bioclimatique.
2. La deuxième partie, est la partie expérimentale, basée sur l'usage d'outils de simulation (Comsol) pour confirmer nos hypothèses.

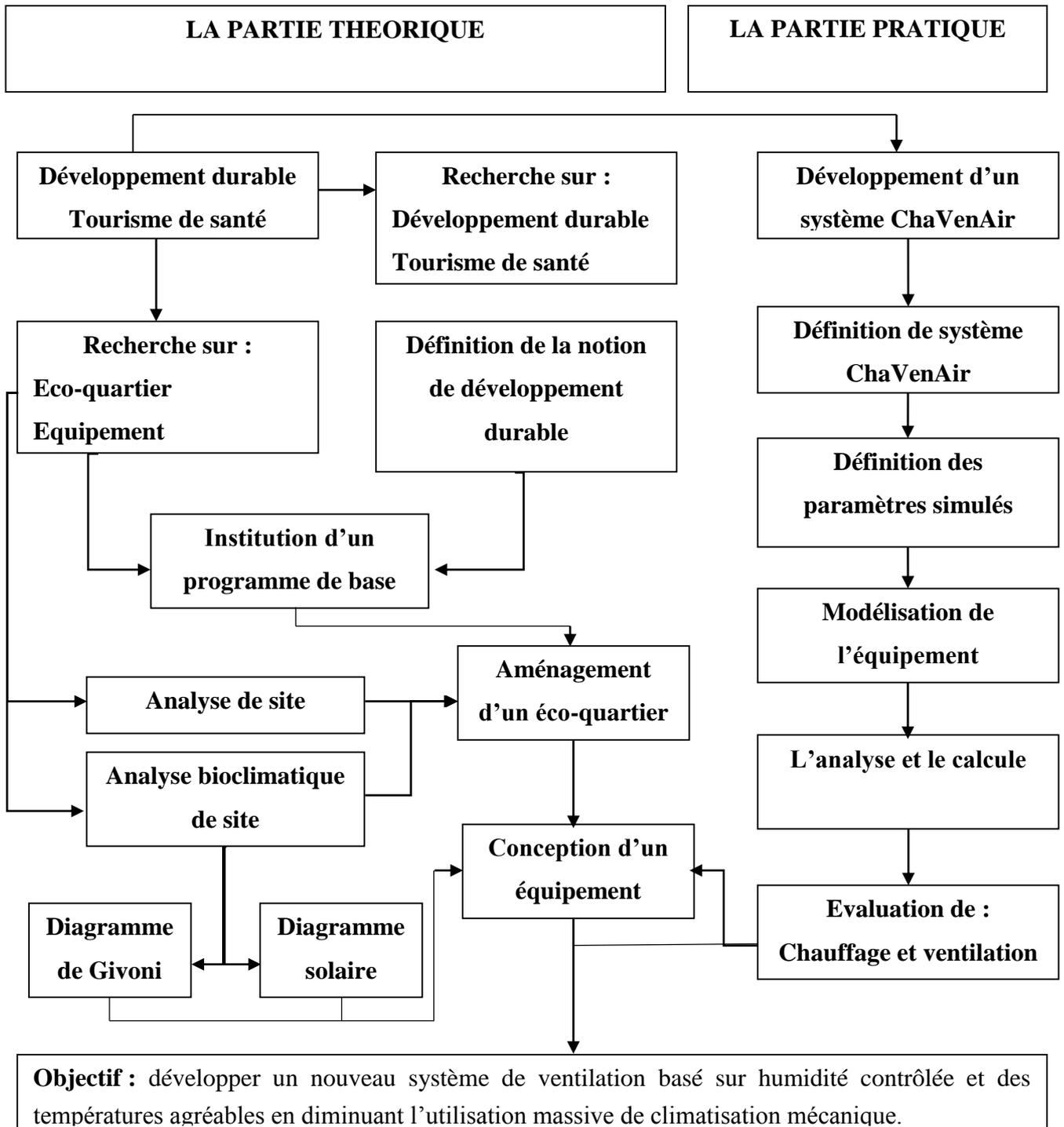


Figure 1:Methodologie de travail
Source : Auteur

VII. STRUCTURE DU MEMOIRE :

Pour atteindre un objectif précis, nous avons structuré notre mémoire en quatre chapitres :

→ **Chapitre introductif :**

Dans ce chapitre on va annoncer une introduction générale qui va nous guider à proposer différentes problématiques et hypothèses puis préciser les objectifs de cette étude.

→ **Chapitre de l'état des connaissances :**

Ce chapitre fait un état des connaissances de notre thème en commençant par l'échelle globale vers l'échelle spécifique qui est la ventilation et les systèmes existants en passant par l'échelle architecturale. Une analyse d'une étude déjà faite dans le thème de ventilation permettra de positionner notre contribution.

→ **Chapitre du cas d'étude :**

Dans ce chapitre, on va projeter nos études sur le site en passant par la macro qui signifie l'échelle urbaine et l'analyse bioclimatique du site puis vers l'échelle micro qui est le projet architectural, ici nous allons présenter notre projet sur différents niveaux : le fonctionnement, la structure et les principes intégrés dans le projet.

Dans ce dernier chapitre nous allons réaliser aussi une série de simulation sur notre nouveau système, et à partir des résultats obtenus, nous allons tirer des conclusions et formuler des recommandations



ETAT DES CONNAISSANCES

ECHELLE URBAIN

I. CONCEPTS ENVIRONNEMENTAUX :

I.1. L'ÉCOLOGIE :

➤ **Définition :**

Depuis, la définition de l'écologie a été inventée la première fois par l'écologiste allemand E. Haeckel en 1866 et elle a été précisée par le scientifique Dajos en 1983. La définition généralement admise est que l'écologie est la science qui étudie : Les conditions d'existence des êtres vivants et les interactions et relations existantes entre eux.

➤ **Le sens étymologique de l'écologie :**

Le mot écologie vient de deux mots grecs oikos et logos. Le mot oikos signifie maison ou habitat et le mot logos est la science. Sur le plan étymologique, le mot écologie est la science de l'habitat au sens large, autrement dit la science de l'environnement.

I.2. L'ENVIRONNEMENT :

« Nous sommes confrontés aujourd'hui à un défi qui exige que nous modifions notre façon de penser, pour que l'humanité cesse de menacer le système qui entretient sa vie » a déclaré **Mangari Maathai, écologiste kenyan, (source avec année)**

➤ **Définition :**

La notion d'environnement englobe aujourd'hui l'étude des milieux naturels, les impacts de l'homme sur l'environnement et les actions engagées pour les réduire.

Le mot environnement est à différencier du mot nature qui désigne les éléments naturels, biotiques et abiotiques, considérés seuls, alors que la notion d'environnement s'intéresse à la nature au regard des activités humaines, et aux interactions entre l'homme et la nature. Il faut également le différencier de l'écologie, qui est la science ayant pour objet les relations des êtres vivants avec leur environnement, ainsi qu'avec les autres êtres vivants, c'est-à-dire, l'étude des écosystèmes.

La protection de l'environnement consiste à prendre des mesures pour limiter ou supprimer l'impact négatif des activités de l'Homme sur son environnement.

I.3: LE COP :

Le terme « COP » signifie « Conférence des Parties » à la Convention de l'Onu sur le climat. Cette convention internationale a été adoptée en 1992 pour maîtriser l'augmentation des gaz à effet de serre causée par l'homme, dans le but d'éviter un dérèglement dangereux du climat. Pendant deux semaines, les COP rassemblent les 195 États ayant ratifié la Convention. Ils y négocient et adoptent des décisions, et veillent à leur suivi.

➤ **COP 21 et l'Algérie :**

Fin novembre 2015, Paris était au centre des enjeux climatiques. 194 pays ont arrivé à un accord global et contraignant pour limiter le réchauffement climatique. La 21ème Conférence des Nations Unies sur les changements climatiques (COP 21). M. Abdelouahab Nouri, le ministre des ressources en eau et de l'Environnement algérienne, a souligné que la participation et le soutien de l'Algérie à la COP21 ne sont pas fortuits. Il a précisé que la rencontre de Paris doit impérativement prendre des décisions majeures pour faire face au danger des changements climatiques.

I.4. LE DEVELOPPEMENT DURABLE :

"L'humanité gémit, à demi écrasée sous le poids des progrès qu'elle a fait. Elle ne sait pas assez que son avenir dépend d'elle. A elle de voir d'abord si elle veut continuer à vivre. "

Henri Bergson, *Les deux sources de la morale et de la religion*, 1932

I.4.1. Définition de développement durable

Le concept de développement durable n'est pas récent, Il a été officiellement introduit dans le rapport Brundtland en 1987 : « Notre avenir à tous » qui définit le développement durable comme : « Un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs ».

L'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) définit de sa part le développement durable comme :« *Le fait d'améliorer les conditions d'existence des communautés humaines, tout en restant dans les limites de la capacité de charge des écosystèmes* ».

En 1992, le sommet de Rio, tenu sous l'égide des Nations Unies, officialise la notion de développement durable et celle des trois piliers (économie/écologie/social) : un développement économiquement efficace, socialement équitable et écologiquement soutenable

Avec :

- 1 -développement durable
- 2 -Economie communautaire
- 3 -Conservation équitable
- 4 -Intégration environnement - économie

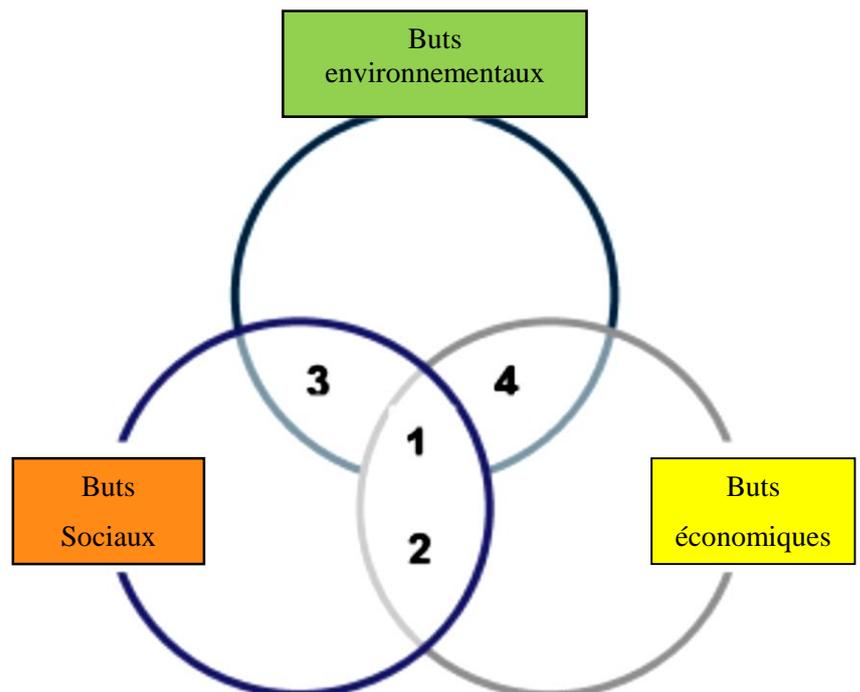


Figure 2:les trois piliers de développement durable
Source : Thèse

I.4.2. Historique de développement durable :

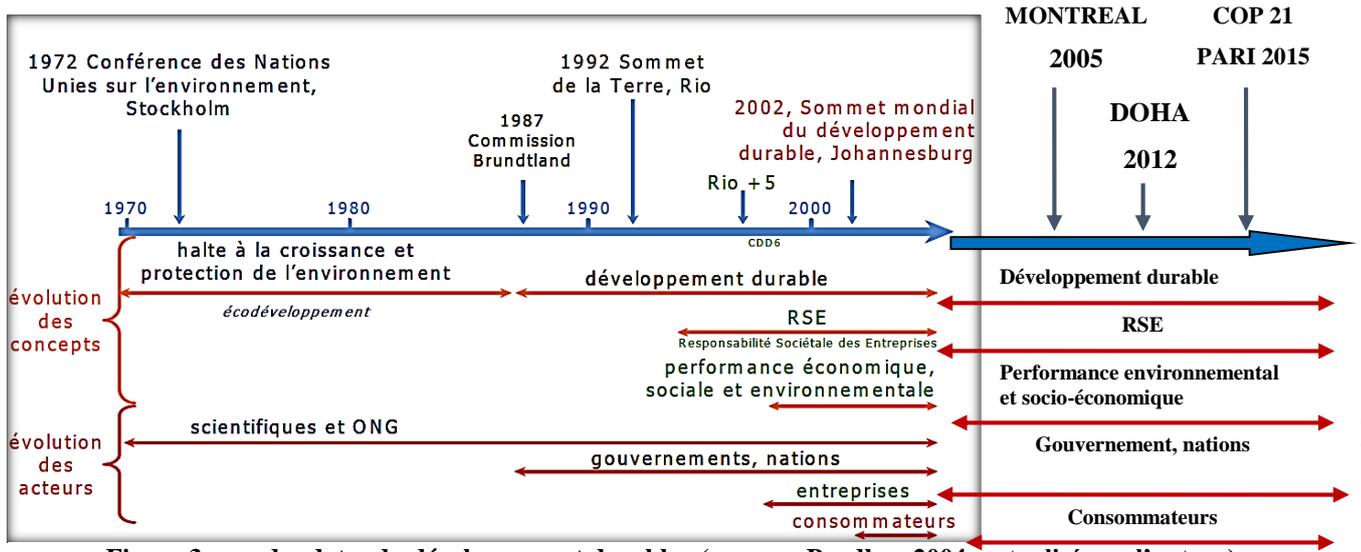


Figure 3:grandes dates du développement durable –(source : Brodhag 2004- actualisé par l'auteur)

1.4.3. Les axes de développement durable

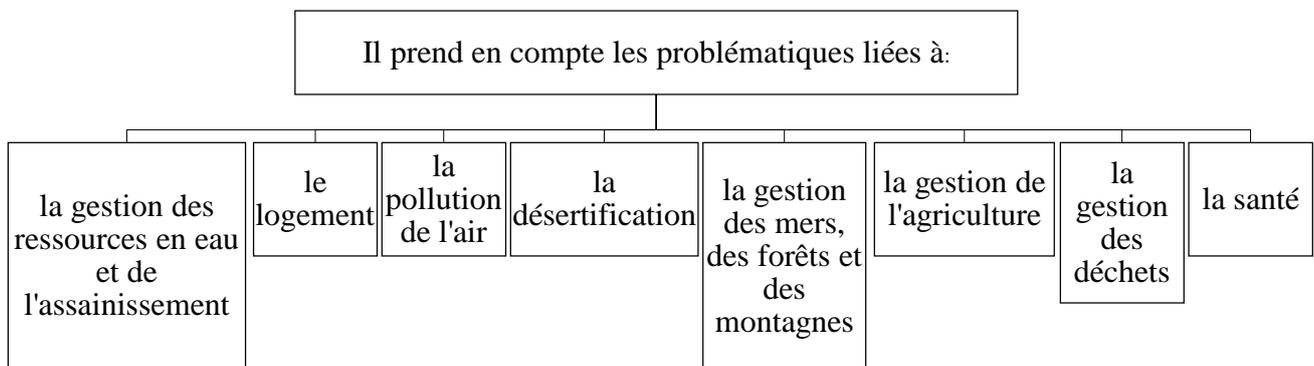


Figure 4:Les axes de développement durable
Source : auteur

I.4.4. Les conditions de développement durable sont :

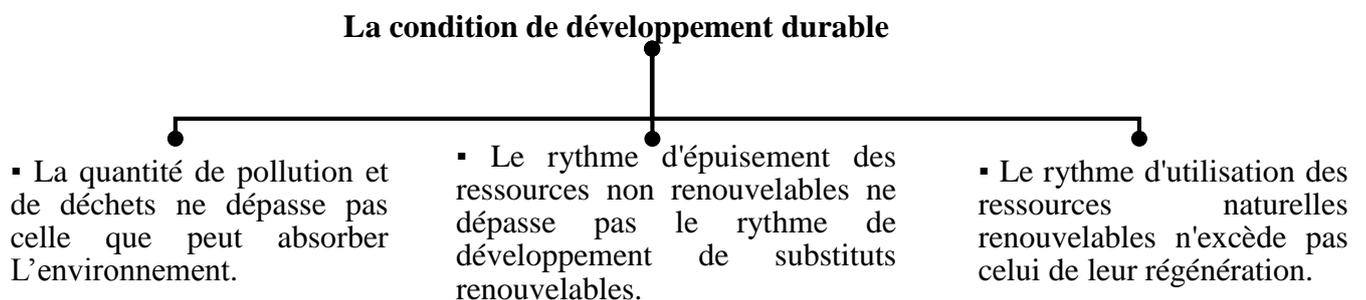


Figure 5:Les conditions de développement durable
Source : auteur

I.4.5. Les principes de développement durable sont :

- Santé et qualité de vie, Précaution, Prévention.
- Equité et solidarité sociales, partenariat et coopération intergouvernementale, accès au savoir.
- Protection de l'environnement, préservation de la biodiversité, Respect de la capacité de support des écosystèmes, production et consommation responsables, pollueur payeur.
- Efficacité économique, internalisation des coûts.

- Participation et engagement.
- Subsidiarité.
- Protection du patrimoine culturel.

I.2.6. Les objectifs de développement durable :

Le développement durable s'articule autour de trois objectifs fondamentaux sont :

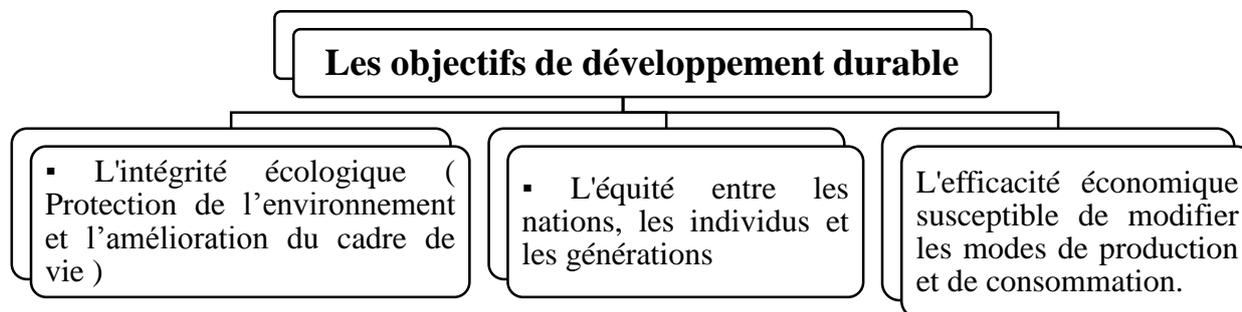


Figure 6: Les objectifs de développement durable

Source : auteur

I.4.7. Caractéristiques d'une ville durable

Selon l'architecte Richard Rogers définit la ville durable comme suite « juste, belle, créatrice, écologique, accueillante, compacte et polycentrique, et surtout diversifiée ».

I.4.8. Le développement durable est-il considéré en Algérie :

L'Algérie a graduellement pris conscience du besoin de considérer la dimension environnementale et de l'associer à sa démarche de développement et d'utilisation durable des ressources naturelles du pays. Afin de réduire la consommation des produits pétroliers, en faveur d'une diminution des rejets des gaz à effet de serre, et de fonctionnement de certains appareils et engins qui ne peuvent fonctionner sans cette énergie polluante, et d'une réduction du coût en énergie pénalisant pour les citoyens. Cette attention est exprimée par la création du haut-commissariat aux énergies nouvelles.

L'Algérie est classée 42e pays dans le monde en matière de protection de l'environnement, en 2011, sur 153 pays étudiés. C'est le premier pays dans le monde arabe et le 2e en Afrique, selon un classement établi par des chercheurs américains de l'Environnement en s'appuyant sur des mesures comme la qualité de l'air, de l'eau, de la biodiversité, des contraintes sur les écosystèmes, des traitements des déchets et de la gouvernance de l'environnement.

Dans le même cadre nous citons quelques tentatives :

L'Algérie entrevoit, entre 2011 et 2030, de produire une partie de l'électricité à partir de différentes sources d'énergies renouvelables pour atteindre 22 000 MW d'ici 2030.

Le Gouvernement algérien a mis en œuvre une Stratégie nationale de l'Environnement et un Plan national d'Action dans le cadre du Programme d'Investissement 2010- 2014 pour l'environnement et le développement durable (PNAEDD) qui visent à intégrer la viabilité environnementale dans la stratégie de développement du pays, et l'encouragement de l'utilisation des carburants moins polluants.

Organisé des salons dédiés à l'environnement et au développement durable tel que le 1er Salon international de l'environnement, tenu du 5 au 8 mars 2012.

Consacré à l'exposition des équipements, des technologies et services de l'environnement, notamment dans le traitement de l'air, la gestion des déchets, les risques, les sites sols, l'exploitation des énergies renouvelables, ainsi qu'une Journée d'information au profit de la société civile sur les enjeux de la Conférence de l'Onu sur le Développement durable (Rio+20).

Selon une étude élaborée par l'Agence de coopération allemande au développement (GIZ), plus de 1,4 million d'emplois pourront être créés en Algérie à l'horizon 2025.

I.5. L'ÉCO QUARTIER

I.5.1 Définition :

* Le terme « éco quartier » est un néologisme associant le substantif « quartier » au préfixe « éco- », qui vient du grec ancien οἶκος, oikos (« maison ») et entre dans la composition des mots « écologie » et « économie ». Ce néologisme est à l'origine du label éco quartier, promu par le ministère français de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

*« C'est un quartier urbain, conçu de façon à minimiser son impact sur l'environnement en assurant la qualité de vie des habitants, en visant un fonctionnement à long terme, une autonomie fonctionnelle, la création d'une solidarité sociale et une intégration cohérente au site ; il doit répondre aux objectifs locaux et globaux du développement durable. »

*Bristol de 2005 où l'éco quartier est défini comme : : « c'est un endroit où les gens veulent vivre et travailler, maintenant et dans l'avenir. »

I.5.2. Pourquoi l'éco quartiers :

Les causes qui nous conduisent vers les éco-quartiers sont :

- ❖ Une croissance incontrôlée des villes et une augmentation de la pollution.
- ❖ La croissance de l'insécurité.
- ❖ La favorisation de l'inégalité sociale une augmentation de la consommation énergétique.
- ❖ L'augmentation du gaz à effet de serre.
- ❖ La dégradation de l'environnement et du réchauffement climatique.

I.5.4. Les cibles d'un éco quartier :

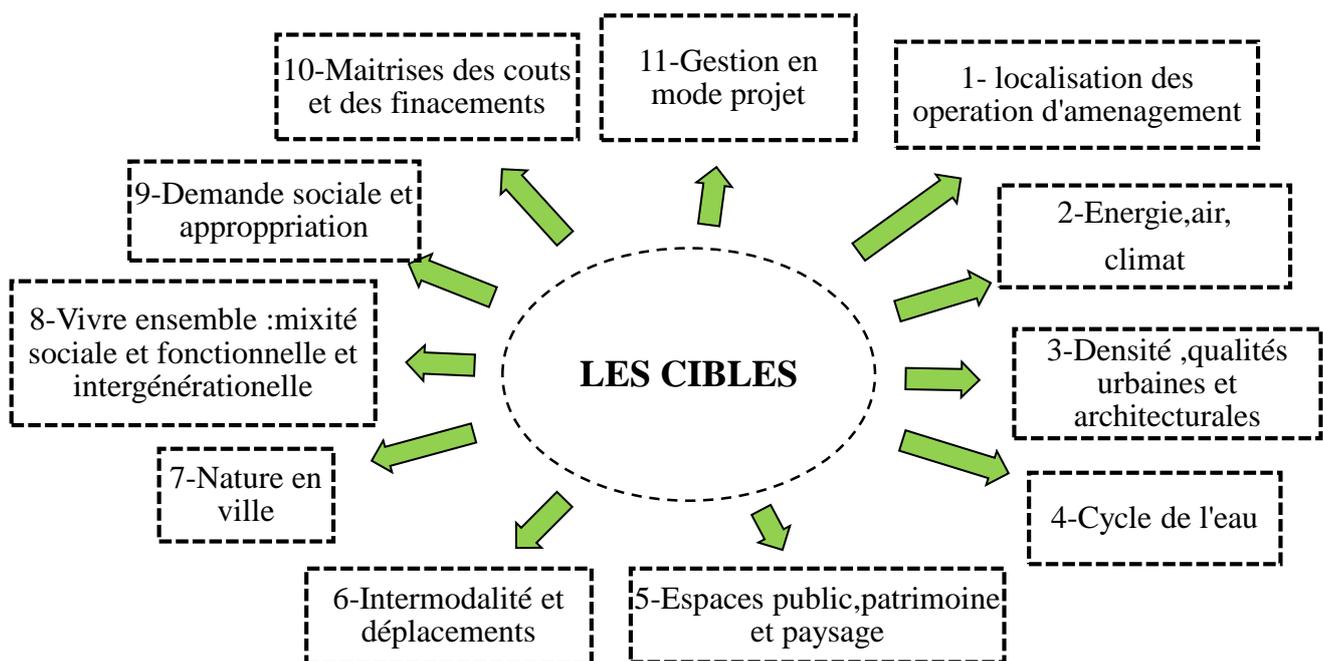


Figure 7:Les cibles d'un éco quartier
Source : auteur

I.5.5. Les principes d'aménagements d'un éco quartier :

D'après les études qui sont fait pour faire ressortir les attributs d'un éco quartier, nous avons regroupé quatre caractères sont :

- 1) Gouvernance : des quartiers bien gérés par une participation efficace et globale, une représentation et une direction.
- 2) Transport et mobilité : des quartiers bien connectés grâce à :
 - Bons services et moyens de transport permettant d'accéder vers les lieux de travail et aux services (santé, éducation, loisirs, centres commerciaux, etc.)

- Le plan des rues devrait prendre la forme d'un réseau continu reliant les lieux entre eux.
 - Favoriser la circulation cyclable et piétonne.
- 3) Environnement : offrir une de vie dans le respect de l'environnement par :
- Bâtiments basse consommation ou à énergie positive
 - Limitation des déchets, recyclage, utilisation de matériaux naturels et écologiques
 - Limitation de la consommation d'eau.
- 4) Economie : faires des infrastructures en assurant un économie locale et sain.
- 5) Services : mise à disposition de services publics, privés, communs accessibles à tous les habitants.
- 6) Equité : c'est un outil de garantir la possibilité d'évolution et de mobilité, de mixité sociale et fonctionnelle entres les habitants et les générations.
- 7) Diversité : développer des quartiers diversifiés par :
- La mixité des catégories sociales (mixité de logements, d'emplois, des activités).
 - La mixité des générations.
- 8) Mixité des fonctions : un quartier durable offre une mixité des fonctions (lieu d'habitation, de travail, de loisirs et de commerces).
- 9) Identité : Chaque quartier nécessite par conséquent un centre bien défini (un endroit où les habitants peuvent trouver des commerces et pratiquer des activités culturelles ou sociales, etc.).
- 10) Participation des citoyens et des habitants : faire naître un sentiment d'appartenance au quartier par faciliter la communication entre les habitants en offrant beaucoup de services sociaux qui permettent de lier les individus entre eux.

I.5.6. Objectifs d'un éco quartier : L'éco quartier est un projet urbain exemplaire du point de vue du développement durable pour objectifs :

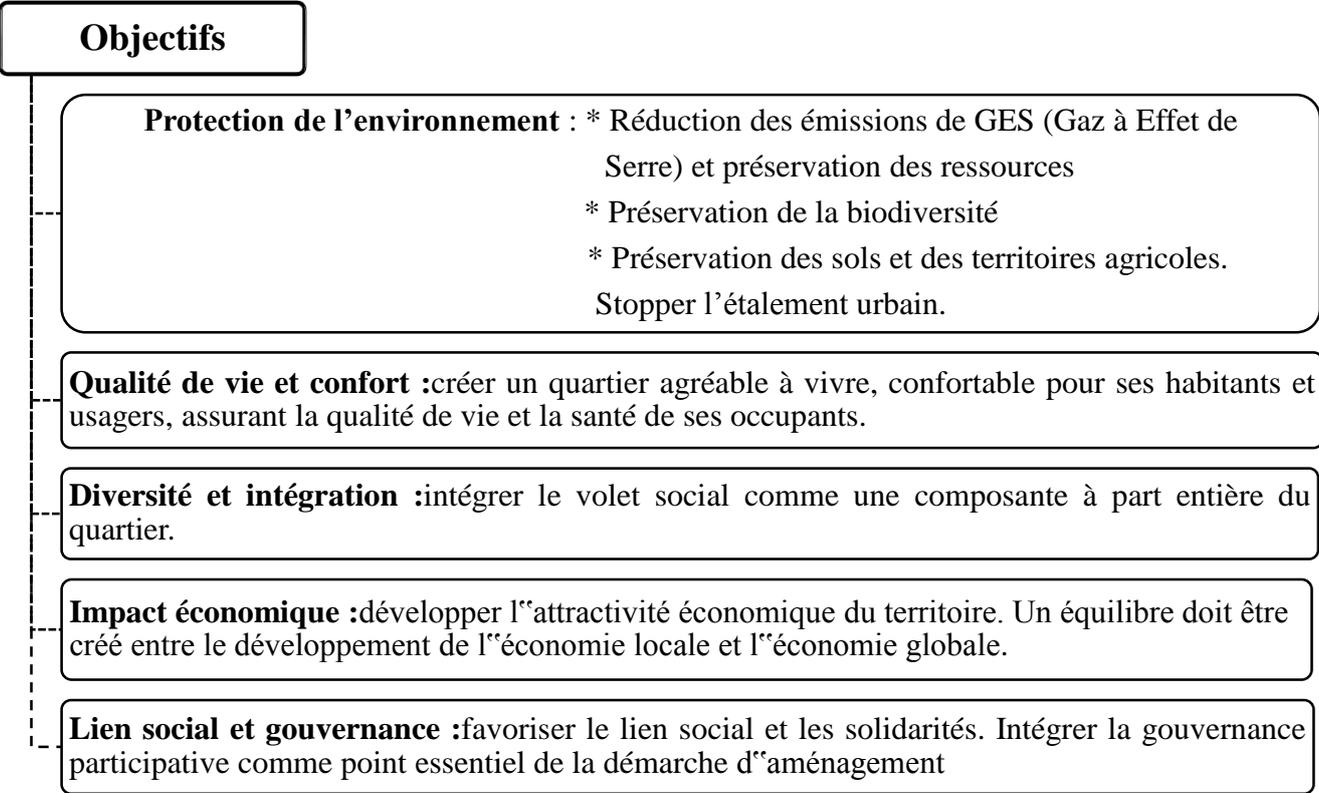


Figure 8: Objectifs d'un éco quartier
Source : auteur

I.5.7. Typologies des éco quartiers :

Jusqu'à présent, tout aménagement urbain durable à l'échelle du quartier n'a pas obéi à une norme stricte, ni à une démarche type, ni à un concept clairement défini.

Certains auteurs proposent une typologisation pour les premiers éco quartiers. Ces propositions de catégorisation peuvent être regroupées à travers deux tendances que nous allons explorer dans les paragraphes suivants :

- ❖ Typologies liées au contexte et au fonctionnement.
- ❖ Typologies liées au modèle d'urbanisation et la façon de l'optimiser pour la prise en compte des principes majeurs d'un développement urbain durable, alors nous distinguons :

Type 1 : Éco-village	<ul style="list-style-type: none"> • Ce sont des projets de villages ou hameaux basés sur le territoire, l'agriculture, la constitution de petites entreprises et sur le tourisme local.
Type 2 : Télé-village	<ul style="list-style-type: none"> • Le télé-village est créé par le marché (promoteurs) que par des habitants. Ce sont souvent des extensions d'universités ou des bureaux locaux qui proposent la possibilité du télétravail.
Type 3 : Prototype expérimental	<ul style="list-style-type: none"> • Ce sont des projets expérimentaux souvent produits dans le cadre de compétitions ou impulsés par des objectifs de recherche initiés par les gouvernements locaux ou nationaux.
Type 4 : ECO-communautés urbaines	<ul style="list-style-type: none"> • Les éco communautés sont d'avantage basées sur des idéaux sociaux qu'uniquement sur des innovations techniques.
Type 5 : Iles urbaines écologiques	<ul style="list-style-type: none"> • Les îles urbaines écologiques sont des développements urbains de grande échelle « nouvelles villes » basés sur la circulation et la mobilité
Type 6 : Unités urbaines écologiques	<ul style="list-style-type: none"> • sont souvent basés sur des objectifs clés d'efficacité énergétique des transports, de qualité environnementale et de création de communautés, mais pas sur des objectifs écologiques spécifiques.
Type 7 : Quartier type	<ul style="list-style-type: none"> • Ce sont des projets de quartiers initiés d'une manière classique et mobilisant des outils ordinaires de la construction et de l'aménagement, mais qui intègrent en sus des objectifs de qualité environnementale.

I.5.3. Caractéristiques d'un éco quartier :

Dans ses principales caractéristiques, l'éco quartier doit être un quartier :

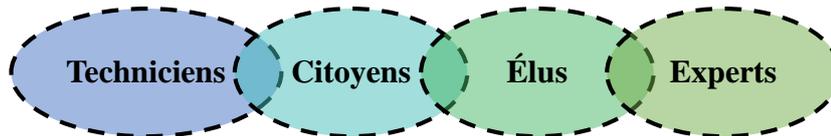
- ✓ Défini, avec un centre et des limites.
- ✓ Compact, pour assurer une densité durable et limiter son impact sur le territoire
- ✓ Complet, pour limiter les déplacements, faciliter les échanges et améliorer la qualité de vie.
- ✓ Connecté, au voisinage et à la ville.
- ✓ Autonome dans son fonctionnement et en solidarité sociale.
- ✓ Qui facilite les liens homme-nature et homme-homme.
- ✓ Qui répond aux enjeux globaux et locaux avec un bilan environnemental positif.

❖ I.6. ANALYSE D'UN EXEMPLE (ECO-QUARTIER DE VIDAILHAN –TOULOUSE-)

I.6.1. L'idée de projet :

L'idée est de créer un quartier vitrine pétri de performances environnementales mais bien un modèle reproductible à l'échelle de l'agglomération toulousaine, modèle en termes de gouvernance et de transversalité dans la méthode de projet, aussi bien qu'en termes de mixité et lien social, d'équilibre économique, et d'ambition écologique.

❖ Ce nouveau quartier, un éco quartier, est né d'une réflexion très poussée menée entre :



❖ L'idée est de créer un quartier qui s'insère harmonieusement dans l'environnement et dans la ville, un quartier vivant répondre aux besoins de chacun par créer de : Logement, commerce, services, emplois tertiaires.

I.6.2. Situation géographique :

Nationale : La ville de Balma située au Sud-ouest de la France. Elle appartient au département Midi-Pyrénées dont chef-lieu est Toulouse.

Régionale : Balma, c'est une ville aux portes de Toulouse, qui aujourd'hui compte 14 000 habitants environ et 6 000 emplois. C'est une ville Conviviale, Sportive, Culturelle, Festive

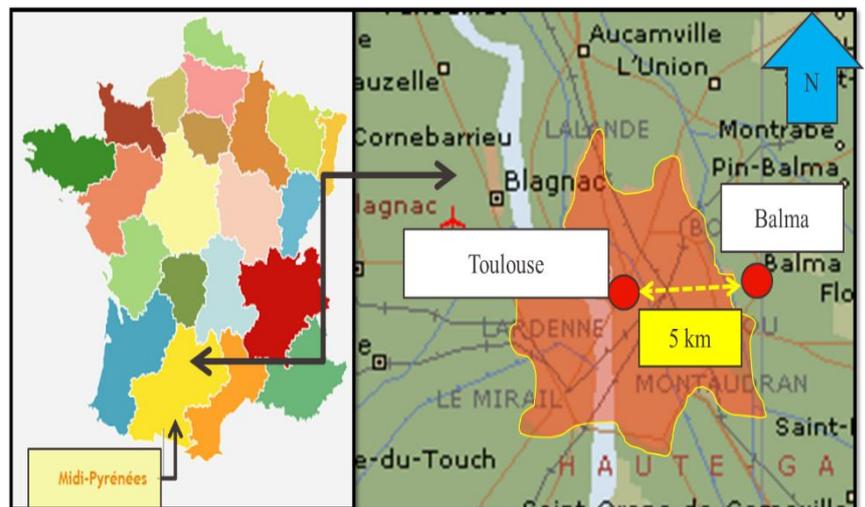


Figure 9: situation géographique
Source : encarta 2005.

1.6.3. Distance :

L'aménagement de nombreux centres à l'écart de la circulation et la prise en compte de la topographie rendent le quartier aisément accessible pour tous et assurent la liaison la plus directe pour arriver à destination.

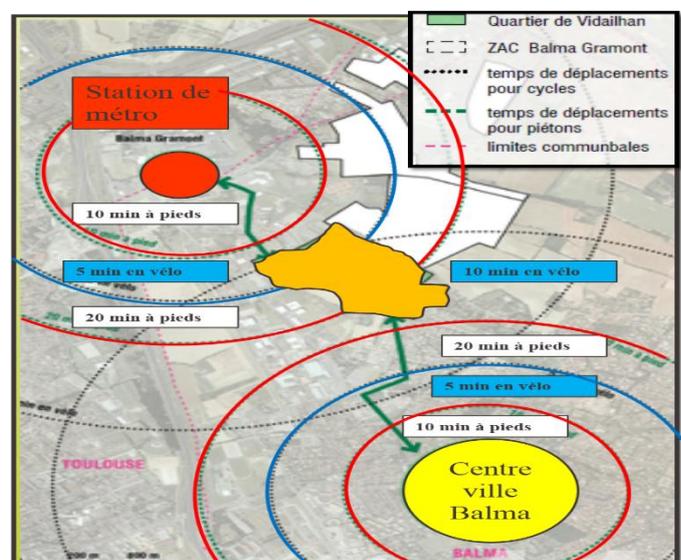


Figure 10: distance
Source : PDF présentation de l'éco quartier de Vidailhan

I.6.4. Accessibilité et circulation :

*La rue 84 traversera le quartier pour le relier au métro ainsi qu'au centre-ville en passant par la rue du Bicentenaire (passage fermée aux voitures) et d'autres deux voies 35 et 51 relie le quartier à la station de métro. En plus la voie secondaire.

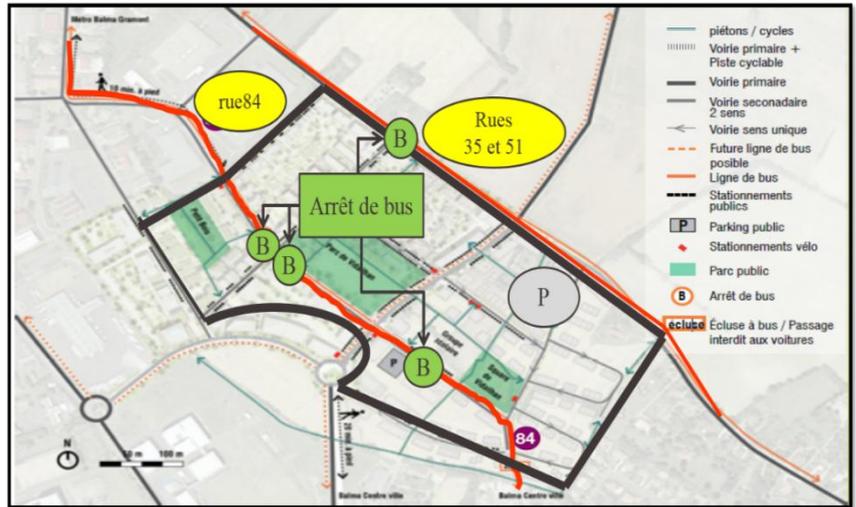


Figure 11: accessibilité
Source : PDF présentation de l'éco quartier de Vidailhan

***La trame viaire et circulation :** Il y a une forte transition entre les différents types de circulation et minimisation de circulation mécanique et favorisation de circulation piétonne et cycle.

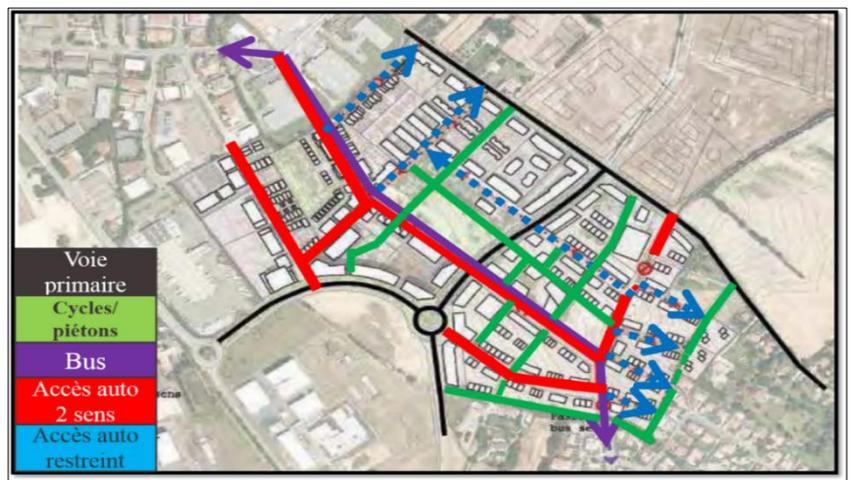


Figure 12: la trame des voiries
Source : Guide Bien vivre à Vidailhan

I.6.5. Principes d'aménagement d'éco quartier :

➤ **Le contexte de projet :**

Tableau 1: fiche technique de l'éco quartier (source : Guide Bien vivre à Vidailhan)

LES CHIFFRES CLEFS DE L'ECO QUARTIER DE VIDAILHAN	
SUPERFICIE DE L'ECO QUARTIER VIDAILHAN	31 HA
NOMBRE DE LOGEMENTS	1190
NOMBRE D'HABITANTS	2 700
SURFACE LOGEMENTS (M ²)	104 391
SURFACE EQUIPEMENTS PUBLICS (M ²)	6 400
SURFACE COMMERCES ET SERVICES (M ²)	2 500
SURFACE BUREAUX (M ²)	60 000
NOMBRE D'EMPLOIS	2 400
SURFACE ESPACES PUBLICS	10 HA
SURFACE JARDINS PUBLICS	2,7 HA
COS	0,84
CES	0,34
DENSITE (INDIVIDUS A L'HECTARE :	179
HABITANTS + EMPLOIS / SURFACE TOTALE)	

➤ **Le programme de l'éco quartier :**

Le plan masse de l'éco quartier fait apparaître la mixité des fonctions, son implantation répond à la fois à une volonté de mêler au sein du quartier les flux et usages complémentaires des emplois et des habitants, et à une logique de protection des logements par le tertiaire vis-à-vis des nuisances routières.

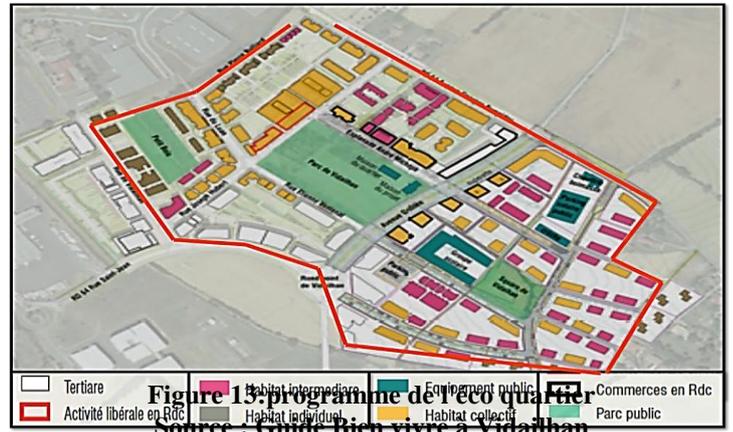
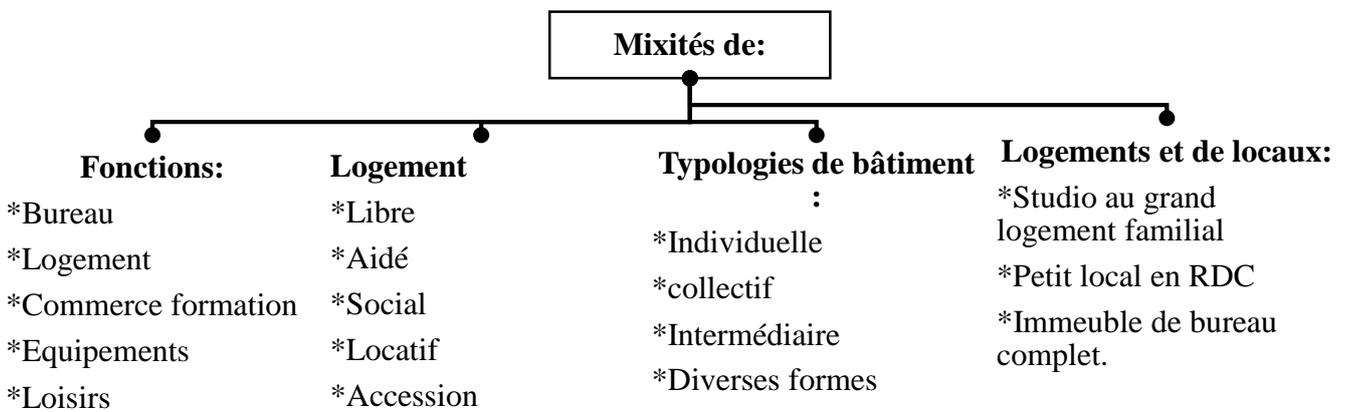


Figure 13: programme de l'éco quartier
Source : Guide Bien vivre à Vidailhan

➤ **La mixité :** Le village est conçu sur une base de mixité au niveau de plusieurs axes sont :



a. Mixité typologique

Le projet regroupe les avantages de l'habitat individuel (intimité, valorisation patrimoniale) et ceux du collectif (partage et échanges, moindres coûts d'investissement et de gestion) afin de faire favoriser l'acceptation de la densité, de la rendre agréable à vivre.

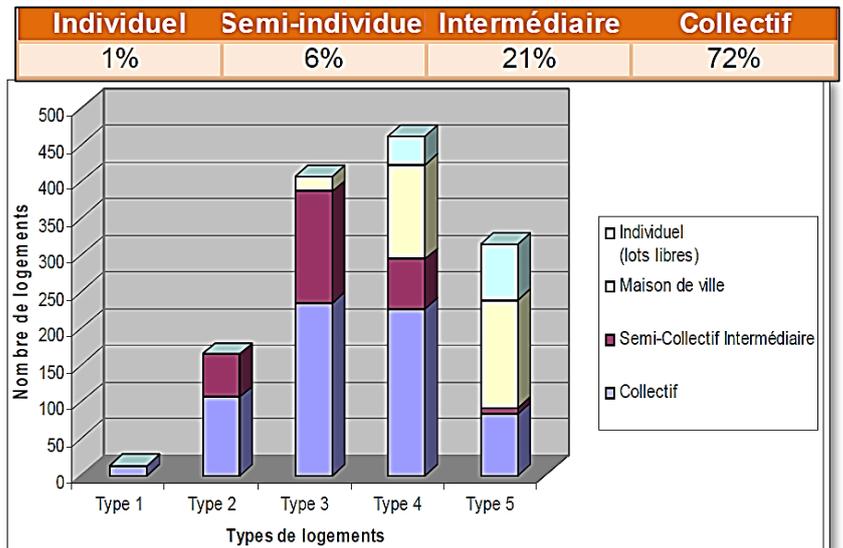


Figure 17: les types de logements
Source : Guide Bien vivre à Vidailhan

b. Mixité fonctionnelle :

Le plan masse de l'éco quartier fait apparaître la mixité fonctionnelle à l'échelle du quartier de Vidailhan : l'implantation de ces fonctions répond à la fois à une volonté de mêler au sein du quartier les flux et usages complémentaires des emplois et des habitants, et à une logique de protection des logements par le tertiaire vis-à-vis des nuisances routières.

Lot	Logement	Tertiaire	Commerce	Equipement	Total
	93 521	60 365	2 684	3 607	143 454
	65%	42%	2%	3%	

Figure 21: la mixité fonctionnelle . Source : Guide Bien vivre à Vidailhan

➤ **La mobilité :**

Le concept de mobilité de Vidailhan se veut facteur d'attractivité, de qualité de vie et d'écologie. C'est ainsi qu'un réseau de pistes cyclables et de voies piétonnes se veut une incitation à aller à pied ou à prendre le vélo. Trois lignes de bus permettront également de rejoindre rapidement le métro, le centre-ville et le collège.

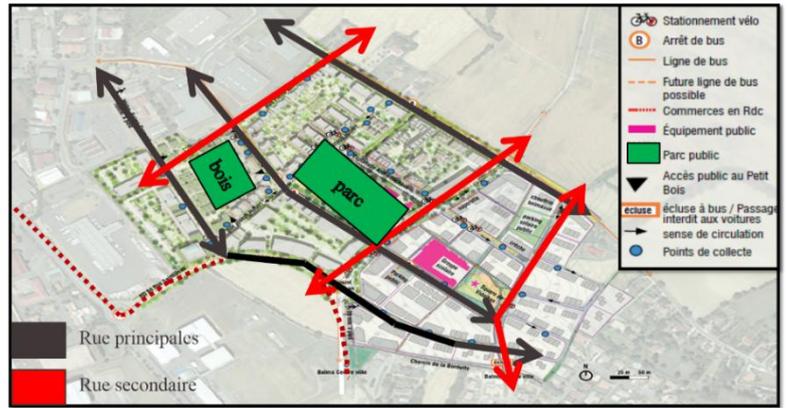


Figure 25: la mobilité
Source : Guide Bien vivre à Vidailhan

➤ **L'intimité :**

Le passage de publique vers privé : le but c'est de créer des espaces privés favorisant la rencontre et le partage et l'intimité en passant de publique (les espaces de rencontre) vers le privé (les espaces intime et intérieure en gardant la hiérarchie de circulation)



Figure 29: L'intimité .Source : auteur

➤ **La centralité :**

Le projet est découpé en plusieurs ilots qui sont autour le jardin public pour renforcer le lien social et pour aussi mettre en valeur l'aspect de la centralité. Le quartier est structuré autour du Parc de Vidailhan. Avec le petit bois et le futur square, il offre une diversité de lieux pour profiter d'un cadre verdoyant, se détendre, jouer et se côtoyer amicalement.



Figure 30: la centralité
Source : Guide Bien vivre à Vidailhan

➤ **La continuité typologique et écologique :**

D'une façon générale, le quartier de Vidailhan vise à éviter la fragmentation les milieux naturels, préférant au contraire favoriser les interactions entre les êtres vivants et préserver les processus naturels.



Figure 31: la continuité
Source : Guide Bien vivre à Vidailhan

➤ **Laisser la place à la biodiversité :**

La conception du quartier à partir de la morphologie naturelle du site replace la biodiversité au centre du projet. C'est créer un maillage écologique à partir des boisements et haies bocagères existants et en les prolongeant par la trame végétale nouvelle.

Le projet du quartier de Vidailhan laisse une place importante aux espaces plantés en cœur d'ilot et où il est fortement encouragé de développer des jardins "utiles" et des jardins familiaux.

L'un des axes majeurs du parti paysager du projet a également été de retisser ce maillage afin de créer un continuum végétal, à la fois support de déplacement pour la faune et espace d'accompagnement de grande qualité pour la mobilité des habitants.

L'organisation du plan d'aménagement s'est également déterminée en grande partie par la présence d'un patrimoine végétal important, issu de l'usage agricole du site.

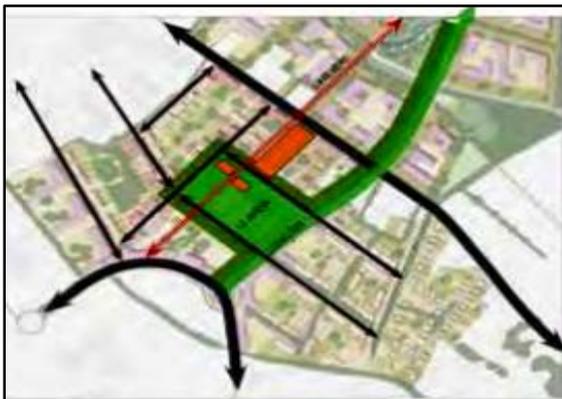


Figure 36:l'axe majeur de végétation
Source : Guide Bien vivre à Vidailhan



Figure 32:la biodiversité
Source : Guide Bien vivre à Vidailhan

I.6.6. Les objectifs et les cibles intégrées :

❖ **Energie :**

- ✓ Le principe de la « sobriété énergétique » : c'est limiter les besoins et la consommation d'énergie (bâtiments, déplacements). C'est aussi utiliser au maximum des énergies renouvelables (bois, solaire, etc....).
- ✓ Un bouquet énergétique innovant : la Biomasse associée à des capteurs solaires grande puissance haute température. Cette mixité énergétique qui couvrira plus de 80% des besoins annuels.



Figure 40:panneaux solaires thermique
Source : Guide Bien vivre à Vidailhan

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES	
Surface de capteurs (brute et d'entrée)	684 m ² (surface d'entrée)
Type de capteurs	Tubes sous vide
Type d'intégration	Ombrière parking voitures
Orientation des capteurs	Sud Sud-Ouest
Inclinaison des capteurs	30°
Volume de stockage tampon	24 m ³ en chaufferie
Volume de stockage d'ECS	Décentralisé dans chaque bâtiment
Type de stockage solaire	par bâtiment
Énergie d'appoint	Bois Energie (75%) + Gaz (10%)
Consommation d'ECS annuelle	1 140 MWh

Figure 41:panneaux solaire photovoltaïques
Source : Guide Bien vivre à Vidailhan

a. Système d'énergie solaire thermique :

Un « champ solaire » de 800 m2 pour une puissance de 350 KW sera implanté dans l'enceinte technique du quartier regroupant la production solaire, la chaufferie mixte Biomasse – Gaz.

Contrairement aux capteurs solaires thermiques traditionnels qui produisent de l'eau chaude entre 65°C et 80°C, ces capteurs solaires haute température produisent de l'eau surchauffée à 130°C.

b. Système d'énergie biomasse :

Le quartier est desservi par un réseau de chaleur, dispositif qui outre ses qualités, permet d'évoluer facilement pour utiliser la meilleure énergie.

L'énergie de la biomasse désigne l'énergie pouvant être extraite directement, ou indirectement, de matériaux biologiques. Le bois, les déchets agricoles et le fumier restent les principales sources d'énergie. On cherche aussi à y cultiver des végétaux à croissance rapide et à fort rendement, dont la biomasse peut être exploitée.

❖ **Orientation :**

La plupart des constructions ont une orientation optimisée. Cette disposition permettra en outre de favoriser une conception bioclimatique des bâtiments tout en facilitant l'intégration harmonieuse des panneaux solaires en toiture.



Figure 42:orientation des constructions
Source : Guide Bien vivre à Vidailhan

❖ **Eau à boire, à voir et à protéger :**

Des principes alternatifs de gestion des eaux pluviales ont été élaborés pour le quartier. Ils répondent à des objectifs techniques, environnementaux, paysagers et urbains :

- Stocker les eaux pluviales sur le site jusqu'à hauteur d'une pluie vingtennale (soit d'une occurrence statistique moyenne tous les 20 ans).
- Imposer un rejet maximum de 20 % depuis les parcelles privées (règle appliquée sur l'ensemble de l'agglomération).
- Stocker les eaux recueillies sur les espaces publics et faire des ouvrages de retenue des éléments qualitatifs du paysage urbain.

❖ **Solution pour protéger l'eau :**

➤ **Les noues :**

Sont des « fossés » modernes et paysagés. Ici, les eaux pluviales sont régulées et prétraitées par décantation et infiltrées dans le sol. Les noues combinent ainsi la volonté d'agrémenter les espaces publics par des plantations et la prévention aux inondations, tout en évitant des grandes canalisations surdimensionnées et coûteuses.

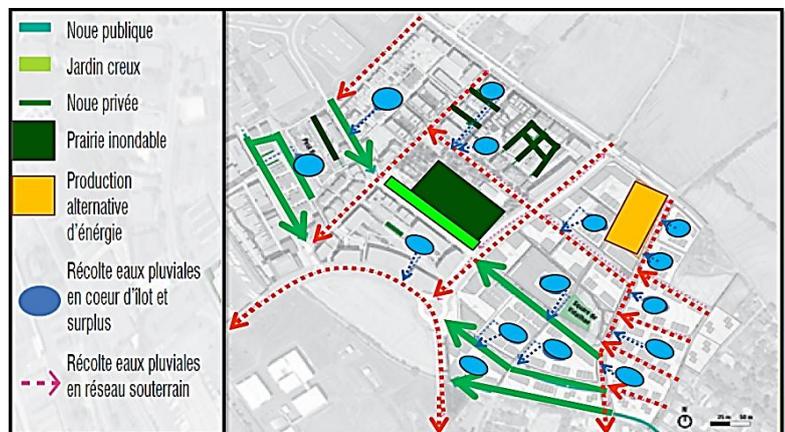


Figure 43:Pour protéger et stocker l'eau
Source : Guide Bien vivre à Vidailhan

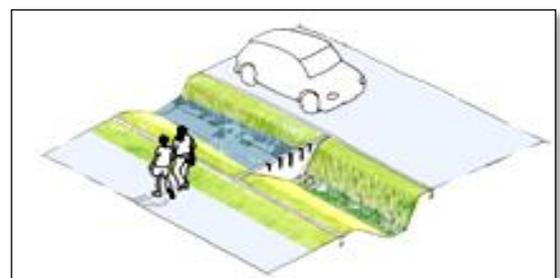


Figure 44:les noues
Source : Guide Bien vivre à Vidailhan

➤ **Jardin creux :**

Le système de noues du quartier converge au Sud du Jardin de Vidailhan et s'élargit dans un jardin creux. Lors de fortes pluies, l'eau monte dans le jardin creux. Ce milieu semi-humide est également un habitat pour de nombreux végétaux, insectes et amphibiens (biotope).



Figure 48:jardin creux
Source : Guide Bien vivre à Vidailhan

➤ **Minimiser le gaspillage de l'eau :**

L'eau potable est une ressource précieuse. A l'intérieur des bâtiments, l'installation d'équipements hydro-économiques a été favorisée et l'installation de compteurs d'eau individuels a été exigée. Certains sont directement accessibles dans le logement, d'autres sont situés dans des gaines techniques. Mais les consommations seront bien facturées individuellement pour tous.



Figure 52:compteurs d'eau
Source : Guide Bien vivre à Vidailhan

❖ **L'écoconstruction :**

- Choisir des matériaux respectueux de l'environnement pour les espaces publics,
- Définir des règles pour la végétalisation du bâti.
- Imposer le recours à des matériaux sains (revêtements intérieurs),
- Favoriser des démarches participatives pour la construction.
- Intégrer le végétal aux façades et aux toitures,
- Introduire le bois dans la construction (conformément à la réglementation).

❖ **Les déchets**

- Mettre en place le compostage en pied d'immeuble, favorisé par un dispositif d'information public opéré par la ville de Balma, et relayé par le guide des bonnes pratiques et le groupe de travail éco quartier.
- Fournir une poubelle compartimentée pour le tri sélectif dans les logements et veiller au dimensionnement des cuisines afin d'assurer une place suffisante pour ces poubelles,
- Intégrer des matériaux issus de déchets (broyats de gravats, mâchefers sains, chips de pneus) dans les sous-couches de voirie pour limiter le prélèvement en granulats,
- Utiliser des enrobés recyclés pour les voiries.



Figure 56:poubelles sélectives
Source : Guide Bien vivre à Vidailhan

II. ECHELLE ARCHITECTURALE

II.1. CONCEPTS LIES A L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE

« Nous sommes parvenus aujourd'hui à un relatif consensus sur la nécessité d'économiser l'énergie et de prendre en compte les préoccupations environnementales dans la conception et la réalisation des constructions. » (Farel et al, 2006).

II.1.1. Définition :

La bioclimatique un terme nouveau pour une pratique ancienne, ne date pas d'aujourd'hui, nos ancêtres déjà construisaient en tenant compte des données climatiques, comme le soleil, le vent, etc...., et en composant avec la configuration du site de construction. Quelque temps oublié, cette architecture est redécouverte aujourd'hui et profite des avancées techniques.

Victor Olgy tentait pour la 1^{ère} fois en 1963 de rétablir le lien fondamental existant entre l'environnement bâti et environnement naturel. Il a défini l'approche bioclimatique comme étant l'interrelation entre climatologie, biologie, technologie et architecture, comme suite :

- **La climatologie** par l'exploitation de l'énergie ambiante (soleil, vent)
 - **La biologie**, la satisfaction des besoins physiologique des êtres humains
 - **La technologie** par le contrôle de l'environnement
 - **L'architecture** point de convergence de ces 3 domaines dans un seul artefact puisant dans une longue adaptation empirique aux contraintes environnementale, sociales et économique locale.
- La démarche bioclimatique consiste à capter les éléments favorables du climat tout en se protégeant des éléments néfastes.

II.1.2. Les axes de l'architecture bioclimatique :

Nous pouvons résumer l'approche bioclimatique en trois stratégies sont :

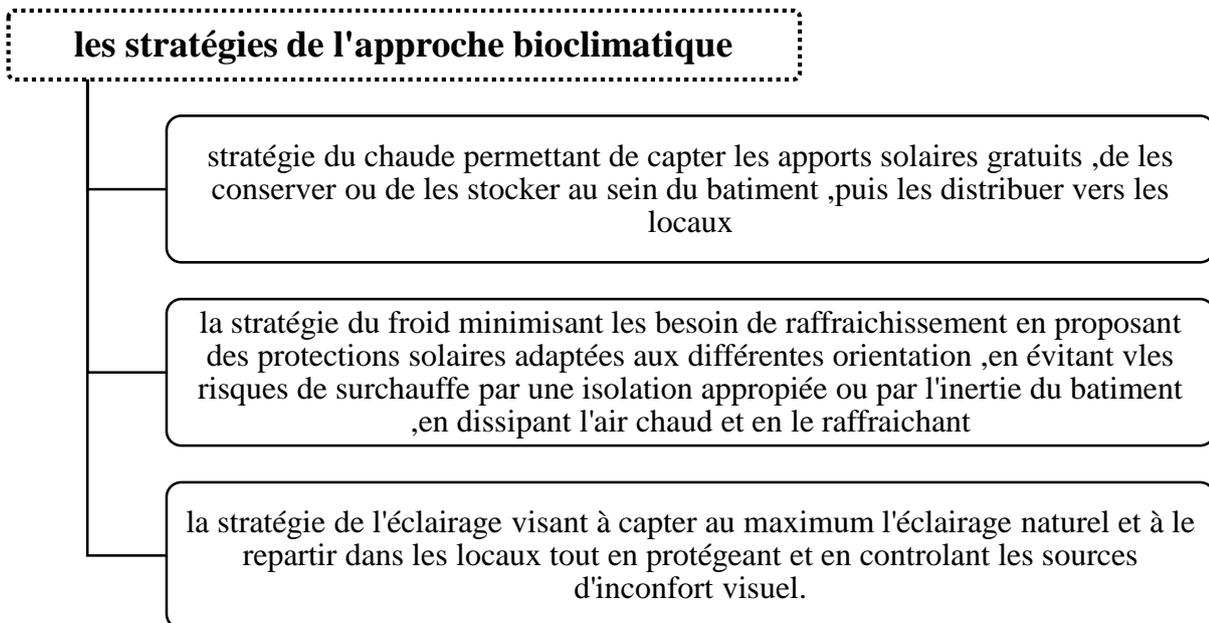


Figure 57: Les axes de l'architecture bioclimatique
Source : auteur

II.1.3. Les principes de base de l'architecture bioclimatique :

Il n'y pas de prototype idéal de construction bioclimatique car la conception des bâtiments varie d'un lieu à l'autre suivant le climat et le site d'implantation. Donc il y a plusieurs principes :

- Capturer le rayonnement solaire.
- Stocker l'énergie ainsi captée.
- Distribuer cette chaleur dans l'habitat.
- Réguler cette chaleur.
- Éviter les déperditions dues au vent.

II.1.4. Les bases de l'architecture bioclimatique :

« L'image de l'architecture écologique varie radicalement selon le relief, le climat, les ressources régionales, la culture locale, le niveau social des usagers et les choix politiques de ceux qui les gouvernent » (Gauzin-Müller, 2005)

Alors l'architecture bioclimatique s'appuie donc sur :

- Un choix de matériaux adéquats.
- Une orientation conjuguant un maximum d'apports solaires et une exposition aux vents minimums (ouvertures face sud, pas ou peu d'ouvertures face nord, etc.).
- Une conception de bâtiment adaptée aux besoins saisonniers (chaleur en hiver, fraîcheur en été).

II.1.5. Les objectifs de l'architecture bioclimatique :

L'objectif principal de cette approche est de concevoir des bâtiments de manière « naturelle », c'est à dire en s'inscrivant pleinement dans leur environnement.

Un bâtiment bioclimatique doit donc tenir compte du relief du terrain sur lequel il est bâti, de la végétation qui l'entoure, de la course du soleil tout au long de la journée.

L'approche bioclimatique est applicable à n'importe quel type de bâtiment afin d'atteindre les objectifs suivants :

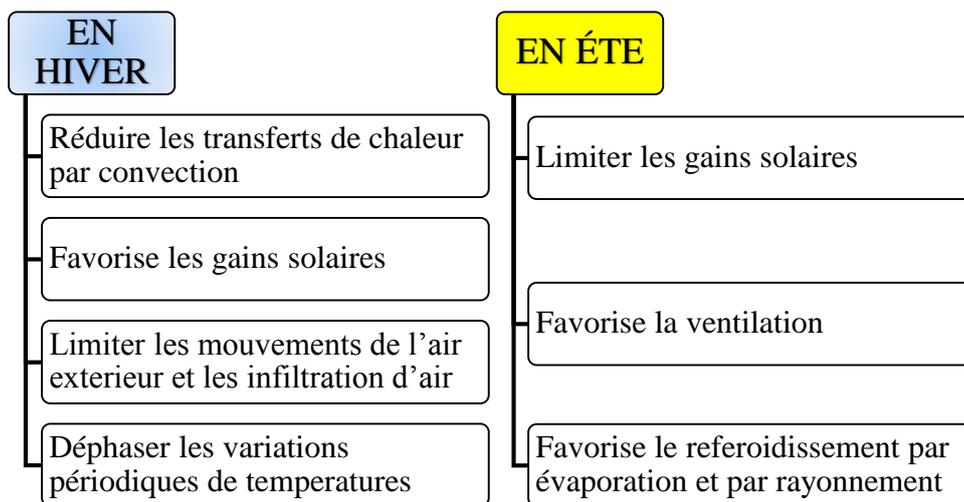


Figure 58: Les objectifs de l'architecture bioclimatique
Source : auteur

II.1.6. Technique de l'architecture bioclimatique :

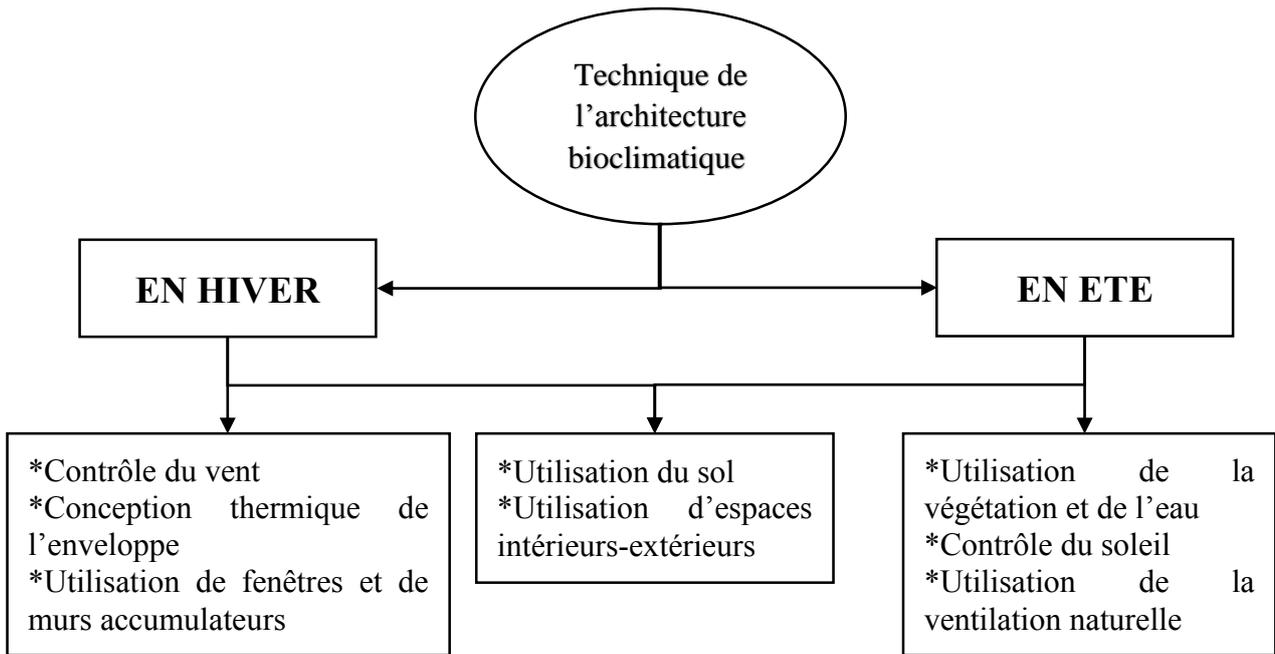


Figure 59: Technique de l'architecture bioclimatique
Source : auteur

II.1.7. LES TYPES DE L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE :

L'utilisation de l'énergie solaire est possible à différents niveaux d'intégration :

- Système actif (technologie intégrés)
- Système passif (concept architectural intégrés)
- Système hybride

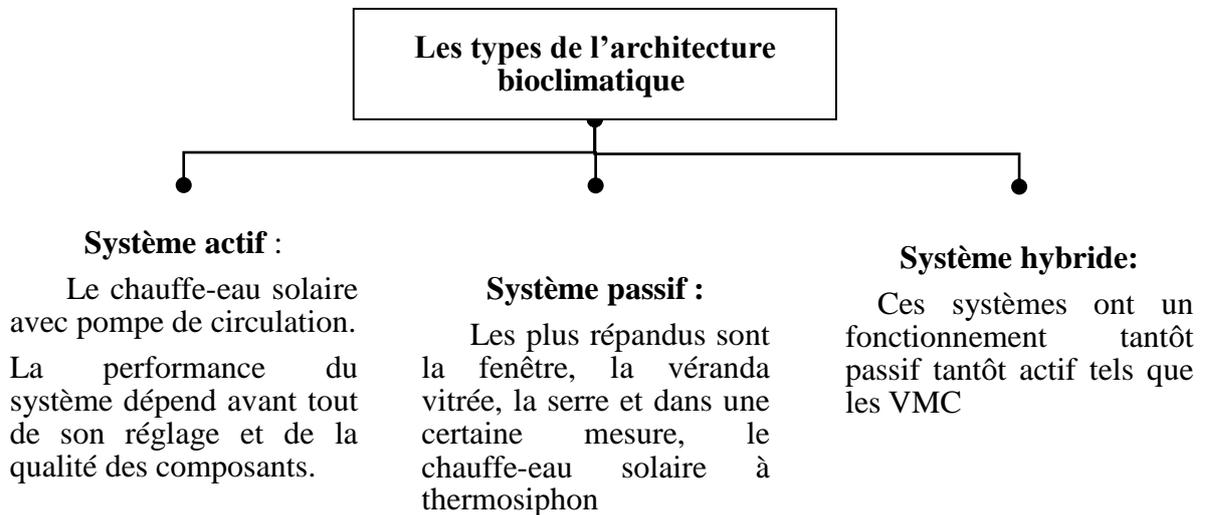


Figure 60: les types de l'architecture bioclimatique
Source : auteur

II.2. LE THEME DE PROJET : LA THALASSOTHERAPIE

Le projet que nous allons réaliser s'intègre dans le domaine de tourisme de façon globale et dans le domaine de tourisme de santé au niveau spécifique. Donc on va commencer par la notion de tourisme.

Le tourisme dans le monde est le moteur de développement durable par ses effets d'entraînement des autres secteurs (agriculture, artisanat, culture, transports, services, industrie...), et ses activités avant qu'il ne soit l'un des moyens de l'équilibre de l'économie nationale extérieure. Ce qui explique essentiellement pourquoi les plus part des pays adoptent aujourd'hui une stratégie de développement touristique. C'est quoi le tourisme ? Quelle sont ses types ?

II.2.1 Définition du tourisme :

Le terme « tourisme » est un mot d'origine anglais (THE TOUR) qui signifie le voyage circulaire, c'est la curiosité qui a guidé les anglais à effectuer une sorte de tournée dans des pays d'intérêt culturel et esthétique, d'où cette terminologie.

Selon l'OMT le tourisme est : une activité de personnes voyageant vers des endroits à l'extérieur de leur milieu habituel et séjournant dans ces endroits.

II.2.2. Les types de tourisme :

Il se trouve sous différentes formes :

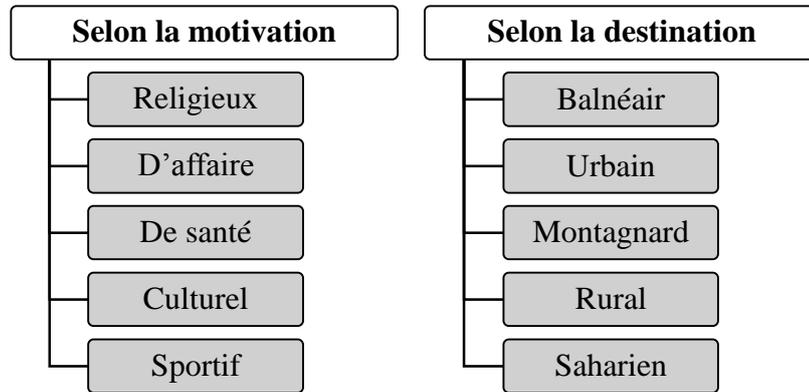


Figure 61: Les types de tourisme
Source : auteur

II.2.3. Le rôle de tourisme :

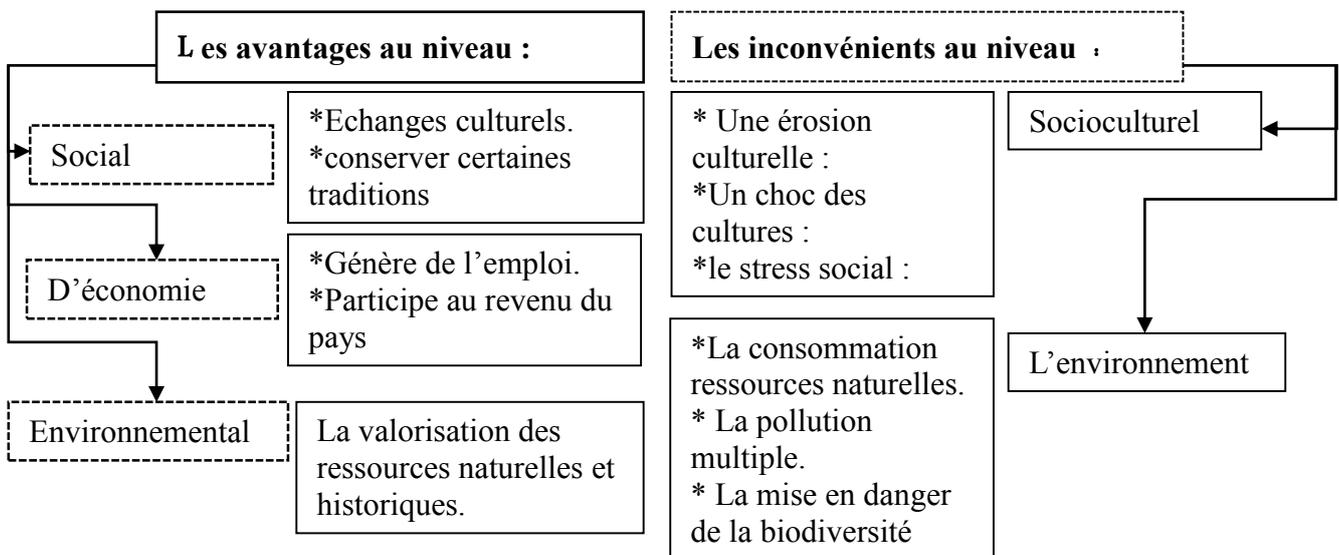


Figure 62: Le rôle de tourisme
Source : auteur

II.2.4. Tourisme de sante :

Parmi les types tourisme il y a le tourisme de sante, quelles est ce type ? Quelles sont les différents sous types de tourisme de sante ???

Le tourisme de santé est le tourisme récréatif prenant en charge les soins et le repos, les principaux secteurs caractérisant, dans cette forme de tourisme :

La thalassothérapie



Figure 64:thalassothérapie
Source : Site Web Google

Le Thermalisme



Figure 63:thelmalisme
Source : Site Web Google

II.2.5. Le thermalisme :

*Depuis 5000 ans, les hommes font appel aux eaux thermales pour soulager des maux récurrents, ou devant les quels science médicale piétine.

*Le thermalisme implique le contact corporel interne et externe avec une eau vive, plus ou moins chaude, issue des entrailles de la terre, ayant pour but le bien-être et l'équilibre de l'indication.

*Le thermalisme est l'ensemble des fonctions thérapeutique qui constitue une cure thermale.

*La cure thermale soulage et apaise leur douleur, elle a des indications mais des contre-indications. Comme toute thérapeutique ses résultats peuvent être limités sans pour autant être négligeables.

II.2.6. La thalassothérapie :

II.2.6.I. Définition :

*Le mot « thalassothérapie » a été introduit pour la première fois dans l'histoire du tourisme par le docteur « De La Bonnardière » en 1869. Il a associé deux (02) vocables grecs : Thalassa et thérapie

*C'est tout simplement : l'exploitation à des fines thérapeutiques des vertus curatives de l'eau mer, de l'air marin. Thalassothérapie : nom féminin du grec : Thalasso : mer / Thérapie : soin.

« La thalassothérapie est l'utilisation combinée dans un but curatif, des bienfaits du milieu marin qui comprend, le climat marin, l'eau de mer, les boues marines, les algues, les sables et d'autres substances extraite de la mer ». (Selon Larousse ,2015).

*La thalassothérapie n'est pas du thermalisme ; il y a souvent confusion entre ces deux thérapies car elles fonctionnent avec des soins d'eau souvent similaires. La différence est que le thermalisme utilise de l'eau minérale, issue de la source, Alors que la thalassothérapie puise l'eau de la mer, dite eau vivante.

*Une autre différence fondamentale entre ces deux médecines est d'ordre juridique : les cures thermales sont en partie ou intégralement prises en charge depuis 1947 par la Sécurité Sociale. Par contre les cures marines qui sont à la charge du curiste, la thalassothérapie n'étant pas reconnue par le Ministère de la Santé comme une thérapie à part entière.

II.2.6. II. La notion de SPA :

2 origines sont communément admises pour l'origine du terme de SPA :

- La ville de Spa en Belgique
- La locution latine « Sanitas Per Aqua » (santé par l'eau)

II.2.6.III. Les composantes d'un SPA :

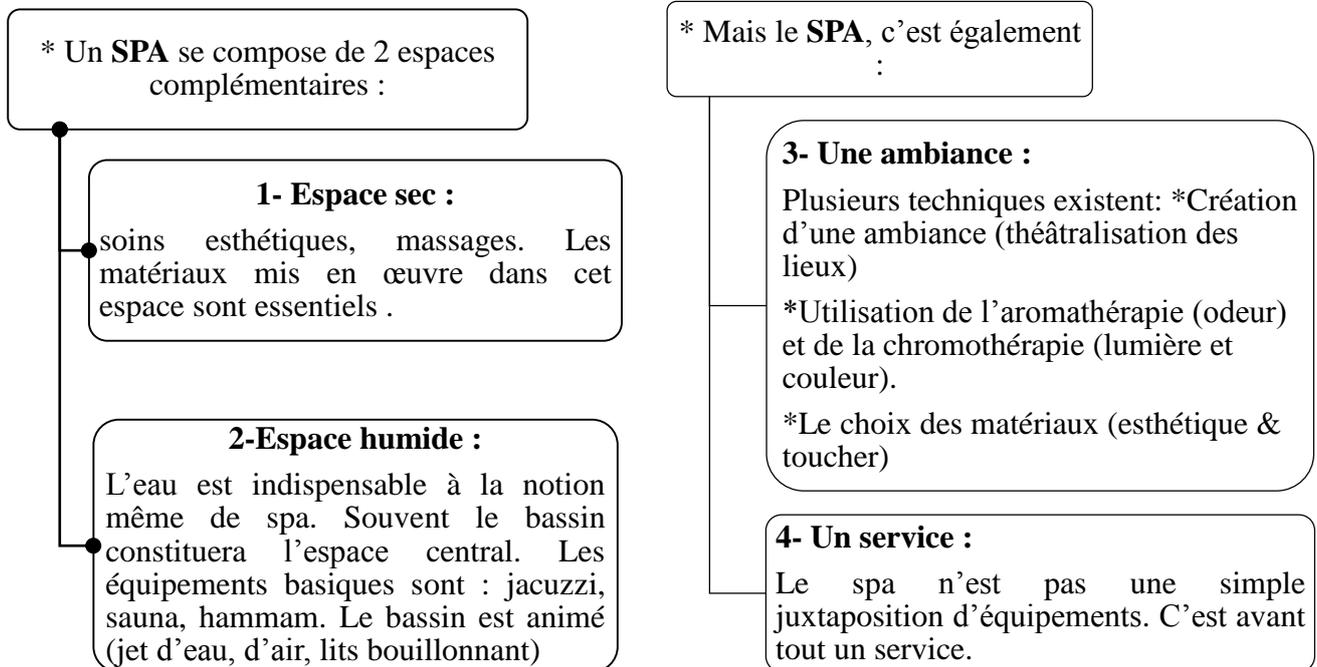


Figure 65: Les composantes d'un SPA

Source : auteur

II.2.6. IV. Caractéristiques de SPA :

- Jamais de vocation thérapeutique, mais la recherche du bien-être, de l'évasion et du lâcher prise.
- Un espace collectif, mais quelques espaces d'intimité.
- Théâtralisation des lieux pour créer une ambiance.
- Complémentarité de l'espace « humide » et de l'espace « sec ».
- Un parcours sensoriel stimulant les 5 sens, évitant l'ennui du client.
- Un service ultra personnalisé.
- Omniprésence de l'eau sous plusieurs formes (solide, liquide, vapeur).
- Est un endroit qui propose des traitements à base d'eau de mer pour : se détendre, se calmer, rétablir sa santé sous surveillance médicale.

II.2.6.V. Rôle de centre de SPA :

- Développement économique et création d'emplois permanents, la thalassothérapie porte aussi un intérêt social dans le sens où les curistes pratiquent des soins en communs.
- Valorisation de la mer à vacation touristique en utilisant l'eau de mer à des fins thérapeutiques.
- L'aménagement du littoral qui commence par la mise en œuvre d'équipements touristiques adéquats.

II.2.6.VI. Implantation d'un centre de thalasso :

Le centre de thalassothérapie doit situer :

- Idéalement en bordure immédiate de mer
- Sous l'influence directe du climat marin
- Dans un environnement naturel sain
- Hors de toute source de pollution

II.2.6.VII. Fonctionnement d'un centre de thalassothérapie :

Un établissement de thalassothérapie se compose des espaces suivants : Espace d'accueil, les soins et la remise en forme, espace commercial et restauration, espace de détente, loisir et d'animation, l'hébergement.

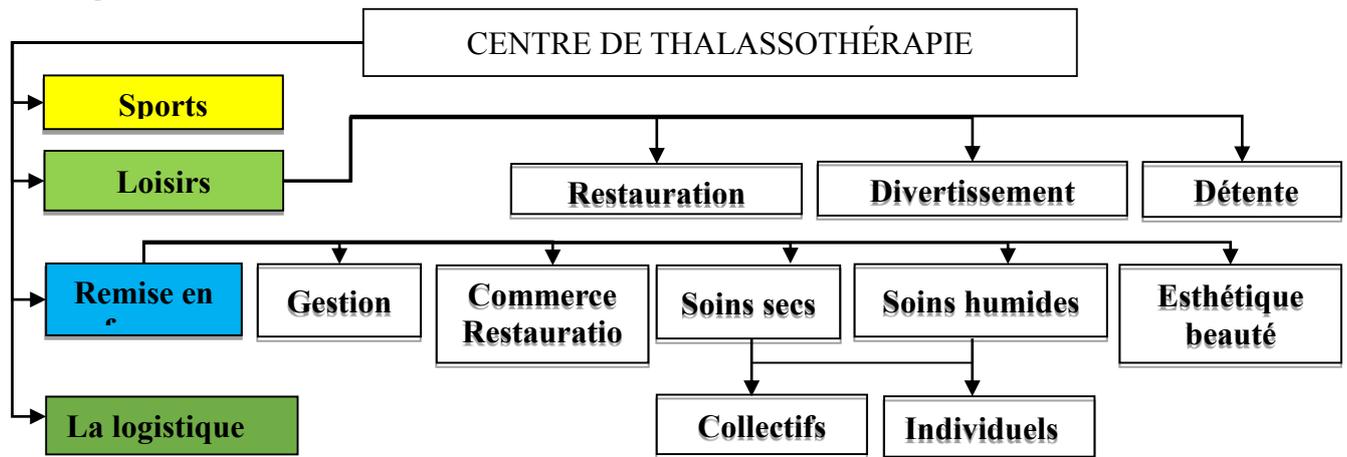


Figure 66:Fonctionnement d'un centre de thalassothérapie
Source : auteur

II.2.6. VIII. La thalassothérapie en Algérie

La demande de thalassothérapie a une place importante, alors qu'en Algérie il existe un seul type de cette infrastructure, qui est le centre de thalassothérapie de SIDI FREDJ, ainsi que quelques tentatives timides privées intégrant un service de thalassothérapie dans leur programme d'hôtellerie. Ce manque dû à :

- D'infrastructure de base « transport, route, alimentation en eau.
- Le manque de sécurité sanitaire, maladies, hygiène
- Les problèmes économiques « énergies, sources, matières premières, ». Et aussi pour des problèmes tel que : Changement climatique, la population qui explose, la pollution.

II.3. Analyse d'exemple : Centre de thalassothérapie de Eskisehir – Turquie –

II.3.1. Présentation :

Eskisehir est un hôtel & Spa situé à Eskisehir (Turquie). Signé par le cabinet GAD Architecture, cet établissement implanté dans la région thermale de Odunpazari à largement pu mettre en avant le côté Spa et thalassothérapie.

- **Architectes :** GAD architecture
- **Lieu :** Eskişehir / Eskisehir, Turquie
- **Coordonnateur du projet :** Nesime Onel
- **Groupe de Design :** Ertugrul Morcol, Carlos Valderrama, Gizem Kiroglu, Omer Karaer, Durak Arıkan, Ayşegül Altuğ,
- **Espace :** 45000,0 m²



Figure 67:Eskisehir
Source: site web; Eskisehir Hotel & Spa – Eskisehir |

Ledblog

II.3. 2. Contexte du complexe :

Le plan du site est formé après un examen minutieux des positions des arbres existants afin de minimiser les dommages au site. Le complexe contient de :



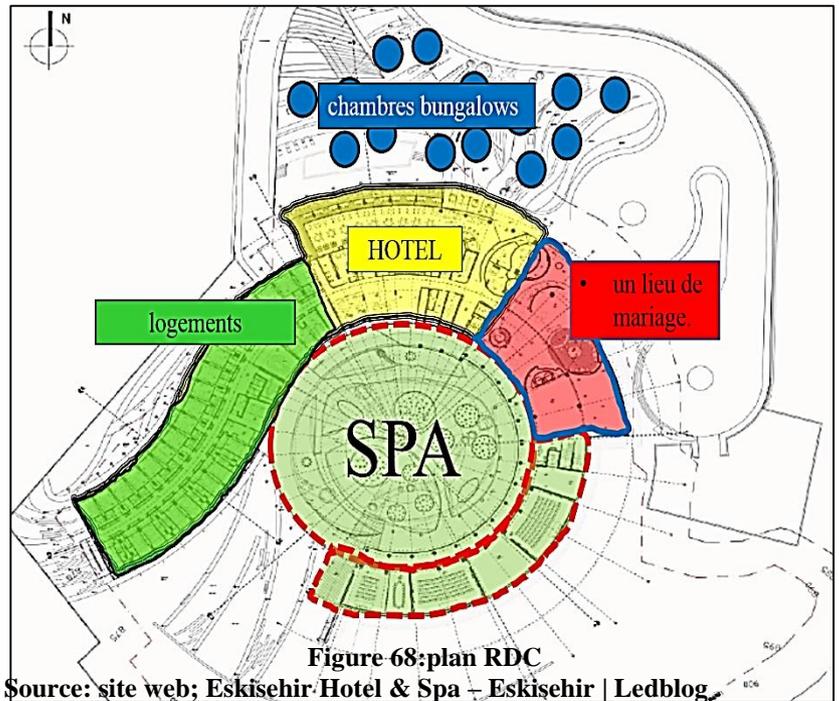
II.3.3. Répartition des espaces :

Le complexe est construit autour du SPA, qui comprend le cœur et le centre du bâtiment.

Pour mettre en valeur la fonction de thalassothérapie de complexe ils ont fait le projet autour du SPA et les autres équipements au périphérie.

Tous les espaces sont reliés par des espaces de rencontres pour garder la collectivité.

Au niveau de qualité des espaces l'espace centrale de soins est grand espaces collectif on passe par les espaces semi privés vers les espaces intimes qui sont implantés loin des espaces publiques.



II.3.4. Fonctionnement de centre de thalassothérapie :

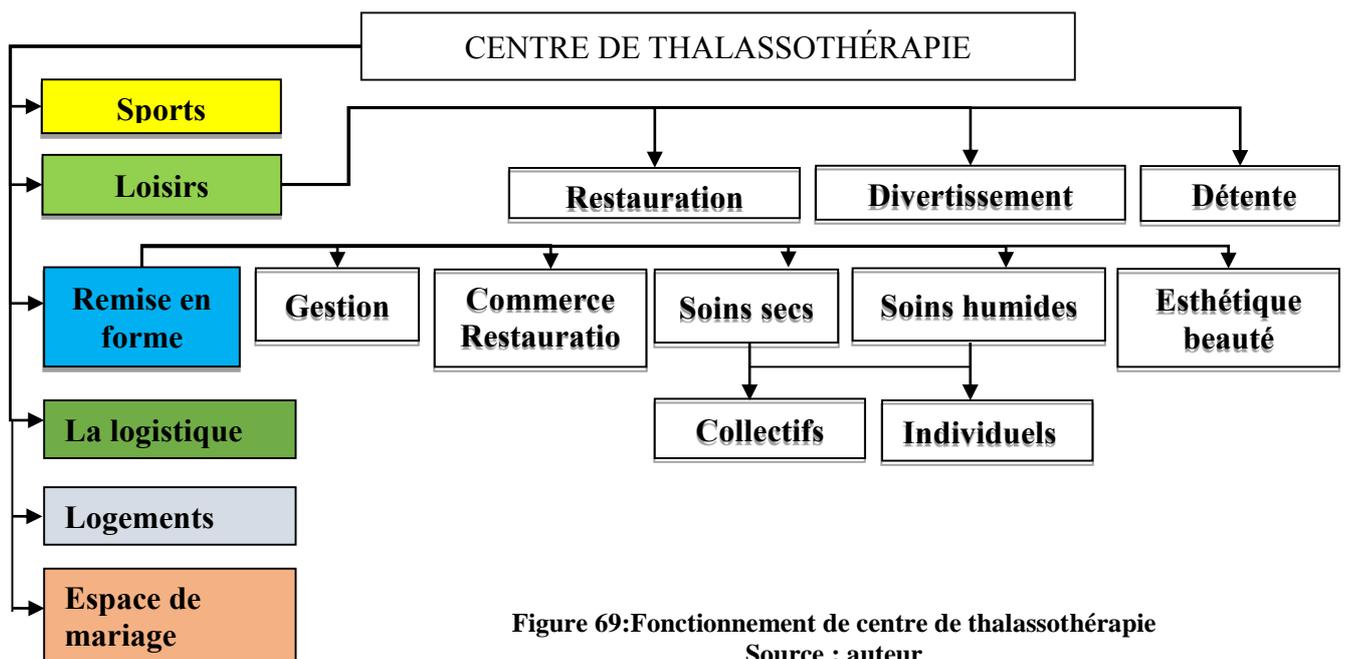


Figure 69: Fonctionnement de centre de thalassothérapie
Source : auteur

II.3.5. Les aspects de l'architecture bioclimatique intégrés :

- **Eclairage :**

Les dômes placés dans les piscines fonctionnent comme lanterneaux pour permettre la lumière naturelle à l'intérieur.

La lumière filtrée pénétrée dans le SPA crée l'illusion d'un hammam traditionnel sous un dôme.

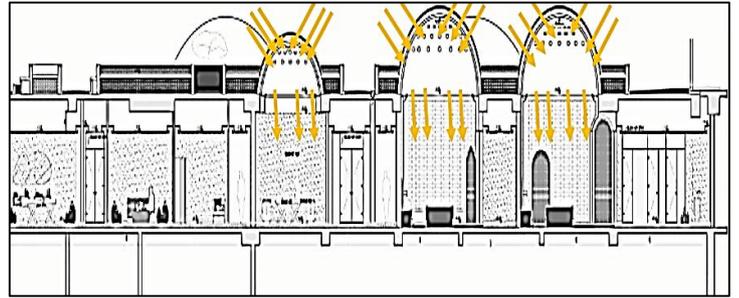


Figure 70: coupe de détail

Source : site web ; Eskisehir Hôtel & Spa – Eskisehir | Ledblog

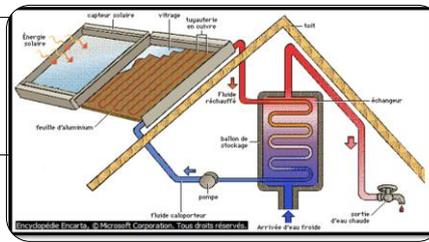
- **Energie :**

Le projet aborde les aspects du design durable en faisant usage de : L'énergie géothermique n'est pas utilisée uniquement dans les stations, mais aussi pour le chauffage de l'espace pendant les saisons froides, par l'intermédiaire d'un système de pompe à chaleur géothermique.

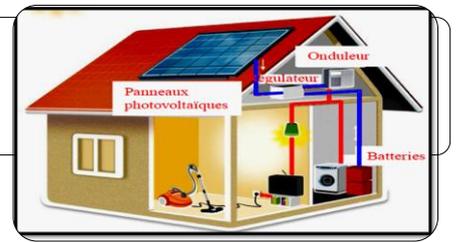
Le centre de SPA et de bien-être est enterré dans le sol afin de bénéficier des caractéristiques géothermiques de la terre.



l'énergie éolienne



l'énergie solaire Thermique.



l'énergie solaire Photovoltaïque.

Figure 71: les systèmes d'énergies intégrés

Source : : site web ; Eskisehir Hôtel & Spa – Eskisehir | Ledblog

Recyclage des déchets :

La propriété englobe l'atténuation concept de déchets fondamental de "Réduire, Réutiliser, Recycler." Tout type de matières recyclables sont collectés dans tout le complexe, y compris : Le carton, plastique, bouteilles en verre, huile de cuisson, Papier de bureau, les journaux.

- **Ventilation :**

La forme de terrain et l'intégration de projet aussi a un rôle important au niveau de ventilation

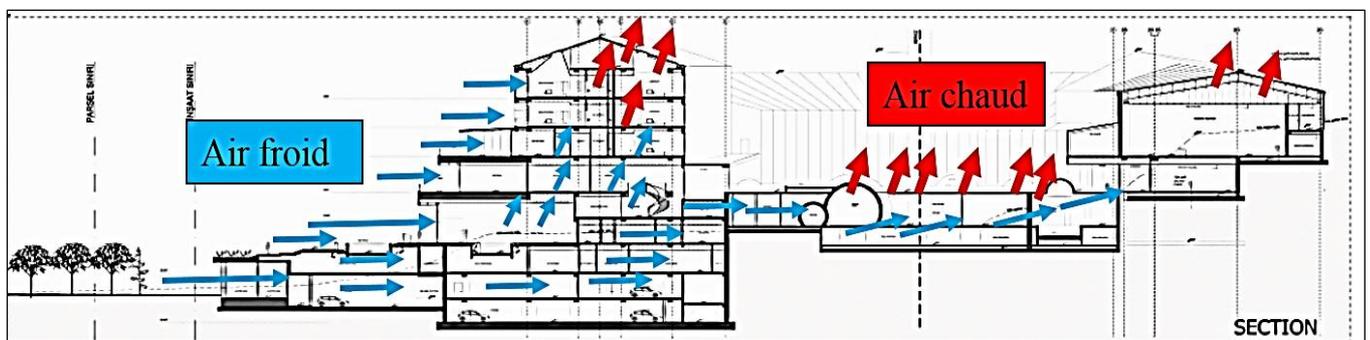


Figure 72: schéma de ventilation

Source: site web; Eskisehir Hotel & Spa – Eskisehir | Ledblog

Pour la ventilation aussi les dômes ont un rôle important comme des éléments de ventilation et régler la température ambiante.

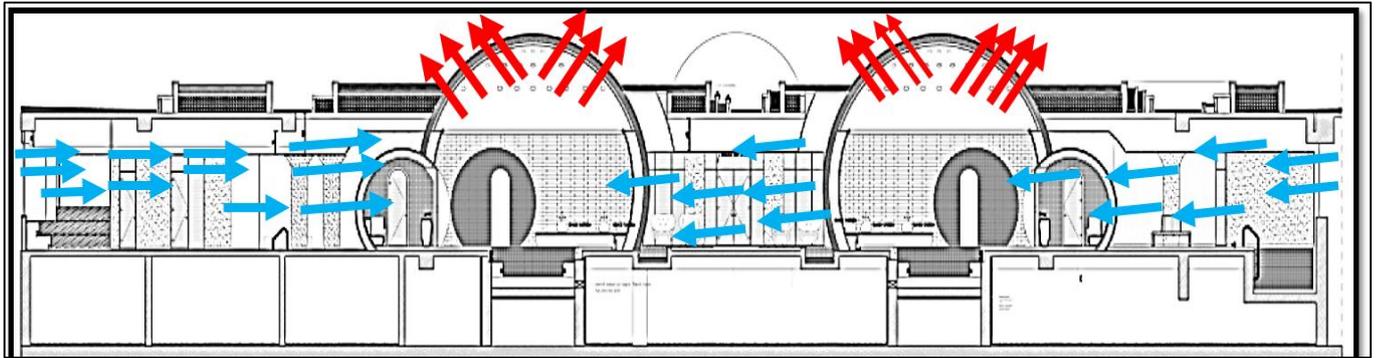


Figure 73: Role de dômes de ventilation
Source: site web; Eskisehir Hotel & Spa – Eskisehir | Ledblog

• **Le confort :**

D'après l'analyse de ce diagramme on distingue que :

1-la zone d'influence de la ventilation à 0,5m/s, dans ce centre il y a un système de ventilation passif par les dômes et les ouvertures latérales et la formes dégradée de projet.

2-la zone de chauffage par la conception solaire passive et active : l'utilisation de l'énergie géothermie, l'énergie solaire thermique pour se chauffer, utilisation de béton cellulaire pour garder la température ambiante.

3-la zone de non-chauffage par la conception solaire passive par les grandes baies vitrées avec des protections solaires et aussi la position souterraine de SPA

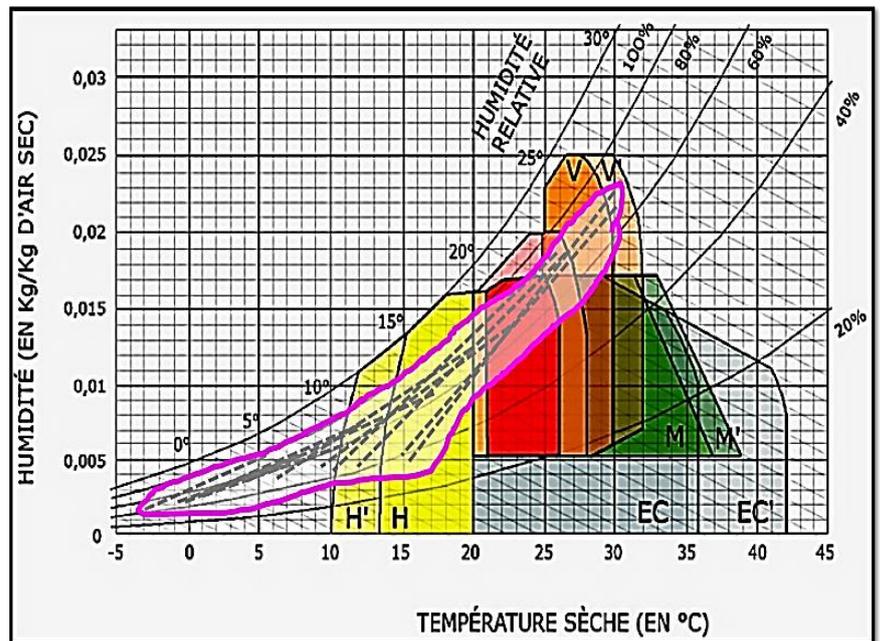


Figure 74: diagramme de confort de SPA
Source : auteur

II.3.6. Synthèse :

Un ensemble de critères doivent être retenus pour concevoir un centre de **thalassothérapie** :

- *Une orientation vers la mer pour profiter le maximum des vues.
- *Une hiérarchie fonctionnelle selon un ordre de l'espace public à l'espace privé par la transition de consultation médicale.
- *La séparation entre les blocs tout en assurant leur liaison et la recherche du calme et d'intimité
- *Prendre en considération la perception des curistes ainsi que les relations visuelles et sensorielles.
- *Prendre en considération les contraintes climatiques et propose des solutions bioclimatiques.
- * Prendre en considération les visiteurs et le grand public en proposant des espaces de remise en forme, de détente et de loisir.

II. ECHELLE SPÉCIFIQUE

Dans cette étape nous allons développer un système de chauffage-ventilation (ChaVenAir) susceptible d'améliorer le confort hygrothermique. Dans ce but, nous allons entamer notre étude par la notion de confort.

III.1. LA NOTION DE CONFORT :

III.1.1. Présentation :

« Les choix architecturaux et techniques étant les leviers majeurs pour améliorer, concevoir et rénover des bâtiments alliant performances éco énergétiques, intelligence créative et confort. »

(ArchiWIZARD, WEB,2015)

C'est un des aspects du travail de l'architecte d'assurer un environnement confortable à l'intérieur des bâtiments qu'il construit. Assurer une bonne qualité de l'environnement intérieur c'est entre autres satisfaire les besoins des occupants, donc assurer leur confort. Le confort est une notion subjective qui résume tout un ensemble de sensations.

III.1.2. Critères de confort :

Les paramètres sur lesquels l'architecte peut avoir de l'influence, interviennent dans le confort :

- *Conditions thermiques : Température de l'air et des surfaces environnantes, Sources de rayonnement (radiateurs, poêles, soleil), Perméabilité thermique des surfaces en contact avec le corps.
- *Qualité de l'air : Vitesse relative de l'air par rapport au sujet, Humidité relative de l'air, Pureté ou pollution de l'air, odeurs.
- *Acoustique : Niveau de bruit, nuisance acoustique Temps de réverbération (durée d'écho).
- *Optique : Éclairage naturel et artificiel. Couleurs. Volumes intérieurs et distribution des volumes.

III.1.3. Comment assurer le confort :

Pour assurer le confort intérieur, on peut appliquer des mesures passives et des mesures actives :

- *Les mesures passives sont des mesures architecturales et constructives qui permettent d'atteindre naturellement le but poursuivi sans ou avec très peu, d'apport d'énergie.
- *Les mesures actives ou technologiques permettent d'atteindre le but poursuivi par des actions mécaniques, en consommant de l'énergie pour compenser les défauts du bâtiment ou compléter les mesures passives.

III.1.3.1. Quelques exemples de mesures passives et mesures actives :

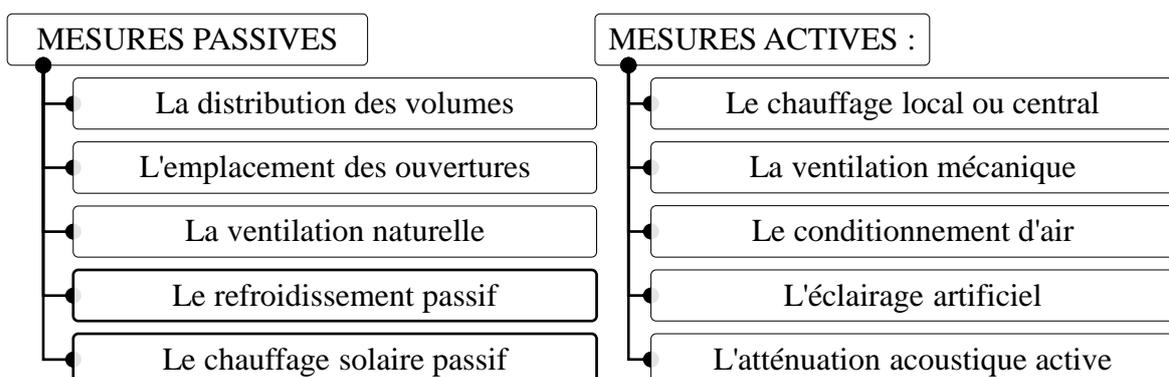


Figure 75:mesures passives et mesures actives
Source : auteur

III.1.3.2. Avantages et inconvénients des mesures passives et actives :

Tableau 2::avantage et inconvénient des mesures passives et actives(source : auteur)

	Mesures passives	Mesures actives
Avantages	Bon marché Consomment peu d'énergie Ne tombent pas en panne	Sont adaptés aux besoins Méthodes connues, Corrige les erreurs Souplesse
Inconvénients	Nécessitent de l'imagination Ne sont pas toujours adaptées Ne pardonnent pas d'erreur	Chères Énergivores Des pannes sont possibles ,Permettent des erreurs

III.1.4. Les types de confort :

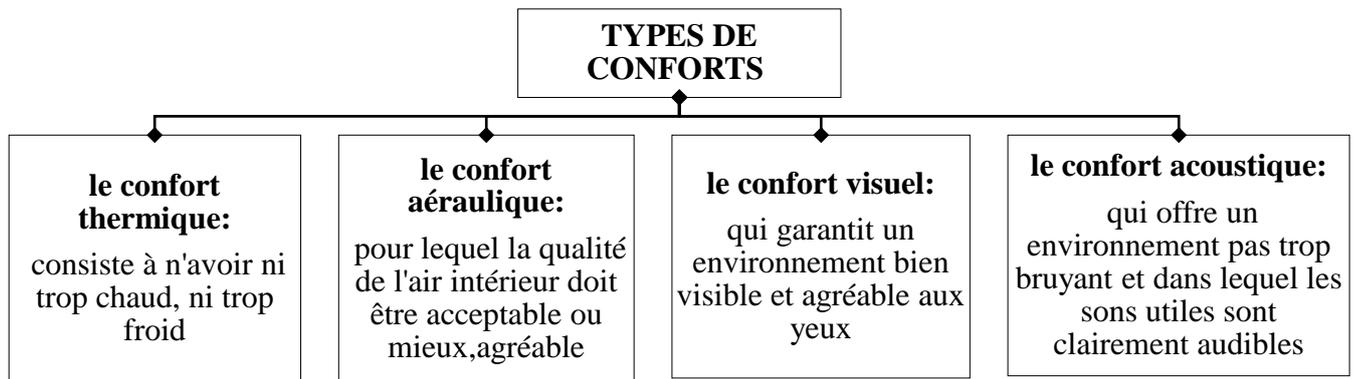


Figure 76:Les types de confort
Source : auteur

III.1.5. Le confort hygrothermique :

- **III.1.5.1. Définition :**

L'hygrométrie, c'est-à-dire le degré d'humidité présent dans l'air intérieur d'une habitation, est capitale pour le bon équilibre du bâtiment et le respect de la santé de ses occupants. N'oublions pas qu'en respirant, chacun d'entre nous produit 40 grammes de vapeur d'eau par heure lorsque nous dormons et jusqu'à 150 grammes par heure lorsque nous sommes en activité. Mesuré par un hygromètre, ce taux est idéalement compris entre 30 et 70 %, fourchette dans laquelle l'hygrométrie n'influence que très peu la sensation de confort thermique.

- **III.1.5.2. Objectifs de confort hygrothermique :**

Les risques de dégradation du bâti et d'inconfort pour l'occupant liés à un taux d'hygrométrie excessif dans un bâtiment sont de deux natures :

- * La condensation qui se forme sur la paroi en contact avec l'air extérieur lorsque l'air intérieur est chaud et l'air extérieur froid.

- * La vapeur d'eau dégagée par toute activité humaine (jusqu'à 14 litres par jour dans une habitation moyenne) qui a tendance à condenser sur les parois froides (celles en contact avec l'extérieur).

Autrefois réglée par une aération naturelle, cause d'importantes déperditions, la gestion de la vapeur d'eau dans un bâtiment isolé demande désormais une grande attention.

- **III.1.5.3. Caractérisation du confort hygrothermique :**

On peut caractériser le confort hygrothermique en 3 points :

- Hygrométrie (lié uniquement à l'humidité spécifique)
- Thermique (lié uniquement à la température)
- Hygrothermique (lié à la température et à l'humidité spécifique)

- **III.1.5.4. Conditions du confort hygrothermique :**

1. Zone à éviter vis-à-vis des problèmes de sécheresse.
2. Zones à éviter vis-à-vis des développements de bactéries et de microchampignons.
3. Zone à éviter vis-à-vis des développements d'acariens.
4. Polygone de confort hygrothermique

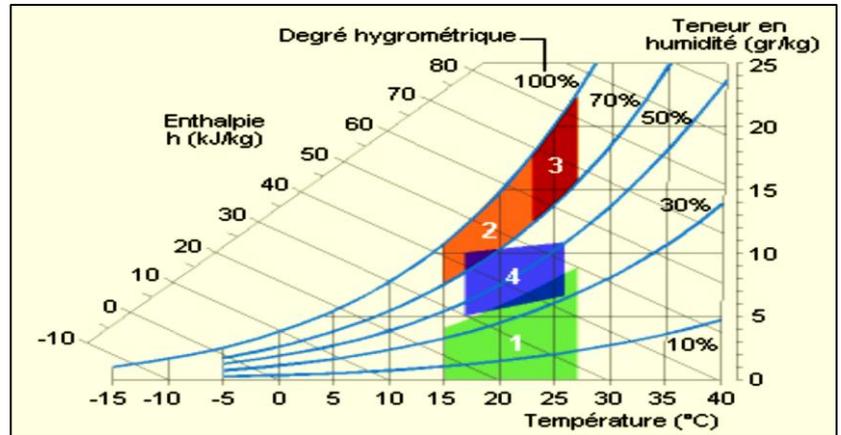


Figure 77: Conditions hygrothermiques confortables.

- **III.1.5.5. Comment assurer le confort hygrothermique :**

Le confort hygrothermique peut être atteint seulement lorsque la combinaison des paramètres tels que la température, l'humidité et le mouvement d'air se situe à l'intérieur des limites de ce qu'on appelle la « zone de confort ».

L'humidité sous forme liquide ou vapeur peut endommager la structure, réduire la résistance thermique des matériaux de construction, changer les propriétés physiques et même déformer des matériaux.

La qualité d'air intérieur (QAI) des bâtiments dépend des concentrations des composants gazeux, liquides ou solides en suspension.

Pour le but d'assurer le confort hygrothermique et influencer ces différents paramètres la qualité de ventilation semble la solution.

III.1.6. Chauffage et ventilation :

- **III.1.6.1. Définition :**

La ventilation introduit de l'air extérieur dans un bâtiment ou une pièce et distribue l'air dans ce bâtiment ou cette pièce. L'objet général de la ventilation des bâtiments est d'assainir l'atmosphère en diluant les polluants formés dans le bâtiment et en évacuant ces polluants.

- **III.1.6.2. Les éléments de base caractérisant la ventilation des bâtiments :**

*Le débit de ventilation : quantité d'air extérieur introduite dans l'espace, et qualité de l'air extérieur

*La direction du flux d'air : direction générale du flux d'air dans un bâtiment, 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, et tout point de l'espace ventilé doit être débarrassé efficacement des polluants aéroportés qui y sont générés.

- **III.1.6.3. Les types de ventilation :**

- La ventilation de base : C'est la ventilation nécessaire pour assurer une bonne qualité de l'air intérieur.
- La ventilation intensive : en complément de la ventilation de base, La ventilation intensive s'opère selon deux modes :
 - *la ventilation unilatérale.
 - *la ventilation transversale.
- La ventilation des locaux spéciaux : les garages, les caves et les greniers.

- **III.6.4. Types de système de ventilation :**

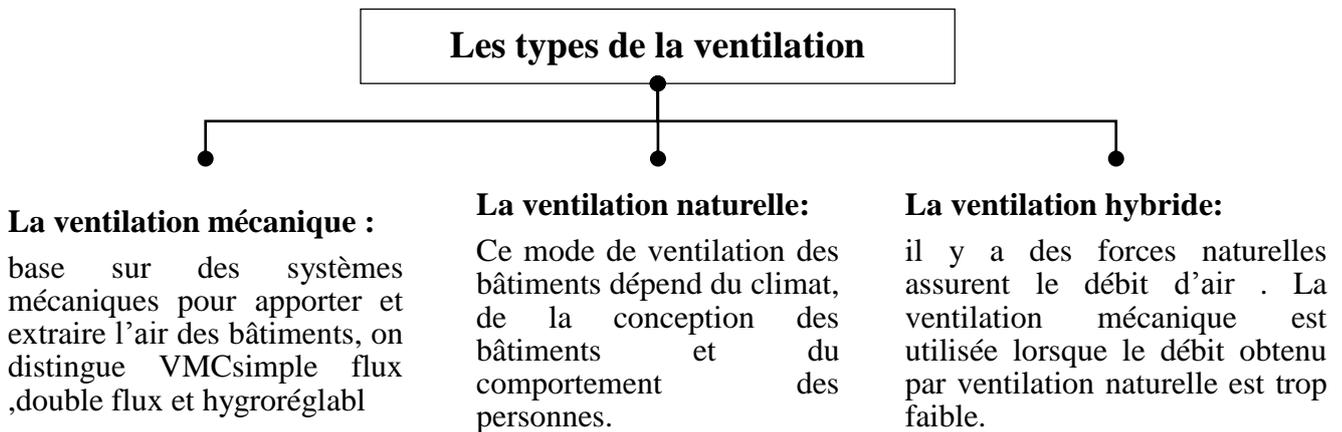


Figure 78:Types de système de ventilation
Source : auteur

III.3. RETOUR D'EXPERIENCES SUR LE THEME :

Parmi les récentes études en lieu avec la recherche des systèmes de ventilation, la plupart mettent en avant des systèmes de ventilation (naturelle et/ou mécanique) contrôlés, dans le sujet on va analyser une de ces études.

III.3.1 : Présentation de l'étude :

Thèse présentée par **Adrien Dhalluin** pour l'obtention du grade de docteur de l'université de la rochelle à l'école doctorale sciences et ingénierie en matériaux, mécanique, énergétique et aéronautique, spécialité génie civil, sous thème : étude de stratégies de ventilation pour améliorer la qualité environnementale intérieure et le confort des occupants en milieu scolaire, Soutenue le 19/06/2012.

III.3.2 : objectifs d'étude :

Ce travail se focalise sur la recherche de stratégies de ventilation adaptées pour ces bâtiments scolaires et en particulier les salles de classe, afin d'améliorer la qualité de l'environnement intérieur (QEI) et donc les conditions d'enseignement, et minimiser les consommations énergétiques.

La contribution de chercheur consiste à apporter des réponses supplémentaires dans cette recherche de stratégies de ventilation appropriées au milieu scolaire, en testant et classant sur la base d'une évaluation multicritère, les performances de quatre modes de ventilation installés dans des salles de classes de l'Université de La Rochelle, Ventilation naturelle par ouverture des fenêtres, Ventilation naturelle automatisée (Self Opening and Shading System SOS), Ventilation mécanique double flux et ventilation mixte. L'analyse des performances est faite en périodes chaude et froide, à la fois expérimentalement et numériquement, sur les paramètres physiques mesurés, les niveaux de confort calculés et ressentis, grâce à la distribution d'enquêtes pendant les cours, mais aussi sur des critères énergétiques.

Parmi les stratégies de ventilation étudiées, est évalué un système de ventilation naturelle innovant par ouverture automatisée des fenêtres (et stores extérieurs), contrôlé par la détection de présence ainsi que les niveaux de température et de luminosité intérieure et extérieure. L'un des objectifs de cette thèse est donc de voir si la ventilation naturelle par ouverture des fenêtres (contrôlée et/ou non contrôlée), qui est le mode de ventilation le plus souvent installé dans les bâtiments scolaires, est une solution viable en climat tempéré.

III.3.3 : Processus d'étude : Dans le cadre de cette étude l'auteur a suivi 5 étapes :

1- Cette phase est l'état de l'art du rôle de la ventilation et des systèmes existants et surtout des critères d'évaluation de la qualité environnementale intérieur(QEI) et du confort, qui sont utilisés dans cette étude.

2- La 2^{ème} phase pour le but de décrire le protocole expérimental mis en place pour évaluer les performances des différents systèmes de ventilations en termes de QEI, confort et consommations énergétiques. Des mesures préliminaires permettraient d'évaluer certaines caractéristiques des locaux qui sont utiles à l'analyse des résultats expérimentaux et numériques. Une étude des principaux facteurs influant sur l'environnement intérieur des salles de classe est réalisée pour mesurer l'impact de ces sources et proposer quelques préconisations d'usage. Alors comme synthèse de cette étape ils ont résumé les impacts des facteurs influant sur l'environnement intérieur des salles de classe en deux :

- **Impact du climat :** l'impact des conditions climatiques concerne la température d'air et les concentrations intérieures en particules :

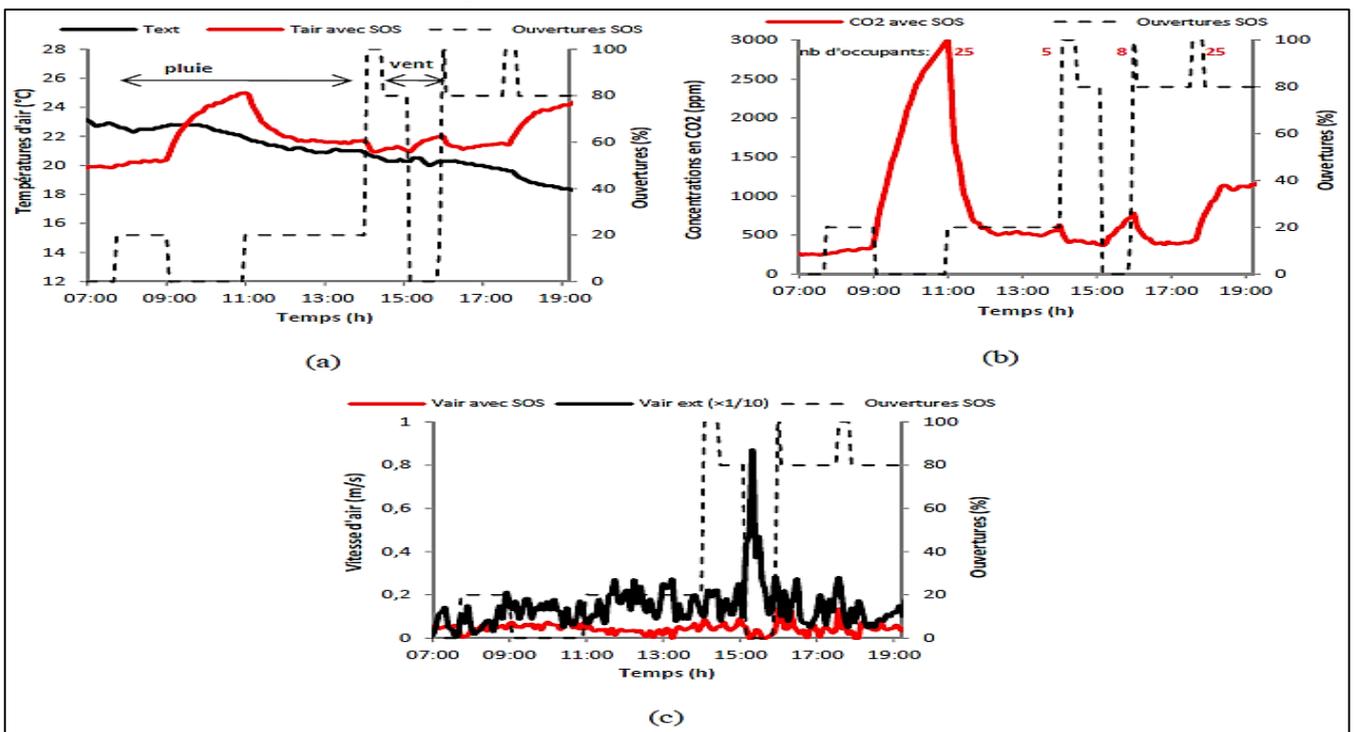


Figure 51 : Comportement du système SOS en cas de précipitation et vent et conséquences sur : a) la température d'air intérieur, b) les concentrations en CO2 et c) les vitesses d'air (attention : vitesse d'air extérieure réduite à 10% de sa valeur réelle pour des problèmes d'échelle)

- **Impact des occupants :**

L'impact des occupants est également très important du point de vue thermique et QAI. Ainsi, durant les cours, on constate de fortes augmentations de températures d'air et opératives (jusqu'à + 5°C sur un cours d'1h30), du gradient vertical de température (jusqu'à + 3°C), des concentrations en CO2 (jusqu'à 2000 ppm sous 1 vol/h et davantage en cas de ventilations par seules infiltrations) et des concentrations en grosses particules notamment (jusqu'à 210 µg/m3 pour les PM10), les diamètres compris entre 3 et 7,5µm étant les plus affectés.

3- Les résultats d'étape précédente montre la difficulté l'élaborer une stratégie de ventilation, alors le chercheur dans cette étape a comparé expérimentalement les performances de différents systèmes de

ventilation, couramment utilisés et innovant, du point de vue de la QEI, du confort et des consommations énergétiques, en période chaude et froide.

D'après les comparaisons multicritères ils ont trouvé que la ventilation naturelle par la fenêtre peut assurer un environnement intérieur sain et confortable en minimisant la facture énergétique, si toutefois elle est contrôlée par des paramètres bien choisis, alors, le système d'ouverture automatisée des fenêtres et stores (SOS), contrôlé par la présence, la température d'air et le niveau d'éclairement est le meilleur compromis pour fournir des conditions d'enseignement satisfaisantes et de faibles consommations énergétiques toute l'année, dans le cas du climat tempéré de La Rochelle.

Par contre dans un climat plus extrême (très chaud, très froid ou très humide) ou en cas d'environnement extérieur bruyant, la ventilation hygiénique seul est un mal choix. La ventilation hybride pourrait être une bonne solution.

❖ Avec occupants :

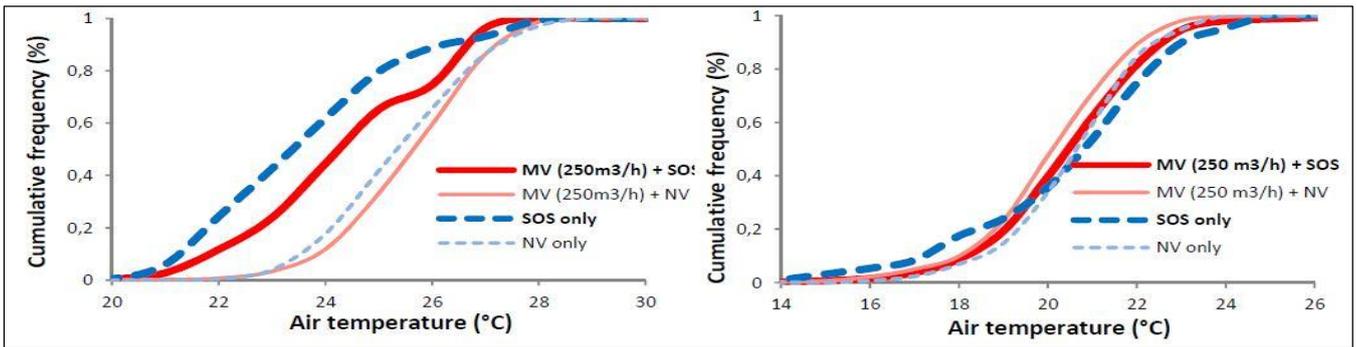


Figure 79: température de l'air

Source : thèse de doctorat présenté par Adrien DHALLUIN

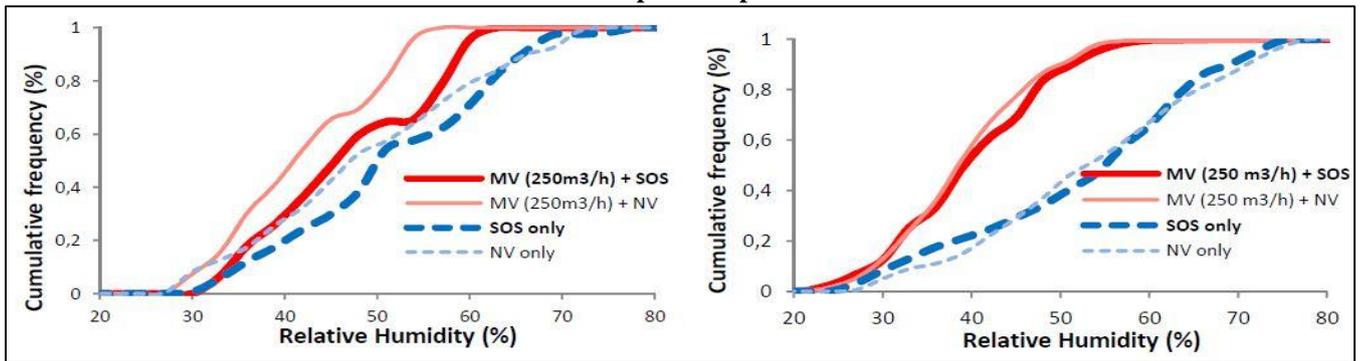


Figure 80: Source : Humidité

Source thèse de doctorat présenté par Adrien DHALLUIN

Sans occupants

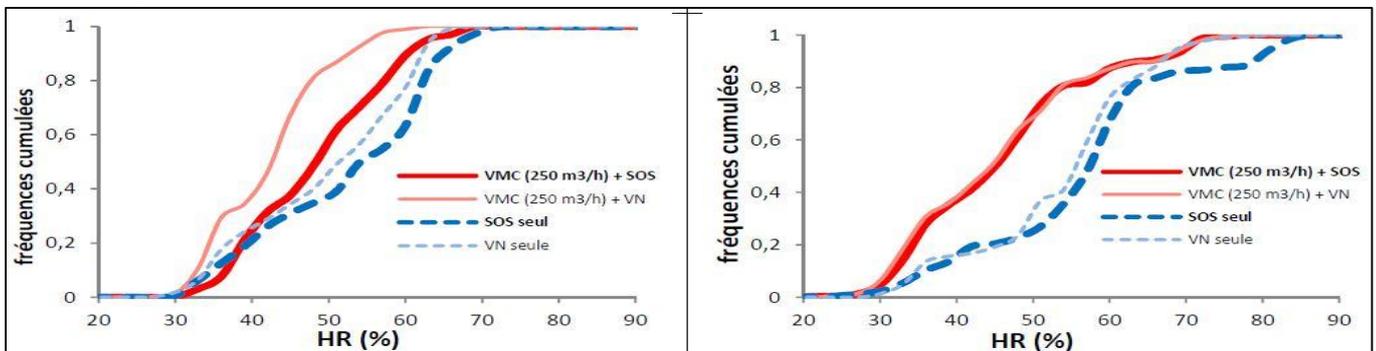


Figure 54 : Humidité

Source thèse de doctorat présenté par Adrien DHALLUIN

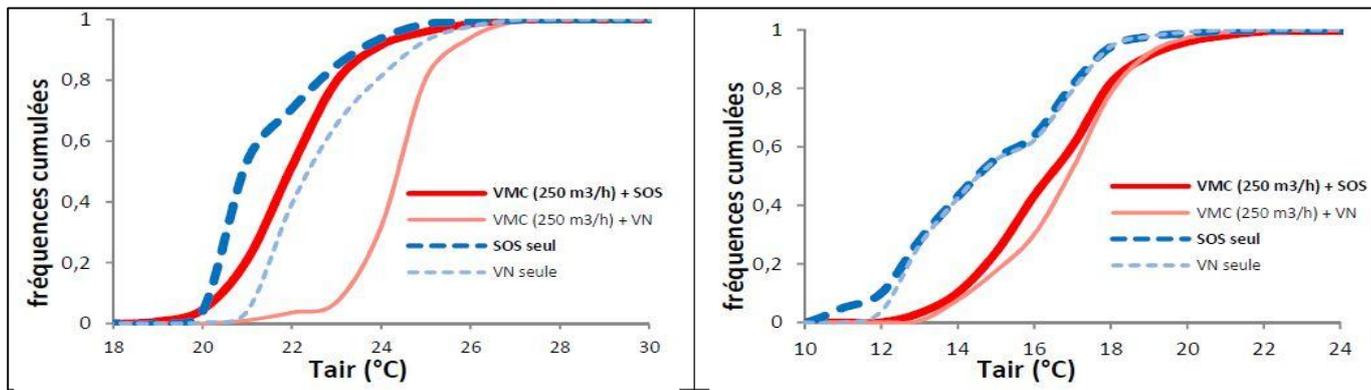


Figure 55: Température.
 Source thèse de doctorat présenté par Adrien DHALLUIN

Il apparaît que les stratégies de ventilation provoquant le plus de gênes auprès des occupants sont les modes mixtes et particulièrement le mode « VMC (250 m3/h) + SOS », ce qui est cohérent avec les résultats de notre approche confort. Les principales nuisances qui ressortent pour tous les modes de ventilation lors des deux saisons sont liées à la température (trop chaude ou trop froide) ou encore la luminosité (majoritairement liée à l'ensoleillement). Les nuisances sonores sont essentiellement présentées pour les modes « avec SOS » et sont liées aux actions des stores et fenêtres (« bruit SOS »). Les bruits de ventilation mécanique (« bruit VMC ») ou encore la « réverbération » sont des problèmes mineurs. Le mode « VN seule », qui est celui présentant le moins de gênes à priori, est le seul pour lequel la nuisance visuel et acoustique de l'instrumentation de la salle (« matériel ») apparaît.

Pour conclure cette phase le chercheur a fait un tableau de comparaison :

Tableau 3: les nuages de tags représentant les plus fortes occurrences des nuisances évoquées par les occupants, selon le mode de ventilation et la saison : en noir, il s'agit des gênes recensées en été et en gris, celles recensées pour les deux saisons.

VMC(250m ³ /h)+SOS		VMC(250m ³ /h)+VN	
ETE : 57.8% Température Air sec Manque d'air Bruit SOS	HIVER : 45.3% Température Luminosité Bruit SOS bruit VMC	ETE : 67.6% Température, Humidité Manque d'air Air sec odeurs	HIVER : 47.1% Température Luminosité
SOS seul		VN seul	
ETE : 72.5% Température Bruit SOS bruit VMC Luminosité	HIVER : 73.7% Luminosité Courant d'air Air sec Bruit SOS bruit VMC Température	ETE : 70% Matériel Manque d'air Température	HIVER : 81% Matériel Température Luminosité

4- Après évaluation,, il s'avère que la stratégie de SOS est la meilleure stratégie de ventilation parmi celles testées dans les salles de classe, cette étape est focalisé sur le confort des occupants, l'auteur s'intéresse au ressenti et au comportement humain dans l'ambiance, à travers l'étude de relations entre les différentes approches du confort et modéliser statistiquement un indice de confort global ainsi que les réactions adaptatives des occupants pour le but de proposer un algorithme de contrôle d'ouverture des fenêtres.

P_{of} : probabilités des fenêtres
laissées ouvertes.

P_{ar} : probabilités radiateur allumé

$$\begin{cases}
 P_{ar} = 1 \text{ si } T_{op} < 17^{\circ}C \\
 P_{ar} = 0,125 T_{op} \text{ si } 17^{\circ}C < T_{op} < 25^{\circ}C \\
 P_{ar} = 0 \text{ si } T_{op} > 25^{\circ}C
 \end{cases}$$

$$P_{of} = -0,0001 \times T_{op}^4 + 0,0088 \times T_{op}^3 - 0,2621 \times T_{op}^2 + 3,3279 \times T_{op} - 15,382$$

Source thèse de doctorat présenté par Adrien DHALLUIN

5-Cette phase consiste à simuler les performances annuelles des stratégies de ventilation expérimentées, à l'aide d'un code thermo-aéraulique du bâtiment. Puis une description concise des modèles utilisés, le chercheur tentait de valider le modèle couplé sur des séquences expérimentales bien définies, avant de classer ces stratégies sur une analyse multicritère de leurs performances. Den le cadre de faire des simulations annuelles des quatre systèmes étudiés, sur les paramètres hygrothermiques, aérauliques, énergétiques et de confort, ils ont basé sur le climat de La Rochelle et des scénarios d'occupation standard. Une classification par empreinte est réutilisée pour définir la meilleure stratégie de ventilation pour les salles de classe modélisées, en fonction des conditions choisies.

Comme résultat de cette partie ils ont constaté que le la meilleure qualité environnementale intérieure est obtenue avec le (nouveau) système « SOS seul » (sans store) dans le climat de la Rochelle. Les autres stratégies de ventilation naturelle, mécanique ou hybride, contrôlées (par des paramètres thermiques et des concentrations en polluant sont envisageables et feront l'objet de travaux futurs.

Température :

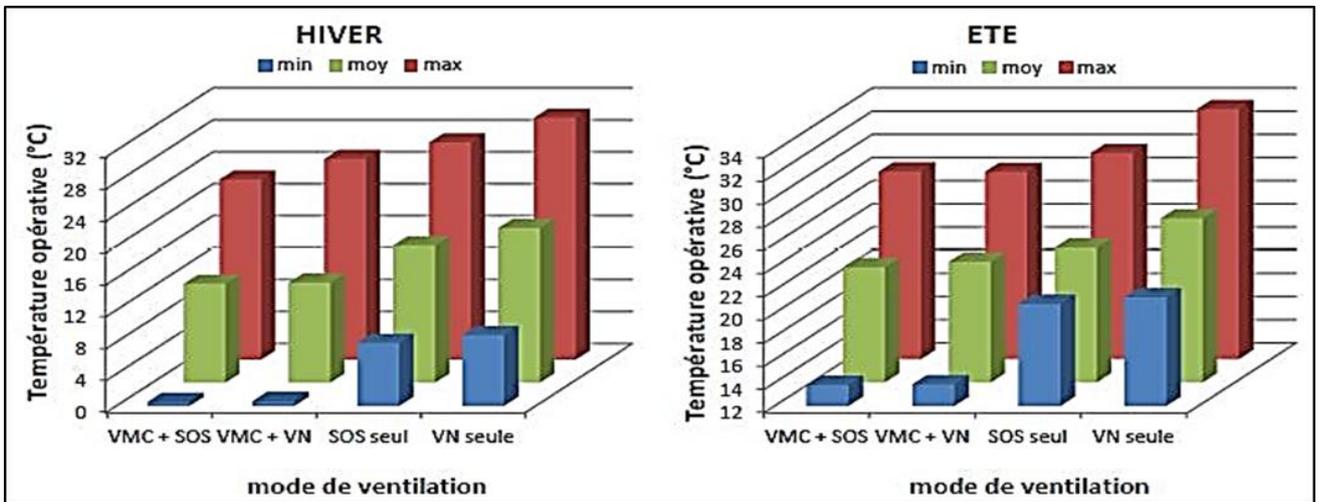


Figure 57 : Valeurs moyennes et extrêmes des températures simulées

Source thèse de doctorat présenté par Adrien DHALLUIN

Humidité :

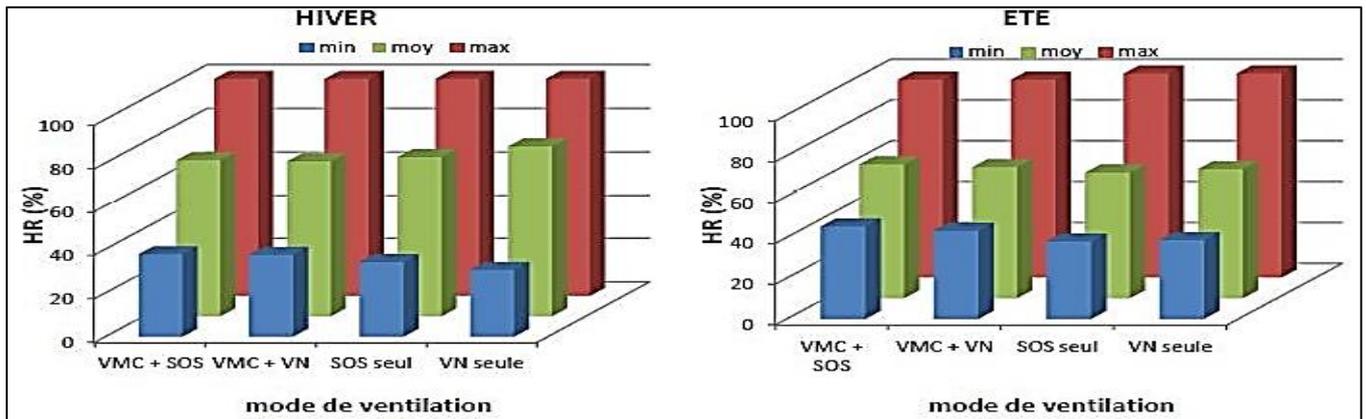


Figure 81: Valeurs moyennes et extrêmes des taux d'humidité relative simulés
Source thèse de doctorat présenté par Adrien DHALLUIN

Débit de ventilation :

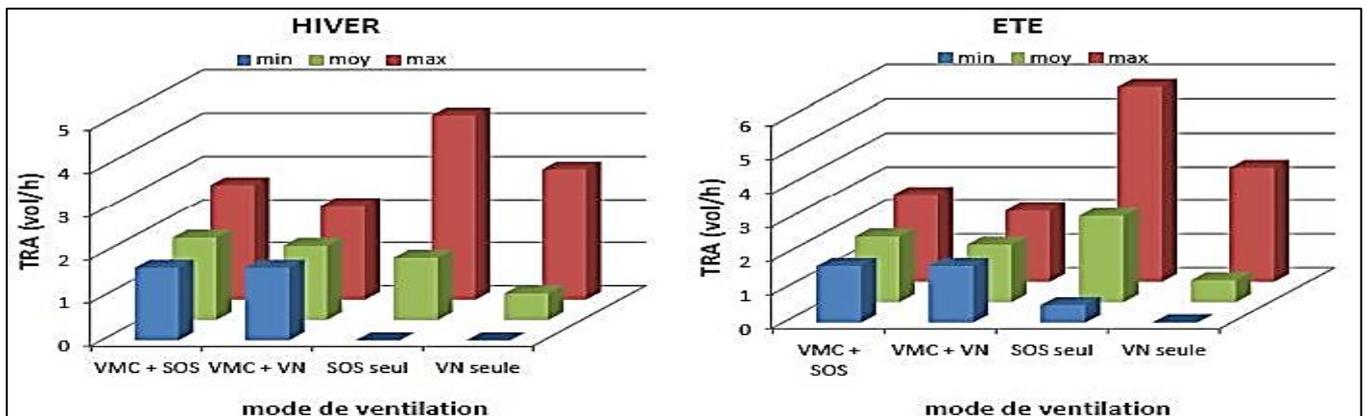


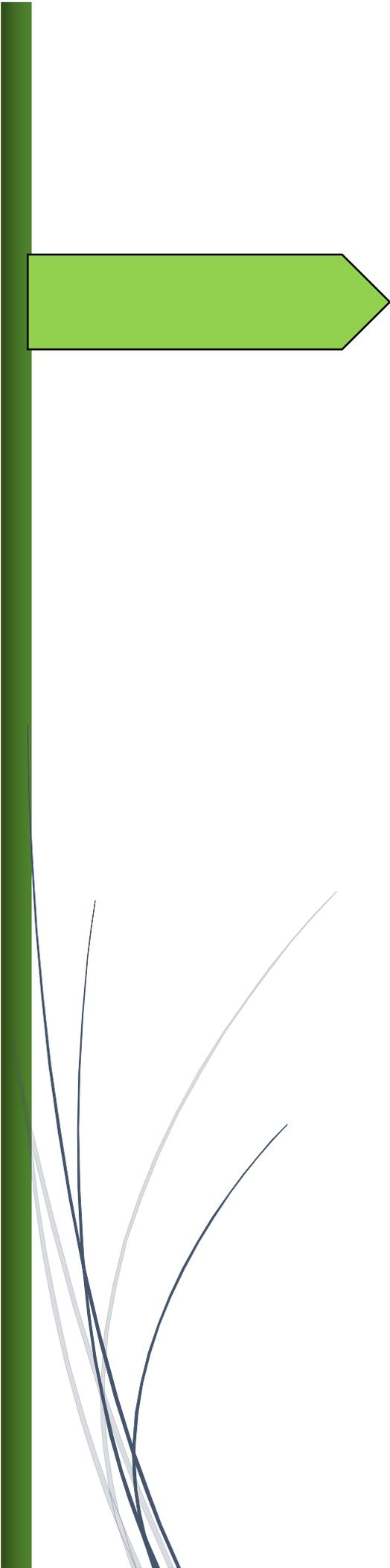
Figure 82: Valeurs moyennes et extrêmes des débits de ventilation relative simulés
Source thèse de doctorat présenté par Adrien DHALLUIN

III.3.3. Les intérêts de cette étude :

Nous pouvons résumer les intérêts de cette étude dans quelques points :

- La ventilation naturelle peut assurer une ambiance intérieur sain mais reste incontrôlable.
- La ventilation hybride est une solution dans différents climats.
- Il est primordial de préchauffer l'air d'un système de ventilation mécanique, l'échangeur de chaleur ne suffit pas (alors nous avons utilisé les échangeurs air/sol).
- La ventilation touche différents domaine de confort, plus on détaille nos critères on obtiendra meilleurs performance (humidité, température, débit d'air, énergie).
- Pour atteindre une ventilation confortable la corrélation entre systèmes passif et actif préférable afin d'assurer la fois le débit d'air et la basse consommation énergétique.
- Pour que le système de ventilation soit fiable il est préférable d'utiliser des système d'énergie renouvelable et intégrer des systèmes de détection ou de contrôle automatique.

« L'architecte du futur construira en imitant la nature parce que c'est la plus rationnelle, durable et économique des méthodes » ANTONIO GAUDI



CAS D'ETUDE

I. ECHELLE URBAIN

« Chaque ville a son histoire, sa personnalité, ses structures économiques et sociales. La nature des problèmes varie donc d'une ville à l'autre, comme d'un quartier à un autre ... Car une ville c'est de l'histoire cristallisée en formes urbaine. » JEAN-PAUL LACAZE.

I.1. LA VILLE DE CHERCHELL :

I.1.a. Présentation :

La ville de CHERCHELL c'est avant tout le témoin vivant de deux milles ans d'histoire, en effet elle assiste à l'avancement de plusieurs civilisations de différentes époques laissant à chaque passage des témoignages concrets qui subsistent jusqu'à nos jours et constituent aussi un patrimoine historique universel de valeur inestimable et de grande importance économique et touristique.

I.1.b. Situation :

❖ **Nationale** : la willaya de Tipaza est une willaya côtière situé à l'ouest d'Alger. Elle est limitée géographiquement par :

- Alger à l'est.
- Blida au sud
- Ain-Defla au sud-ouest
- Chleff à l'ouest
- La mer Méditerranéenne au nord.

❖ **Régionale** : la ville de Cherchell est une ville côtière limitée par :

- A l'est : Tipaza.
- À l'ouest : Sidi Ghilles.
- Au sud est : Sidi Amar et Nador
- Au sud-ouest : Sidi semaine et Menacer

I.1.c. Croissance :

La ligne de croissance et tout le long de la route nationale 11 des deux côtés est et ouest puisque on voit les lignes de croissance nord et sud sont stoppées par des barrières artificielle ou naturelles.

I.1.d. Accessibilité :

Cherchell est desservie par un réseau routier se résume en :

*La route nationale N11 : (importance régionale) : qui relie Alger à Oran. C'est un parcours littoral prés-romain reliant les différents comptoirs phéniciens par la voie terrestre, il a été renforcé ultérieurement par les romains.

*Le chemin de wilaya N109 : venant de la corniche de Chenoua et qui rejoint la RN11 au niveau de carrefour proche de l'oued el Bellah.

*Le CW106 : reliant Cherchell à la plaine de Mitidja (Blida) d'autre part.

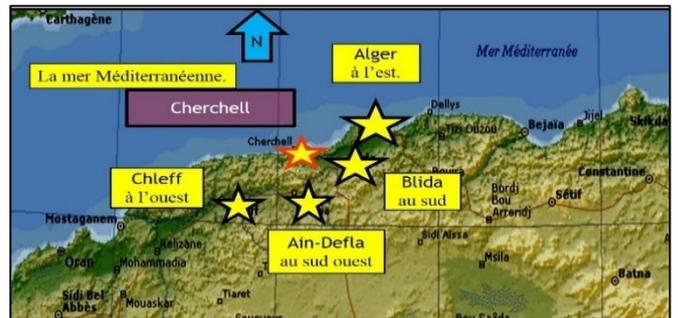


Figure 83: Situation nationale Source : Google mappe.

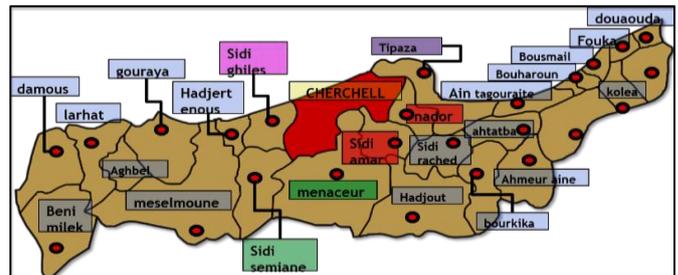


Figure 84: Situation régionale . Source : thèse.

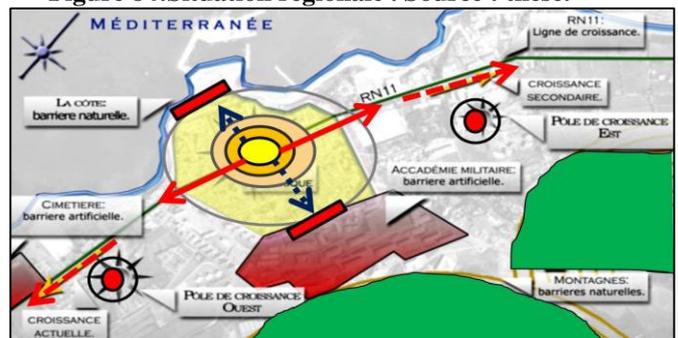


Figure 85: Schéma de croissance. Source : thèse



Figure 86: Accessibilité. Source : thèse

I.2. LE CAP ROUGE :

I.2.1. Présentation de l'assiette du quartier durable :

Notre aire d'étude se trouve à l'ouest de La ville de Cherchell qui est une ville côtière à environ 100Km à l'ouest d'Alger et à 28 Km de Tipaza son chef-lieu. La cote de Cherchell s'étend sur près de 26Km ornée de plage, de nombreuses criques, baies et falaise. Cherchell dispose également d'un patrimoine historique très important

I.2.2. Analyse de site :

I.2.2.a. Localisation :

*Le cap rouge se trouve à la limite de l'extension Ouest de Cherchell. Il s'étend sur près de 20 ha, ayant la forme d'une corne. Il est limité par :

- Au Nord par la Méditerranée.
- Au Sud par la RN11.
- A l'Est par Oued Dzair.
- A l'Ouest par une piste d'exploitation agricole.

I.2.2.b. Accessibilité :

L'accessibilité au périmètre d'étude est assurée par :

- La route nationale 11.
- Piste agricole.
- Deux voies secondaires.

I.2.2.c. Dimensions et forme :

- Notre site s'étend sur une superficie de 48 Hectares.
- La forme de notre POS est irrégulière, elle est la résultante des différentes barrières naturelles et artificielles.
- Notre site est presque à une forme d'une île.

I.2.2.d. Hydrologie et La nature du sol :

Le site est traversé par deux oueds viennent de montagnes vers la mer qui ont découpé nôtres site en deux zones.

Le sol de notre site est constitué de formations semi perméables et imperméables

I.2.2.e. Les Données Climatiques :

Notre site est caractérisé par un étage bioclimatique subhumide et climat méditerranéen qui caractérise par :

• Température :

*Le climat de Cherchell est un climat Doux, Malgré qu'il présente des températures assez élevées en Juin, Juillet, Aout et Septembre donc on se protège de cette température élevée par la végétation.

* Les températures varient entre 33°C pour les mois chauds de l'été (juillet, août) à 5,7°C pour les mois les plus froids (décembre à février) donc il faut des isolation d'extérieur pour protéger de froids d'hivers.

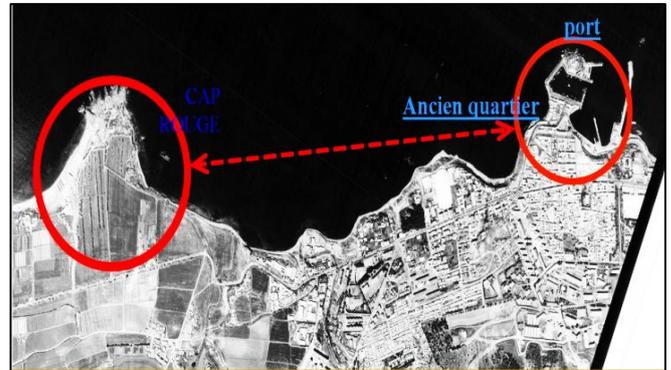


Figure 87:Localisation Source : Google earth.

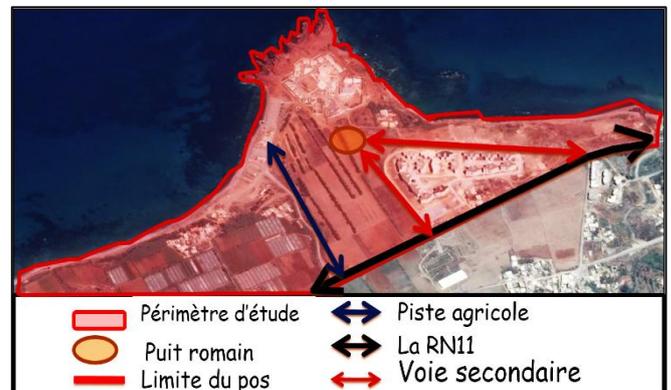


Figure 88:Accessibilité. Source : Google earth.



Figure 89:Hydrologie et La nature du sol Source : Google earth.

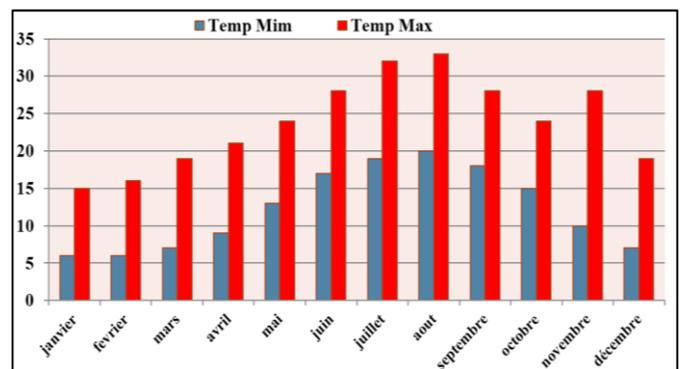


Figure 90:Température

les plus froids (décembre à février) donc il faut des

- **L'humidité :**

La Ville de Cherchell est caractérisée par un taux d'humidité élevé, il varie entre 40.8% et 94%, on doit minimiser de cette humidité par renforcer l'aération (les patios par exemples).

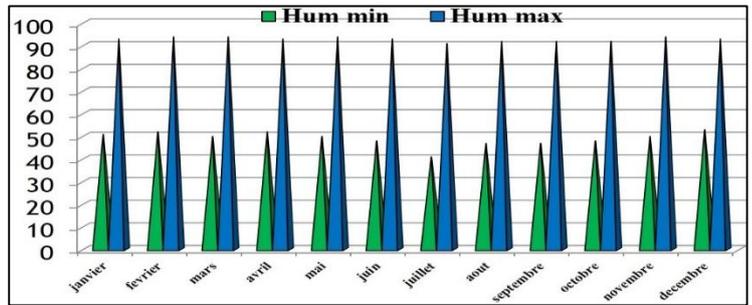


Figure 91:L'humidité

- **Les précipitations :**

Elles ne sont pas régulières, les mois les plus pluvieux sont : Décembre, Janvier, Février, Avril. Dans le reste de l'année, il s'agit de pluies reçues sous forme d'orages. Les précipitations sont bien alors on peut faire des réservoirs des eaux pluviales.

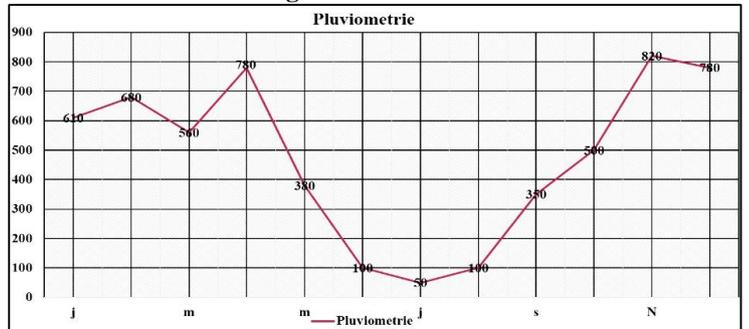


Figure 92:Les précipitations

- **Les vents dominants :**

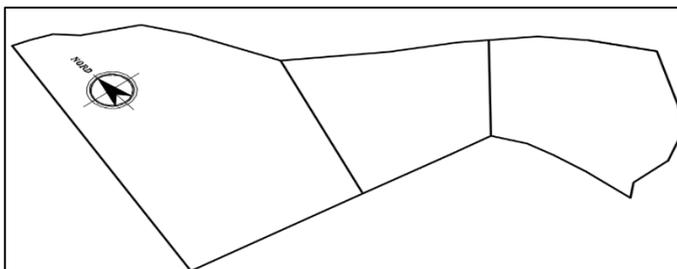
*Les vents froids d'hiver, avec une direction Nord-Ouest. On se prévoit de l'orientation des ouverture N-O.

*Les Vents d'été, avec une direction Est et Nord-est. On va faire des obstacles pour minimiser l'effet de vents chaud. Vitesse

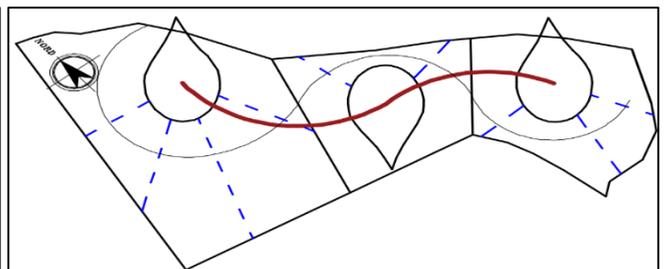


Figure 93:Les vents dominants

I.3. LA GENESE DE PLAN D'AMENAGEMENT :



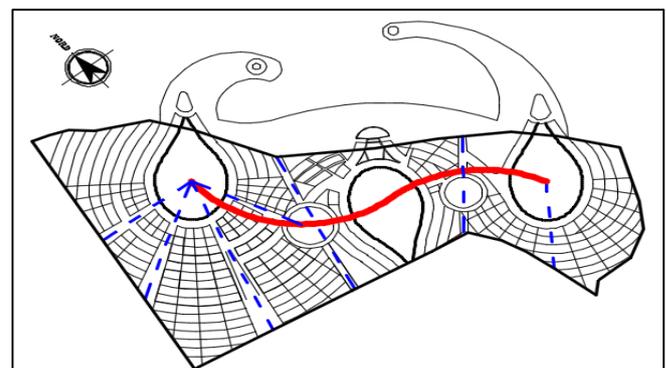
1-Nous avons devisé le terrain en 3 assiettes pour implanter trois projets différents



2-Nous avons relié les trois projets par un axe central et aussi avec la route nationale.

3. La forme finale :

- Nous avons relié les projets entre eux et avec les autres composantes après qu'on a délimité les ilots et les fonctions de ces ilots selon le principe de hiérarchisation des espaces de collectifs vers le privé.



I.4. LES PRINCIPES D'AMENAGEMENT :

Dans notre quartier, nous avons appliqué des principes d'aménagement des éco quartiers tels que :

- **Transport et mobilité** : il fallait que nous devrions assurer que notre éco quartier est bien connectés grâce à :
 - Un réseau des rues forme une grille pour faciliter le déplacement vers toutes les directions.
 - Pendant notre aménagement nous avons pris en compte le souci de transport pour permettre d'accéder vers les lieux de travail et aux services (santé, loisirs, lieux de commerce, sport, etc.) facilement.
 - Un système de maillage, délimite par des voies mécaniques ou piétonnes.
 - Favoriser la circulation cyclable et piétonne.
 - Hiérarchisations des voies selon leurs importances, les principales se trouvent au périphériques et au centre et les autres traversent l'éco quartier pour minimiser l'impact des automobiles et facilite le déplacement.
- **Economie** : notre éco quartier est quartier touristique vas revenir sur la ville par des intérêts économiques importantes et va assurer plusieurs postes de travail.
- **Services** : nous avons mis à disposition de services accessibles à tous les habitants.
- **Equité** : c'est le résultat de la mixité socio-fonctionnelle et inter générations.
- **Diversité** : Nous avons développé l'éco quartier selon deux axes :
 - La mixité des sociale (mixité de espaces et les activistes selon les catégories sociales).
 - La mixité fonctionnelle (mixité de logements, d'emplois, des activités).
- **Identité** : Notre quartier est structuré selon un axe centrale bien défini qui réunit tous les projets architecturaux.

I.5. LES PRINCIPES BIOCLIMATIQUES INTEGRES :

Chaque éco quartier a des principes bioclimatiques afin d'assurer une la durabilité du quartier, dans ce contexte nous avons intégré des principes bioclimatiques selon plusieurs domaines tels que :

- ✓ **Eau** :
 - Prendre en considération le cycle de l'eau et faire des bassins pour récupérer les eaux pluviales.
- ✓ **Energie** :
 - Prendre en considération l'orientation pour que la disposition des constructions permettra l'intégration des panneaux solaires au niveau des projets et même comme des toits pour les parkings et profiter les apports solaires.
 - Focaliser sur l'axe d'énergie pour répondre aux besoins et à la consommation d'énergie (bâtiments, déplacements). Nous avons utilisé des systèmes des énergies renouvelables (photovoltaïques, thermique etc...).
 - La compacité, pour assurer une densité durable pour minimiser son impact sur le territoire et les pertes alors moins de besoins énergétiques.
- ✓ **Gestion des déchets** :
 - Concernant la gestion des déchets, nous avons utilisé des enrobés recyclés pour les voiries.
- ✓ **La biodiversité** :
 - Prendre en compte la biodiversité c'est le centre de conception du projet.
 - Assurer la qualité de vie et la santé de ses occupants par l'implantation et la biodiversité.
 - Assurer la continuité écologique pour préserver le microclimat.

I.6. LE DIAGRAMME SOLAIRE :

Chaque éco quartier a des principes bioclimatiques afin d'assurer une durabilité du quartier, dans ce contexte nous avons intégré des principes bioclimatiques selon plusieurs outils tels que :

✓ Diagramme solaire :

Le diagramme solaire a pour but de nous guider à prendre en compte l'ensoleillement comme un facteur déterminant et pas comme un facteur modifiant sur notre réflexion pour créer un projet bioclimatique sur différents niveaux :

- Orientation.
- Dimension
- Formes
- Type de vitrage.

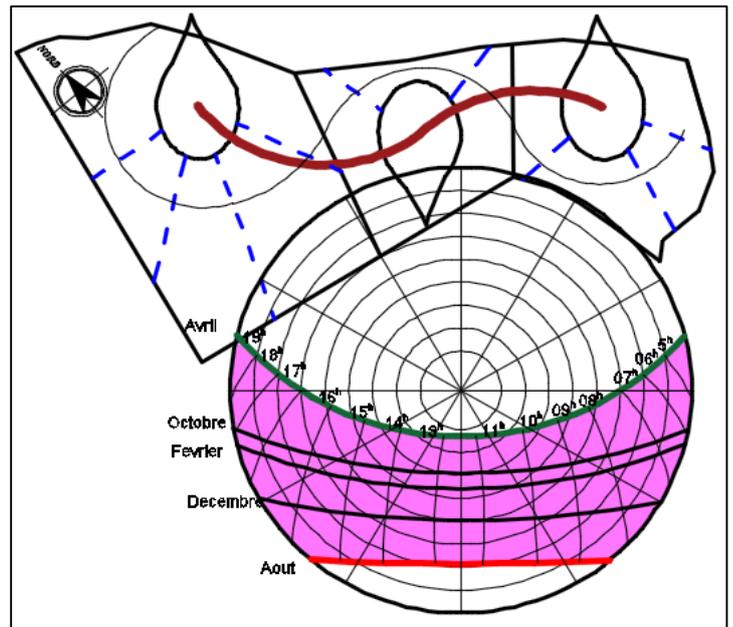


Figure 94: Diagramme solaire
Source : auteur

II. ECHELLE ARCHITECTURALE

Le but de la société est de procurer à chacun le bien-être. HONORE DE BALZAC (1831)

II.1. Présentation de la parcelle :

La parcelle qu'on a choisie se trouve au sud-ouest du site elle est caractérisée par :

- Périmètre : 917.61 m
- Surface : 48756.91 m²
- Pente très douce : 1%
- Cette parcelle a une forme régulière presque un trapèze.
- Elle a un côté sur la mer de 210m de long.
- Elle se trouve entre la route nationale et la mer.

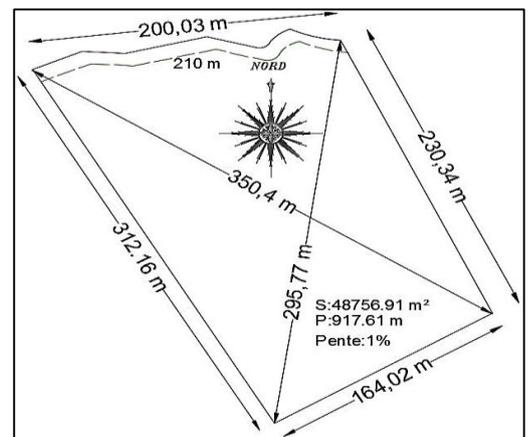


Figure 95: La parcelle

II.2. Présentation du projet architectural :

Notre centre de thalassothérapie regroupe différentes fonctions et activités afin de répondre aux besoins des touristes et usagers quel que soit sa catégorie sociale ou son sexe. Parmi ces fonctions :

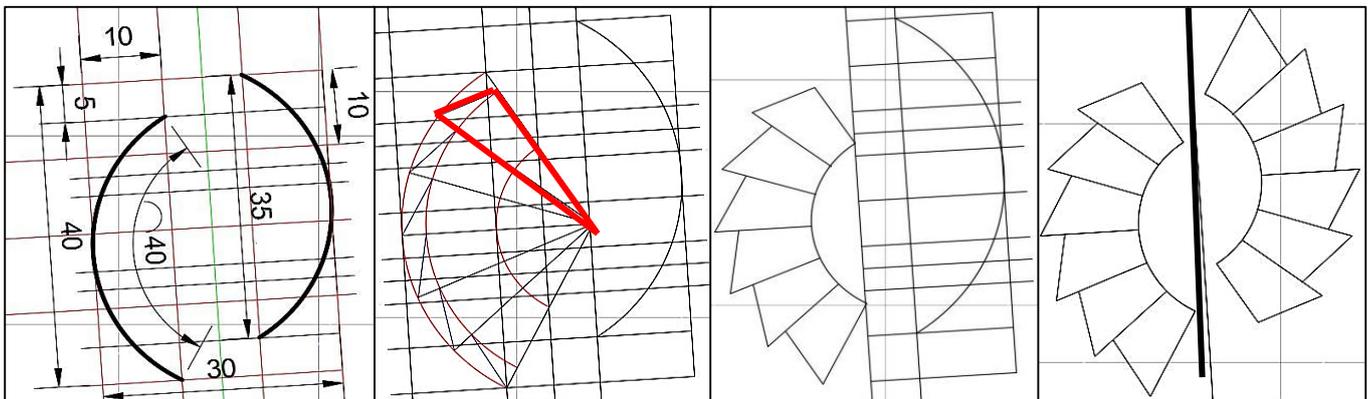
- L'accueil : un grand hall ouvert peut assurer cette fonction.
- L'hébergement : toute une partie de ce bâtiment est dédiée pour cette activité, on trouve la diversité des chambres du côté d'hôtel est compatible à toutes les catégories des utilisateurs même la catégorie des handicapés.
- Espace de détente, loisir et d'animation et même une garderie.
- Espace commercial et restauration.
- La logistique et l'administration qui se trouve au centre de projet reliée avec tous les espaces.
- Les soins et la remise en forme

II.3. Justification de type de bâtiment : nous avons choisi ce type selon :

- ❖ **La fonction :** on a choisi un centre de tourisme de santé (centre de thalassothérapie) selon :
 - La position stratégique du site qui se situe au bord de la mer.
 - Les orientations du POS où se trouve notre site
 - La demande de thalassothérapie et le manque des établissements de ce genre en Algérie.
- ❖ **La forme :** nous avons basé sur deux points :
 - D'après notre analyse bioclimatique de site, notre site est exposé au vents qui vient de différents cotées alors pour protéger notre construction on a utilisé la forme aérodynamique.
 - La forme aussi pour profiter le maximum des apports solaires.
 - Selon l'étude des typologies d'habitation et nos recommandations suite au diagramme de confort on a vu que la typologie plus existante c'est les maisons à patio qui a la plus performante et la solution passive de problème d'humidité alors on a utilisé ce concept pendant la conception de projet.
- ❖ **Les styles :**
 - La ville de CHERCHELL a un patrimoine riche par différent style d'architecture. Selon cette idée et en tenant compte de la notion de développement durable, nous avons préservé et réutilisé un peu de style des architectures existées pour intégrer le projet dans la ville et pour des buts esthétiques, avec des touches d'architecture moderne.

II.4. La genèse de l'idée de projet :

S.P. A : l'idée de projet vient de la lettre S qui désigne la santé selon **S.P.A** Sanitas per aqua ou santé par l'eau. D'après cette idée on a fait plusieurs formes afin d'aboutir à la forme finale comme suit :

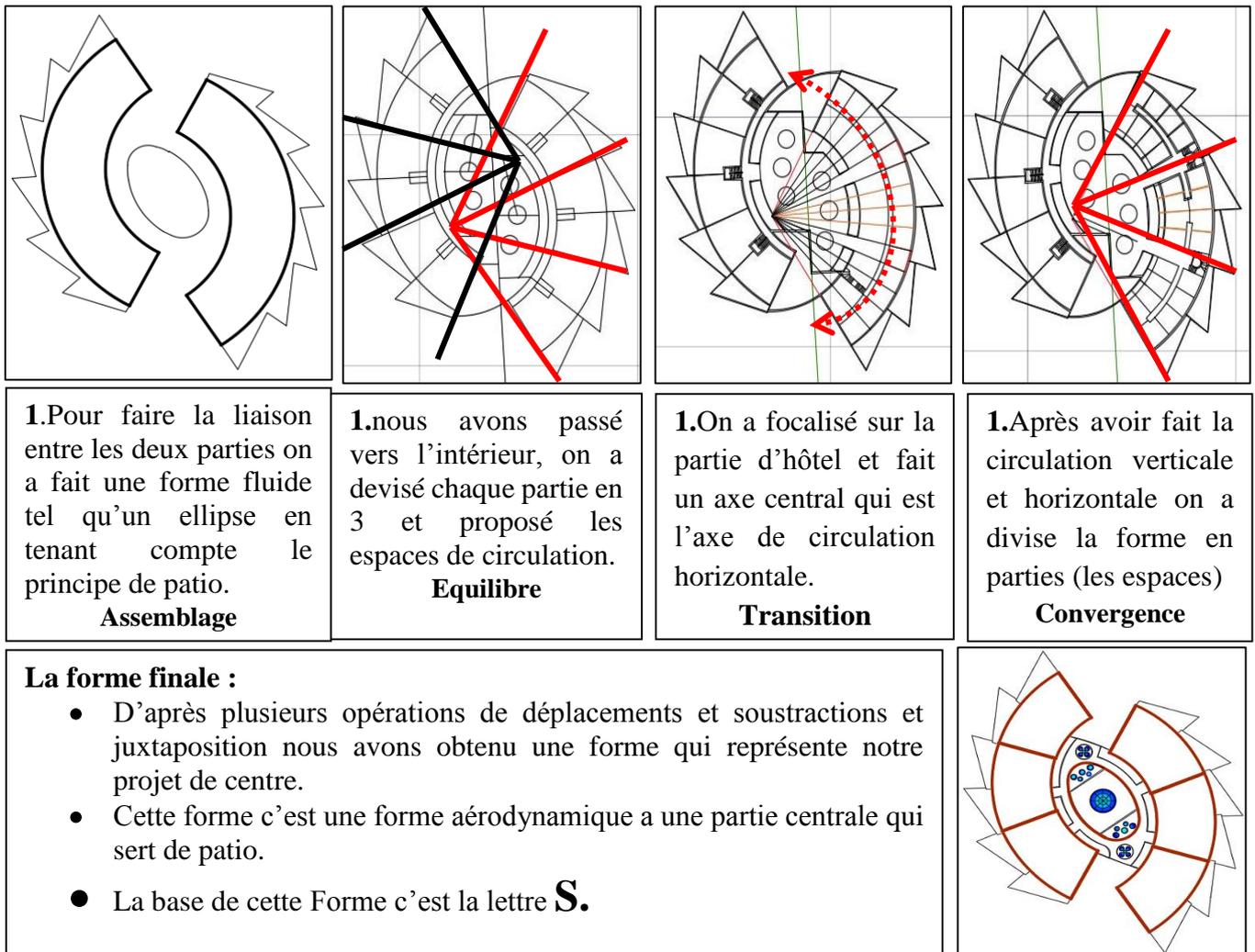


1. On a fait une trame de 10X10m
 2. on a fait 2 arcs ont longueur de 40m et dans un rectangle de 35X10m, avec un axe de symétrie. **Fluidité**

1. D'après le centre de l'arc on a fait des diagonales, et aussi on a fait autres arcs parallèles aux 1^{er}.
 2. On a fait des formes simples. **Juxtaposition**

1. Après la soustraction nous avons obtenue des formes successives selon un arc représentant une certaine dégradation. **Succession**

1. Par une rotation de 180° et décalage de 1/2 module (5m) on a fait l'autre partie. **Symétrie**



II.5. Les principes bioclimatiques intégrés dans le projet :

Nous avons intégré des aspects bioclimatiques pour assurer la durabilité de projet. Parmi ces aspects :

- **L'énergie :** nous avons intégré deux systèmes d'énergie renouvelable sont :

1. Le système d'énergie solaire photovoltaïque : pour répondre aux besoins énergétiques de l'équipement et

en se basant sur l'axe économique, nous avons intégré des panneaux photovoltaïques amovibles sur toutes les directions, positionnés sur les toits qui sont exposé vers le sud pour profiter des apports solaires, en plus nous avons intégré des ouvertures à vitrage qui travaille au même principe des panneaux solaires comme un vitrage photovoltaïque (technique innovante).

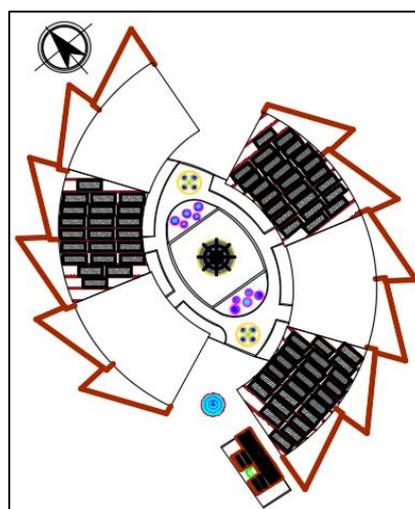


Figure 97: Les panneaux solaires photovoltaïques.

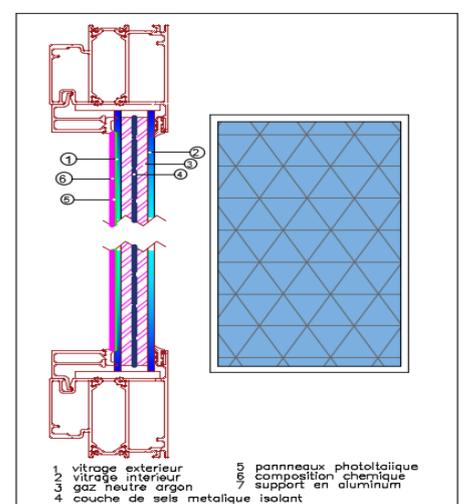


Figure 96: les ouvertures qui ont des cellules photovoltaïques.

2. Le système d'énergie solaire thermique : notre équipement a besoin d'eau chaude pour les baignoires et les douches et les piscines et aussi les salles des baignoires des chambres, pour répondre aux besoins d'eau chaude nous avons fait des panneaux solaires thermiques sur les toits de bâtiment pour bénéficier du soleil, et aussi on a fait un nouveau système moucharabieh avec des tubes d'aluminium qui permet de faire circuler l'eau dedans et se réchauffer alors on obtiendra de l'eau chaude.

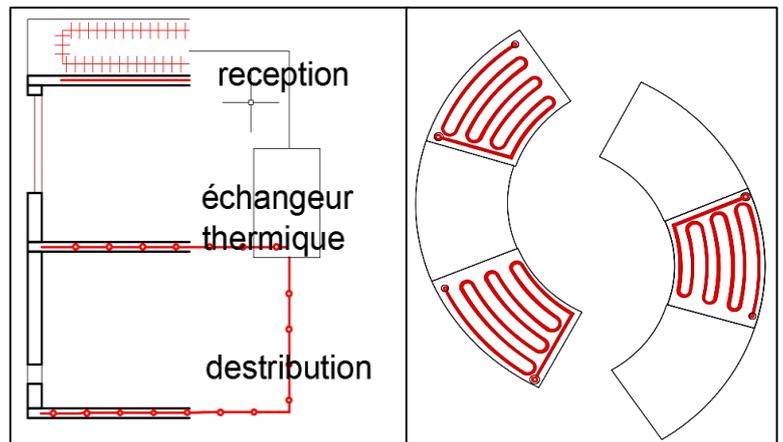


Figure 98: coupe de et plan fonctionnement des panneaux solaires thermiques

▪ **L'éclairage :** dans ce contexte nous avons assuré l'éclairage des espaces par :

- *La dégradation des niveaux de bâtiment.
- *La forme aérodynamique de l'équipement permet à tous les espaces de bénéficier de l'éclairage naturel.
- *la partie d'hôtel contient deux entités qui sont les cages d'escalier qui ont des ouvertures latérales pouvant assurer un éclairage optimal d'espace de circulation
- *chaque espace a une ou plusieurs ouvertures.
- *le hall est ouvert par une jardin végétalisé et les espaces centraux ont des ouvertures zénithales ou des puits des lumières.

▪ **Le chauffage :** pour le chauffage on a utilisé les planchers chauffants par l'eau chaude des panneaux solaires thermique et un nouveau système de moucharabieh.

1. Planchers chauffants par panneaux solaires thermiques :

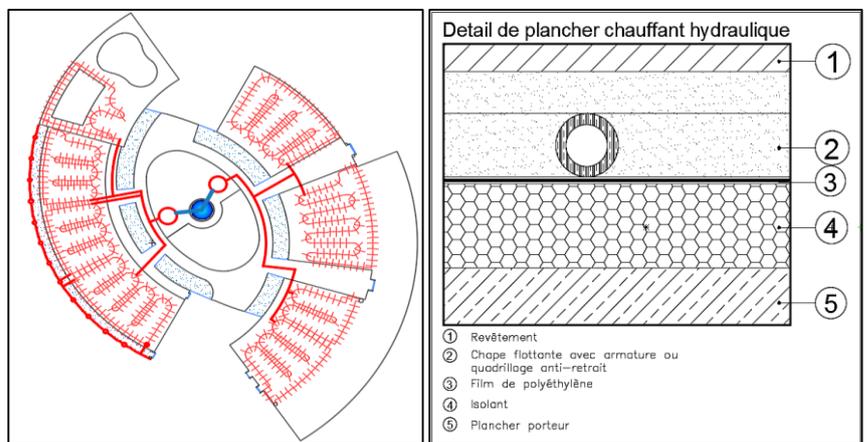


Figure 99: Planchers chauffants

2. le nouveau système de moucharabieh :

Ce système est basé sur la moucharabieh constitué en tubes d'aluminiums, dans ces tubes l'eau va circuler de façon continue et va recevoir la chaleur des rayons solaire du jour et chauffé par ces rayons, un autre système va gérer l'opération de distribution de l'eau.

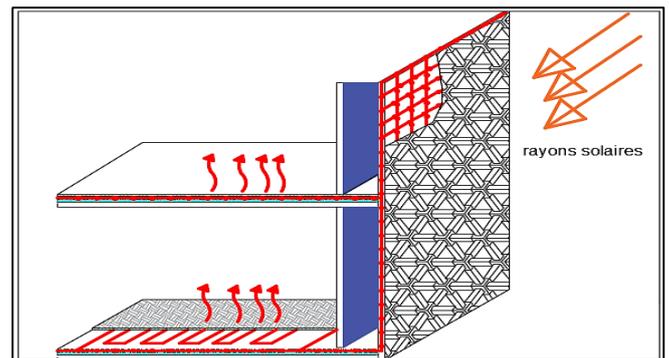


Figure 100: moucharabiyah en tubes d'aluminium comme un system

▪ **Le refroidissement :**

Nous avons utilisé les mêmes systèmes qu'on a utilisé pour le chauffage avec une source d'eau fraîche, nous avons proposé un puit souterrain d'eau situé au centre de projet pour amener de l'eau fraîche et alimenter les systèmes de refroidissement.

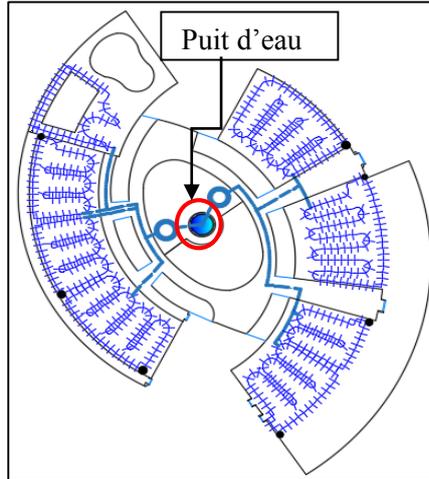


Figure 101: Plan schématique du système de refroidissement

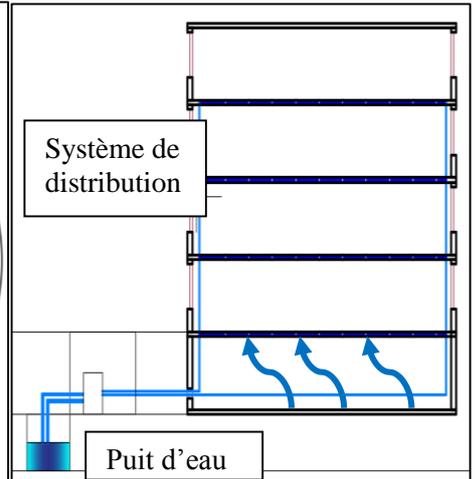


Figure 102: coupe schématique du système de refroidissement

▪ **La végétation :**

A) Le rôle du végétal dans l'urbanisme et l'architecture. Plus qu'une plante de hasard, ou qu'une mauvaise herbe, les plantes occupent une place non négligeable dans nos villes, notamment comme facteur de régulation.

La végétation a une importance dans le projet architectural car elle est un élément de base au niveau de confort afin de :

- *Filtrer les poussières.
- *Se protéger autant qu'un écran aux vent.
- *Favoriser la ventilation aussi.
- *Rafrâichir l'air par l'évapotranspiration.
- *Créer un microclimat acceptable.

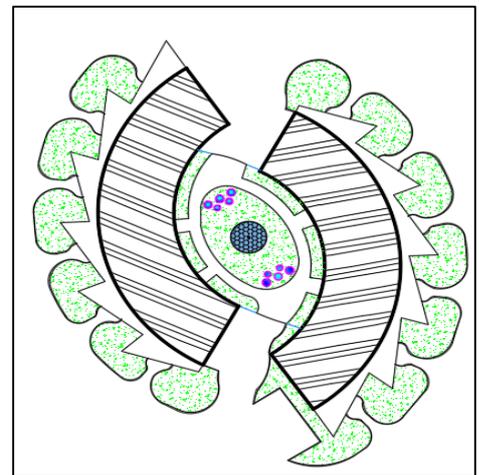


Figure 103: la végétation

B) Terrasses végétalisées : le système de végétalisation des toits permet de concevoir une toiture-terrasse accessible ou inaccessible avec du gazon. Cet aménagement constitue une protection écologique qui renforce de façon significative le confort thermique et phonique d'un bâtiment. L'aspect esthétique des toitures visibles est amélioré et l'augmentation des surfaces d'espaces verts génère une meilleure perception des villes par les citoyens. Des accès occasionnels carrossables peuvent être réalisés avec des dalles gazon.

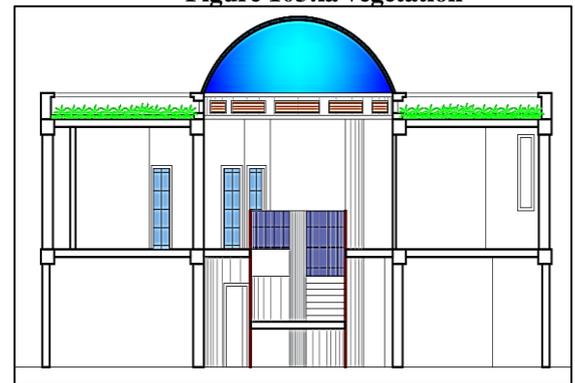


Figure 104: terrasses végétalisé

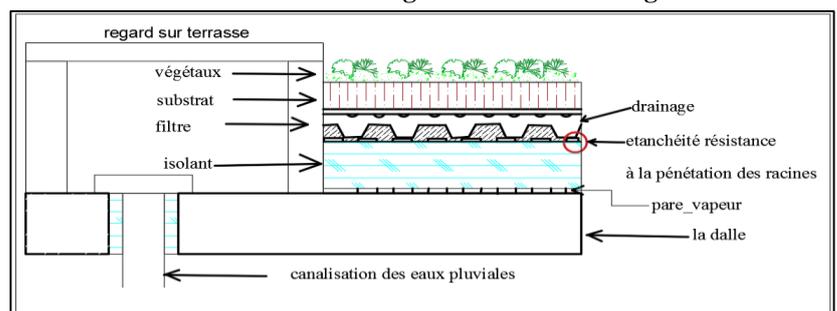


Figure 105: Terrasse végétalisé avec canalisation des eaux pluviales

- **Gestion des eaux pluviales :**

Dans un souci de lutte contre les ruissellements et les inondations, chaque nouveau projet doit gérer les eaux pluviales qu'il génère. Nous avons fait un schéma pour récupérer l'eau de pluie dans des réservoirs d'eau pour stocker l'eau. C'est un système économique, favorable à la

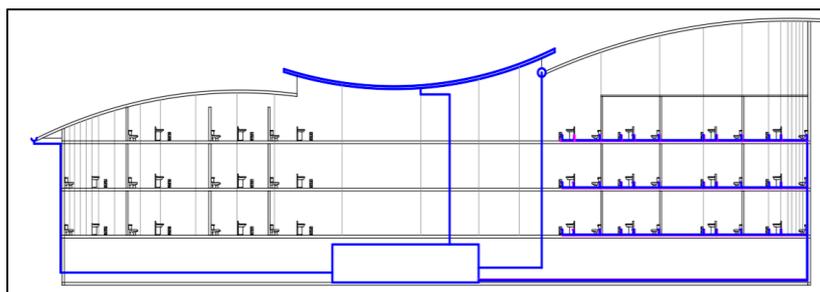


Figure 106: Schéma de gestion des eaux pluviales.

préservation de l'eau puisque celle-ci peut être conservée et pratique pour avoir de l'eau en toute autonomie. Grâce à cette eau écoulee et gardée précieusement, nous pouvons arroser les jardins, alimenter les salle d'eau

- **Favoriser la ventilation naturelle :**

Le refroidissement de l'intérieur d'un bâtiment par le mouvement de l'air, peut être réaliser naturellement de deux manières, que nous avons utilisé comme suite :

1) la ventilation croisée : pour cela on a utilisé la forme de bâtiment qui a un couloir ouvert de dessus et aussi par les côtés avec des murs en moucharabieh pour utiliser l'effet de vent afin de ventiler le bâtiment naturellement.

* Nous avons utilisé un plan ouvert pour favoriser le mouvement d'air intérieur.

* On a fait des entrées d'air par des murs en moucharabieh pour aussi contrôler le vent.

* Pour diriger le mouvement de l'air on a créé des sorties et des entrées et entre eux l'air va circuler dans tous le bâtiment de façon libre et fluide.

* Afin de renforcer ce principe nous avons amélioré par des systèmes passifs pour le but d'améliorer le mouvement et la qualité d'air intérieur.

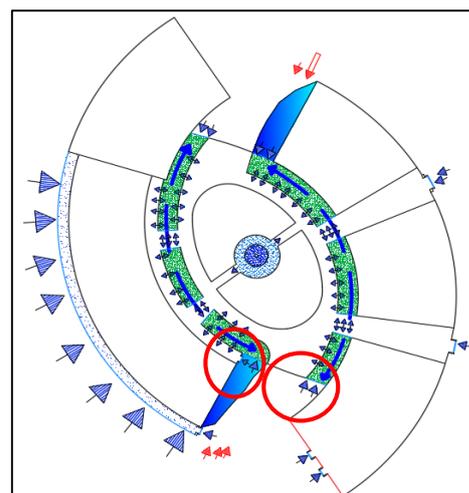


Figure 107: La ventilation croisée par le vent.

* Quand l'air chaud et sec traverse les fontaines, il va absorber l'humidité. Résultant de l'opération de l'évaporation de l'eau, alors l'air va influencer et va se rafraîchir et humidifier naturellement.

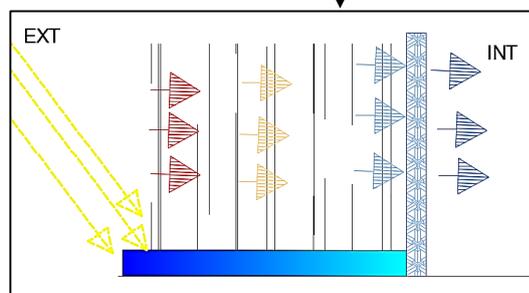


Figure 108: Ventilation par évaporation

* Nous avons utilisé le système des puits amovibles de ventilation qui permettent d'évacuer l'air d'après des systèmes de détections de taux de CO2 et la température intérieure.

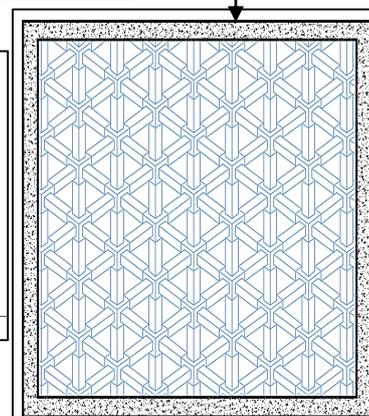


Figure 109: murs en moucharabieh

*L'effet de cheminée (ou l'effet de tirage). Par la différence de densité selon sa température, l'air chaud monte. Se crée ainsi une plus faible pression dans le bas de la maison et une pression plus élevée dans le haut - un peu comme une montgolfière - ce qui nécessite une ventilation continue pour minimiser la pression de haut alors nous avons utilisé les cheminés de ventilation.

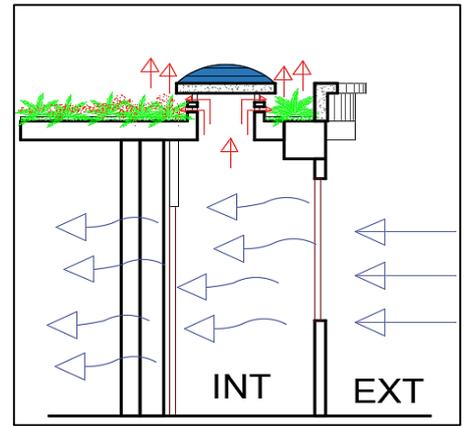
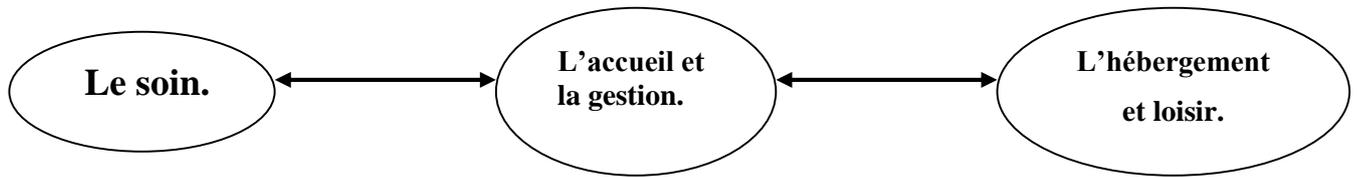


Figure 110:Puit amovible de ventilation

II.6. Le fonctionnement :

Chaque projet architectural doit être fonctionnel, alors nous nous sommes dans notre projet sur les fonctions mères et chacune de ces dernières a une partie du projet, puis cette fonction on va la développer par des sous fonction dans tous les niveaux de cette partie comme suit :

- **Les fonctions mères :** on a trois fonctions :
 - *Le soin.
 - *L'hébergement et loisir.
 - *L'accueil et la gestion.



↔ : Signifie la relation directe entre les fonctions.

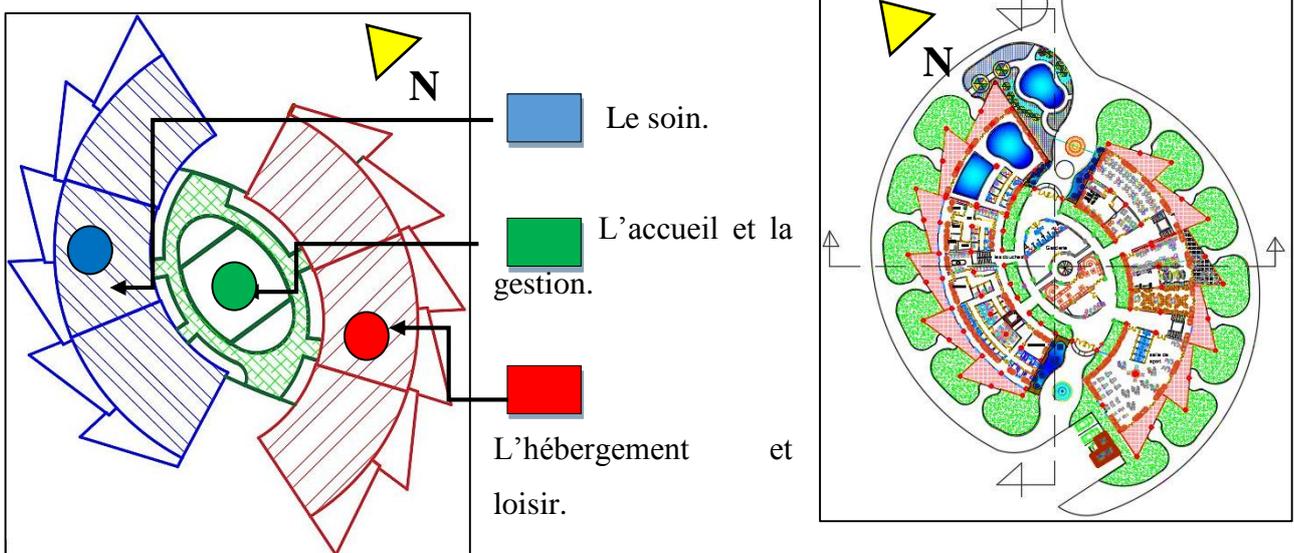


Figure 111:Plan de RDC

- **Les sous fonctions** : chaque fonction se compose de sous fonctions, et chaque fonction de celle-ci domine une partie de l'établissement :

1- LES PARTIES DES SOINS		
Les niveaux	Fonctions	Les espaces
R.D.C	Les soins humides collectifs	Hamam Sauna Piscine dynamique Piscine de relaxation
	Les soins humides individuels Les bains	Algothérapie Fangothérapie Hydro massant La paraffine Bouillonnant
1^{ère} étage	Les soins humides individuels Les douches	Manuluve Pédiluve Sous-marine Au Jet A affusion
	Soins secs La physiothérapie	Gymnastiques Kinésithérapie Mécanothérapie L'ionophorèse Lymphatique
2^{ème} étage	Soins secs électrothérapie	Laser Infrarouge Ultrason
	Les soins esthétiques	Le gommage Les soins anti-âge
Les salles de prières		
3^{ème} étage	Les soins de relaxation	Le yoga La musicothérapie L'héliothérapie L'Aromathérapie

2- LES PARTIES D'ACCUEIL ET LA GESTION.		
Les niveaux	Fonctions	Les espaces
R.D.C	Accueil	Accueil Hall Garderie Sanitaires
1^{ère} étage	Administration Médicale De gestion	Bureaux Directeur Secrétariats médecins

3- LES PARTIES D'HEBERGEMENT ET LOISIR.		
Les niveaux	Fonctions	Les espaces
R.D.C	Loisirs et hébergement	Restaurant bibliothèque Salles de : Lecture Sport Internet
1^{ère} étage	Hébergement	Chambres :
2^{ème} étage		
3^{ème} étage		

II.7. Le système structurel :

Dans notre projet, nous avons utilisé une trame de forme d'une ellipse pour la partie de centre et une trame radioconcentrique pour les deux autres parties.

On a aussi utilisé un système simple qui est le système poteaux poutres.

On a relié également tous les poteaux de chaque partie par des semelles filantes afin d'éviter

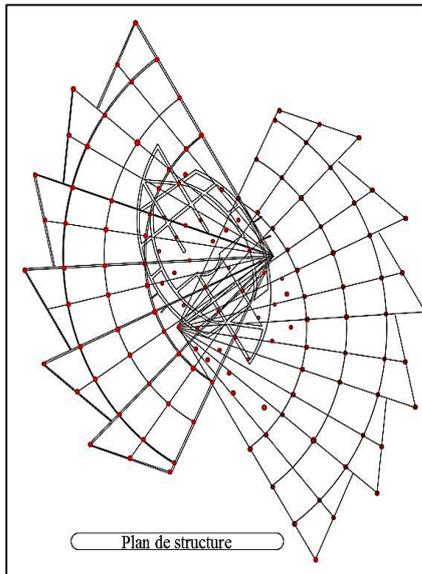


Figure 113: Plan de structure.

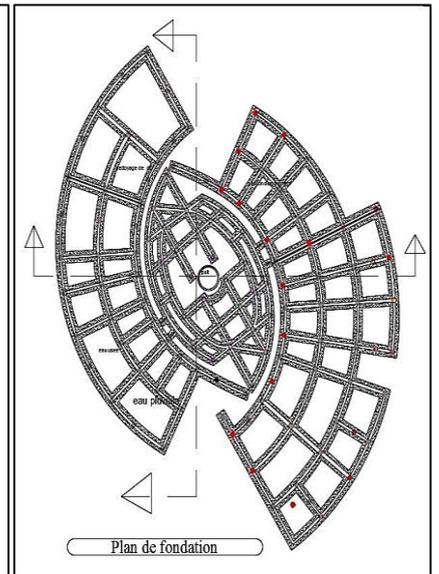


Figure 112: Plan de fondation

l'entassement partielle et pour renforcer la structure du centre.

II.8. Le système constructif :

Pour le système constructif, nous avons pensé selon des critères pour choisir les matériaux de construction pour notre projet qui doivent être :

- Porteurs.
- Durables
- Recyclables.
- Disponibles.
- Respectueux à l'environnement.
- Raisonables au niveau économique.
- Respectueux à la santé et au confort des usagers.

En face de toutes ces données, nous avons utilisé le brique mono-mur comme un matériau de construction des murs extérieurs et pour la partie humide à cause de ces propriétés, et le plaque au plâtre qui comme un matériau de construction de l'intérieur.

1)le brique mono-mur pour l'utilisation exterieur et dans les espaces humides.

2)Le plaque au plâtre pour l'utilisation intérieure.

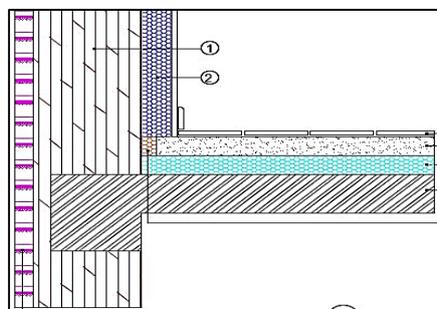


Figure 115:Le brique mono-mur

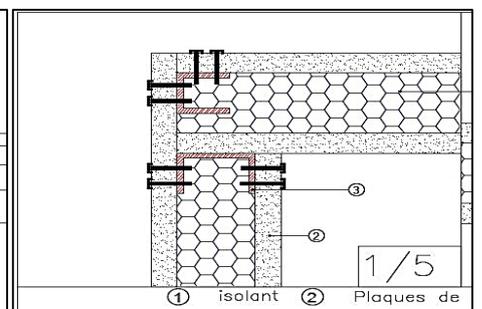


Figure 114:Le plaque au plâtre.

II.8. Les façades :

Dans les façades de notre projet, nous avons appliqué des principes architecturaux pour assurer une cohérence entre leurs entités, et renforcer l'harmonie des façades, pour que ça soit un projet de référence qui représente une forte relation entre l'architecture ancienne et la future architecture de la ville et représente aussi les ambitions des futurs usagers et c'est ce qu'on appelle la mixité intergénérationnelle afin de donner une identité au projet et mettre en valeur l'architecture traditionnelle de cette ville.

Egalement, on a basé sur les principes de dégradation des formes au niveau des façades pour des raisons climatiques, afin de minimiser l'impact des vents sur le projet.

En plus, nous nous sommes appuyés sur le concept de plein et vide pour assurer la ventilation naturelle et aussi comme un régulateur naturel de l'éclairage dans le projet, également on a utilisé des couleurs vives et claires pour donner un certain mouvement et fluidité aux façades afin de représenter le mouvement d'eau dans la mer.

63

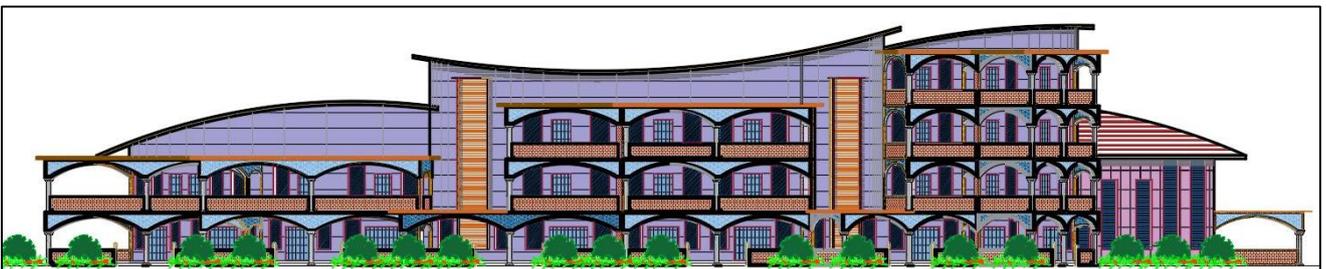


Figure 118:La façade de droite



Figure 117:La façade principale.

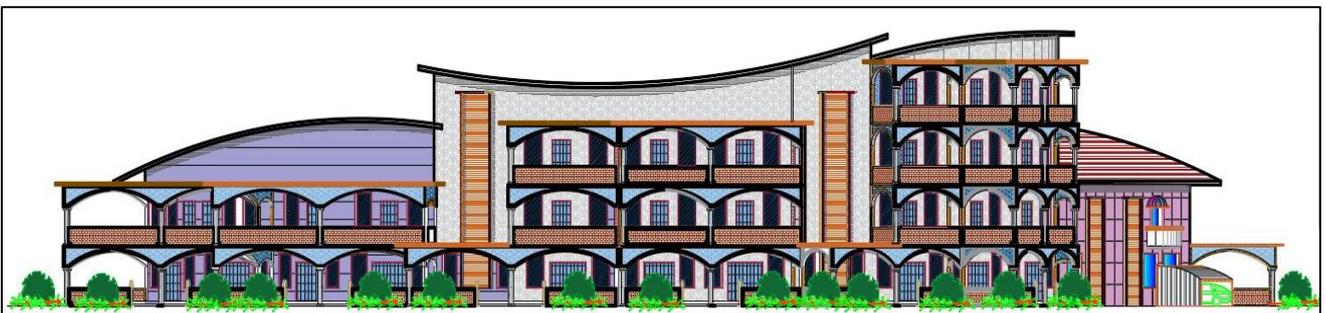


Figure 116:La façade de gauche

II.8. Le diagramme de confort (diagramme de Givoni) :

Analyse de ce diagramme de confort :

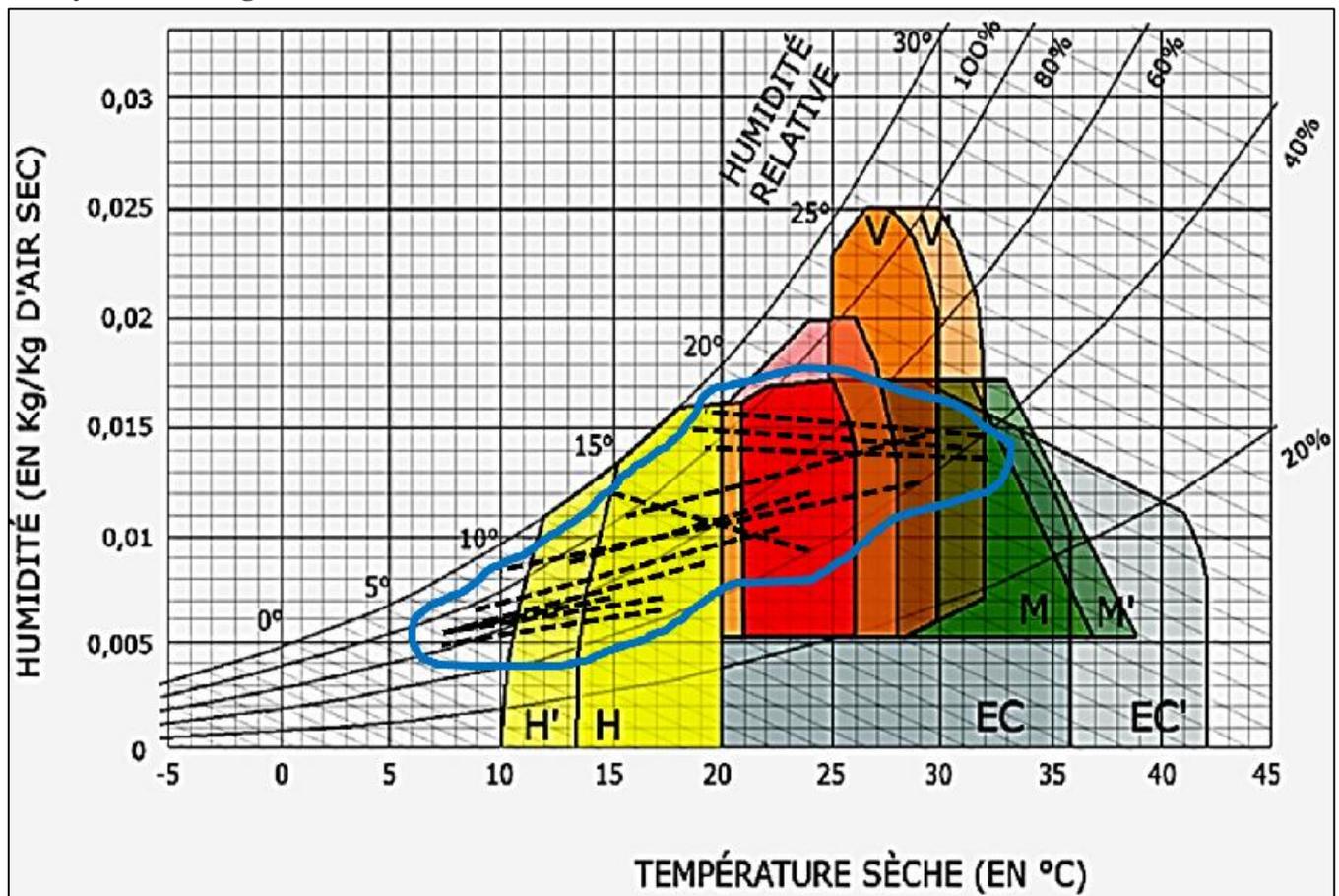


Figure 119: Diagramme bioclimatique du bâtiment : Limites de la zone du confort thermique (rose), de la zone d'influence de la ventilation à 0,5m/s (VV' orangé) et de l'inertie thermique (MM' vert), de la zone d'influence du refroidissement évaporatif (EC et EC' gris), de la zone de non-chauffage par la conception solaire passive (H et H' D'après l'analyse bioclimatique de site avec le diagramme de confort et les besoins de notre projet on distingue que :

- La zone d'influence de la ventilation à 0,5m/s, dans ce contexte, on a utilisé :
 1. Une forme qui facilite le mouvement d'air intérieur.
 2. Un jardin intérieur ouvert permet la ventilation naturelle.
 3. Un système hybride pour la ventilation.
- La zone d'influence de l'inertie thermique :
 1. On a utilisé le brique mono mur à cause de son inertie thermique
- La zone de non-chauffage par la conception solaire passive par les surfaces ouvertes et exposées aux vents favorables avec une conception facilitant le captage des rayons solaires tels que la forme aérodynamique mais aussi utilisation des brises solaires.
- La zone d'influence du refroidissement évaporatif, on a utilisé des stratégies de refroidissement par exemples les points d'eau et les fontaines, et aussi notre système qui va toucher ce point.

ECHELLE SPECIFIQUE

« Chauffage, ventilation, climatisation réactivent cette inclination naturelle de l'industrie du bâtiment au mercantilisme incroyablement prédateur de qualité architecturale ... » (Ricciotti, 2009)

I. L'idée de base :

La technologie des systèmes actuels de ventilation hybride permet de répondre aux exigences toujours plus renforcées en matière de fiabilité, de détection, de régulation, de longévité, d'entretien et de maintenance.

La consommation de l'énergie utilisée dans les bâtiments pour améliorer le confort (chauffer, refroidir, ventiler, éclairer) varie fortement d'un bâtiment à l'autre, mais les bâtiments les plus énergétivores ne sont ni les plus sains, ni les plus confortables, et on trouve des bâtiments sains et jugés confortables parmi les plus bas consommateurs.

Dans notre travail, nous avons pensé à faire une corrélation entre le chauffage ou le refroidissement et la ventilation et assurer une source d'énergie renouvelable, qui on va le donner un nom ChaVenAir. Donc, il fallait faire un travail selon trois axes différents :

I.1. La ventilation :

Pour contrôler ce système nous avons fait des détecteurs de présence qui travaillent à l'aide de la température ambiante et le taux d'humidité, les détecteurs contrôlent la vitesse de l'air dans les espaces et assurer une humidité confortable. Et concernant la source de l'air neufs on a utilisé des canalisations d'amener l'air de l'extérieur ont une profondeur de 1.5 à 2 m tels que les puits canadiens qui vont assurer un grand débit d'air neufs pour ventiler tous les espaces.

I.2. Le chauffage et le refroidissement :

A) Le chauffage : le demande du chauffage en hiver est primordiale à cause des températures minimales inscrits dans la ville de Cherchell :

* **Chauffage confortable :** dans ce contexte nous avons faire une recherche et analyse sur les différents systèmes de chauffage on a vu que tous les systèmes de chauffage ont besoin de réchauffer l'air avant le chauffer et ça qui consomme l'énergie, donc pour éviter ce problème on a utilisé l'énergie du sol (l'énergie géothermique) tels que les puits canadiens pour réchauffer l'air, celui-ci va traverser après des unités de chauffage qui se base sur l'eau chaude, afin de chauffer l'air puis le souffler dans les ventilateurs vers les espaces concernés.

B) Consommation énergétique raisonnable : l'architecture bioclimatique vise à faire des projets durables et s'intègrent avec l'environnement, notre pensé se base sur ce concept, pour couvrir les besoins énergétiques de notre système, nous avons utilisé les sources d'énergie renouvelable :

* L'énergie solaire photovoltaïque pour produire de l'électricité et alimenter le système par intégration des panneaux solaires photovoltaïques à direction automatisé avec un angle de 45° sur les toi.

* L'énergie solaire thermique pour chauffer l'eau qui va circuler dans le système de ventilation et va chauffer l'air venu de l'extérieur qui est déjà réchauffé durant son écoulement dans les canalisations souterraines.

C) Le refroidissement : le cherche de rafraichir l'air à l'été dans un climat méditerranéen qui caractérise par une chaleur importante et une humidité élevé qui agrandi la sensation de la chaleur, donc notre idée c'est minimiser le taux d'humidité.

On résume l'idée de base du système ChaVenAir dans ce schéma :

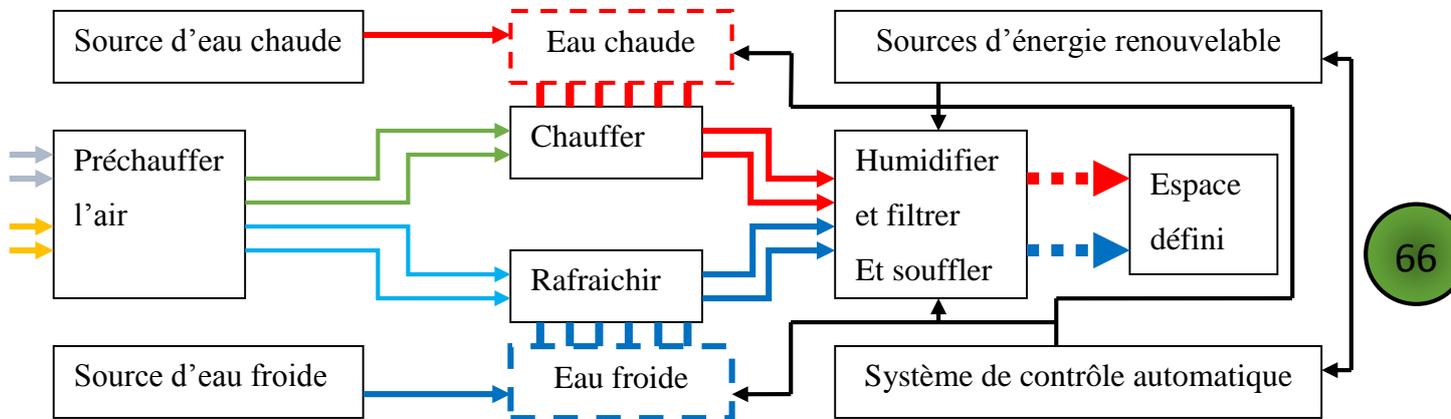


Figure 120:Schéma de fonctionnement de système ChaVenAir
Source : auteur

II. Principes de fonctionnement de système : notre système travail suivant des étapes :

1. Entrée d'air

La zone d'entrée d'air est le puits canadien qui est un procédé géothermique, on utilise la chaleur du sol pour réchauffer ou rafraichir l'air entrant. L'air de ventilation entrant parcourt un conduit enterré sur une grande distance (entre 1,5m et 3m de profondeur) puis il est injecté dans le système l'ensemble de la zone de filtrage.

2. Filtre

La section pour sac filtrant se retire et se repositionne facilement via les larges portes de service.

3. Chauffage ou refroidissement

- Chauffage :

*La zone de préchauffage est optionnelle et installée en cas d'utilisation pendant les jours très froids.

*La zone de chauffage utilise le système à deux tuyaux est muni d'une canalisation servant au départ de l'eau chaude de la source d'eau chaude (panneaux solaires thermique) vers les radiateurs, et d'une autre pour le transport du fluide des radiateurs à un bassin d'eau pour le transporte vers les panneaux afin de le chauffer. Ce dispositif est par conséquent plus efficace et plus facile à contrôler.

- Refroidissement :

*La zone de refroidissement utilise le même système de chauffage à deux tuyaux est muni d'une canalisation servant au départ de l'eau froide de la source d'eau (puits) vers les radiateurs, et d'une autre pour le transport du fluide des radiateurs à un bassin d'eau pour l'utiliser autres fois.

4. Humidification

La zone d'humidification est optionnelle et s'utilise généralement dans des climats secs et quand l'air soit sec.

5. Les unités de traitement :

Les unités de traitement d'air sont logées dans un châssis autoportant résistant. Il est équipé de plaques en tôle à double paroi en acier galvanisé nickelé avec intérieur isolé. Un côté du boîtier est équipé des principaux branchements et l'autre de portes qui permettent un accès facile à l'intérieur de l'unité.

6. Ventilation

La zone de ventilation est équipée d'un moteur puissant avec deux courroies parallèles, pour garantir un fonctionnement continu.

III.2.2. Les fonctions de système ChaVenAir :

Les objectifs de la ventilation dans le bâtiment varient selon les climat, l'usage des espaces, et le contexte environnement de l'édifice nous focalisant sur trois fonctions principales :

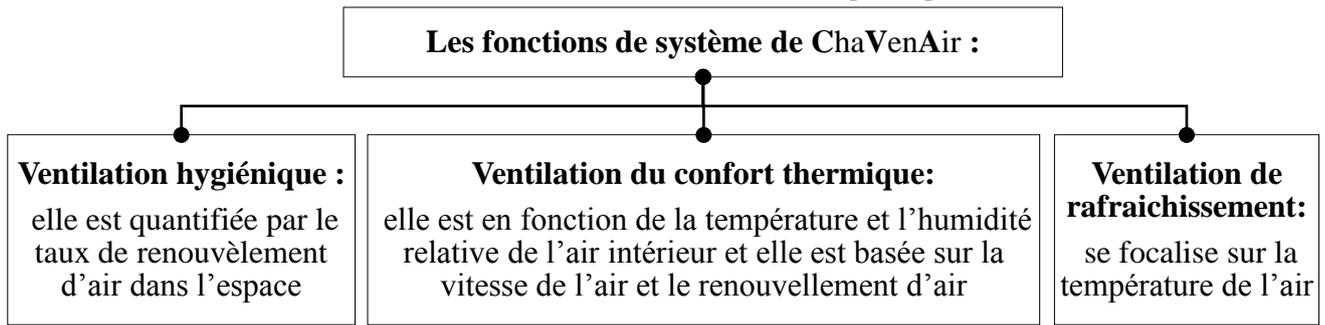


Figure 121:Les fonctions de système ChaVenAir
Source : auteur

III.2.3. Composantes de système ChaVenAir :

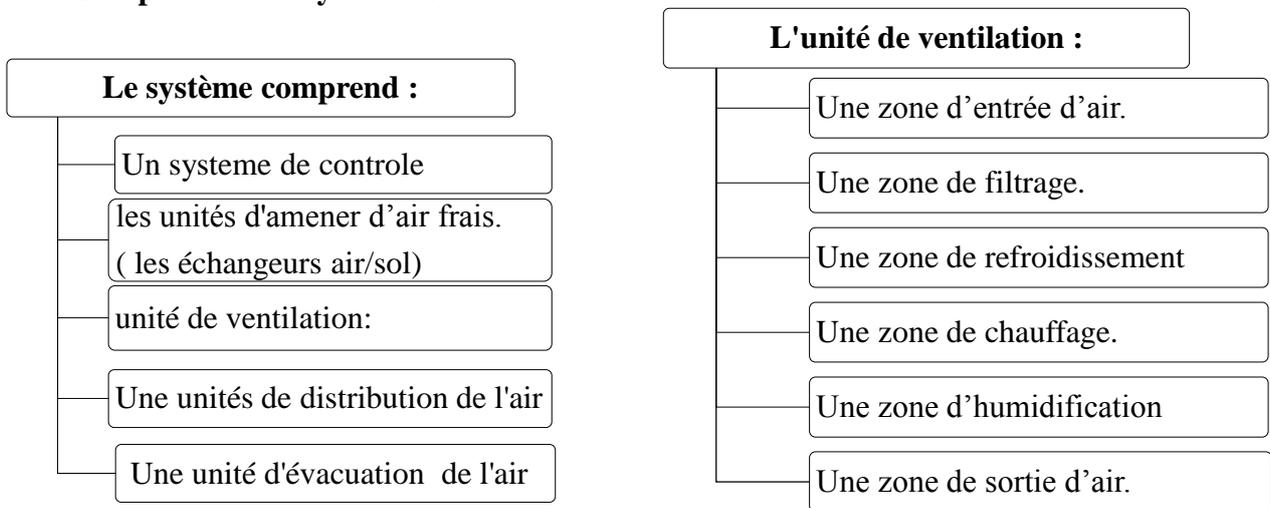


Figure 122:Composantes de système ChaVenAir
Source : auteur

1. Le système comprend :

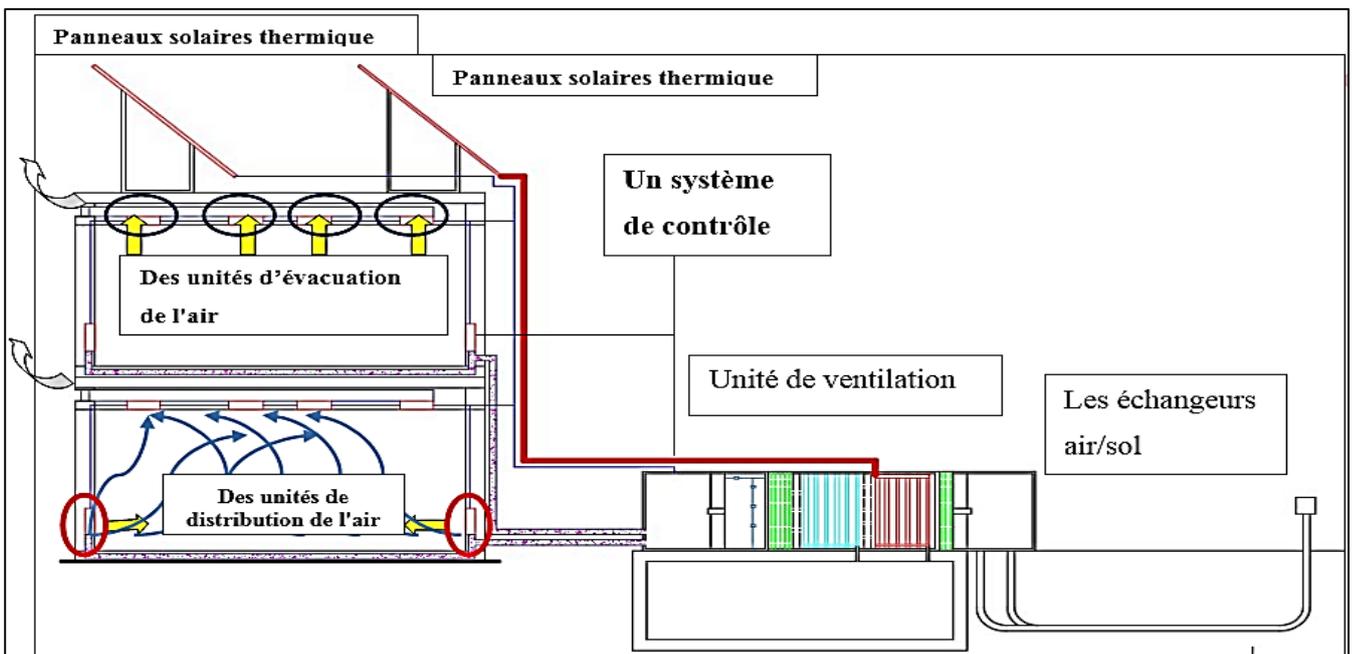


Figure 123:coupe schématique de système globale -voir annexe 4-
Source : auteur

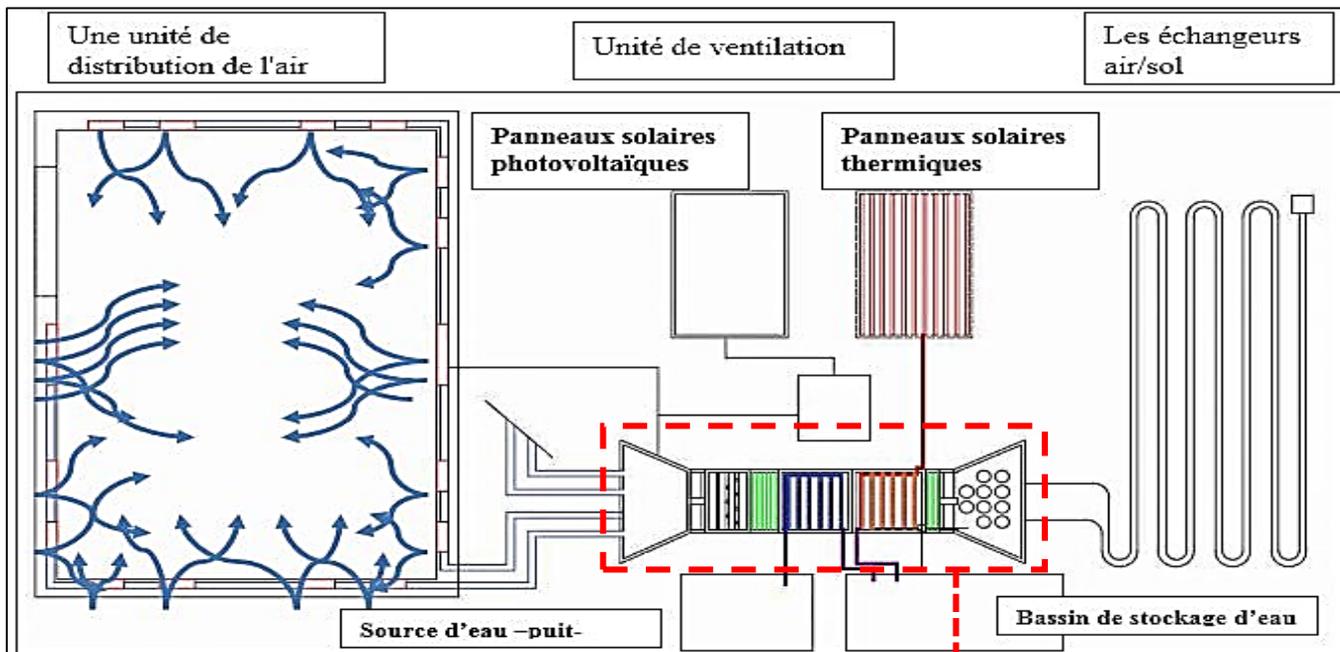


Figure 124: plan schématique de système
Source : auteur

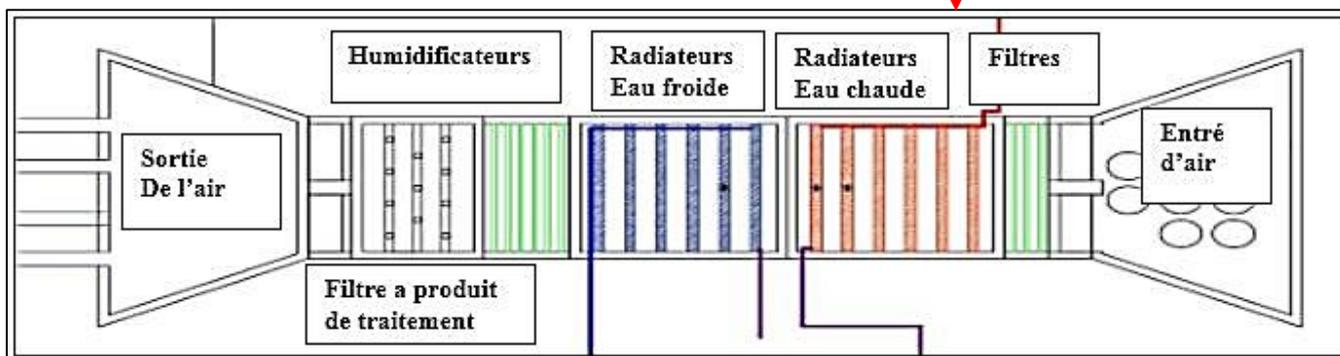


Figure 125: Unité de ventilation
Source : auteur

VII. Fonctionnement de système :

- Cas de Chauffage



- Cas de ventilation seule :



- Cas de ventilation avec humidification :



- Cas de refroidissement :



Figure 126: Fonctionnement de système
Source : auteur

VIII. Explication d'un cas de fonctionnement de ce système-cas de chauffage- : Il y a 4 étapes :

1. Entré d'air par l'échangeur air/sol :

En hiver, l'air neuf extérieur circule dans des canalisations enterrées, l'air se réchauffer au contact du sol pour atteindre une température agréable vers l'unité de ventilation pour traiter et contrôler le débit selon les besoins.

2. étapes de traitement :

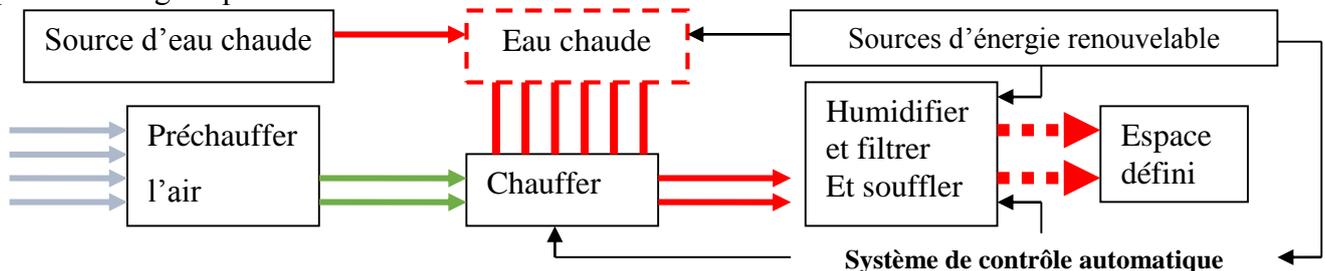
Cette étape est géré par un système de contrôle qui a des capteurs d'humidité et température et de débit d'air et il travaille selon l'humidité(30-70%)et température (22-26) .l'air venu de 1^{ère} étape va se filtrer puis réchauffer après son passage par des radiateurs contient d'eau chaude venu des panneaux solaires thermiques jusqu'à la température confortable, puis il va s'humidifier selon les besoins d'espace puis il va passer par des filtres ont des produits microbiologiques pour assurer la qualité d'air, à la fin des ventilateurs qui sont alimentées par des panneaux photovoltaïques vont souffler l'air vers l'unité suivante.

3.la distribution de l'air :

Dans cette 3^{ème} étape l'air va se distribuer par des petits ventilateurs positionner en bas des murs de façon opposée pour meilleurs distribution et afin de couvrir le surface maximale d'espace.

4. L'évacuation de l'air :

Il y a des ventilateurs au niveau du plafond absorbent l'air pollué afin de l'évacuer à l'extérieur, sa position éloignée permettre mieux foisonnement de l'air frais.



III.2.6. Apports de ce système :

Le rôle de ce système ventilation dans les bâtiments est d'assurer l'hygiène, le confort et la préservation de la structure de l'enceinte. L'absence de ventilation entraîne le confinement du lieu de vie, qui peut avoir des conséquences sur la qualité de l'environnement intérieur et du bâtiment lui-même. En effet, notre système a des apports sur différents niveaux :

• L'architecture bioclimatique :

*Faire une corrélation entre ventilation et aération et chauffage/rafraîchissement et une base d'énergie renouvelable en touchant la température de l'air intérieur et la qualité de l'air, le débit de l'air frais.

*Favorise la ventilation et chauffage et refroidissement et aération par un système.

* Se système on peut l'utiliser dans différents climats et durant toute l'année.

*Utilise des ressources d'eau naturelle.

• Energétique :

*Minimiser les déperditions de chaleur, donc la consommation d'énergie.

*Le système se base sur une source d'énergie renouvelable comme les panneaux Photovoltaïques.

* Le système utilise des panneaux solaires thermique pour chauffer et alimenter le besoin d'eau chaude pour chauffer l'air.

- **La durabilité de la construction :**

*Parmi les objectifs de ce projet est d'annuler les problèmes d'humidité donc la santé des occupants.

- **Le confort :**

*Assurer le confort.

*Le système a une zone pour contrôler la qualité d'air.

*Le projet est géré par un système intelligent qui se base sur trois critères :

-Le taux d'humidité.

-La vitesse de l'air, et la température ambiante.

IX. La conclusion :

Dans un climat méditerranéen comme le nôtre, il fallait trouver une stratégie pour répondre aux besoins d'utilisateurs et créer une ambiance sanitaire et confortable d'une part et d'autre part il fallait aussi que cette stratégie soit durable et bioclimatique et respecte la consommation énergétique raisonnable, donc notre réflexion nous conduit vers ce système et cette idée pour une corrélation entre température et humidité, alors pour notre système, nous pouvons résumer son rôle comme suit :

- **La zone 1 :** chauffage et déshumidification.
- **La zone 2 :** déshumidification seule.
- **La zone 3 :** refroidissement avec déshumidification.
- **La zone 4 :** refroidissement seul.
- **La zone 5 :** refroidissement avec humidification.
- **La zone 6 :** humidification seule.
- **La zone 7 :** chauffage et humidification.
- **La zone 8 :** chauffage seul.
- **La zone 9 :** le confort. Source : auteur

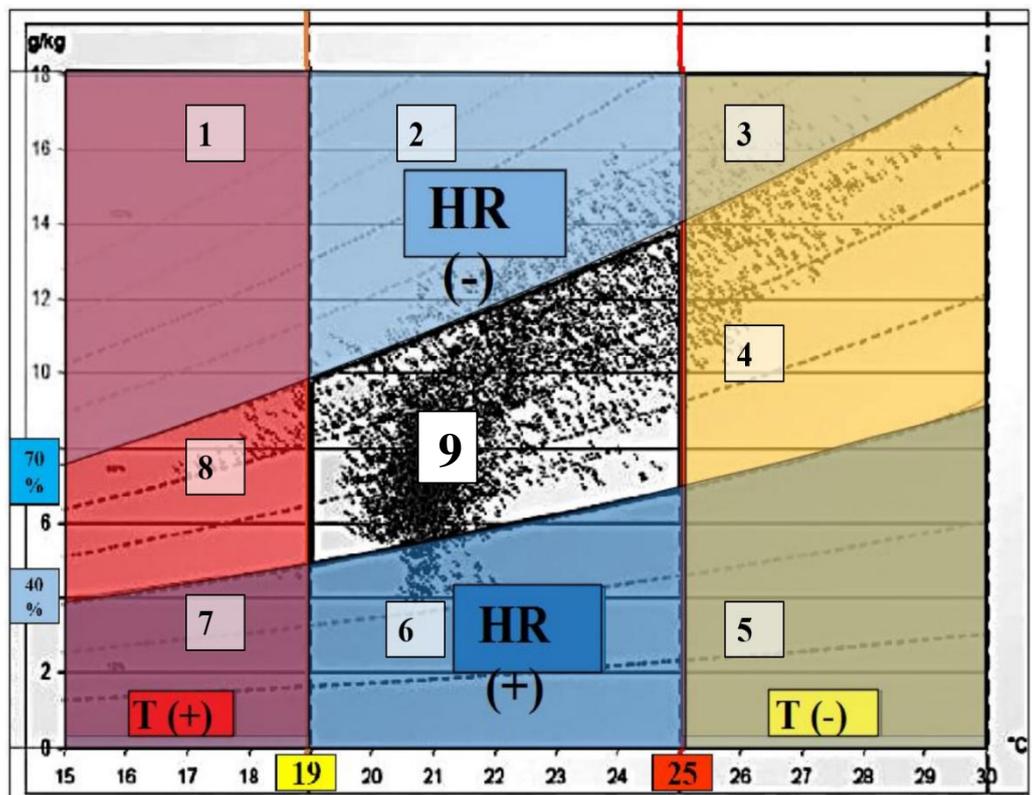


Figure 127:Schéma montre le rôle de ChaVenAir

Source : auteur

X. Simulation (COMSOL Multi physiques) :

V.A. logiciel de Comsol :

V.A.1. Introduction :

La simulation numérique est devenue un élément indispensable dans les domaines des sciences et de l'ingénierie. Elle nous permet de comprendre et de modéliser le fonctionnement des systèmes réels. Aujourd'hui une large gamme d'outils numériques est disponible. Elle repose sur la mise en œuvre des modèles théoriques utilisant différents outils mathématiques dont la technique des éléments finis. La simulation numérique nous permet d'étudier le fonctionnement et les propriétés d'un système modélisé ainsi qu'à en prédire son évolution.

Il est très intéressant d'avoir un environnement de simulation qui inclut la possibilité d'ajouter différents phénomènes physiques au modèle étudié. C'est dans cette philosophie que Comsol Multiphasiques a été développé. C'est un logiciel de calcul numérique par éléments finis modulaire permettant de modéliser une grande variété de phénomènes physiques caractérisant un problème réel. Il est également un outil de conception grâce à son aptitude à gérer les géométries 3D complexes.

[Source : Nasser Fekiri master Mapp, Université de Lorraine rapport de stage. Intitulé : transferts de chaleur dans des éléments micro et nano structures : simulation et expérimentation par thermographie infrarouge et microscopie].

Différents modules physiques existent sous Comsol, parmi lesquels on trouve la mécanique des fluides, le transfert thermique, l'électricité, l'électromagnétisme, la chimie, la mécanique des structures... Il est possible de combiner plusieurs phénomènes physiques lors d'une même simulation numérique : c'est un des points forts de ce logiciel.

V.A.2. Les potentialités et les performances de COMSOL Multiphasiques :

Les potentialités de Comsol Multiphasiques sont nombreuses et cela dépend du nombre d'application qui permet de résoudre grâce à son environnement complet pour le calcul scientifique. Il est capable de coupler et de résoudre des équations dans différents domaines tels que la mécanique des fluides et le transfert thermique, l'électromagnétisme, la dynamique des fluides et la chimie, MEMS et Mécanique des Structures. Il offre également plusieurs solveurs de très haut niveau de performance capable de traiter des problèmes avec des temps de résolution optimaux. Ceci et d'autres caractéristiques font de COMSOL un environnement idéal de modélisation pour la conception industrielle, la recherche & développement et l'enseignement.

COMSOL a été utilisé pendant ce stage pour modéliser et simuler numériquement un système de couplage entre ventilation et chauffage ou refroidissement innovants dans un espace fait partie d'un centre de thalassothérapie. Cette modélisation a pour but d'innover et d'aller plus loin dans la caractérisation hygrothermique de ce système de ventilation et de comparer les résultats des modélisations avec ceux obtenus des systèmes anciens.

V.B. Partie d'application : Le protocole est détaillé dans l'annexe 3

1. Définition de modèle :
2. Modélisation instructions
3. Définitions global
4. Création de la géométrie
5. Ajouter les matériaux
6. Définir les caractéristiques
7. Le maillage
8. Démarrer l'étude

ET donc, après le protocole de simulation, on trouve directement les résultats obtenus

RESULTATS ET DISCUSSION :

Le logiciel avant de démarrer les calculs nous donne les propriétés de notre mode et les nombres des domaines.

Après une période de Chaque simulation calculée :

Nous avons lancé le logiciel pour calculer, et on a obtenu les résultats suivants :

A-La densité de l'air neuf :

Les masses de l'air neuf ont une densité importante (1.2 Kg/m^3) au bas de l'espace à proximité de l'entrée de l'air ,celui-ci indique que le système de ventilation alimente l'espace par l'air neuf et remplit les besoin de aération du volume et aussi on remarque que la densité a baissé (1.19 jusqu'à 1.15 Kg/m^3) de façon automatique vers le haut de l'espace parce que le système de ventilation jette l'air dans l'espace en bas de façon continu donc les masse de l'air remonte vers le haut pour devenir air vicié et elle sera évacué vers l'extérieur donc sa densité diminue.

Pour comprendre ce phénomène on a fait une coupe au niveau du modèle et construit un graphe représente les températures de l'air par rapport de la hauteur alors par rapport la distance au jet de l'air neuf.

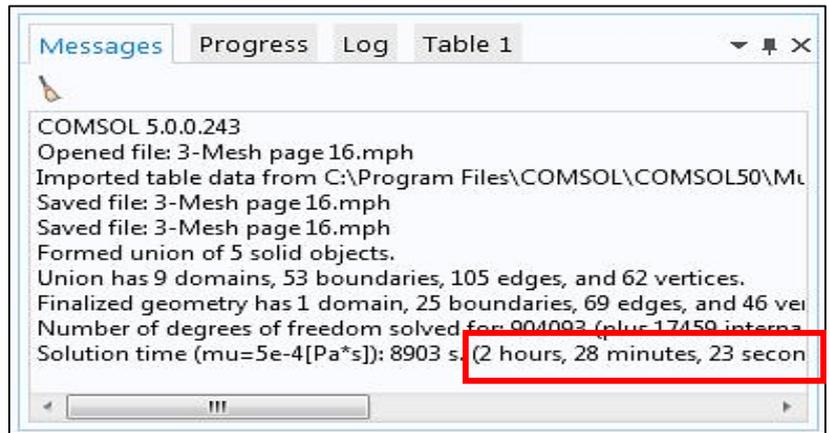


Figure 128:les propriétés
Source : auteur

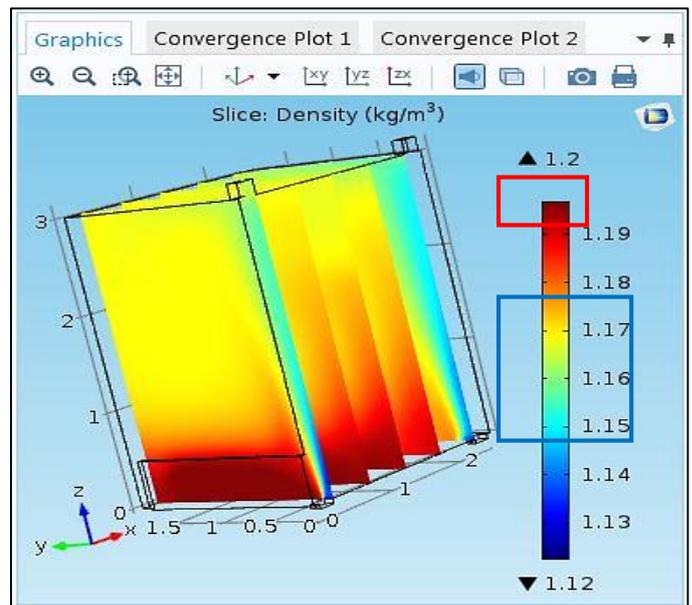


Figure 129:La densité de l'air neuf
Source : auteur

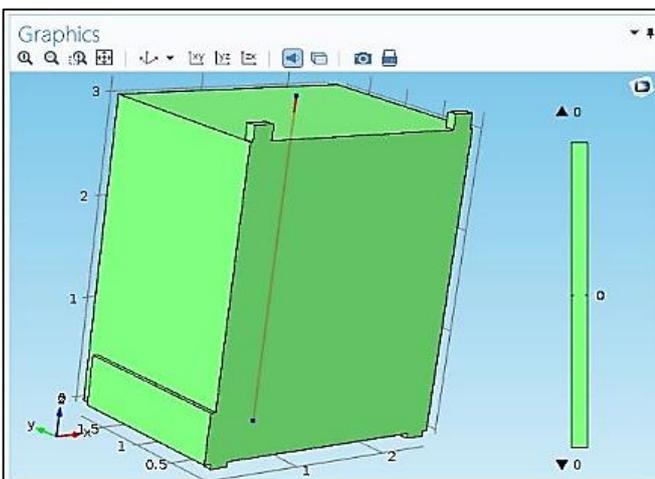


Figure 130:la coupe
Source : auteur

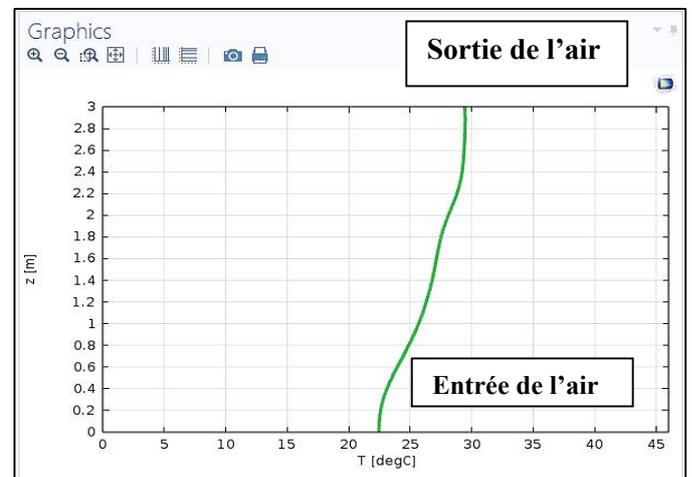


Figure 131:les températures
Source : auteur

La coupe de la figure 26 avec la ligne rouge qui traverse notre espace de bas vers le haut, que nous avons traduite en diagramme celui-ci montre que la température de l'air reliée par la hauteur, donc reliée avec la distance entre le point de mesure et l'entrée de l'air qui vient de notre système ChaVenAir, en commençant par une température initiale de 22 C° (température typique de confort) jusqu'à une température élevée au niveau des points d'évacuation de l'air vicié.

➔ **Résultat 1 :** le système ChaVenAir jette l'air avec une densité stable de façon uniforme en commence de bas vers le haut.

B- La température de l'air et la partie de contrôle :

Parmi les objectifs de notre système c'est d'assurer une température de confort dans notre espace. On s'intéresse par la température de l'air qui vient de système de ventilation, nous avons choisi un des cas de fonctionnement, qui est la ventilation avec le chauffage avec une température froide à l'extérieur.

Afin de comprendre le fonctionnement de ce système nous avons utilisé une seule entrée et pas les deux pour voir la performance d'une seule entrée.

Le système jette de l'air dans l'espace selon le diagramme de confort et selon ses besoins, et aussi selon la température ambiante pour la compenser. Donc il jette de l'air de façon auto réglable pour régler le confort d'intérieur pour agir au niveau de température.

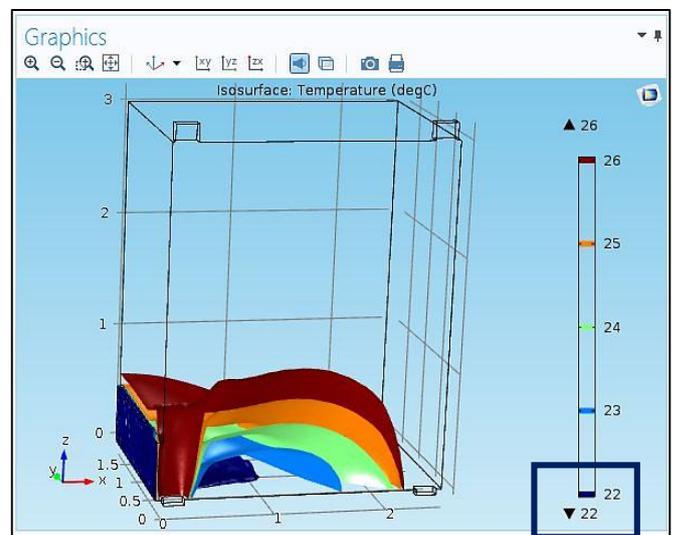


Figure 132:Diagramme de température
Source : auteur

Ce diagramme représente les températures de l'air comme des vagues d'air entrée par les points de jet d'air, donc le vague qui représente la température confortable 22C° est située en bas puis les autres vagues, cela nous montre que l'air neuf va influencer la température de l'air déjà existante dans l'espace et augmente sa température pour atteindre la température confortable dans l'espace intérieur.

Le volume de l'air neuf est distribué de façon latérale pour remplacer l'air qui vas se chauffer et monter vers les points d'extraction. Donc stabiliser la température intérieure sur une température constante.

D'autre parts, nous avons déclaré au début que notre système, contient une partie de contrôle qui fait des calculs pour contrôler la température et le débit et la vitesse aussi selon le diagramme de confort, les besoins intérieur en tenant compte la température extérieur et intérieur et la température de l'eau chaude qui va chauffer l'air neuf arrivé de la zone de préchauffage.

Pour mettre en valeur l'importance de cette partie on va faire une expérience et annuler le rôle de cette partie.

Donc l'air neuf va entrer dans la zone de préchauffage puis la zone de chauffage, dans cette zone la température de l'eau n'est pas contrôlée et la vitesse d'écoulement aussi n'est pas contrôlée, puis l'air va se

jeter dans notre modèle de façon aléatoire avec un débit et une vitesse aussi aléatoire, et les résultats sont comme suite :

Notre espace reçoit l'air de façon aléatoire sans contrôle, la température de l'air est comme celle de l'eau chaude qui circule des panneaux solaires thermique vers les radiateurs, donc 'air va s'influencé par cette température sans obstacle ou contrôle, donc notre espace va recevoir une température qui dépend au température de l'eau et aussi cette température n'est pas stable car les volumes d'air ont des températures différents(comme notre cas il y a de 44°C et 23°C) aussi donc le volume n'est pas stable aussi , donc on vas perturber le confort a l'intérieurs de notre espace.

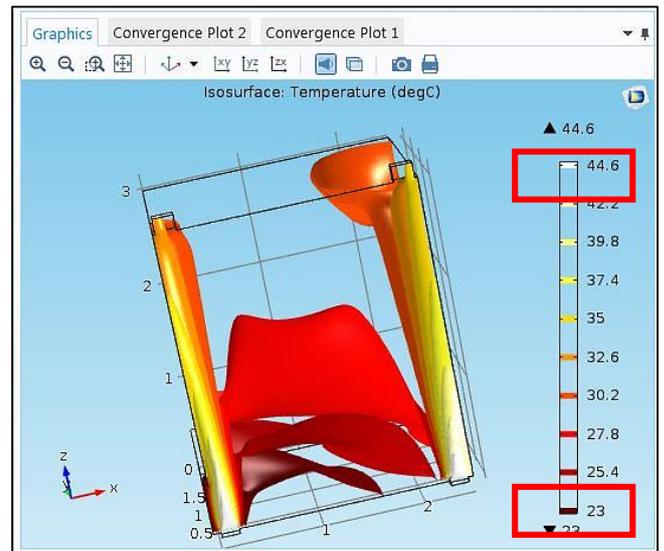


Figure 133:essai sans partie de contrôle.
Source : auteur

→ **Résultat 2 :** La partie de contrôle contient des détecteurs de température et humidité, elle fait la partie importante pour atteindre le confort et pour contrôler l'opération de chauffage et ventilation en plus de ça gérer la gestion de l'énergie.

C- La position et le nombre des points de jet de l'air : Dans cette étape on va voir la particularité de notre système au niveau de distribution de l'air ,donc nous avons essayé notre idée qui est deux point de jette de l'air ont le même volume sont situé dans les côtés de notre model(**essai 1**) avec une autre proposition laquelle nous avons regrouper les deux points de jette en un seul point qui a le volume des deux premiers , il est situé au centre de l'espace(**essai 2**).en gardant les mêmes conditions de vitesse de l'air et température et même débit et même model .

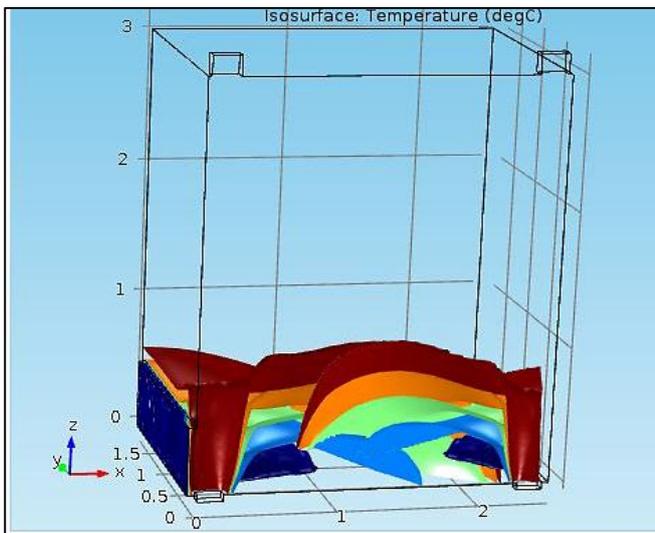


Figure 135:essai 1
Source : auteur

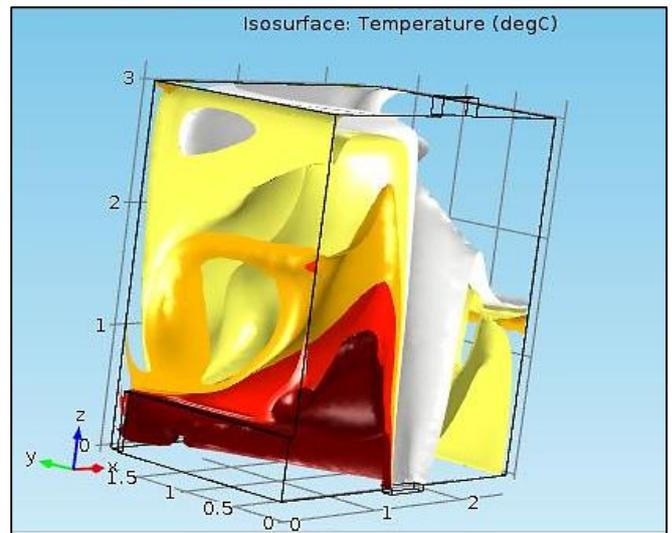


Figure 134:essai 2
Source : auteur

Nous avons vu que durant **l'essai 1** la distribution de l'air est uniforme et touche la totalité de l'espaces donc l'ambiance de l'intérieur vas s'influencer par ce mouvement uniforme de l'air qui vas couvrir notre espace en commençant de bas vers le haut (mouvement naturel d'air),d'autre coté **l'essai 2** a les mêmes propriétés de la première (même débit de ventilation et même surface de ventilation et même condition) sauf que les résultats sont différents ,la distribution de l'air est aléatoire qui va perturber le confort intérieur ,et le volume d'air entré n'est pas uniforme et ne touche pas la totalité de surface donc il reste des point non ventilé, alors il reste de l'air stagnante dans notre model et ça indésirable et pas sanitaire dans ce type d'établissement et ce type d'architecture durable bioclimatique.

En plus, le côté énergétique, **l'essai 2** a besoin de grand système pour une vitesse de ventilation confortable et ça demande plus d'énergie, donc plus de consommation énergétique totale. bien que dans notre système on a utilisé plus de point de ventilation en minimisant ses dimensions avec amélioration de performance de toute le système, en minimisant aussi les besoins énergétiques totale.

➔ **Résultat 3** : La division des surfaces de points de ventilation même en minimisant ses dimensions a été mieux au niveau d'écoulement de l'air donc la distribution de l'air et alors le confort intérieur.

D- L'écoulement de l'air :

On reste sur les deux essais précédent mais, nous avons changé les objectifs, cette étape nous exprime le flux de ventilation de l'écoulement de l'air dans un système de ventilation existant, et dans notre système.

D.1. Cas d'un système existant :

Le flux de l'air est représenté par des lignes colorées(streamlines) selon leurs températures (présentées en kelvin [K], qui entrent par le point de jet de l'air en prend en considération l'air qui entre par les différentes ouvertures pendant son ouverture durant le jour.

L'air qui entre par les ouvertures à une température moins que l'air qui est jeté par le système de ventilation ,et malgré que ce système jette l'air de façon continue mais il n'arrive pas à

faire a stabiliser le mouvement d'air, ça que nous voyons par les ligne colorées et même la température est pas stable ou uniforme , alors que dans le même espace nous avons vu des température différents (20,22,24,26,28[C°]), en plus de ça l'écoulement n'est pas uniforme qui va créer un certain inconfort dans notre espace.

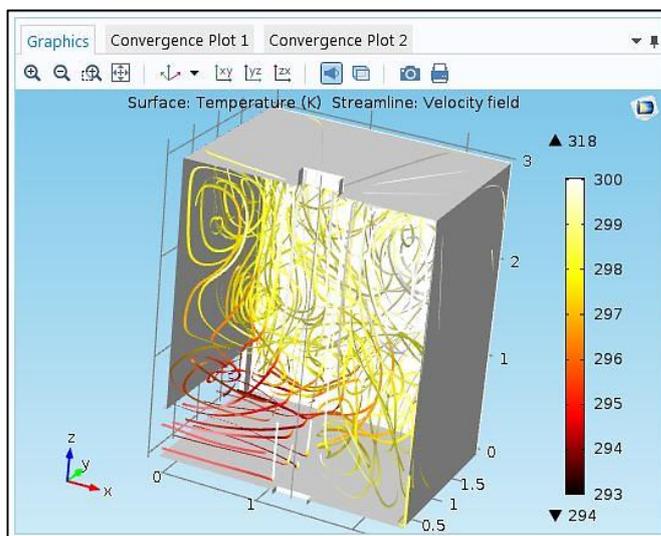


Figure 136:Le flux et l'écoulement de l'air (système existant). Source : auteur

D.2. Cas de système ChaVenAir :

Dans cet cas l'écoulement de l'air est mieux ,ça semble clair par les lignes de flux , malgré qu'on a de l'air qui entre par les ouvertures mais la multiplication des points de ventilation compensent ça, on a vu que le flux de l'air est uniforme et l'air qui entre par le point de ventilation est circulé dans tout l'espace ,ça va créer une ambiance interieure confortable et uniforme.

Dans ce contexte, l'air qui entre a une temperature de confort étudiée et controlée ,cette temperature a influencé la temperature interieure pour realiser le confort thermique , cette figure confirme notre idee , l'espace est plein de ligne blaanc qui representent une temerature stable ($297[K] = 24[C^{\circ}]$).

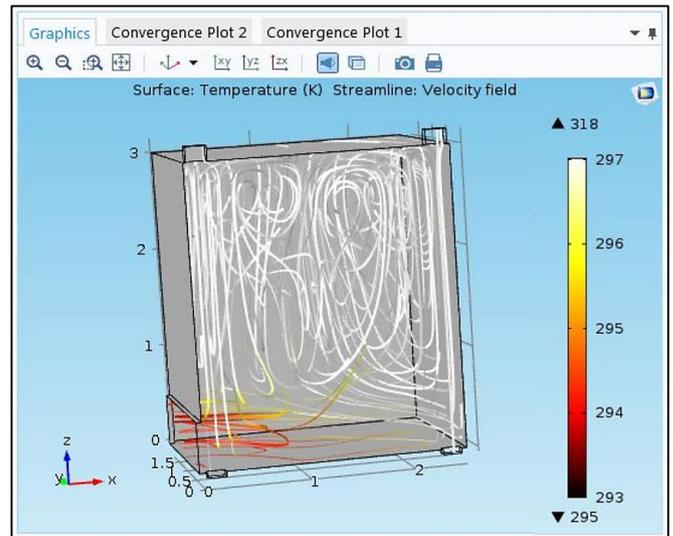


Figure 137:Le flux et l'écoulement de l'air (système ChaVenAir). Source : auteur

➔ **Résultat 4 :** le système ChaVenAir diffuse l'air dans l'espace de façon qui touche la totalité de l'espace, et ne laisse pas des points non ventilés.

E- L'Humidité de l'air :

Nous avons justifié ce point par la même figure qui représente la densité de l'air de premier point.

L'essai a été fait dans un milieu sec et chaud pour voir le rôle de système ChaVenAir au niveau de l'humidité.

Le système jette de l'air dans l'espace en volume ou des masses qui ont des densités selon les composantes de l'air, alors quand l'air est humide la densité sera plus que l'air est sec .Donc, la figure 33 montre que l'air a une densité importante au bas qui signifie que l'air contient une certaine humidité ,et quand l'air monte vers le haut vas humidifier l'air existant de façon progressive et perd une certain humidité aussi ,après une période de fonctionnement de système la totalité de l'air seras humide selon les besoins de l'espace

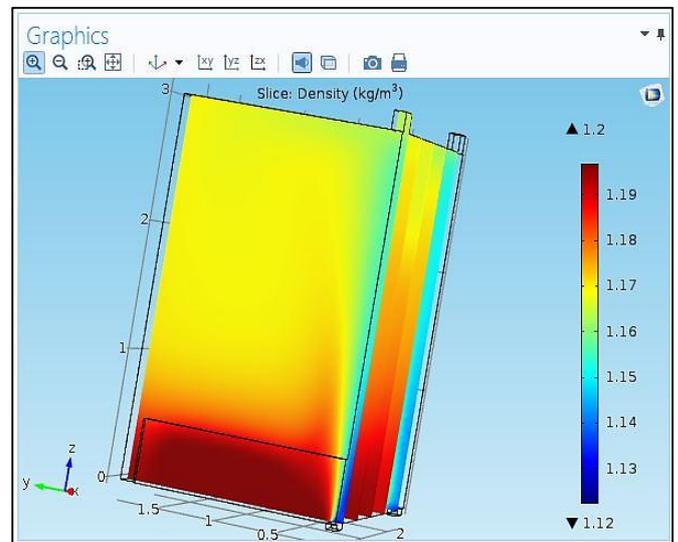


Figure 138:densité et l'humidité de l'air. Source : auteur

➔ **Résultat 5 :** le système ChaVenAir s'adapte avec le besoin d'humidité de l'espace, alors il contrôle son taux et le stabilise pour réaliser le confort hygrothermique.

Tableau récapitulatif et comparatif des cas étudiés et résultats obtenus (Source : auteur)

Tableau 4: Tableau récapitulatif et comparatif des cas étudiés et résultats obtenus (Source : auteur)

Cas étudié	System chavenair	Autre systemes
1. La densité de l'air neuf	Depend du besoins de l'espaces et aussi au besoins de confort	Depend du caracteristiques de systemes et du densité de l'air extérieurs
2. La température de l'air et la partie de contrôle	La temperature est entre 20°-24°et elle depend du taux d'humidité aussi.	Temperature dependente de l'humidité,et influencé par la temperature extérieur
3. La position et le nombre des points de jette de l'air	Distribution optimale d'air en consommant moins d'énergie par des petites et plusieurs points de ventilation	Selon le systemes (essai 2) : Distribution avec existence des points non ventilés Utilisation de grandes et mois de points de ventilation
4. L'écoulement de l'air	Diffusion uniforme de l'air dans l'espace de façons qui touche la totalité de l'espace, et ne laisse pas des points non ventilés	Mouvement d'air pas stable, ça l'écoulement n'est pas uniforme qui va créer un certain inconfort dans notre espace.
5. L'Humidité de l'air	L'humidité est entre 30%-70% et elle depend de la temperature et aussi depent du l'air existant	

Conclusion générale

Depuis le choc pétrolier des années soixante-dix, de nombreuses tentatives et efforts ont été faits et réalisés pour le but de maîtriser l'aménagement des villes durables de futures et en matière de conception des projets bioclimatiques. Ces efforts ont conduit les architectes et urbanistes à revenir à la nature et prendre ce dernier comme élément fondamental durant la conception des projets et aménagement des villes, parmi les résultats de ces tentatives, c'est l'apparition de la notion des éco-quartiers à l'échelle urbaine, cette notion se compose de plusieurs cibles et objectifs issus du concept de l'architecture bioclimatique. Celui-ci basé sur différents axes tel que le confort hygrothermique.

Il est clair au terme de ce travail que la réussite d'un projet architectural bioclimatique passe d'emblée par son support urbain qui est l'éco quartier, ce dernier doit revêtir toutes sortes d'aspects susceptibles d'offrir un meilleur cadre de vie et de confort aux usagers tout en respectant au mieux l'environnement qui demeure sa matière brute.

Par ailleurs, assurer le confort dans un bâtiment exige un respect total des bases de la bioclimatique et un recours à des techniques innovantes permettant d'ancrer ce bâtiment dans une démarche purement respectueuse des éléments qui lui sont intrinsèques, c'est dans ce contexte que nous avons innové un système contribuant à concrétiser au mieux cette notion de confort qui reste toujours un sujet de recherche très intéressant.

BIBLIOGRAPHIE :

- **ALAIN FILLOLA** (le 25 février 2010) le guide éco quartier Vidailhan
- **OPPIEDA** – cg (25/05/2011) éco-quartier Vidailhan – présentation
- **HELENE BROOKS** (juin 2012) synthèse du projet de fin d'études réalisé au cos tic bouches hygroreglables et systèmes aérauliques
- **MAZARI MOHAMED** (09-2012) mémoire de magister en architecture, étude et évaluation de du confort thermique des bâtiments à caractère public : cas du département d'architecture de Tamda (Tizi-Ouzou).
- **L'ASSOCIATION AVEMS** (Edition de septembre 2010) guide de conception, de dimensionnement et de mise en place de la ventilation naturelle et hybride
- **RAHAL SAMIRA** (07/07/2011) mémoire pour l'obtention du diplôme de magistère en architecture sous-titre ; l'impact de l'atrium sur le confort thermique dans les bâtiments publics (cas de la maison de culture à Jijel).
- **HUGUES BOIVIN**, 2007, mémoire sous-titre ; la ventilation naturelle ; développement d'un outil d'évaluation du potentiel de la climatisation passive et d'aide à la conception architecturale.
- **MARIO MULE** (12-2011) la ventilation naturelle dans l'habitat
- **ASSOCIATION ECO SUD**, l'architecture bioclimatique
- **CHARLINE WEISSENSTEIN** (11/ 12/ 2012) un out il d'assistance à l'éco-concept ion architecturale
- **CLAUDE-ALAIN ROULET** (mai 2008) conditions de confort et de logement sain.
- **ARNAUD SCHELSTRAETE ET FREDERIK GARRIGUES-CORTINA**, comment concevoir sa maison bioclimatique ?
- **FATIMATA DIA TOURE, FREDERY LAVOYE EN COLLABORATION AVEC ANDRE DE HERDE**, (janvier 2008) cellule de recherche « architecture et climat », université catholique de Louvain, Belgique.
- **ALLOUANE NOUREDDINE, LAOUALI IDI MOUSTAPHA, ZAFZAF ABDELLAH** (2013) mémoire de fin d'études, conception d'un eco-village touristique a yakourene
- **LOU CHESNE** (2012) thèse pour obtenir le grade de docteur sous-titre ; vers une nouvelle méthodologie de conception des
- **JUSLIN KOFFI (2009)**, thèse présentée pour obtenir le grade de docteur sous-titre ; analyse multicritère des stratégies de ventilation en maisons individuelles.
- **Odile Bovar(2008)**, Les indicateurs de développement durable
- **BOUYGUES IMMOBILIER, PHILIPS, SIEMENS, SCHNEIDER, STEELCASE, CIAT** (2011), Livre Blanc Confort & Santé dans les immeubles de bureaux énergétiquement performants
- **ANAELLE SORIGNET** (2013), Mémoire de recherche sous-titre ; Des éco-quartiers à la ville durable
- **JAMES ATKINSON** (2010), ventilation naturelle pour lutter contre les infections en milieu de soins
- **VINCENT RENAULD**, (2012) thèse sous-titre ; fabrication et usage des éco-quartiers français
- **Grace YEPEZ-SALMON**, (2011) thèse présentée pour obtenir le grade de docteur, sous-titre ; construction d'un outil d'évaluation environnementale des éco-quartiers : vers une méthode systémique de mise en œuvre de la ville durable.
- **FREDERIC CHERQUI**, (2005), thèse pour l'obtention du grade de docteur sous-titre ; méthodologie d'évaluation d'un projet d'aménagement durable d'un quartier.
- **JUSTINE SOULIE, ALEXIS MERCIER, SAMUEL FELD**, (2013) Mémoire d'étude
- **REDJAL OMAR**, (2005), mémoire pour l'obtention du diplôme de magister sous-titre ; vers un développement urbain durable... phénomène de prolifération des déchets urbains et stratégie de préservation de l'écosystème - exemple de Constantine
- **PIERRE FERNANDEZ, PIERRE LAVIGNE** (2009), Edition le moniteur, « Concevoir des bâtiments bioclimatiques, fondement b& méthodes.
- **ENAG EDITION** (1993) Recommandations architecturales

LES SITES D'INTERNET :

- [www.technomc.info/architecture bio climatique/ventilation traditionnelle.htm](http://www.technomc.info/architecture_bioclimatique/ventilation_traditionnelle.htm) 10/01/16
- <http://www.w.w.w.archi.fr/urcaue-idf/abcaire/fiche253.php> 01/01/16
- www.alise-environnement.fr/eau/gestion-individuelle-des-eaux-pluviales/ 01/01/16
- [www.ecohabitation.com/guide/fiches/ventilation -passive-naturelle](http://www.ecohabitation.com/guide/fiches/ventilation-passive-naturelle)10/01/16
- [www.deco-travaux.com/fondations-terrassement/drainage-recuperation-eaux pluie.html](http://www.deco-travaux.com/fondations-terrassement/drainage-recuperation-eaux-pluie.html) 01/01/16

bâtiments basée sur leurs performances bioclimatiques

- **ADRIEN DHALLUIN** (2012), thèse, pour l'obtention du grade de : docteur de l'université de la rochelle, sous-titre ; étude de stratégies de ventilation pour améliorer la qualité environnementale intérieure et le confort des occupants en milieu scolaire.
- **PAULINE LESAGE** (2015), Travail de fin d'études réalisé en vue de l'obtention du grade de Master, sous-titre ; La ventilation naturelle intensive des bâtiments et leur confort en été.
- **E. STEPHAN – A. CAUCHETEUX** (Avril 2014), les maisons individuelles en tuffeau, zoom sur le confort hygrothermique en été
- **AIT KACI ZOUHIR** (2014), Mémoire de magister sous-titre ; l'apport de la cage d'escalier dans la ventilation naturelle
- **AKCHICHE Zineb** (2011), mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de magister, sous-titre ; étude de comportement d'une cheminée solaire en vue de l'isolation thermique
- Livret des territoires en route pour la COP 21(Juin 2015)
- **MARIE-CECILE PIBIRI**, (2005), thèse no 3311 présentée pour l'obtention du grade de docteur ès sciences sous-titre ; assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles
- **L. NELIS, IR., C. BALTUS, IR.,J. M. GUILLEMEAU,P. WAGELMANS**, (2002),Guide pratique de la ventilation naturelle des habitations.
- **SAED RAJI**, (2006) thèse présentée pour obtenir le grade de docteur sous-titre ; caractérisation hygrothermique, par une approche multi échelle, de constructions en bois massif en vue d'amélioration énergétique et de valorisation environnementale
- www.actualites-news-environnement.com/21205-snhf-role-vegetal-urbanisme-architecture.html 01/01/16.
- www.ecovegetal.fr/toitures-vegetales/green-descriptif-systeme.html 01/01/16
- https://fr.wikipedia.org/wiki/toiture_végétale 01/01/16
- https://fr.wikipedia.org/wiki/liste_des_pays_par_émissions_de_dioxyde_de_carbone 28/12/15
- <http://users.skynet.be/hvac/introduction.htm> 20/12/2015
- www.planetoscope.com/co2/261-emissions-mondiales-de-co2-dans-l-atmosphere.html 28/12/15
- <http://www.teteamodeler.com/ecologie/ecologie/definition-ecologie.asp>(12/12/2015)
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/écoquartier> (27/11/15)
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/environnement> (12/12/15)
- <http://www.liberte-algerie.com/actualite/abdouahab-nouri-la-cop21-doit-prendre-des-decisions-majeures-236744>(12/12/2015)
- https://fr.wikipedia.org/wiki/protection_de_1%27environnement (12/12/15)
- macop21.fr/comprendre-cop-21/les-enjeux/quest-ce-que-la-cop/ (12/12/15)
- http://conseils.xpair.com/consulter_savoir_faire/ventilation_desenfumage_bureaux_tertiaire/guide_ventilation.htm (24/1/2016)
- <http://www.guidepiscine.fr/bienetrespasetthermes/installerunspaouunjacuzzi/> quelle temperature pour l'eau d'un spa2158_a (26/11/2015)
- <http://spa.comprendrechoisir.com/comprendre/spa-temperature> (26/11/2015)
- <http://www.logic-corporate.eu/cop-21>(12/12/2015)
- <https://portail.cder.dz/spip.php?article2758>(23/12/15)