

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Mémoire de Master

Présenté à l'Université 08 Mai 1945 de Guelma

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de : Architecture

Spécialité : Architecture

Option : Architecture, environnement et technologie

Présenté par : ZIADA Mohamed Amine

Thème : le confort thermique dans les projets de grandes surfaces

Cas d'étude : mall à Guelma

Sous la direction de : Mme CHALABI Amina

Juillet 2021

Remerciement

Je remercie

Allah qu'il m'a donné la force, la volonté et la patience pour arriver à ce jour...

Mes chers parents,

Mes encadreur,

Tous ceux qui m'ont appris même un mot dans ma carrière d'étude,

Et tous ceux qui par un mot m'ont donné la force de continuer...

Merci à tous

Résumé :

Ce travail pour but de comprendre l'importance du confort thermique dans toute construction, sur tout dans notre cas d'étude « un mall » et pour montrer l'importance de la rationalisation de la consommation énergétique particulièrement dans le secteur du bâtiment.

En Algérie les bâtiments généralement réponds qu'aux besoins en matière de fonctionnement et d'architecture. La dimension énergétique n'est pas prendre en considération ce qui produit des bâtiments et des espaces consommateurs des énergies et inconfortables.

Le manque des équipements commerciaux à Guelma nous encourage pour travailler sur cette problématique, la ville et la communauté agrandissent et les besoins augmentent, donc la conception d'un centre commercial contemporain avec les normes de l'architecture écologique et bien intégré dans son environnement ainsi un bon confort thermique que peut être obtenue avec l'utilisation des énergies renouvelables dans le domaine de l'architecture.

Mots clés : confort thermique, consommation énergétique, mall, centre commercial.

Abstract :

This work is intended to understand the importance of thermal comfort in any construction, especially in our case study "a mall" and to show the importance of the rationalization of energy consumption particularly in the building sector.

In Algeria, buildings generally meet the needs in terms of operation and architecture, the energy dimension almost never takes into consideration what produces buildings and spaces that consume energy and are uncomfortable.

The lack of commercial equipment in Guelma encourages us to work on this problem, the city and the community have grown and the needs are increasing, so the design of a contemporary shopping center with the standards of ecological architecture, well integrated into its environment, brings comfort to users and to all ensures thermal comfort with the use of renewable energies and new techniques in the world of architecture are the solutions or the best answer to the problems posed.

Keywords : thermal comfort, energy consumption, mall, shopping center.

ملخص :

يهدف هذا العمل إلى فهم أهمية الراحة الحرارية في أي بناء ، وخاصة في دراسة الحالة الخاصة بنا "مول" وإظهار أهمية ترشيد استهلاك الطاقة خاصة في قطاع البناء

في الجزائر، تلبي المباني بشكل عام الاحتياجات من حيث التشغيل والهندسة المعمارية ، ولا يأخذ بُعد الطاقة في الاعتبار أبداً ما ينتج المباني والمساحات التي تستهلك الطاقة وغير مريحة

يشجعنا نقص المعدات التجارية في قالمة على العمل على حل هذه المشكلة ، فالمدينة والمجتمع نما وتزداد الاحتياجات ، لذلك فإن تصميم مركز تسوق معاصر بمعايير العمارة البيئية ، ودمج جيداً في بيئته ، يجلب الراحة للمستخدمين والجميع يضمن الراحة الحرارية مع استخدام الطاقات المتجددة والتقنيات الجديدة في عالم الهندسة المعمارية هي الحلول أو أفضل إجابة للمشاكل المطروحة

الكلمات المفتاحية: الراحة الحرارية، استهلاك الطاقة، مول، مركز تسوق

Table des matières

Remerciement	II
Résumé :	III
Abstract :	IV
: ملخص.....	V
Liste des figures	X
Liste des schémas.....	XII
Liste des tableaux	XII
Introduction générale :	1
Problématique :	2
Hypothèse :	2
Les objectifs :	2
La méthodologie de travail :	3
Structure de mémoire :	3
Chapitre I : Théorique, Définition, Développement et Interprétation des concepts liée au confort thermique	
Introduction :	5
I.1. Le confort :	5
I.1.1. Les types de confort :	5
I.1.2. Multiples dimensions du confort :	5
I.2. Multiples dimensions du confort : Notion de confort thermique :	6
I.2.1. Les paramètres du le confort thermique :	6
I.2.2. Les critères qui influencent ce confort thermique :	7
I.2.3. Aspects du confort thermique :	9
I.2.4. Les stratégies bioclimatiques pour améliorer confort thermique :	11
I.2.4.1. Stratégies du chaud (confort d’hiver) :	11
I.2.4.2. Stratégie du froid (confort d’été) :	12
I.3. Les solutions techniques et architecturales à mettre en œuvre pour un bon confort thermique :	14
I.3.1. L’intégration du bâtiment dans l’environnement :	14
I.3.2. La conception du bâtiment :	18
I.3.3. Enveloppe du bâtiment et matériaux :	20
I.4. Conception des espaces intérieurs : (influence sur le confort)	23
I.4.1. Délais d’occupation de l’espace :	23
I.4.1.1. Les échanges avec l’ambiance environnante :	23
I.4.2. Asymétrie thermique :	24

I.4.2.1. Effet de parois froides :	25
I.4.2.2. dispositions à respecter :	26
I.4.3. Outils de conception des espaces intérieurs : (diagrammes de confort)	26
I.4.3.1. Diagramme de l'air humide :	26
I.4.3.2. La méthode Olgyay :	26
I.4.3.3. La méthode Givoni :	26
Conclusion :	28
Chapitre II : Analyse des exemples	
Introduction :	29
II.1. Exemple n°01 : le centre commercial Park mall (Sétif) :	29
II.1.1. Présentation du projet :	29
II.1.2. Fiche technique du Park Mall :	29
II.1.3. Analyse des concepts programmatiques et application des concepts de conception sur le Park Mall :	30
II.1.3.1. La position :	30
II.1.3.2. La taille :	30
II.1.3.3. La valeur sociale :	31
II.1.3.4. Les repères :	31
II.1.3.5. L'accessibilité :	32
II.1.4. Analyse architecturale :	32
II.1.4.1. L'extérieur :	32
II.1.4.2. L'intérieur :	35
II.1.5. Le regroupement des services, des activités et des personnes :	40
II.1.6. Les différentes techniques de projet :	41
II.1.7. Synthèse :	41
II.2. Exemple n°02 : centre commercial et de loisir Bab Ezzouar	42
II.2.1. Présentation de centre commercial :	42
II.2.2. Situation :	42
II.2.3. Analyse de l'extérieur :	43
II.2.3.1. Principe d'implantation :	43
II.2.3.2. Structure :	44
II.2.3.3. Accessibilité :	44
II.2.4. Analyse de l'intérieur :	46
II.2.4.1. La circulation :	46
II.2.4.2. L'organisation spatiale :	46

II.2.4.3. La coupe :	49
II.2.4.4. Organigrammes fonctionnels :	49
II.2.5. Le programme surfacique :	50
II.2.6. Synthèse :	52
II.3. Exemple n°03 : Thaihot City Plaza Mall.....	53
II.3.1. Fiche technique du projet :	53
II.3.2. Le plan de masse :	53
II.3.3. Plan de toiture :	53
II.3.4. Analyse des façades :	54
II.3.5. La circulation :	57
II.3.6. Caractéristiques techniques du projet :	58
II.4. Exemple n°04 : complexe polyvalent durable, le Caire	58
II.4.1. Fiche technique du projet :	58
II.4.2. Analyse architecturale :	58
II.4.2.1. Plan de masse :	58
II.4.2.2. Analyse des façades :	59
II.4.2.3. Les murs végétaux :	61
II.4.3. Les techniques écologiques :	62
Conclusion :	63
Chapitre III : Analyse de site	
Introduction :	65
III.1. Contexte géographique : situation et les limites de la ville de Guelma :	65
III.1.1. Situation de la ville par rapport à la wilaya :	65
III.1.2. Analyse climatique :	66
III.1.2.1. Classification du climat en Algérie :	66
III.1.2.2. Analyse climatique de la ville de Guelma :	67
III.2. Présentation du site :	71
III.2.1. Plan de situation du terrain :	71
III.2.2. Critères du choix de terrain :	72
III.2.3. La morphologie :	72
III.2.3.1. Voirie et accessibilité :	73
III.2.3.2. La topographie du terrain :	74
III.2.4. Analyse climatique du terrain :	74
III.2.5. Les points forts de terrain :	75
III.2.6. Les recommandations :	75

Conclusion :	76
Chapitre IV : programmation et idée de conception	
IV.1. La programmation :	78
Introduction :	78
IV.1.1. Les principales fonctions et espaces d'un mall ou centre commercial :	78
IV.1.1. Le programme retenu :	79
IV.2. La conception :	81
Introduction :	81
IV.2.1. la genèse de la forme :	82
Conclusion générale	87
Liste des références bibliographiques :	88

Liste des figures	
Figure 01 : Températures corporelles, effets de l'effort et de la chaleur.	10
Figure 02 : stratégie du chaud.	13
Figure 03 : stratégie du froid.	14
Figure 04 : les coordonnées solaires.	16
Figure 05 : orientation Sud d'un bâtiment.	18
Figure 06 : principes du zonage thermique.	19
Figure 07 : position relative de l'individu par rapport aux parois.	25
Figure 08 : effet de la paroi.	26
Figure 09 : diagramme de Givoni.	27
Figure 10 : vue sur le projet.	29
Figure 11 : situation du projet.	30
Figure 12 : coupe sur le projet.	31
Figure 13 : les éléments de repères.	31
Figures 14 : l'accessibilité au projet.	32
Figure 15 : plan de masse.	33
Figure 16 : volumétrie du projet.	34
Figure 17 : le park mall.	34
Figures 18 : façades du projet.	35
Figure 19 : façade de park mall.	35
Figure 20 : coupe présentative sur le projet.	40
Figure 21 : l'entrée de centre commercial.	42
Figure 22 : éléments de repères de centre commercial.	43
Figure 23 : principe de conception.	43
Figure 24 : volumétrie du projet.	43
Figure 25 : la structure du projet.	44
Figure 26 : Poteau carré	44
Figure 27 : Poteau circulaire	44
Figure 28 : vu sur le mall.	53
Figure 29 : plan de masse du mall.	54
Figure 30 : plan de toiture.	54
Figure 31, 32 : les différentes façades su projet.	55
Figure 33 : façade nord du Thaihot City Plaza Mall	56

Figure 34 : façade ouest	56
Figure 35 : façade sud	56
Figure 36 : façade est	56
Figures 37, 38 : présentation de la circulation dans le mall.	57
Figure 39 : plan de masse du projet.	59
Figure 40 : présentation du toit.	59
Figures 41, 42, 43 : les façades du projet.	61
Figure 44, 45 : présentation de la technique d'un puits canadien.	62
Figure 46 : situation géographique de la ville de Guelma.	65
Figure 47 : situation de la ville et la wilaya de Guelma.	66
Figure 48 : Classification du climat en Algérie.	67
Figure 49 : la rose des vents dans la région de Guelma.	68
Figure 50 : précipitation annuelle à Guelma.	69
Figure 51 : température en 2015 à Guelma.	69
Figure 52 : diagramme ombro-thermique de Guelma période 1980-1990.	69
Figure 53 : la trajectoire solaire.	71
Figure 54 : plan de masse du site.	72
Figure 55 : forme du terrain.	73
Figure 56 : les principales voies dans le site.	73
Figure 57 : coupe sur le terrain.	74
Figure 58 : les données climatiques du terrain.	74
Figure 59 : l'ensoleillement du terrain.	75
Figure 60 : le site d'intervention	82
Figure 61 : les axes majeurs de site.	82
Figure 62 : l'accessibilité au projet.	83
Figure 63 : l'organisation spatiale de projet.	83
Figure 64 : l'idée de la forme.	84
Figure 65 : vue du ciel sur le projet.	85
Figure 65 : vue du sud..	85
Figure 66 : vue du nord.	86
Figure 67 : schéma de principe.	87

Liste des schémas	04
Schéma 01 : la Méthodologie d’approche.	28
Schéma 02 : ventilation des locaux.	28
Schéma 03 : fonctionnement de ventilation naturelle avec récupération de chaleur.	36
Schéma 04 : organigramme fonctionnel du sous-sol.	37
Schéma 05 : organigramme fonctionnel du entre sol.	38
Schéma 06 : organigramme fonctionnel du RDC.	39
Schéma 07 : organigramme fonctionnel du 1er étage.	49
Schéma 08 : coupe explicative des différents niveaux.	49
Schéma 09 : organigramme fonctionnel du projet.	52
Schéma 10 : présentation de programme des espaces du projet.	

Liste des tableaux	41
Tableau 01 : les points forts et les points faible du projet.	51
Tableau 02 : le programme du projet	68
Tableau 03 : Précipitation annuelle totale en (mm).	70
Tableau 04 : humidité moyenne de Guelma.	78
Tableau 05 : les fonctions de centre commercial	80
Tableau 06 : programme retenu.	

Introduction générale :

Des écosystèmes sont dégradés, des ressources naturelles sont surexploitées et des énergies sont excessivement épuisées à cause des consommations humaines non maîtrisées qui a entraîné tout un réchauffement climatique due à l'accumulation des gaz à effet de serre. L'émission de ces gaz est engendrée dès le 20^e siècle à la suite de la révolution industrielle, qui joue le secteur tertiaire un grand rôle avec plus de 35% des émissions.

Un bâtiment, incluant sa structure, son éclairage, et sa consommation énergétique ...etc., se doit offrir les conditions intérieures les plus confortables pour l'être humain.

C'est maintenant qui vient le rôle du concepteur de rattraper et sauver notre mère planète à travers des approches avec des opérations dans le secteur du bâtiment, ces dernières visent à minimiser les gaz émis dans notre atmosphère, en assurant le confort des usagers de ces espaces bâtis, (sur tous les niveaux : visuel, thermique, acoustique et olfactif), par l'optimisation de leurs performance énergétique.

« Le confort thermique est un état d'esprit qui exprime une satisfaction de son environnement, le sujet ne peut pas dire s'il veut avoir plus chaud ou plus froid. »¹

L'audit énergétique de bâtiments a pour vocation d'analyser les problèmes énergétiques rencontrés et de trouver les solutions pertinentes permettant de les résoudre.

Si ces opérations visent à améliorer la performance énergétique, elles peuvent aussi proposer des solutions visant l'amélioration de la qualité des ambiances. La solution la plus adaptée pour déterminer les causes d'un éventuel inconfort est de demander directement l'opinion des occupants.

Dans cette perspective, notre travail de recherche consiste à mettre en évidence les tendances visant à réduire la consommation énergétique afin de minimiser l'impact des projets d'architecture sur l'environnement, en se focalisant sur des démarches qui ont pour but d'améliorer des qualités thermiques et énergétiques de l'enveloppe architecturale des projets architecturaux de grandes surfaces.

¹ <https://energieplus-lesite.be/theories/confort11/le-confort-thermique-d1/>

Problématique :

Le confort est une notion globale : chaleur et froid, lumière, bruit, paysage, eau, verdure, prestige.... et autre, sont autant d'éléments définissant plusieurs paramètres climatiques, esthétiques, psychologiques du confort. Le confort est également la sensation subjective qui n'existe pas en lui-même. Ce n'est que par l'inconfort qu'on peut l'apprécier. Cette appréciation est différente selon la société et pour une même société suivant les individus.

Les études sur l'architecture traditionnelle et leur adaptation au climat chaud sont jusqu'à présent nécessaire pour répertorier l'ensemble des techniques traditionnelles passives de régulation thermique. Pour l'analyse bioclimatique et la détermination des zones du confort et les techniques correspondantes ; des diagrammes bioclimatiques et des indices thermiques ont été établis résultants d'études sur la nature des ambiances physiques et naturelles contrôlées de laboratoires. De ce fait, il n'existe pas de combinaison parfaite de conditions de confort du moment que celles-ci ne sont pas forcément reliées au contexte, qu'il y'a interaction entre les sensations et différence d'appréciation d'un individu à un individu, et d'une société à une autre. Toutefois, les définitions théoriques de la notion de confort s'accordent toutes sur l'importance du confort thermique. Celui-ci constitue le sujet de notre étude. Et pour cela on pose la question suivante :

Comment améliorer le confort thermique et la réduction de la consommation énergétique dans un grand équipement commercial ?

Hypothèse :

Le meilleur choix des solutions techniques et architecturales à mettre en œuvre pour garantir un bon confort thermique comme les stratégies de la durabilité, la bonne intégration dans le site pour profiter des apports offerts et l'utilisation des nouvelles techniques et systèmes des énergies renouvelables. Donc un bâtiment bioclimatique à baisse facture énergétique est la solution architecturale et conceptuelle passive pour répondre à cette problématique.

Les objectifs :

L'adoption d'un principe de développement durable respectant l'environnement dans notre projet par :

- La réduction de la consommation énergétique, de l'eau et de l'électricité.
- Optimiser le confort thermique et réduire la consommation d'énergie.
- La construction d'un mall qui répond aux exigences de l'architecture écologique

La méthodologie de travail :

L'étude s'est attelée à confirmer ou à infirmer ces hypothèses et répondre aux objectifs à travers une structuration de la recherche qui va s'articuler autour de quatre chapitres des recherches bibliographiques, cela pour objectif de déterminer les différents concepts, notions et techniques qu'on souhaite développer dans notre projet ainsi que leur compréhension et leur adaptation par rapport au contexte local.

Le premier chapitre thématique basé principalement sur la documentation et les recherches bibliographiques sur le thème proposé (ouvrage, thèse, article), le deuxième et le troisième chapitres analytiques (analysés des exemples d'une écoconstruction internationale pour relever des critères pour vérifier le cas d'étude proposé et l'analyse du site d'intervention). Et finalement le quatrième chapitre contextuel composé de la programmation et l'idée de conception.

Le chapitre théorique détaille théoriquement le confort thermique avec la proposition des solutions architecturales écologiques pour le bien-être dans chaque bâtiment.

La deuxième partie de notre recherche consiste à la vérification de l'hypothèse à partir des exemples dans le premier chapitre et l'analyse de site et de terrain dans le deuxième chapitre.

Le troisième et le dernier chapitre conceptuel contient la programmation et l'idée de conception, la genèse de la forme, les solutions trouvées comme les techniques écologiques et environnementales approuvées et les matériaux de construction utilisés avec l'intégration de projet dans son environnement.

Chaque chapitre contient une introduction, des définitions des concepts et des synthèses sur les recherches. Le travail consiste à présenter quelques concepts théoriques et pratiques sur le sujet de confort thermique et des grands équipements commerciaux tels que les malls, la recherche vise à préparer un projet écologique sur les normes qui répondent aux besoins de ce thème.

Structure de mémoire :

Ce travail est structuré sur :

- Chapitre introductif

Introduction générale

Problématique

Les objectifs de recherche

Hypothèses

Méthodologie de recherche

Structure de mémoire

- Premier chapitre (théorique) :
- Deuxième chapitre : analyse des exemples
- Troisième chapitre : analyse de site et de terrain
- Quatrième chapitre (conceptuel) : programmation et idée de conception
- Conclusion générale

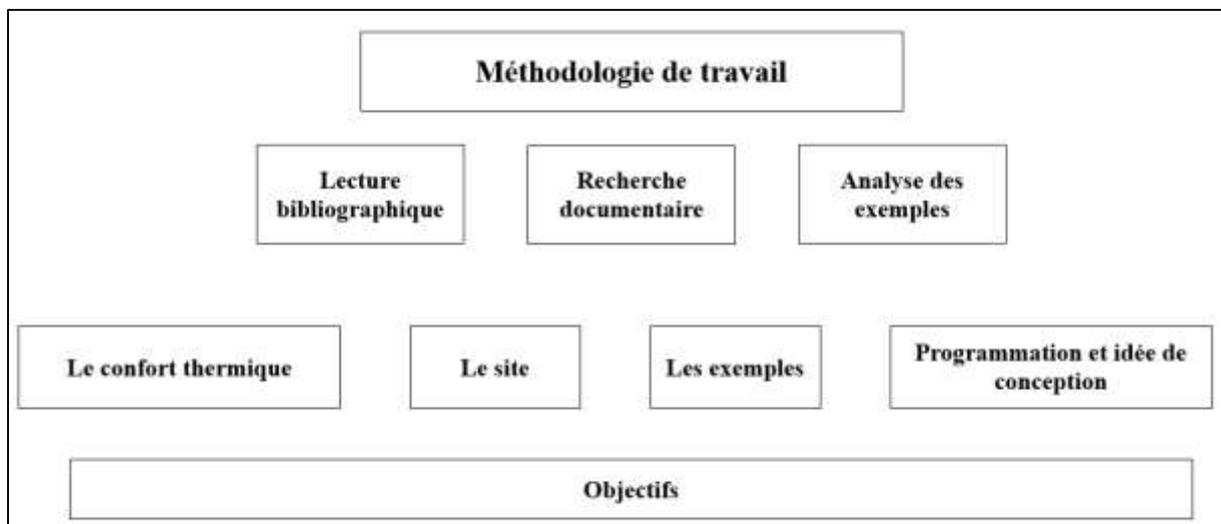


Schéma 01 : la Méthodologie d'approche. **Source** : l'auteur, 2021

Chapitre I : Théorique, Définition, Développement et Interprétation des concepts liée au confort thermique

Introduction :

Parmi les principaux buts de l'architecture et la construction des bâtiments est d'assurer le confort thermique. L'évolution des techniques et le développement de nouveaux matériaux de construction contribuent à régler les températures à l'intérieur des bâtiments et d'améliorer le confort thermique pour les usagers des.

Dans ce chapitre, on explique toutes les notions de confort thermique et nous essayons de donner des solutions et techniques qui nous aideront à atteindre notre objectif qui est le confort thermique dans le bâtiment.

I.1. Le confort :

Le confort est la tranquillité psychologique, intellectuelle, morale obtenue par le rejet de toute préoccupation, d'après le dictionnaire Larousse.

Selon le Petit Robert : le confort est tout ce qui contribue au bien-être, à la commodité de la vie matérielle. Le confort d'un appartement.

I.1.1. Les types de confort :

Confort Physiologique

- Thermique
- Acoustique
- Olfactif

Confort Psychosociologique

- Visuel : Perception de l'espace, contacte avec l'extérieur, visibilité
- Non visuel : Déroulement des activités, intimité, privatisé ...

I.1.2. Multiples dimensions du confort :

La satisfaction vis-à-vis de l'environnement fait appel à toutes les dimensions physiques des ambiances, mais également à des aspects comportementaux et psychologiques.

Au niveau physique, ou physiologique, on distingue les confort respiratoires, thermiques, acoustiques et visuels. Ces aspects sont généralement assez bien connus et de nombreuses normes définissent des seuils minimums et/ou maximums pour les grandeurs physiques concernées (éclairage, température, puissance acoustique, etc.). À noter que ces grandeurs ne sont pas

nécessairement absolues : elles peuvent varier dans le temps. Ainsi, les plages de confort thermiques ne sont pas les mêmes en été et en hiver, du fait notamment d'adaptation physiologique (modification du rythme cardiaque et de la capacité de sudation).

Au niveau comportemental, c'est la capacité d'action de l'occupant dans le bâtiment qui est mise en évidence. Car les conditions intérieures et les attentes sont variables dans le temps : on accueillera plus favorablement un courant d'air en été qu'en mi-saison. Il est donc important que l'occupant ait une capacité d'action sur les organes de contrôle des systèmes du bâtiment, sur son activité et sur son habillement.

I.2. Multiples dimensions du confort : Notion de confort thermique :

Le confort thermique est une sensation physique, liée à la température, et qui est propre à chacun d'entre nous. En hiver, un bon confort thermique est lié à une sensation suffisante de chaleur (Ni trop, ni pas assez chaud). En été, il faut limiter cette sensation de chaleur et plutôt assurer une certaine fraîcheur à l'intérieur du logement. Le confort thermique peut donc se définir comme la sensation de bien-être ressentie dans une ambiance donnée, et relative à plusieurs critères, à la fois extérieurs et relatifs à chaque individu.²

I.2.1. Les paramètres du le confort thermique :³

Le confort thermique est traditionnellement lié à 6 paramètres :

- Le métabolisme, qui est la production de chaleur interne au corps humain permettant de maintenir celui-ci autour de 36,7°C. Un métabolisme de travail correspondant à une activité particulière s'ajoute au métabolisme de base du corps au repos.
- L'habillement, qui représente une résistance thermique aux échanges de chaleur entre la surface de la peau et l'environnement.
- La température ambiante de l'air T_a .
- La température moyenne des parois T_p .
- L'humidité relative de l'air (HR), qui est le rapport exprimé en pourcentage entre la quantité d'eau contenue dans l'air à la température t_a et la quantité maximale d'eau contenue à la même température.
- La vitesse de l'air, qui influence les échanges de chaleur par convection. Dans le bâtiment, les vitesses de l'air ne dépassent généralement pas 0,2 m/s.

² www.afr-climatisation.fr/confort-thermique

³ energieplus-lesite.be

Notez que de façon simplifiée, on définit une température de confort ressentie (appelée aussi “température opérative” ou “température résultante sèche”) :

$$T^{\circ}\text{opérative} = (T^{\circ}\text{air} + T^{\circ}\text{parois}) / 2$$

Cette relation simple s’applique pour autant que la vitesse de l’air ne dépasse pas 0,2 m/s.

I.2.2. Les critères qui influencent ce confort thermique :⁴

- La température ambiante (ou de consigne) : Pour obtenir un confort thermique satisfaisant, il faut paramétrer une température de consigne suffisante. On a l’habitude de dire que la température ambiante de confort se situe entre 19°C et 20°C. Attention à ne pas surchauffer car passer de 20°C à 21°C entraîne une surconsommation d’énergie d’environ 7%. La nuit et en période d’inoccupation, cette température pourra être abaissée de 2 à 3°C grâce à la régulation du chauffage.
- La température des parois : La température des parois a une grande influence sur la température ressentie. Pour calculer simplement la température ressentie, il faut faire la moyenne entre la température des parois et la température ambiante. Par exemple, pour une température d’ambiance de 20°C :
 - Cas n°1 : Température de paroi de 16°C : la température ressentie sera de 18°C
 - Cas n°2 : Température de paroi de 19°C : la température ressentie sera de 19,5°C

Pour une même température de consigne, le confort thermique sera insuffisant dans le cas 1 et satisfaisant dans le cas 2. Pour augmenter la température des parois, il convient d’isoler correctement son logement en limitant le plus possible les ponts thermiques. Il faut également mettre en place des vitrages performants dont la pose aura été soignée.

- Le mode chauffage
 - La production de la chaleur : Dans le cas d’un chauffage par convection, l’air en mouvement est utilisé pour transférer la chaleur du système de chauffage vers les occupants. De fait, l’air chaud remonte et l’air froid reste au niveau du sol. En conséquence, il se crée une stratification de l’air (plus chaud en haut qu’en bas) qui provoque un inconfort thermique (froid aux pieds). De plus, le chauffage par convection tend à assécher l’air, ce qui peut être désagréable. On trouve parfois un humidificateur d’air accolé au convecteur pour limiter ce ressenti (réserve d’eau liquide). Aussi, les convecteurs peuvent accentuer la sensation de courant d’air qui

⁴ conseils-thermiques.org

provoque de l'inconfort et oblige à chauffer plus. Enfin, ces éléments de chauffage sont très chauds (autour de 90°C sur le corps de chauffe), ce qui peut poser des problèmes de sécurité chez les enfants. Les « convecteurs » (ou « grilles pains ») ou autres « soufflants » sont donc à éviter notamment quand les volumes à chauffer sont importantes.

Dans le cas d'un chauffage par rayonnement, ce sont des ondes infrarouges qui sont utilisées pour transférer la chaleur du système de chauffage vers les occupants. Il y a peu de stratification de l'air et le confort thermique est meilleur. Parmi les chauffages par rayonnement, on peut citer : le plancher chauffant, les poêles de masse (à restitution lente de la chaleur), les radiateurs électriques à inertie et les radiateurs à eau.

Il existe des modes de chauffage qui utilisent à la fois la convection et le rayonnement, ils apportent un confort thermique satisfaisant. On peut citer : les panneaux rayonnants et les poêles à granulés.

- Les variations de températures : confort thermique est meilleur lorsque l'amplitude des températures est faible. On peut considérer qu'une amplitude de 1°C est acceptable. Par exemple, vous réglez la température de consigne à 20°C. Le chauffage va produire de la chaleur jusqu'à atteindre 20.5°C, puis ne se remettra en route qu'à 19.5°C. Pour lisser au mieux les températures, il faut mettre en place une régulation efficace. Dans les faits, tous les modes de chauffage ne sont pas capables d'une régulation si fine. Pour les poêles à granulés notamment, on accepte une amplitude de 2°C. En été, des protections solaires couplées à une forte inertie thermique évitent les surchauffes.
- L'humidité relative de l'air (hygrométrie) : un taux d'humidité situé entre 40% et 60% permet un bon confort thermique. Avec un taux d'humidité élevé, on aura tendance à augmenter la température de consigne (surconsommation d'énergie). A l'inverse, on aura tendance à diminuer la température de consigne dans un environnement plus sec (maisons RT 2012 notamment) mais il n'est pas recommandé de descendre en dessous de 40%. Pour réguler au mieux l'humidité, il est nécessaire de mettre en place une ventilation mécanique contrôlée.
- Les mouvements d'air : les mouvements d'air accentuent les échanges de chaleur par convection. Par exemple, quand la météo affiche une température réelle de 0°C, la température ressentie peut être de -7°C sous l'effet du vent. L'homme perçoit les mouvements d'air à partir d'une vitesse de 0.2m/s (0,7 km/h). Pour éviter ces flux d'air, on peut mettre en place une ventilation mécanique qui assure une vitesse de l'air assez faible. Cette vitesse est plus

difficile à gérer dans le cas d'une ventilation naturelle. Le choix du chauffage est également important (les convecteurs renforcent les mouvements d'air), de même qu'une bonne étanchéité à l'air du bâtiment, en particulier au niveau des ouvrants.

- L'occupant : en fonction de sa sensibilité, de son activité et de sa tenue, l'occupant va également avoir une influence sur le confort thermique. Plus l'occupant a une activité physique soutenue et plus il est habillé chaudement, plus la température de consigne pourra être faible. Porter des pulls en hiver est donc un bon moyen de faire des économies d'énergie ! La sensibilité de chacun est également à prendre en compte. L'âge est une variable importante de ce ressenti (jeunes enfants et seniors notamment).

I.2.3. Aspects du confort thermique :⁵

✓ L'aspect physiologique (La thermorégulation)

« L'homme vit et travaille dans les climats chauds, mais ses capacités d'adaptation sont limitées. La température ambiante, ainsi que l'humidité et le vent imposent des modes de vie spécifiques à cet animal homéotherme. » (Besancenot 1990).⁶ À ce propos, l'homme est défini donc comme un endotherme (Savourey et al. 2003)⁷, homéotherme, avec une température centrale presque stable, qui se situe normalement très proche de 37°C (Imessad et Messaoudène 2008)⁸ malgré les variations des degrés de la température extérieure (au niveau urbain ou architectural) ou le niveau de l'effort physique

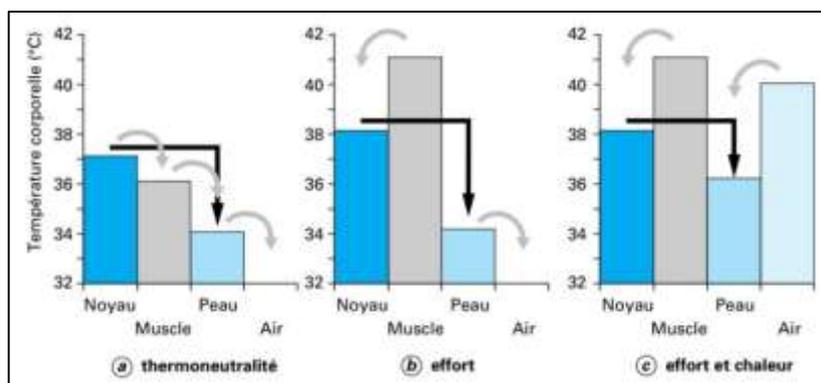


Figure 01 : Températures corporelles, effets de l'effort et de la chaleur. **Source** : Candas 2000

⁵ Thèse de doctorat : Évaluation du confort thermique et lumineux dans le logement collectif : Étude comparative entre le social et le promotionnel, dans la ville de Biskra. BERKOUK Djihed, juin 2017

⁶ Besancenot, J.-P. (1990) 'L'organisme humain face à la chaleur', Science et changements planétaires/Sécheresse, 1(1), pp. 30–35

⁷ Savourey, G., Launay, J. C. and Melin, B. (2003) 'Physiopathologie et prévention des troubles liés à l'exposition à la chaleur ou au froid', Actualité et dossier en santé publique (ADSP), pp. 4–9

⁸ Imessad, K. and Messaoudène, N. A. (2008) 'Modèle mathématique de prédiction de la sensation thermique et de la réponse physiologique chez l'être humain', Revue des Energies Renouvelables, 11(4), pp. 545–556.

✓ **L'aspect physique (les échanges thermiques (corps/environnement))**

○ **Echanges thermiques**

Pour le corps humain, la peau peut être considérée comme l'élément principal de la sensation de la chaleur/froid. C'est pour cela que la température de la peau est devenue comme le responsable majeur du niveau du confort de l'habitant. À ce sujet, plusieurs chercheurs dans le domaine du confort thermique ont étudié la relation entre la peau humaine et l'environnement, citons à titre d'exemple l'étude de Nielsen et Nielsen (1984)⁹, de

Imessad et Messaoudène (2008)¹⁰, de L. Schellen et al. (2012)¹¹ et celle de Maiti (2014)¹².

Du point de vue physique, s'il existe une différence de température entre le corps humain et son environnement, la chaleur se propage du plus chaud entre eux vers le plus froid. L'auteur, Besancenot (1990)¹³ soutient que ce transfert d'énergie thermique entre ces deux corps physiques met en évidence quatre processus (modes) différents, simultanés ou le contraire : la conduction, la convection, le rayonnement et l'évaporation. En outre, il est à noter qu'il y a deux autres effets qui participent aux échanges thermiques entre le corps humain et son environnement

✓ **Bilan thermique**

Le confort thermique est très lié au bilan thermique du corps. Selon Djongyang, Tchinda et Njomo (2010)¹⁴, cet équilibre est influencé par les paramètres environnementaux et personnels. D'après ces chercheurs, plusieurs informations quantitatives sur le calcul des échanges de chaleur entre l'homme et son environnement ont été présentées par les études de Newburgh (1949), Gagge et Hardy (1967), Fanger (1970) et Gagge et Nishi (1977).

⁹ Nielsen, R. and Nielsen, B. (1984) 'Influence of skin temperature distribution on thermal sensation in a cool environment', *European Journal of Applied physiology and occupational physiology*. Springer, 53(3), pp. 225–230

¹⁰ Imessad, K. and Messaoudène, N. A. (2008) 'Modèle mathématique de prédiction de la sensation thermique et de la réponse physiologique chez l'être humain', *Revue des Energies Renouvelables*, 11(4),

¹¹ Schellen, L., Loomans, M. G. L. C., de Wit, M. H., Olesen, B. W. and Lichtenbelt, W. D. V. M. (2012) 'The influence of local effects on thermal sensation under non-uniform environmental conditions -Gender differences in thermophysiology, thermal comfort and productivity during convective and radiant cooling', *Physiology and Behavior*. Elsevier Inc., 107(2), pp. 252–261. doi: 10.1016/j.physbeh.2012.07.008

¹² Maiti, R. (2014) 'PMV model is insufficient to capture subjective thermal response from Indians', *International Journal of Industrial Ergonomics*. Elsevier Ltd, 44(3), pp. 349–361. doi: 10.1016/j.ergon.2014.01.005.

¹³ Besancenot, J.-P. (1990) 'L'organisme humain face à la chaleur', *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 1(1),

¹⁴ Djongyang, N., Tchinda, R. and Njomo, D. (2010) 'Thermal comfort: A review paper', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(9), pp. 2626–2640. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2010.07.040>.

L'équilibre thermique commence par deux conditions initiales nécessaires pour maintenir le confort thermique :

1. Une sensation thermique neutre qui doit être obtenue à partir d'une combinaison de la température de la peau et celle du corps dans sa globalité.
 2. La quantité de chaleur produite par le métabolisme qui doit être égale à celle perdue dans l'atmosphère (état stationnaire), dans le cas du bilan énergétique de tout le corps de l'habitant. (Orosa 2009 ; Djongyang, Tchinda and Njomo 2010)
- ✓ L'aspect psychologique du confort thermique (la sensation thermique)

Dans le travail analytique des psychologues de l'espace, il est nécessaire de poser les trois questionnements suivantes : comment l'homme : (i) perçoit son espace, (ii) réagit à son espace et (iii) comment s'adapte à son espace.

I.2.4. Les stratégies bioclimatiques pour améliorer confort thermique :¹⁵

I.2.4.1. Stratégies du chaud (confort d'hiver) :

Cette stratégie est mise en place pour le chauffage passif, où l'énergie du Soleil [LIEBARD A. et DE HERDE A. 2005] pénètre à l'intérieur des pièces par les fenêtres (capter) et elle est absorbée par les murs, les planchers et les meubles (stocker), puis, elle est conservée par l'isolation. Une fois que la chaleur stockée et conservée dans le bâtiment, plusieurs techniques sont utilisées pour la distribuer

- **Capter** : Capter la chaleur consiste à recueillir l'énergie solaire et à la transformer en chaleur. Le rayonnement solaire reçu par un bâtiment dépend du climat et de ses variations journalières et saisonnières, mais aussi de l'orientation du bâtiment, de la nature de ses surfaces et de ses matériaux, de la topographie du lieu, de l'ombrage, etc. Le rayonnement solaire n'est pratiquement utilisable qu'au droit des surfaces vitrées, où il est partiellement transmis à l'ambiance intérieure et fournit un gain direct de chaleur.
- **Stocker** : Le rayonnement solaire produit souvent de la chaleur au moment où elle n'est pas nécessaire. Il est alors intéressant de pouvoir stocker cette énergie jusqu'au moment où ce besoin se fait sentir. Ce stockage a lieu au sein de chaque matériau suivant sa capacité d'accumulation et permet ainsi d'absorber la chaleur et d'atténuer les fluctuations de température dans le bâtiment en tirant parti de son inertie.

¹⁵ Contribution Methodologique A La Conception Deslogements A Haute Performance Energetique (Hpe) En Algerie/Mémoire de magister/Mr. SEMAHI Samir.2013 ; p 76/p80.

- **Conserver** : En climat froid ou frais, on s'efforcera de conserver toute chaleur, qu'elle découle de l'ensoleillement, d'apports internes ou du système de chauffage. C'est essentiellement la forme et l'étanchéité de l'enveloppe ainsi que les vertus isolantes de ses parois qui limiteront les déperditions thermiques du bâtiment. Cloisonner les espaces en différentes zones permettant de créer des ambiances thermiques différenciées (températures de consignes différentes ou zones tampons), orientées suivant leur utilisation, permet aussi de répartir au mieux la charge de chauffage. **Distribuer** : Distribuer la chaleur dans le bâtiment tout en la régulant consiste à la conduire dans les différents lieux de vie où elle est souhaitable. Cette distribution peut s'effectuer naturellement lorsque la chaleur accumulée dans un matériau durant la période d'ensoleillement est restituée à l'air ambiant par rayonnement et convection. Un autre mode de distribution de la chaleur est celui de la thermo circulation de l'air (migration naturelle des masses d'air chaud vers le haut). Enfin, cette distribution peut être assurée par un circuit de ventilation forcée. La chaleur doit également être régulée en fonction des différentes pièces de l'habitation et de leur utilisation.



Figure 02 : stratégie du chaud. **Source** : fr.slideshare.net

I.2.4.2. Stratégie du froid (confort d'été) :

Cette stratégie est mise en place Pour La climatisation (refroidissement) passive qui consiste à minimiser les risques de surchauffe par diverses techniques [LIEBARD A. Et DE HERDE A. 2005]

:

Se protéger du rayonnement solaire et des apports de chaleur, minimiser les apports internes, dissiper la chaleur en excès et refroidir naturellement.

- **Protéger** : Protéger le bâtiment, et particulièrement ses ouvertures, de l'ensoleillement direct afin de limiter les gains directs revient à ériger des écrans, extérieurs si possible, qui le mette à l'ombre. Ces écrans peuvent être permanents, amovibles ou saisonniers (végétation). Par ailleurs, afin d'éviter réchauffement du bâtiment au droit des parois opaques, un niveau d'isolation suffisant doit empêcher la chaleur de s'accumuler dans la masse. En climat chaud, il faut particulièrement veiller à éviter les apports de chaleur provenant des parois et des toitures échauffées par le soleil. On y parvient en accroissant leur isolation ou leur inertie, en offrant des surfaces réfléchissantes au soleil ou encore en limitant les infiltrations d'air chaud dans le bâtiment.
- **Minimiser les apports internes** : Minimiser les apports internes vise à éviter une surchauffe des locaux due aux occupants et aux équipements : l'éclairage artificiel, l'équipement électrique, la densité d'occupation des locaux, etc. Certains apports peuvent être facilement minimisés en favorisant, par exemple, l'éclairage naturel.
- **Dissiper les surchauffes** : La dissipation des surchauffes peut être réalisée grâce à la ventilation naturelle, en exploitant les gradients de température par le biais d'exutoires produisant un "effet de cheminée". La pression du vent et la canalisation des flux d'air peuvent également être mises à profit pour évacuer l'air surchauffé du bâtiment.
- **Refroidir les locaux** : Le refroidissement des locaux peut facilement être assuré par des moyens naturels. Une première solution consiste à favoriser la ventilation (surtout nocturne, afin de déstocker la chaleur emmagasinée la journée) ou à augmenter la vitesse de l'air (effet Venturi, tour à vent. etc.). Un autre moyen consiste à refroidir l'air par des dispositifs naturels tels que des plans d'eau, des fontaines, de la végétation, des conduites enterrées, etc.

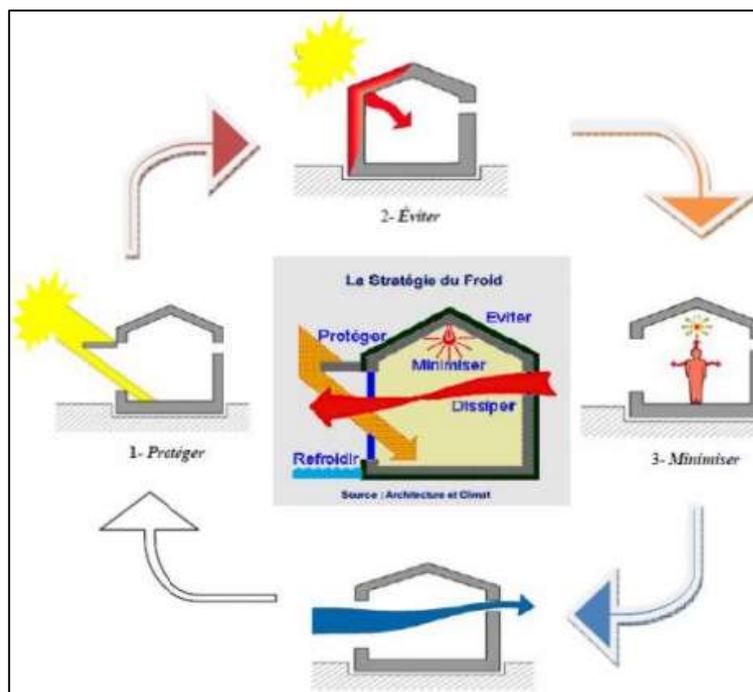


Figure 03 : stratégie du froid. Source : fr.slideshare.net

I.3. Les solutions techniques et architecturales à mettre en œuvre pour un bon confort thermique :

I.3.1. L'intégration du bâtiment dans l'environnement :

- ✓ Le choix de l'implantation du bâtiment :

Le choix de l'implantation d'un bâtiment doit tenir compte des caractéristiques du site (relief, végétation...) et des principaux facteurs climatiques (vents dominants...). Plusieurs éléments peuvent favoriser le confort thermique. Par exemple : si le terrain est en pente, il peut être intéressant de réaliser une construction semi enterrée : l'inertie du sol permettra d'améliorer le confort thermique en été et en hiver, en régulant les températures ; on essaiera également de tirer profit au mieux de la végétation existante. Notamment, les plantations d'arbres à feuille caduques à proximité des bâtiments favorisent le confort d'été, en apportant de l'ombre et de l'humidité en été, sans pour autant arrêter le soleil d'hiver ; enfin, on cherchera à se protéger des vents dominants.¹⁶

¹⁶ Cahier pratique pour les gestionnaires d'établissements sociaux et médico-sociaux/Améliorer le confort d'été dans les établissements pour personnes âgées et handicapées.

Chapitre I : Théorique, Définition, Développement et Interprétation des concepts liée au confort thermique

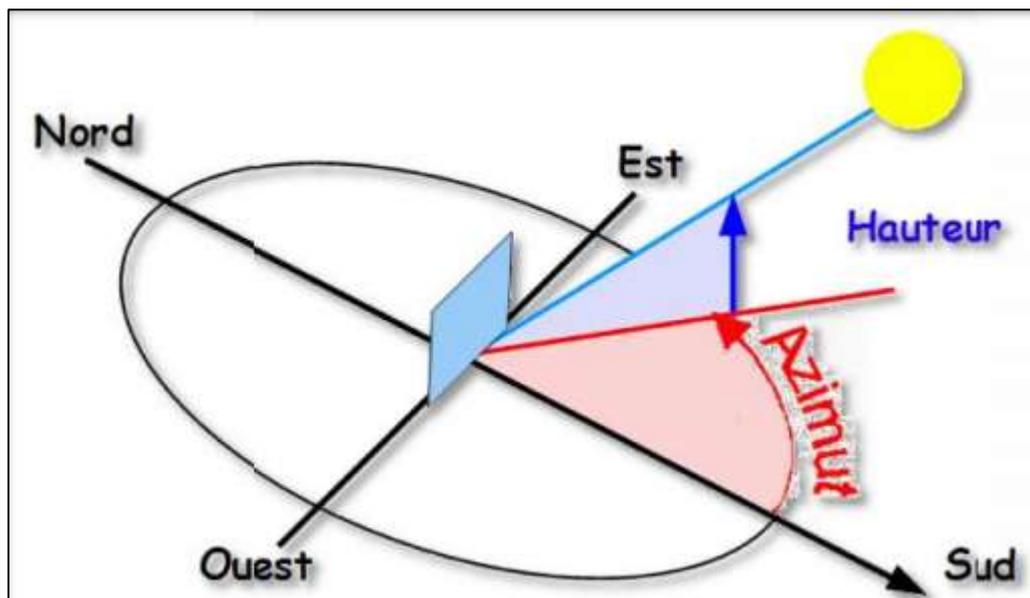
La localisation du bâtiment dans son site, selon Pierre Fernandez¹⁷ est un préalable de l'intégration de la composante énergétique dans la maîtrise des ambiances architecturales. Une bonne implantation recherche à bénéficier au maximum :

- ✓ De protections naturelles du vent et du soleil estival par la topographie du terrain naturel et la végétation existante ;
- ✓ De l'ensoleillement hivernal en évitant les masques portés par la végétation, le relief et l'environnement bâti.
- Le choix de l'orientation du bâtiment :

Le choix d'une orientation est soumis d'après Baruch Givoni à de nombreuses considérations, telles que la vue, dans différentes directions, la position du bâtiment par rapport aux voies, la topographie du site, la position des sources de nuisances, le rayonnement solaire et ses effets d'échauffement, ainsi que la ventilation en rapport avec la direction des vents dominants. Il place le concept de l'orientation au centre des éléments influant sur les ambiances intérieures d'un bâtiment.

- ✓ L'orientation et l'ensoleillement :

L'ensoleillement est caractérisé par la trajectoire du soleil et la durée de l'ensoleillement. Les Conditions géométriques du système terre-soleil déterminent la position relative du soleil, qui est repéré par son azimut (c'est l'angle horizontal formé par un plan vertical passant par le soleil et le plan méridien du point d'observation) et sa hauteur angulaire (c'est l'angle que fait la direction du soleil avec le plan de l'horizon).



¹⁷ Fernandez, P. (1996), Op cit. p 9

Figure 04 : les coordonnées solaires. **Source** : michel.lalos.free.fr

L'ensoleillement est en très grande partie responsable de divers effets sur les bâtiments.

Il peut être considéré en même temps comme :

- ✓ Source d'énergie gratuite en hiver (qui entre dans le bilan énergétique de chauffage.)
- ✓ Source d'énergie, cause d'inconfort thermique en été.

Au plan énergétique, l'orientation d'une paroi par rapport au rayonnement solaire influe sur l'énergie solaire incidente, Le tableau ci-dessous donne les pourcentages de rayonnement intercepté par une surface en fonction de l'angle d'incidence.¹⁸

- L'ensoleillement et les revêtements extérieurs de l'enveloppe :

Selon l'orientation de la façade ou de la toiture, on devrait choisir des qualités de revêtement où des couleurs de parois opaques dans des gammes qui atténuent les gains solaires (facteur d'absorption faible) et favorisent l'émission de chaleur par rayonnement infrarouge (facteur d'émission élevé).

Pour limiter la surchauffe, seul le revêtement des faces exposées au soleil est sensible. Cheng.V¹⁹ affirme que l'application de la couleur de surface claire sur une façade est un moyen très efficace pour réduire la température intérieure et participe donc à la protection solaire du bâti en climat chaud et humide.

La modification des propriétés physiques des surfaces extérieures constitue le moyen le plus facile de contrôle des quantités de rayonnement absorbé, ce moyen comprend le changement de couleur ou de texture.

L'influence de l'orientation sur les températures des surfaces extérieures (proportionnelle à l'intensité du rayonnement incident), affecte tour à tour le flux de chaleur à travers le mur et les températures de surface interne. Quantitativement, le régime et l'amplitude de l'élévation de la température dépendent de la capacité calorifique et de la résistance des murs.

¹⁸ Chabi Mohammed., Mémoire de magistère, université de Tizi-Ouzou, juin 2009

¹⁹ CHENG.V, NG.E & GIVONI.B : Solar Energy 2005.

Chapitre I : Théorique, Définition, Développement et Interprétation des concepts liée au confort thermique

Les problèmes de l'ensoleillement, posés aux concepteurs, sont aujourd'hui complexes. Il s'agit de concilier, le confort d'été, les qualités d'ambiances et la protection de l'enveloppe, dans une approche de dualité entre soleil d'été et soleil d'hiver.²⁰

- L'orientation et les vents :

Le vent est un déplacement d'air, essentiellement horizontal, d'une zone de haute pression (masse d'air froid) vers une zone de basse pression (masse d'air chaud).

Par définition, la direction d'un vent correspond à son origine, On caractérise le vent par sa vitesse moyenne et sa direction. Cependant, l'importance d'un vent de direction et de vitesse donnée dépend de la proportion de temps pendant laquelle il a lieu, soit sa fréquence²¹

En effet, le régime des vents est largement conditionné par la topographie locale (vallées, pentes, ...etc.) et par la rugosité des surfaces. Des obstacles tels que des écrans de végétation peuvent également freiner de façon significative la vitesse du vent.²²

D'un point de vue physique, on classe les obstacles au vent en trois catégories : le relief le cadre bâti et la végétation, Ces obstacles, dont l'effet dépend de leurs dimensions et leur perméabilité, constituent diverses obstructions et provoquent des modifications de la vitesse et de la direction du vent.

Une orientation au Sud permet de bénéficier des apports solaires en hiver, ces apports pouvant être aisément maîtrisés en été avec des protections solaires. C'est également l'orientation qui offre le meilleur compromis entre apports lumineux et apports thermiques en toute saison. La meilleure configuration est ainsi la forme allongée dans l'axe Est-Ouest, avec des pièces communes qui ouvrent sur la façade Sud, et des tailles de baies réduites côté Ouest.²³

²⁰ Siret, D. « Ensoleillement et conception assistée par ordinateur » in actes de la conférence I.B.S.A. France.2002.

²¹ Fernandez.P, et Lavigne.P. « Concevoir des bâtiments bioclimatiques, fondements et méthodes ».Edition le Moniteur, 2009, p115

²² Alain Liébard, Andre De Herde, « Traite d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques », Éditeur observé, 2005, p368

²³ Cahier pratique pour les gestionnaires d'établissements sociaux et médico-sociaux/Améliorer le confort d'été dans les établissements pour personnes âgées et handicapées.

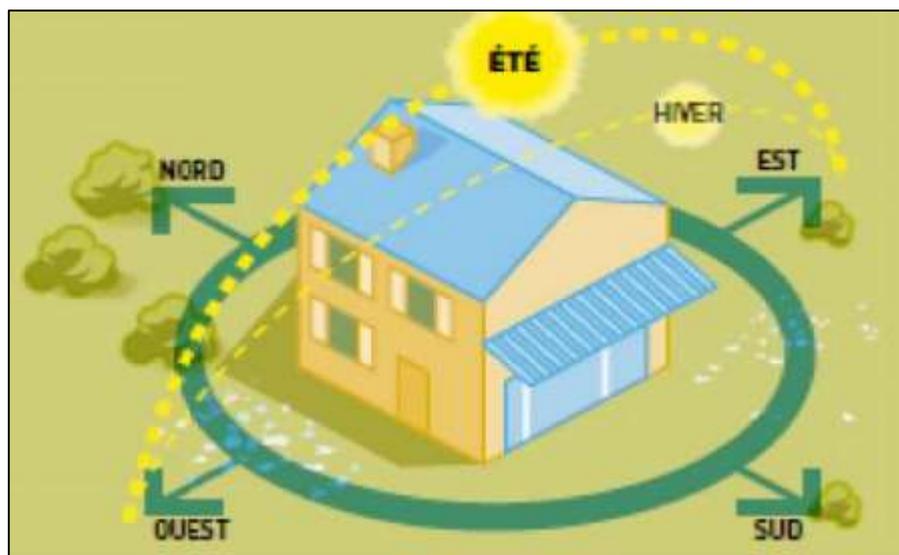


Figure 05 : orientation Sud d'un bâtiment. **Source** : du guide « Réussir un projet de Bâtiment Basse Consommation – Effinergie

I.3.2. La conception du bâtiment :

- ✓ **Forme et la compacité du bâtiment :**

La compacité d'un bâtiment ou le coefficient de forme (Cf) est défini comme le rapport entre la surface de déperdition de l'enveloppe extérieure et le volume habitable (m^2/m^3). Il indique le degré d'exposition du bâtiment aux conditions climatiques ambiantes.

Plus la surface de déperditions est grande, plus les pertes de chaleur augmentent, le bâtiment est plus économe en énergie quand le coefficient de forme prend des valeurs plus élevées.

Une forme compacte est souhaitable pour réduire le coût du confort thermique pour le chauffage et la climatisation du bâtiment, mais un bâtiment hyper compact n'est pas souhaitable du point de vue architectural et éclairage naturelle, donc un compromis doit être trouvé lors de la conception du projet.

Un bâtiment de forme compacte permet, avec l'isolation, de réduire les échanges thermiques avec l'extérieur. Cela aide à garder la fraîcheur à l'intérieur en été, et la chaleur en hiver.

- ✓ **Disposition des pièces :**

Il faut privilégier les pièces devie côté Sud et les locaux à faible besoin de chauffage côté Nord. On évitera d'orienter les chambres côté Ouest. L'occupation des divers espaces d'un bâtiment varie en fonction du rythme des journées et même des saisons. Définir ces différents espaces (zones) et caractériser leurs besoins thermique permet de les disposer rationnellement les un par rapport aux autres.

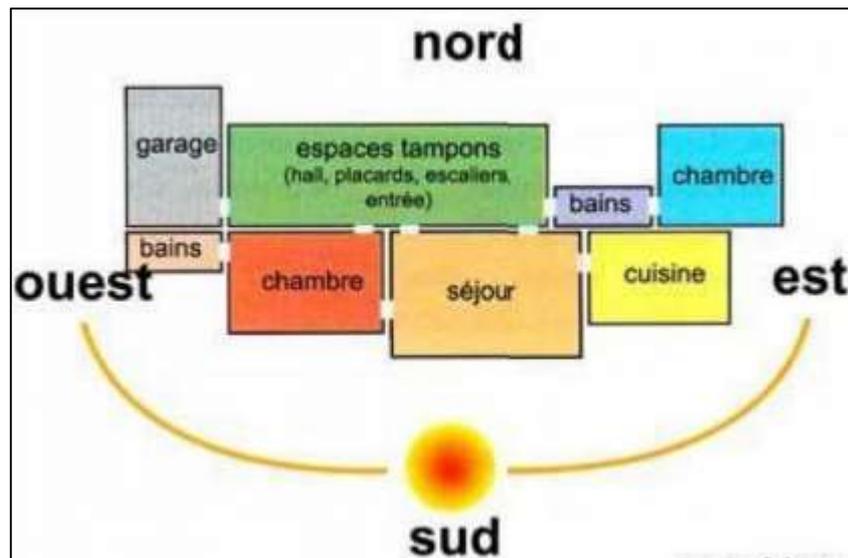


Figure 06 : principes du zonage thermique. Source : le guide de l'hébergement touristique durable)

✓ Ouvertures :

Le fait de prévoir des pièces qui ouvrent sur deux façades distinctes ou sur un patio favorisera la ventilation naturelle.

✓ Surfaces vitrées : la taille des fenêtres était limitée pour éviter les déperditions excessives en hiver. Aujourd'hui, avec des fenêtres performantes équipées de volets efficaces, cet aspect s'atténue considérablement. Les caractéristiques nécessaires d'une fenêtre :

- Éclairage et occultation,
- Vue dehors (ouverture visuel),
- Pénétration du soleil et protection solaire (gain solaire),
- Étanchéité et ventilation,

✓ L'orientation des surfaces vitrées :

Les règles générales à suivre pour l'orientation des fenêtres :

Déterminer la taille, la hauteur et la sorte de vitrage des fenêtres séparément pour chaque façade ;

- Maximiser l'exposition au sud ;
- Optimiser l'exposition au nord ;
- Minimiser l'exposition à l'ouest lorsque le soleil est au plus bas, car elle risque d'occasionner la surchauffe

✓ Les aménagements extérieurs

Chapitre I : Théorique, Définition, Développement et Interprétation des concepts liée au confort thermique

Les aménagements extérieurs peuvent avoir un impact significatif sur le confort d'été, à l'intérieur du bâtiment comme à l'extérieur. Voici les principales pistes d'action à considérer, en fonction des contraintes de votre site et de votre établissement.

- ✓ **Végétalisation :** La végétation agit sur trois facteurs du climat : le rayonnement solaire, le vent et l'humidité de l'air.

La présence d'espaces verts ou de végétation à proximité des bâtiments permet d'abaisser la température en période estivale. En particulier, l'implantation d'arbres à feuilles caduques à proximité des façades est et ouest peut contribuer efficacement à la protection solaire d'été, en agissant comme un masque solaire.

La végétalisation d'une façade peut aussi jouer un rôle d'enveloppe thermique complémentaire lorsqu'elle est implantée sur une paroi verticale (façade verte). Les végétaux grimpants permettent en effet de limiter les échauffements sur les parois dus au rayonnement solaire.

- ✓ **Natures des surfaces avoisinantes :** Le traitement des sols environnants revêt une importance non négligeable sur le rayonnement réfléchi. Le choix des matières et des couleurs pour les plans horizontaux en avant des parois extérieures, comme les terrasses, sera donc important pour éviter les surchauffes en été ainsi que les risques d'éblouissement.
- ✓ **Bassins, rétention d'eau :** L'aménagement de bassins ou de fontaines permet de rafraîchir l'ambiance extérieure et de traiter en surface les eaux pluviales.
- ✓ **Espaces intermédiaires :** L'aménagement d'espaces intermédiaires entre intérieur/extérieur (tels que pergolas, ombrages, etc.) doit permettre aux personnes âgées de pouvoir se promener à l'extérieur sans souffrir d'excès de chaleur.

I.3.3. Enveloppe du bâtiment et matériaux :

- ✓ **Les protections solaires :**

N'entend par "protection solaire" tout élément dont le rôle est d'éviter que tout ou seulement une partie du rayonnement solaire ne pénètre à travers une ouverture.²⁴ Ainsi, La protection solaire des parois vitrées peut se faire à la fois par le vitrage lui-même (caractérisé notamment par son facteur solaire, FS) et par les différentes protections, extérieures ou intérieures, fixes ou mobiles, que l'on peut leur associer. La conception d'une protection solaire, efficace est fondamentale pour qu'un bâtiment soit thermiquement et énergétiquement performant, par

²⁴ A.Chatelet, P.Fernandez et P.Lavigne : « L'architecture Climatique : Une Contribution Au Développement Durable, tome 2 : concepts et dispositifs », 1998, p37.

Chapitre I : Théorique, Définition, Développement et Interprétation des concepts liée au confort thermique

contre l'architecture moderne, conformément aux principes de la charte d'Athènes, est caractérisée par l'usage largement répandu du vitrage, qui a entraîné. Selon B. Givoni²⁵ une considérable évolution des rapports entre les ambiances intérieures et le climat extérieur.

✓ Les différents types de protection solaires :

➔ Les protections fixes : La mise en œuvre de protection solaire fixe peut, dans certains cas, s'avérer particulièrement intéressante dans la mesure où leur effet sera indépendant de l'action des utilisateurs. Ainsi, un local équipé d'un brise soleil adapté sera protégé de la surchauffe, indépendamment de son occupation. l'inconvénient est qu'il offre une protection différente selon la position du soleil, le local ne profite donc que peu des apports solaires en hiver, leur dimensionnement doit donc être correctement réalisé pour qu'il soit efficace

➔ Les protections mobiles :

a) Les protections extérieures mobiles : Il s'agit de stores vénitiens (lamelle horizontale), de stores enroulables, de stores de lamelles verticales, etc... Disposés du côté extérieur de la fenêtre. Permettant une protection efficace en été tout en bénéficiant des apports solaires en hiver.

b) Les protections intérieurs mobiles : Stores extérieurs, claustras, panneaux coulissants...etc. permettent d'éviter le rayonnement direct sur une personne. Bénéficiant des apports solaires en hiver, mais elles ne sont pas très efficaces en été, puisque ce rayonnement solaire se transforme après en chaleur.

➔ La protection végétale : Par la végétation (arbre à feuille caduque ; plantes autour du bâtiment) on peut se protéger des rayonnements solaires et leur feuillages persistant interceptent le rayonnement solaire et les empêchent d'atteindre les façades. de plus elle se comporte comme humidificateur réduisant la température de l'air par évaporation.

• La ventilation naturelle :

Dans la littérature, la ventilation naturelle est définie comme étant le mouvement d'air qui s'effectue à travers un espace sans l'influence d'appareillage mécanique. Les écoulements d'air naturels reposent sur les effets du vent et les variations de la densité de l'air dus aux différences de températures, elle est considérée comme principe de rafraîchissement passif.

✓ Les types de la ventilation naturelle :

²⁵ Givoni, B « l'homme, l'architecture et le climat » Edition Dunod. 6ème Edition France 2005.

Chapitre I : Théorique, Définition, Développement et Interprétation des concepts liée au confort thermique

Il existe de nombreux types de modes de ventilation naturelle dans les bâtiments, trois principaux sont :

- ✓ La ventilation naturelle traversant dans un local doit tenir deux conditions : la première est que le local comporte deux ouvertures, et la deuxième est que celles-ci sur deux façades opposées du local. La différence de pression entre le côté sous le vent du bâtiment et le côté face au vent va entraîner des écoulements d'air d'une ouverture à l'autre.
- ✓ La ventilation par une seule façade : C'est le mode de ventilation naturelle le plus simple, il consiste en l'aération d'un espace sur une seule façade, permettant à l'air extérieur d'accéder et à l'air intérieur de sortir par la même ouverture, ou par une autre ouverture située sur le même mur de façade. Les fenêtres doivent être hautes, ou être munies d'ouverture en bas et en haut de la façade, pour favoriser l'établissement d'un tirage thermique qui permettra à l'air extérieur plus frais d'entrées basses et à l'air intérieur de s'extraire par les orifices hauts
- ✓ Ventilation naturelle par tirage d'air (effet de cheminée) : La ventilation par tirage thermique est parfois utilisée quand la ventilation traversant n'est pas possible et quand la ventilation par exposition simple n'est pas suffisante. Le tirage thermique est en générale assuré par la différence de température entre l'air chaud intérieur et l'air frais de l'extérieur. L'effet de cheminée ; particulièrement efficace en hiver et les nuits d'été, est le mouvement ascensionnel de l'air intérieur dans un conduit, du fait qu'ils sont plus chaud et donc plus léger que l'air extérieur.
- Les matériaux de construction :
 - ✓ Vitrage et menuiserie : Le choix des fenêtres et porte-fenêtre a un impact important sur le confort visuel, le confort thermique d'hiver et d'été et sur les consommations d'énergie ; les menuiseries participent quant à elles à l'isolation et à l'étanchéité de la fenêtre.
 - ✓ L'inertie thermique : Lorsque les rayons du soleil frappent une paroi opaque, une partie de l'énergie rayonnée est absorbée, le reste est réfléchi. Un flux de chaleur s'établit alors entre la face externe et la face interne de la paroi. La chaleur, qui se transmet par onde de l'extérieur à l'intérieur se propage avec un certain déphasage et subit un amortissement. Le maximum de température atteint sur la face extérieure n'est pas immédiatement ressenti sur la face intérieure de la paroi.
 - ✓ L'isolation thermique : En effet une maison chauffée perd sans arrêt une partie de sa chaleur, à travers son enveloppe, comme le montre la figue 22. Isoler, consistera donc à réduire ces déperditions. L'isolation thermique est la propriété que possédé un matériau de construction

pour diminuer le transfert de chaleur entre deux ambiances. Elle permet à la fois de réduire les consommations d'énergie de chauffage ou de climatisation.

I.4. Conception des espaces intérieurs :²⁶ (influence sur le confort)

Au-delà des conditions de conception hygrothermiques il faut prendre en considération des aspects relatifs à l'espace intérieur et au mode d'occupation :

I.4.1. Délais d'occupation de l'espace :

Notre corps a besoins de ± 3 heures pour adapter son organisme à des conditions «différentes».

I.4.1.1. Les échanges avec l'ambiance environnante :

- La conduction au niveau des parties du corps en contact avec une paroi est généralement faible, mais la sensation thermique au toucher en dépend
- L'évaporation cutanée, la perspiration et la respiration permet d'évacuer de la chaleur latente
- Suivant la température de l'air ambiant et sa vitesse relative par rapport au corps les échanges par convection se font au niveau de la peau ou du vêtement
- Suivant la température des parois et leur géométrie relative depuis le corps les échanges par rayonnements IRGLO se font au niveau de la peau ou du vêtement

➤ L'évaporation

Due à la perspiration et à la respiration est permanente mais l'énergie latente correspondante est assez faible pour des activités physiques modérées :

- Par exemple, un individu moyen dans un air à 20°C et 50% d'humidité relative, évapore au repos environ 50 g/h d'eau, soit environ 35W de flux sous forme de chaleur latente
- L'activité physique augmente l'évaporation : 300 g/h d'eau pour une activité très soutenue, soit environ 210 W il faut environ 0,7Wh pour évaporer 1 g d'eau à 20°C

➤ la convection

S_d : surface développée du corps pour un individu moyen elle est égale à environ 1,8 m²

T_{air} : température de l'air ambiant en °C

²⁶ Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble, MAITRISE DES AMBIANCES 3 THERMIQUES, COURS n°5 ; 19 oct et 2 nov 2012 ; MARIA LOPEZ DIAZ

Chapitre I : Théorique, Définition, Développement et Interprétation des concepts liés au confort thermique

h_{conv} : coefficient d'échange par convection au niveau du corps, dépend de la vitesse relative de l'air à la surface du corps et de la température de l'air pour une vitesse relative faible (environ 0,25 m/s)

Pour une température de l'ordre de 20°C il est d'environ 4 W/m²K

T : température de la peau ou de la surface du vêtement soit

$$\Phi_{conv} = S_d \cdot h_{conv} \cdot (T - T_{air})$$

$$\Phi_{conv} \cong 7,2 \times (T - T_{air})$$

➤ le rayonnement :

S_a : surface apparente du corps pour un individu moyen elle est égale à environ 1,3 m²

T_{parois} : température moyenne des parois en °C

h_{ray} : coefficient d'échange par rayonnement au niveau du corps,

Pour des températures de parois proche de 20°C

Pour une température de peau de l'ordre de 30°C il est d'environ 5,4 W/m²K

T : température de la peau ou de la surface du vêtement soit :

$$\Phi_{ray} = S_a \cdot h_{ray} \cdot (T - T_{parois})$$

$$\Phi_{ray} \cong 7 \cdot (T - T_{parois})$$

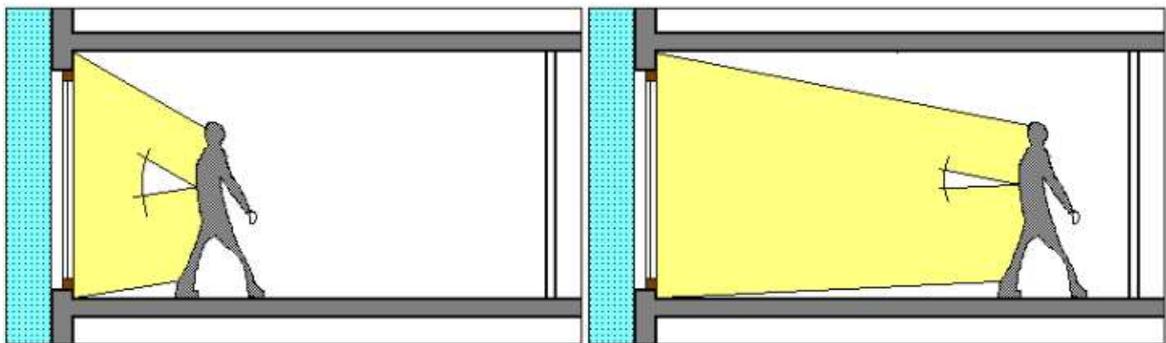


Figure 07 : position relative de l'individu par rapport aux parois. **Source** : Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble

I.4.2. Asymétrie thermique :

Si bien la température moyenne radiante peut constituer un outil de conception bioclimatique il nous manque de résoudre la distribution inégale de la température

I.4.2.1. Effet de parois froides :

Échanges thermique par rayonnement entre un corps chaud et les parois avoisinantes plus froides

- Si la différence s'élève au-dessus des 10°C il y aura au moins 10% d'insatisfaits
- Si par contre le mur est trop chaud à cause d'une forte radiation solaire ou trop proche à une source de chaleur on peut supporter bien des différences jusqu'à 35°C avec le même 10% d'insatisfaits

Une personne dans une pièce est en échange avec :

La T°C de l'air

Des échanges avec les parois .Qui dépendent :

- T°C des parois •• De l'angle solide que l'on fait avec chacune d'elle
- Le principe d'un angle solide : Selon la situation de la personne dans une pièce, et si les parois présentent des températures différentes, les personnes ne seront pas dans une situation identique de confort.
- Température radiante = $\Sigma(\text{des } T^{\circ}\text{C de parois} \times \text{angle solide fait avec chacune d'elle}) / 4 \pi$
- Quand les écarts entre les T°C de parois et d'air ne sont pas trop grands on peut établir une T°C résultante
- T°C résultante = $(T^{\circ}\text{C radiante} + T^{\circ}\text{C air}) / 2$

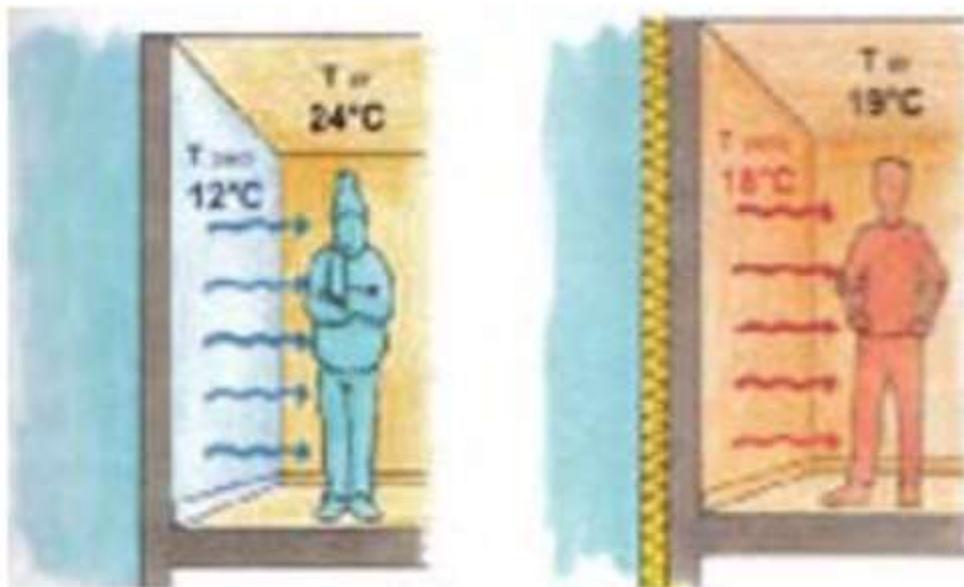


Figure 08 : effet de la paroi. **Source :** Ecole Nationale Supérieur d'Architecture de Grenoble

I.4.2.2. dispositions à respecter :

- Il est important de limiter les risques d'inconfort liés à des différences de température trop importantes dans un même local.
- Il ne devrait pas y avoir une différence de plus de 3 °C entre les pieds et la tête.
- La proximité de parois trop froides ou trop chaudes mais aussi la présence de courants d'air peut également provoquer des désagréments
- La vitesse de l'air au voisinage d'une personne ne doit idéalement pas dépasser 0,2 m/s en hiver et 0,8 m/s en été.

I.4.3. Outils de conception des espaces intérieurs : (diagrammes de confort)

Vu la complexité des paramètres qui interviennent dans le confort et la marge d'erreur du fait qu'on travaille avec des statistiques on utilise des diagrammes de confort qui nous permettent de visualiser de zones de bien être de plus ou moins grande amplitude

I.4.3.1. Diagramme de l'air humide :

C'est un abaque qui permet d'évaluer graphiquement les grandeurs relatives à un air ambiant

I.4.3.2. La méthode Olgyay :

Les frères Olgyay ont été chronologiquement les premiers à approfondir la notion de confort thermique et à essayer d'établir des relations avec les ambiances intérieurs des bâtiments. La méthode assume que le confort thermique ne peut être estimé à partir du seul paramètre qu'est la température d'air, mais fait au contraire intervenir plusieurs facteurs tels que l'humidité et la vitesse d'air.

I.4.3.3. La méthode Givoni :

Différents théories du confort thermique B. Givoni, en se basant sur des études concernant le métabolisme et des diverses voies d'échanges thermiques entre le corps et l'environnement. Il a inventé un diagramme représente les limites des ambiances confortables en deux parties : le confort proprement dit, entouré d'une zone de «conditions supportables ».

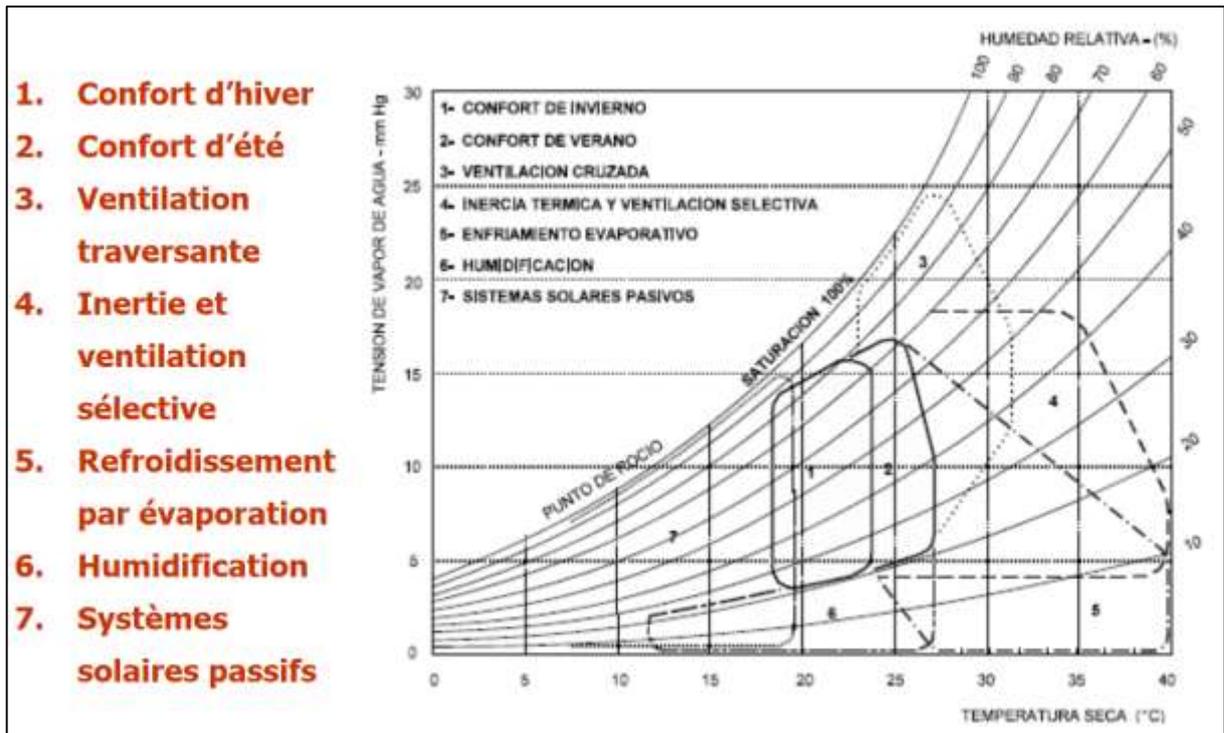


Figure 09 : diagramme de Givoni. Source : cour confort thermique « Ecole Nationale Supérieur d'Architecture de Grenoble »

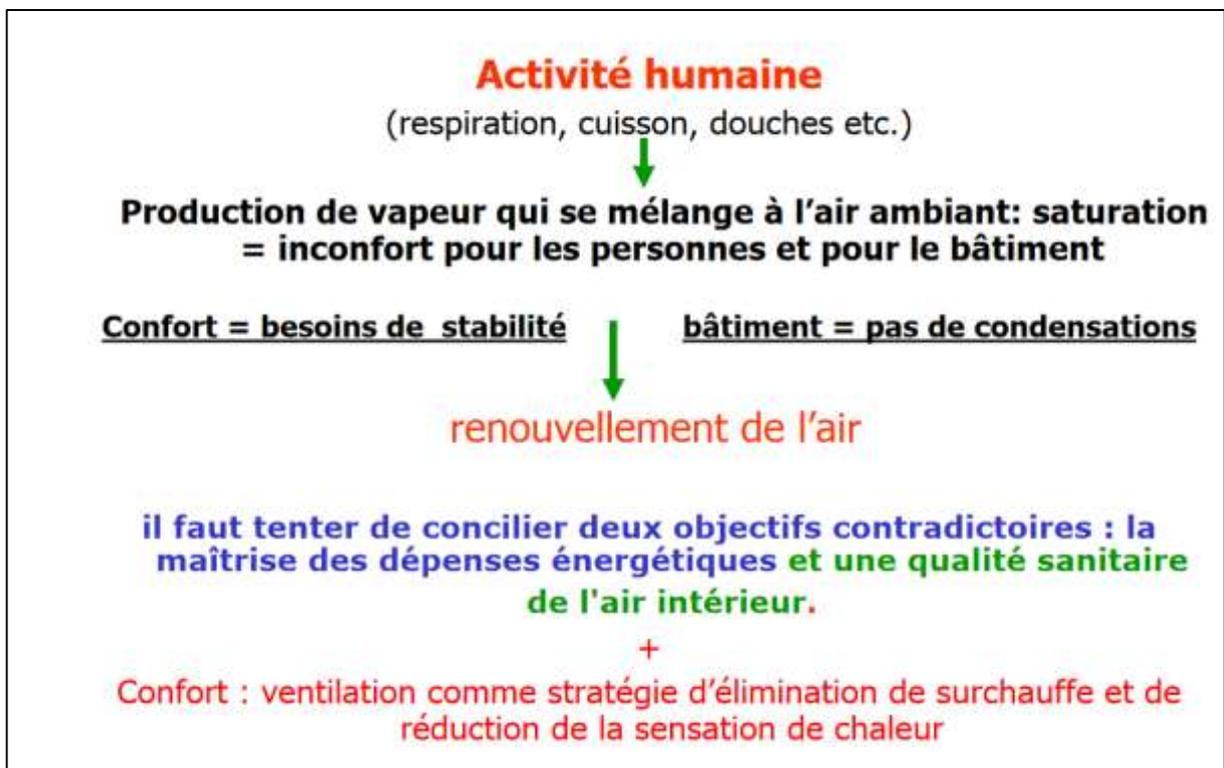


Schéma 02 : ventilation des locaux. Source : cour confort thermique « Ecole Nationale Supérieur d'Architecture de Grenoble »

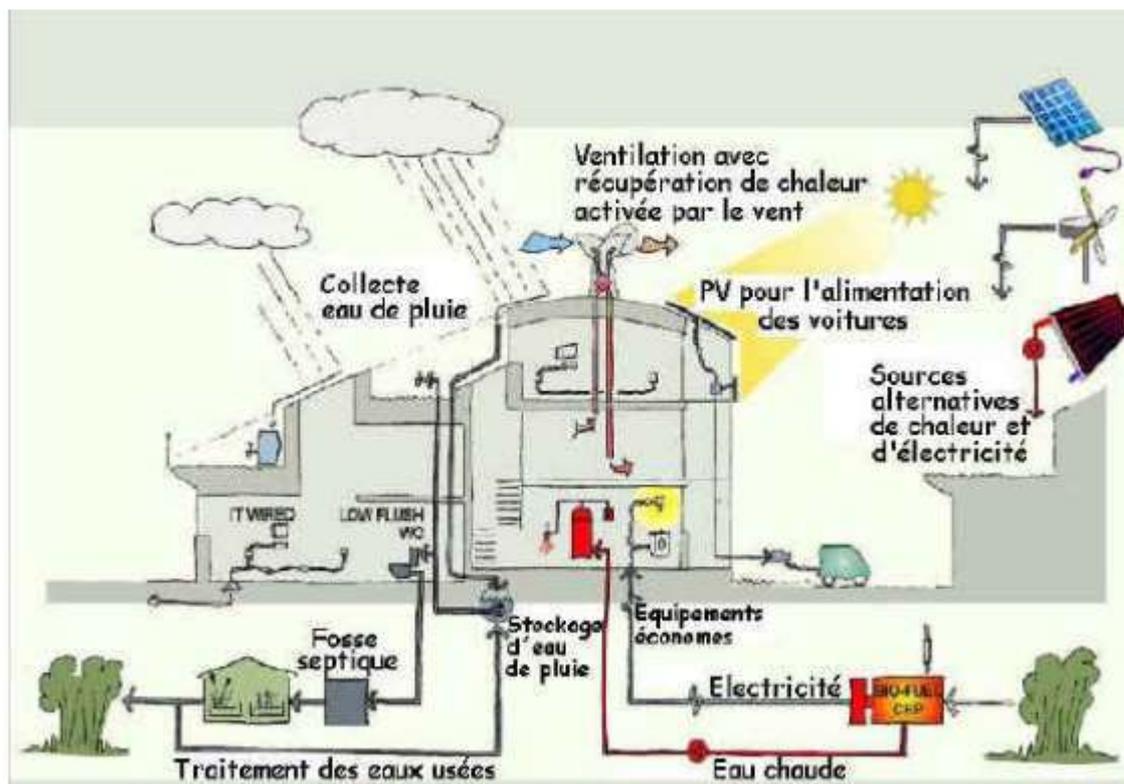


Schéma 03 : fonctionnement de ventilation naturelle avec récupération de chaleur. **Source** : cour confort thermique « Ecole Nationale Supérieur d'Architecture de Grenoble »

Conclusion :

Un bâtiment performants sur le plan thermique permettra d'atteindre trois objectifs : la protection de l'environnement extérieur, des économies d'énergie et l'amélioration du confort thermique.

Le bâtiment est considéré comme un secteur économique clé, fortement consommateur d'énergie et émetteur de gaz à effet de serre. Pour un meilleur confort thermique des bâtiments, doivent prendre en considération des stratégies et techniques tels que le bon choix de l'orientation, la forme et la compacité du bâtiment, les matériaux de construction de l'enveloppe...etc.

Chapitre II :

Analyse des exemples

Introduction :

Afin de mieux connaître l'organisation spatiale et fonctionnelle de notre projet et préciser les exigences et éléments auxquels doit répondre ce type de bâtiment, nous allons analyser quatre exemples choisis selon plusieurs critères présélectionnés, ces cas d'étude s'intéressent à la fois la dimension environnementale et technologique, les avantages à offrir aux usagers et à leur insertion en milieu urbain.

II.1. Exemple n°01 : le centre commercial Park mall (Sétif) :

II.1.1. Présentation du projet :

Le projet du Park Mall est situé dans le centre-ville de Sétif ; Culminant à plus de 85 m c'est, le premier grand complexe commercial de son genre du pays, deuxième du Maghreb après celui de Casablanca, est désormais une réalité palpable, En transformant la construction abonnée par la CNEP en un très bel ouvrage d'art, le patron de Prombati (un groupe industriel privé de Sétif).

Le centre commercial est de 4 étages (le 1er étage est occupé par un l'hypermarché UNO du groupe Cevital). Le 2eme étage est réservé à 95 enseignes, dont 40 franchisées. Le 3e étage est destiné aux loisirs, 7000 m2 de jeux pour enfants et adultes, dont une patinoire de 400 m2. Le 4e étage sera occupé par 13 restaurants qui auront des vues sur la ville.



Figure 10 : vue sur le projet. **Source** : google image

II.1.2. Fiche technique du Park Mall :

- Location : centre-ville de Setif,Algérie.
- Lancement des travaux : 2011.
- Ouverture : le 4 février 2016.
- Nombres des niveaux : 3 étages et 4 niveaux sous-sols.
- Nature de projet : projet privé.

II.1.3. Analyse des concepts programmatiques et application des concepts de conception sur le Park Mall :

II.1.3.1. La position :

- Le Park Mall se situe dans le centre-ville de Sétif, il donne sur la wilaya et l'ancienne avenue de valeur historique (avenue l'ALN).
- Il se situe dans un point stratégique à Sétif.



Figure 11 : situation du projet. **Source** : google earth

II.1.3.2. La taille :

Dans un cadre bâti ancien du centre-ville caractérisé essentiellement par les hauteurs limitées, le Park Mall s'impose comme un élément d'appel de la totalité du centre-ville, mais aussi qu'il fait appel à revoir l'image du centre-ville de Sétif.



Figure 12 : coupe sur le projet. Source : Etude analytique des concepts de conception du Park Mall (slideshare)

II.1.3.3. La valeur sociale :

Le projet du Park Mall a vraiment bouleversé la vision et l'esprit des gens, car il a introduit de nouvelles cultures absentes en Algérie. De sorte de rendre la population consommatrice tout comme ce qui existe en Europe, donc ce projet a pour but de l'évolution sociale.

II.1.3.4. Les repères :

Park mall est entouré par un ensemble de zones administrative, d'affaires et de tourisme d'où son importance économique régionale.

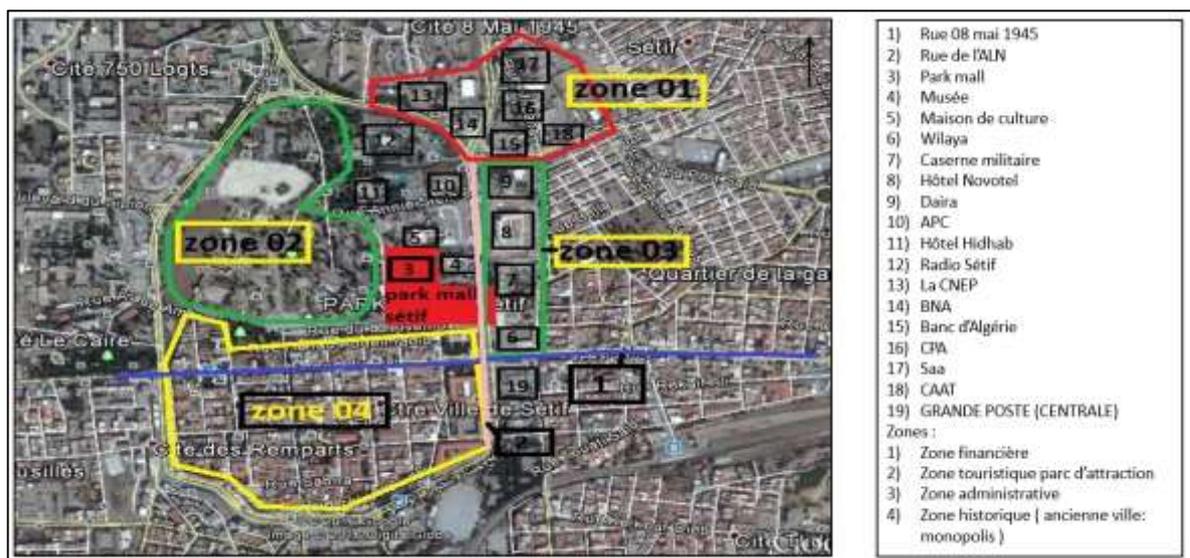


Figure 13 : les éléments de repères. Source : google earth, traité par l'auteur

II.1.3.5. L'accessibilité :



Figures 14 : l'accessibilité au projet. Source : Google earth, traité par l'auteur

- Le projet est accessible à partir de la rue du 08 novembre et la rue de l'ALN.
- L'accès du Park est tellement bien marqué par un élément métallique d'une couleur rouge cela permet aux visiteurs la bonne distinction de l'entrée.

II.1.4. Analyse architecturale :

II.1.4.1. L'extérieur :

- ✓ Plan de masse :



Figure 15 : plan de masse. Source : Google earth, traité par l'auteur

Le projet se compose de plusieurs blocs : un centre commercial de R+2 ; un hôtel de 17 étages; un centre d'affaires de 18 étages et une salle de conférence sous forme de coupole sous laquelle se trouve l'entrée du parking.

✓ **Parking et espace vert :**

- Le parking en sous-sol de 5 étages.
- L'absence de l'espace vert.

✓ **La forme :**

Le projet se compose d'un rectangle sous une superposition de 3 autres rectangles qui sont à proximité d'un rectangle qui a une addition d'un rayon. Le tout est éloigné à un cercle.

✓ **Volume et gabarit :**

Le volume du projet se compose de formes simples et le projet est dominant par rapport à son environnement.

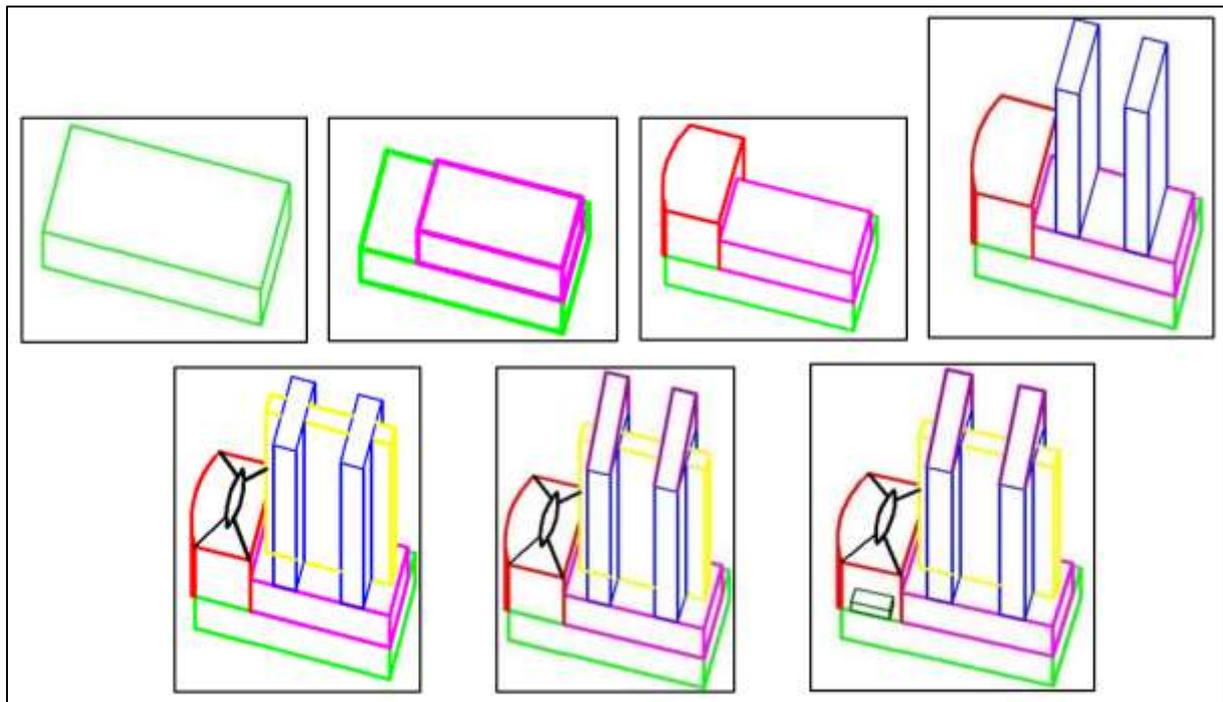


Figure 16 : volumétrie du projet. Source : Etude analytique des concepts de conception du Park Mall (slideshare)



Figure 17 : le park mall. Source : Google image

✓ **Analyse des façades :**

- Caractérisées par la transparence en général
- Les décrochements fait un jeu volumique et casser les lignes droites
- La couleur rouge fait un contraste avec le blanc et le gris
- Les deux tours sont symétriques, l'axe de symétrie est l'ascenseur



Figures 18 : façades du projet. **Source** : Google image

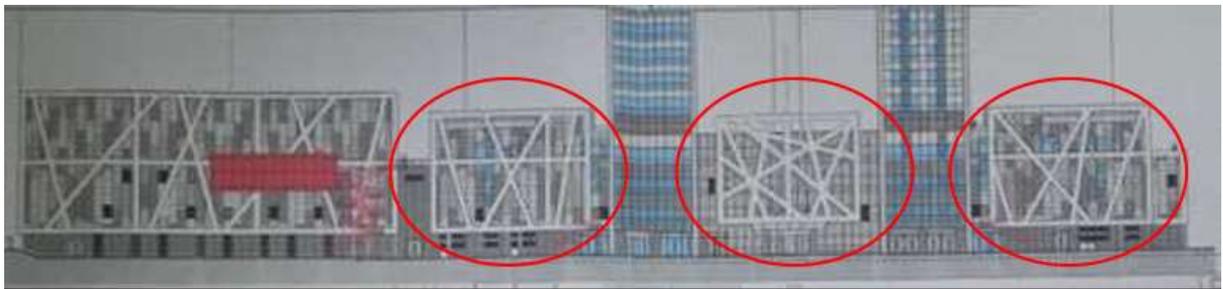


Figure 19 : façade de park mall. **Source** : Etude analytique des concepts de conception du Park Mall (slideshare)

Il y a un certains objets décoratifs qui se répètent.

II.1.4.2. L'intérieur :

Park mall se compose d'un centre commercial, un hôtel de 4 étoiles de 17 étages ; Un centre d'affaires de 18 étages ; une salle de conférence, un parking sous terrain de 5 niveaux.

✓ Plan du sous-sol :

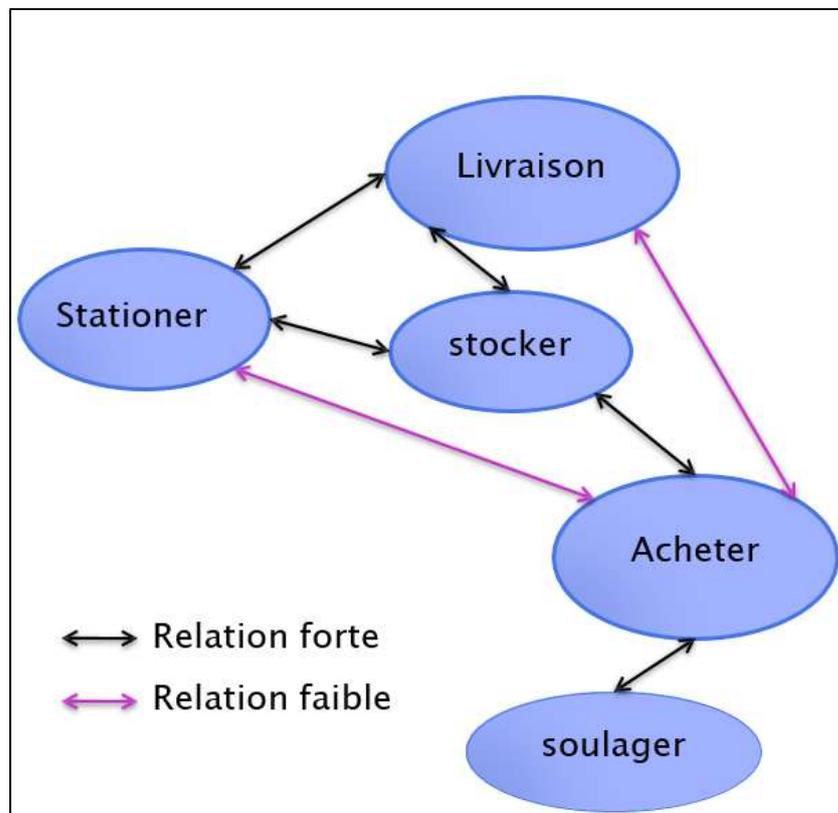
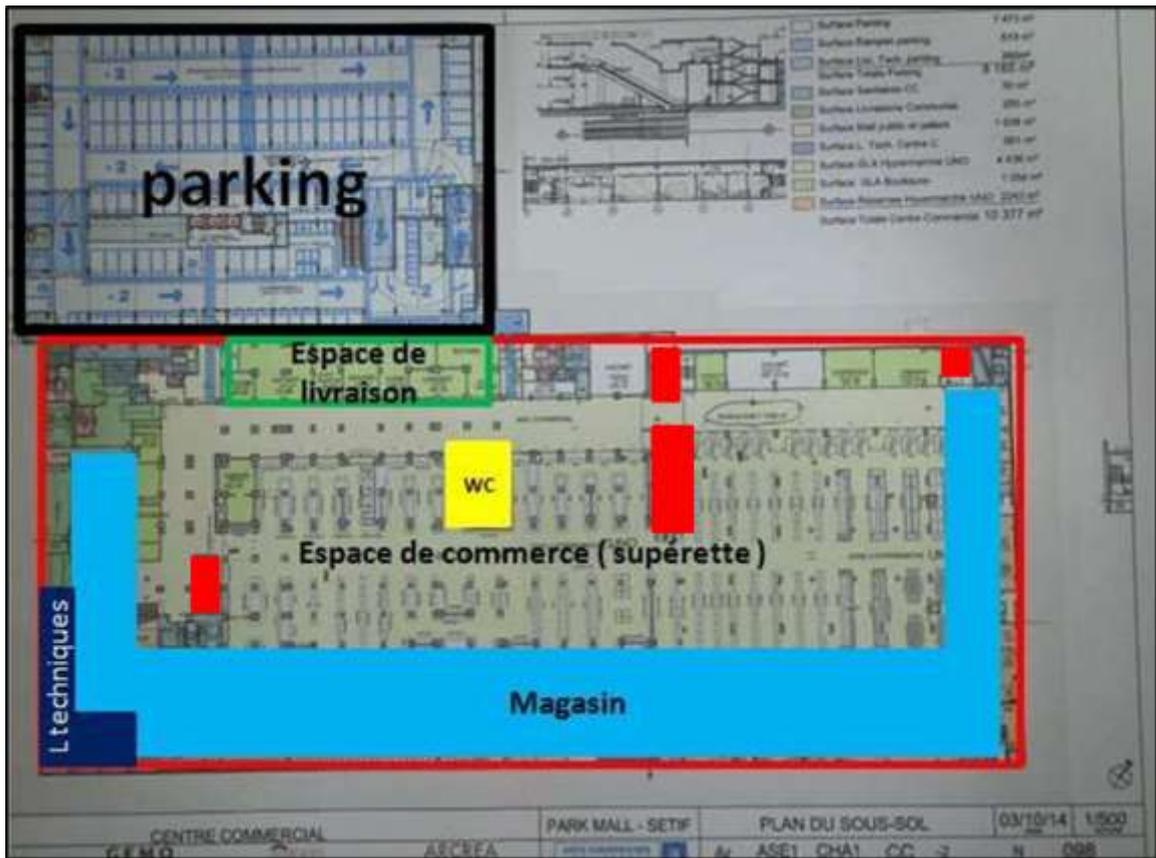


Schéma 04 : organigramme fonctionnel du sous-sol. Source : auteur

✓ Plan entre sol :

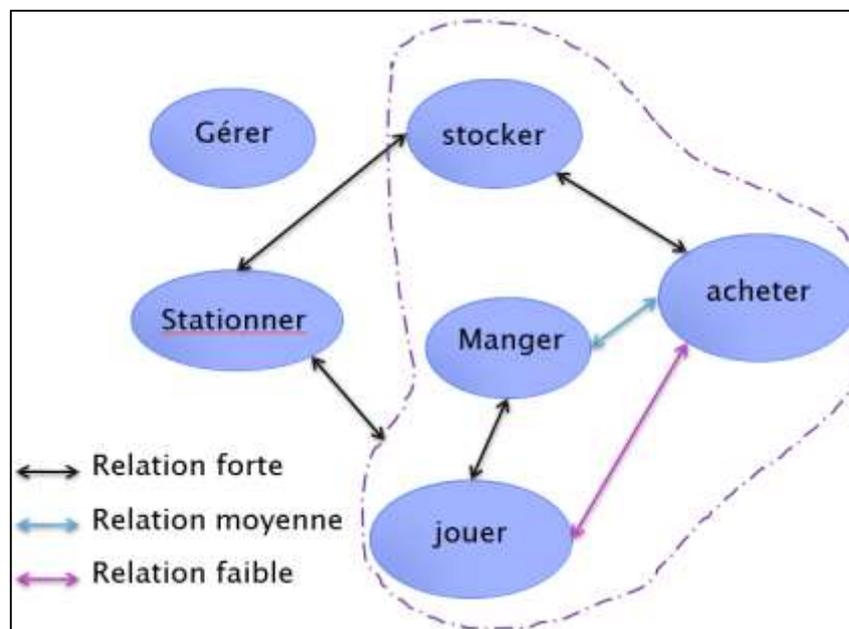
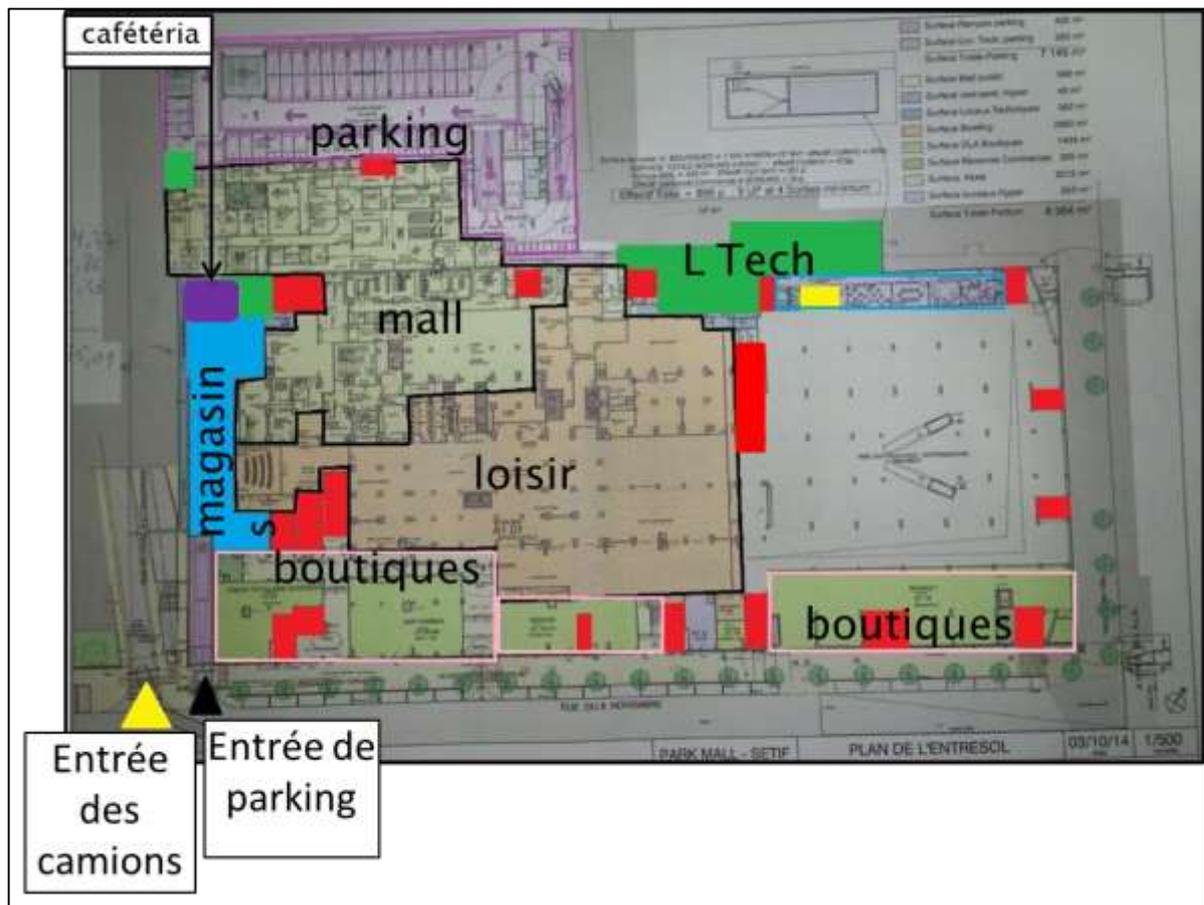


Schéma 05 : organigramme fonctionnel du entre sol. Source : auteur

✓ Plan RDC :

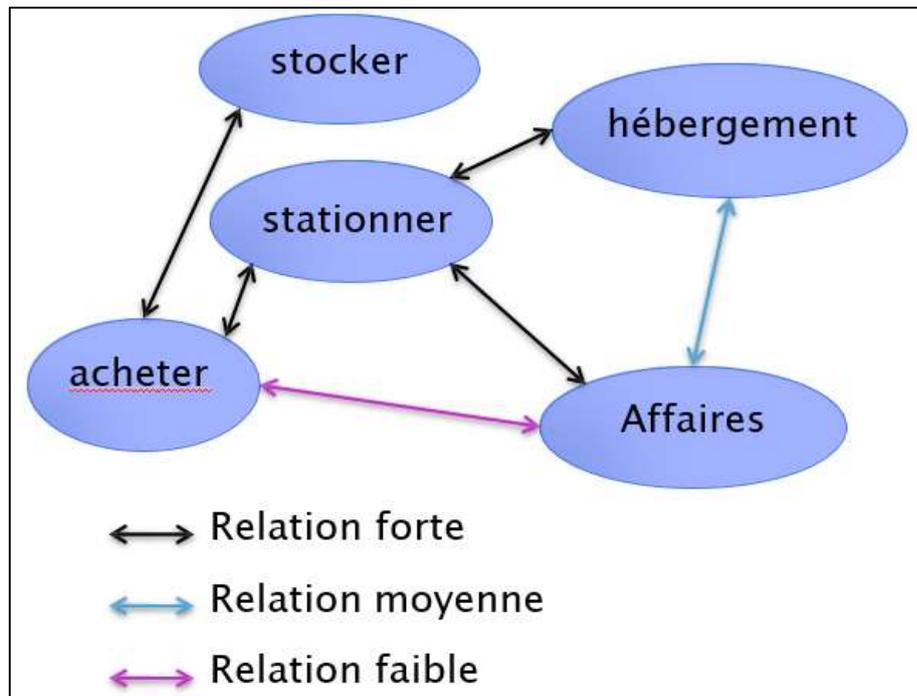
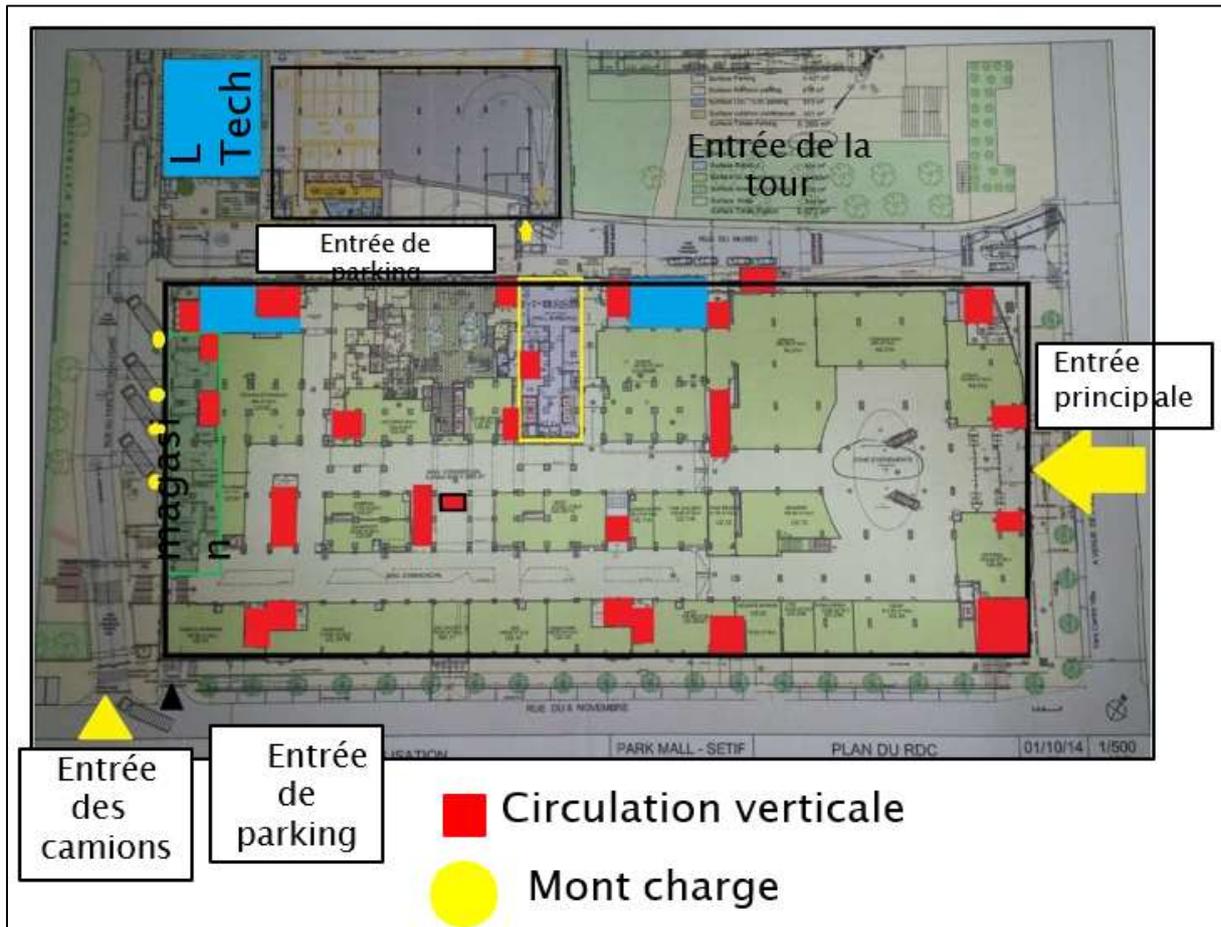


Schéma 06 : organigramme fonctionnel du RDC. Source : auteur

✓ Plan du 1^{er} étage :

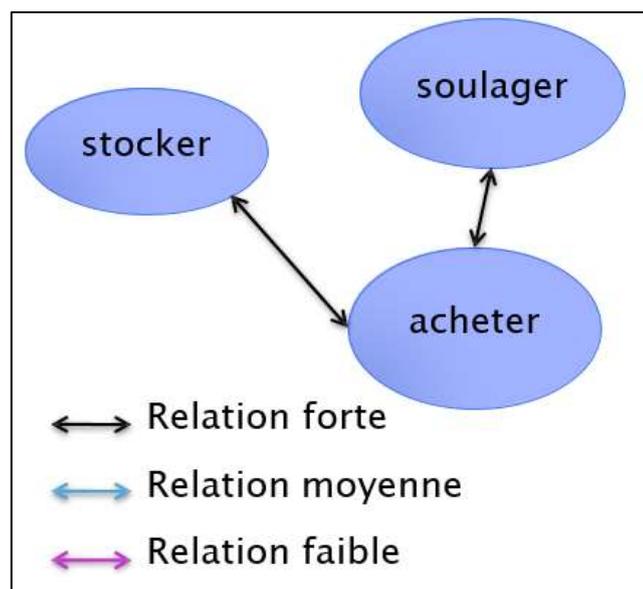
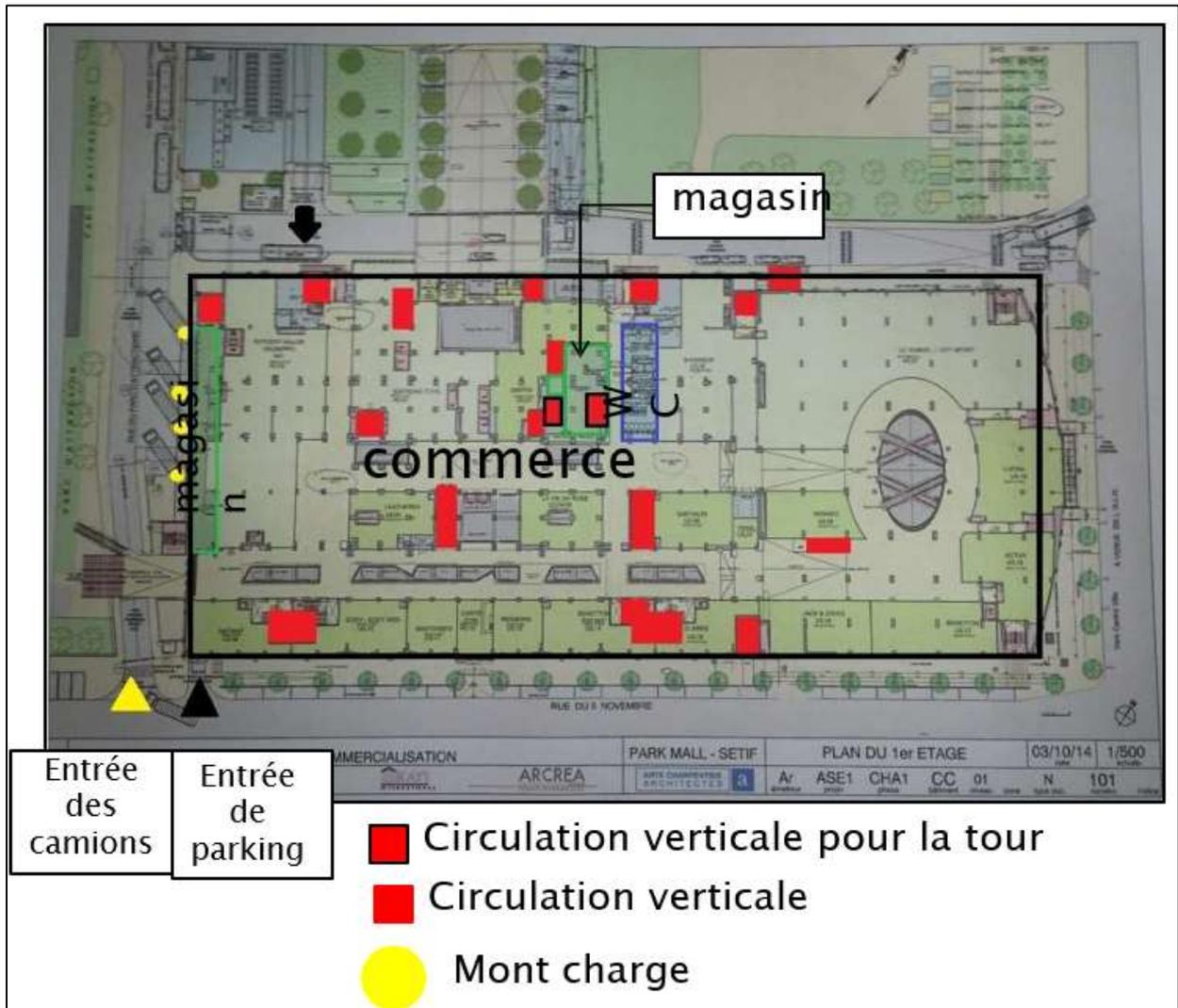


Schéma 07 : organigramme fonctionnel du 1^{er} étage. Source : auteur

II.1.5. Le regroupement des services, des activités et des personnes :

- Les services de même nature dans le Park Mall sont centralisés (par exemple l'emplacement des parkings dans les sous-sols, l'hyper marché dans un sous-sol aussi, les boutiques de luxe dans le RDC et l'étage). Cette centralisation a pour but de mettre les services à la portée de tout le monde.
- Les activités dans le Park Mall sont compartimentées en trois catégories, le stationnement, le commerce, la détente. Ce regroupement est fait par étages, dont les niveaux sous-sols sont réservés au stationnement et au commerce, par contre dans le RDC et le 1er étage, on trouve le commerce de luxe, tandis que le dernier niveau est réservé pour la détente, par les différents jeux.
- Le Park Mall correspond bien à la notion du regroupement des personnes. Dans chaque activité ou service regroupe un certain nombre de personnes. Ce regroupement peut se faire de différentes manières, par la taille (hauteurs limitées ou pas, espace ouvert ou fermé....) par les fonctions, même par les couleurs.

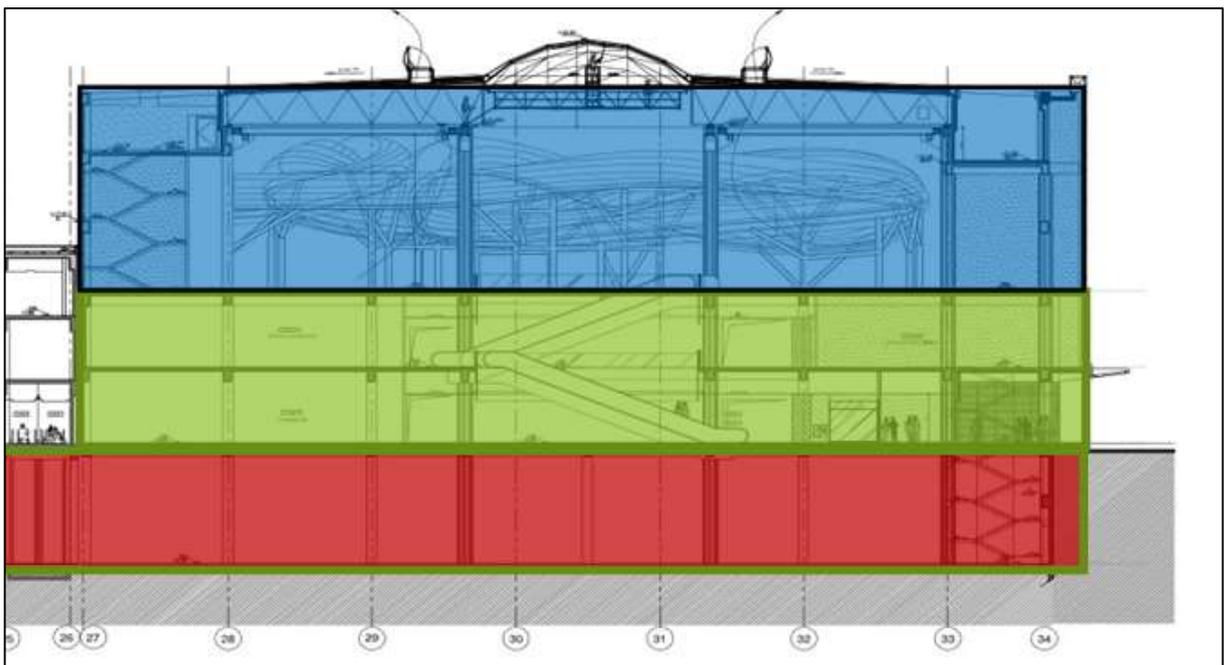


Figure 20 : coupe représentative sur le projet. **Source** : Etude analytique des concepts de conception du Park Mall (slideshare)

- La liaison des espaces (en élévation) se fait à l'aide des différents types d'escaliers (les escaliers, les escalators et même les ascenseurs). Donc il s'agit d'une liaison directe.
- Le Park Mall assure le flux mixte dans toutes les directions pour tous les gens de différents âges et sexes. Cette circulation multidirectionnelle est faite par les halls, les couloirs et les open spaces, dont les gens peuvent rencontrer de hasard ou ils fixent des rendez-vous.

II.1.6. Les différentes techniques de projet :

- Contrôle de sécurité : Vu la conception du Park Mall, il n'y a pas des risques majeurs qui nécessitent des précautions stricts. Sauf les incendies qui sont prises en considération par les issues de secours.
- Conservation de l'énergie : La conservation de l'énergie est assurée normalement par l'usage des isolants dans les planchers et l'utilisation des matériaux durables
- Contrôle de l'environnement : Park Mall est bien éclairé par l'usage de la multiplicité des ouvertures et les façades vitrées ce qui donne des espaces non agressifs par le sombre. L'aération est assurée par des outils mécaniques.
- Le cout du projet : L'estimation finale du projet du Park Mall est à 120 millions d'Euros, prix qui est adéquat au lux du projet.

II.1.7. Synthèse :

Points forts	Points faibles
<ul style="list-style-type: none">• Emplacement stratégique• Parking répondant du nombre importants des visiteurs• Des grands espaces de circulation horizontale• Bon éclairage• Bonne accessibilité• Circulation verticale satisfaisante• Les chambres de l'hôtel ont une bonne orientation	<ul style="list-style-type: none">• Le loisir dans le dernier étage• L'éloignement de l'administration• Le centre est exposé aux vents dominants chauds et froids

Tableau 01 : les points forts et les points faible du projet. Source : auteur

II.2. Exemple n°02 : centre commercial et de loisir Bab Ezzouar

II.2.1. Présentation de centre commercial :

Erigé au nouveau quartier d'affaires à l'est d'Alger, ce projet a pour vocation de doter la capitale, d'une œuvre architecturale moderne à vocation commerciale de même qu'un lieu convivial dédié à la culture et aux loisirs. L'ouvrage est principalement constitué de deux sous-sols, d'un rez-de-chaussée et de trois étages surélevés de deux tours en forme de segment d'arc de quatre étages chacune. Les dimensions en plan des deux sous-sols et des quatre premiers niveaux sont de 120m x 130 m environ.

Le centre compte dans son programme : 70 enseignes sur 3 niveaux, des espace vente et de loisirs dont un hypermarché UNO, bureaux et Un parking souterrain.



Figure 21 : l'entrée de centre commercial. **Source** : Google image

II.2.2. Situation :

Situé au quartier d'affaire de Bab Ezzouar, sur un terrain de 70 hectares, à 15 minutes du centre-ville et à 5 minutes de l'aéroport avec une accessibilité idéale, loin de l'engorgement du centre-ville, entouré par d'autres projets sont en cours ou déjà réalisés :

Hôtel Ibis, Air Algérie, BNP Paribas, Algérie Poste, CGM, Mobilis Telecom, Aigle Azur, Crédit Populaire d'Algérie.



Figure 22 : éléments de repères de centre commercial. Source : Google image (traitée par l'auteur)

II.2.3. Analyse de l'extérieur :

II.2.3.1. Principe d'implantation :

Le centre commercial a une implantation à la fois symbolique et fonctionnelle ; la forme a bras ouverts souligne la fonction d'accueil.

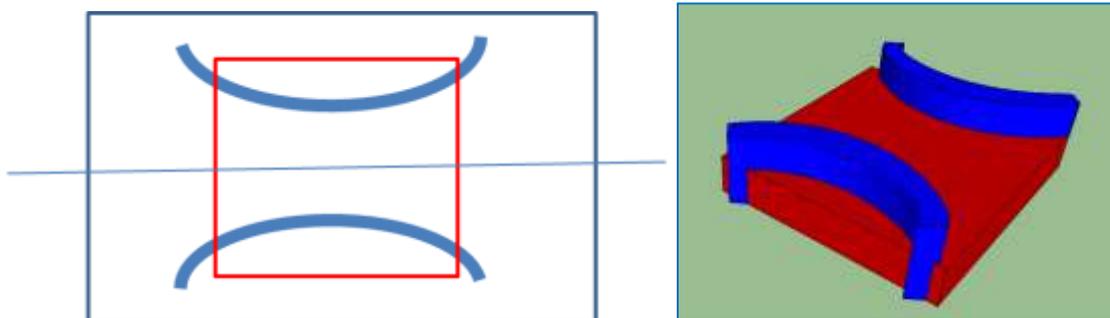


Figure 23 : principe de conception. Source : auteur

Le caractère de l'édifice est obtenu par l'emploi de la symétrie.



Figure 24 : volumétrie du projet. Source : pinterest

II.2.3.2. Structure :

La structure utilisée est de type poteau poutre avec une trame régulière obtenu par des dédoublements d'un module 5x5 m.

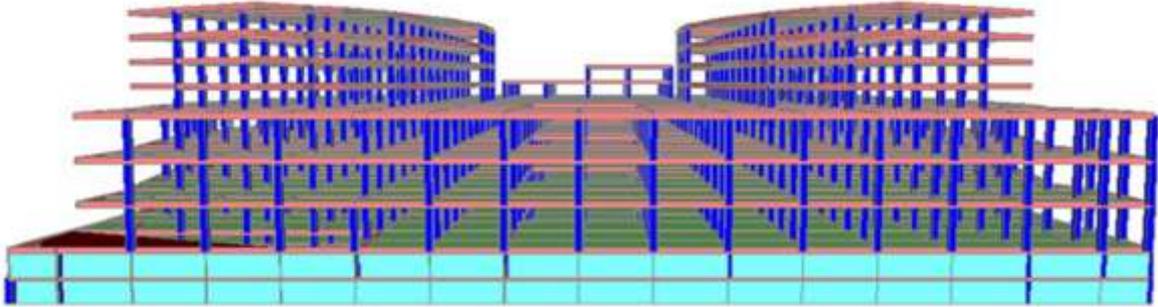


Figure 25 : la structure du projet. Source : auteur

Les types de poteau utilisé :



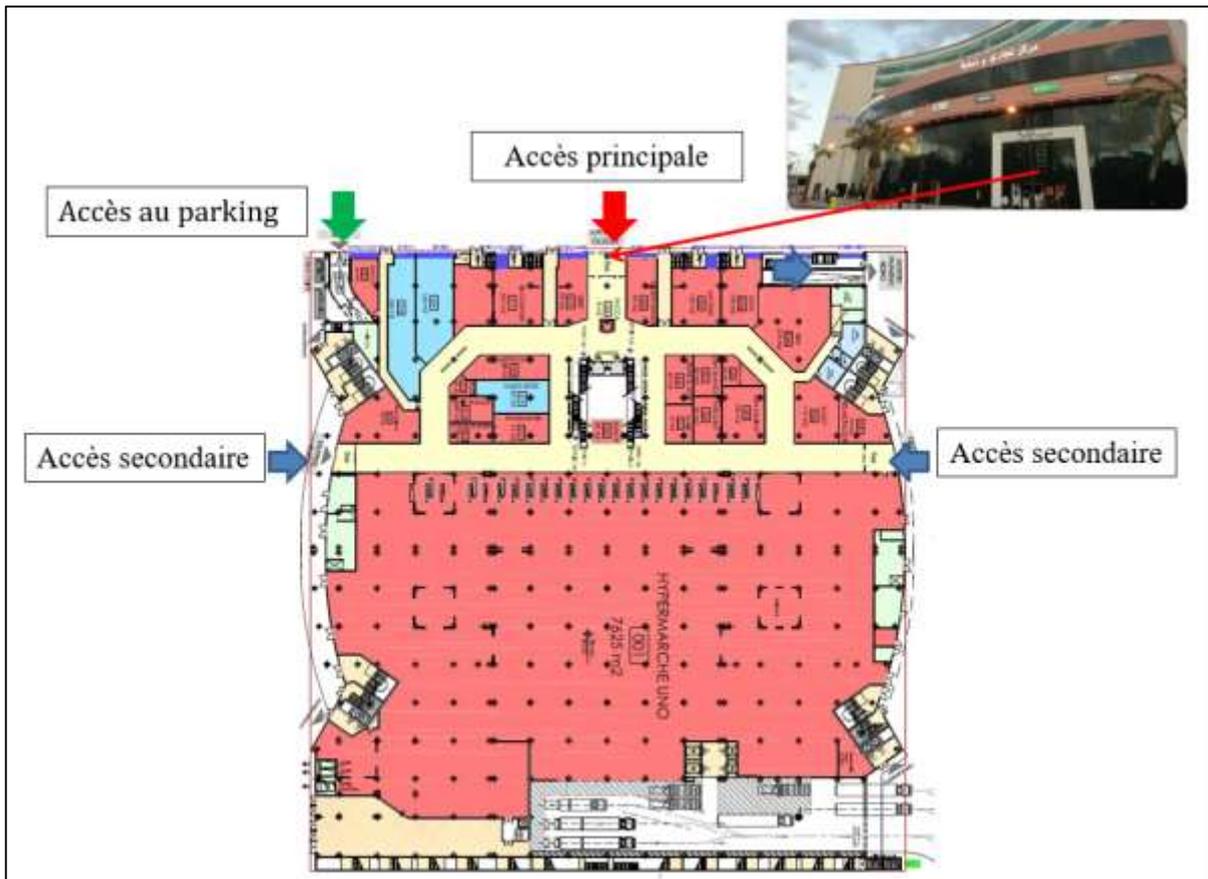
Figure 26 : Poteau carré



Figure 27 : Poteau circulaire

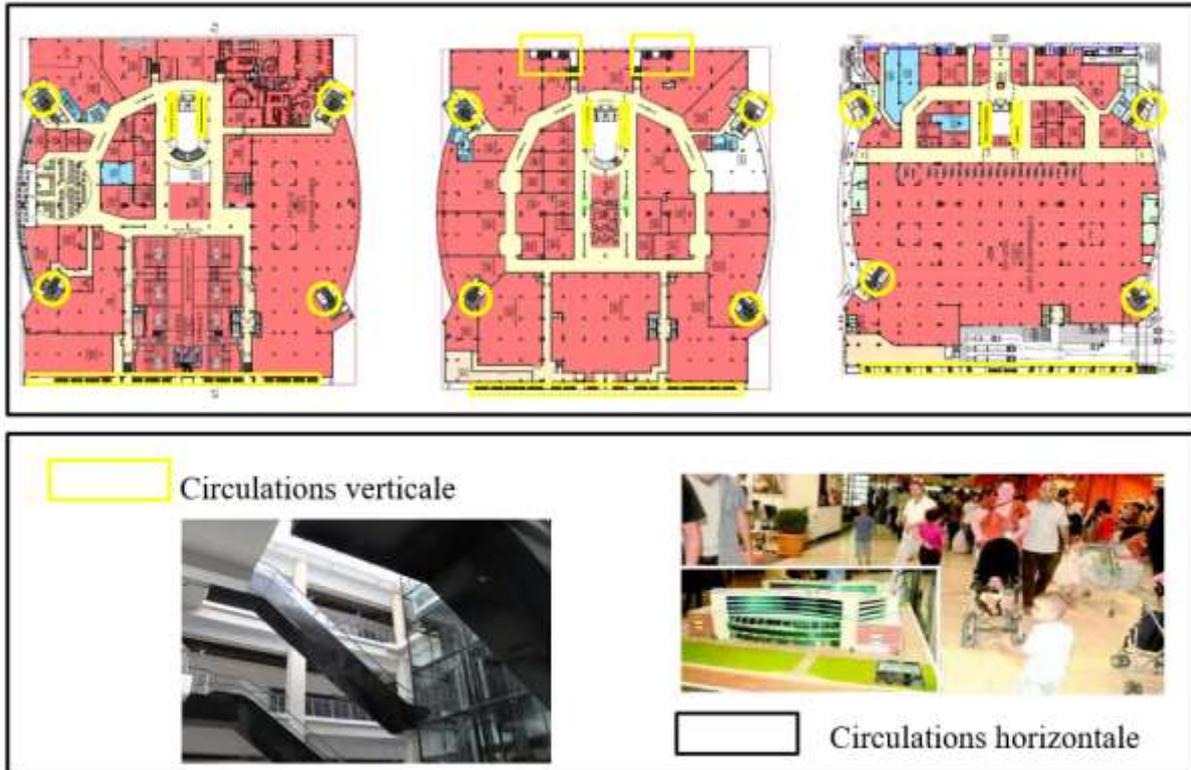
II.2.3.3. Accessibilité :

- ✓ Accès principal

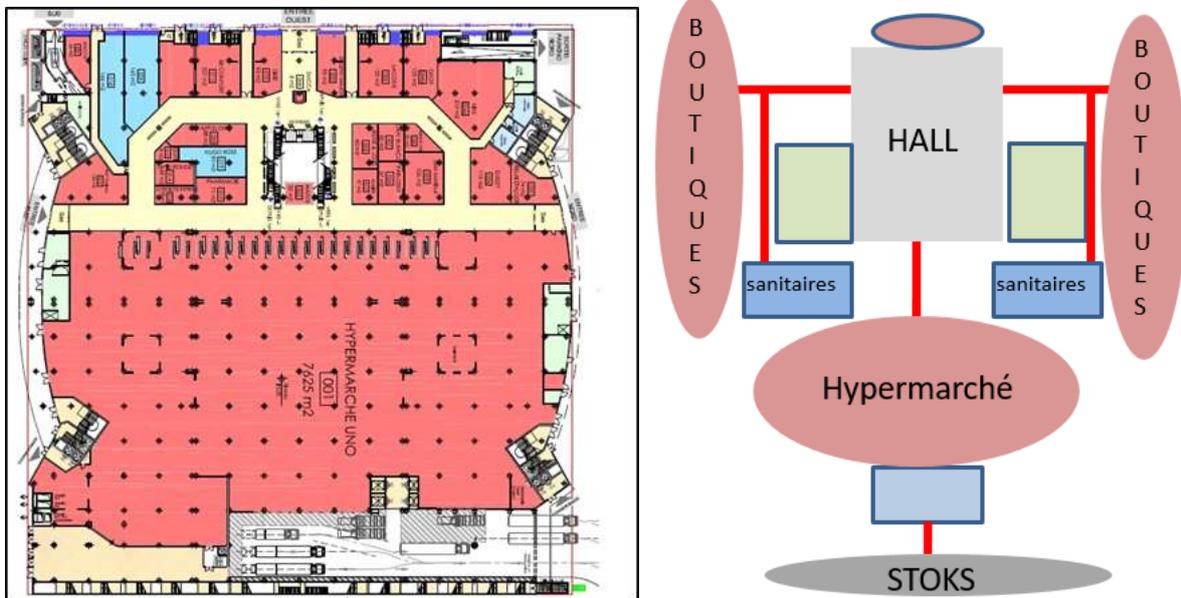


II.2.4. Analyse de l'intérieur :

II.2.4.1. La circulation :



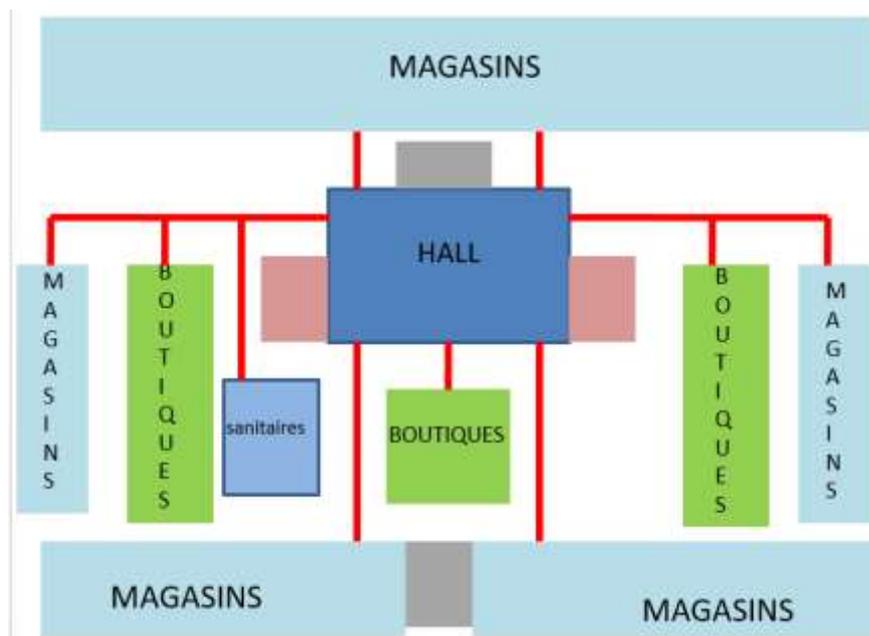
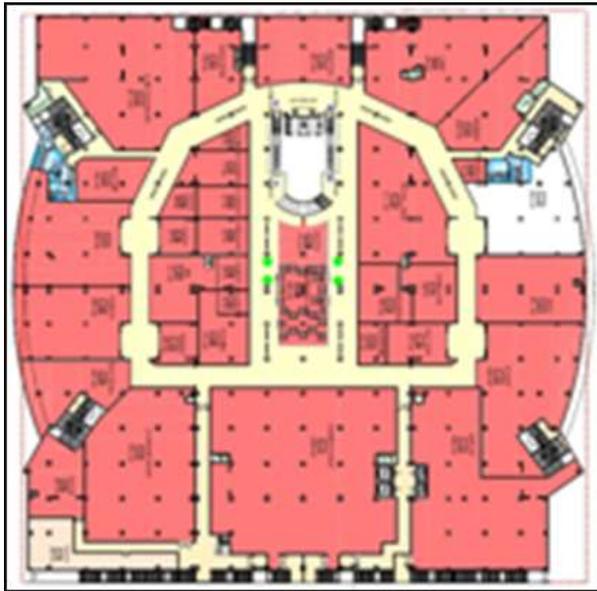
II.2.4.2. L'organisation spatiale :



Organisation du plan RDC

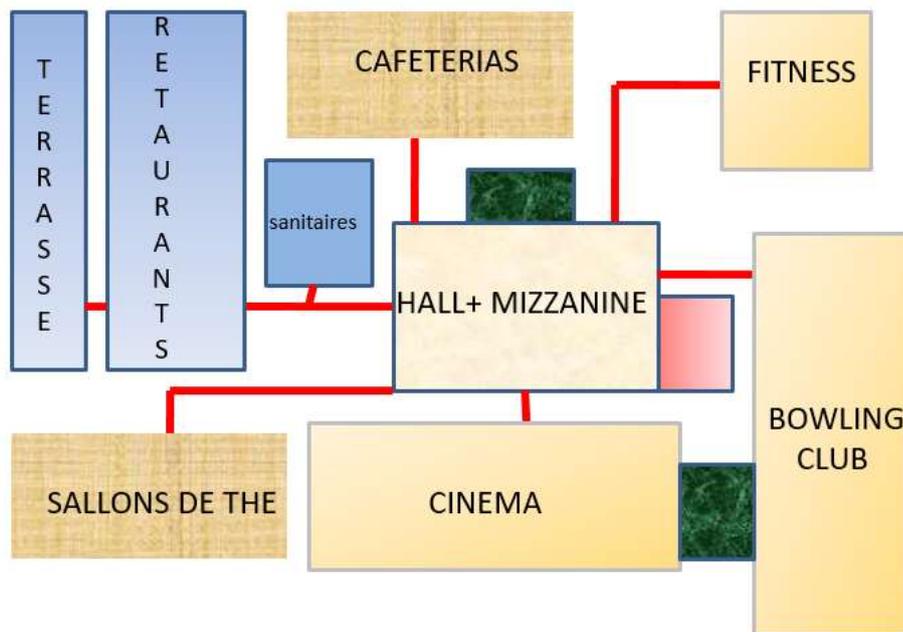
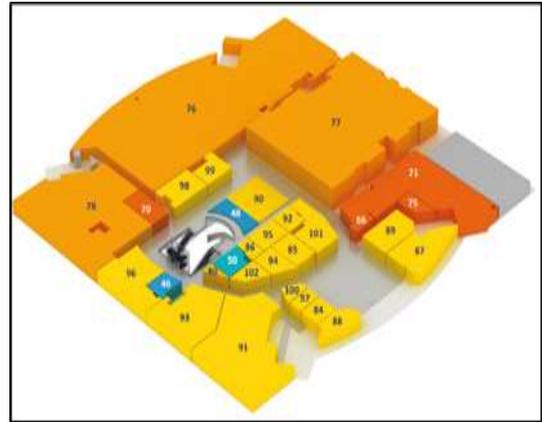
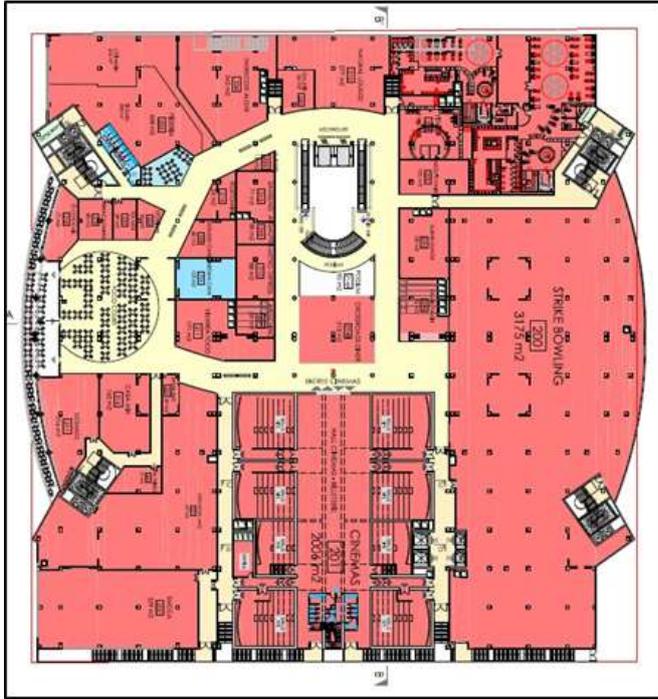
- L'escalier : Double escalier de part et d'autre d'une mezzanine
- Ascenseurs : Panoramique située au milieu des escaliers

- Hypermarché : enfonce les escaliers, s'étend sur tous RDC



Organisation du 1^{er} étage

- Magasins : situés au tour de mezzanine



Organisation du 2eme étage

II.2.4.3. La coupe :

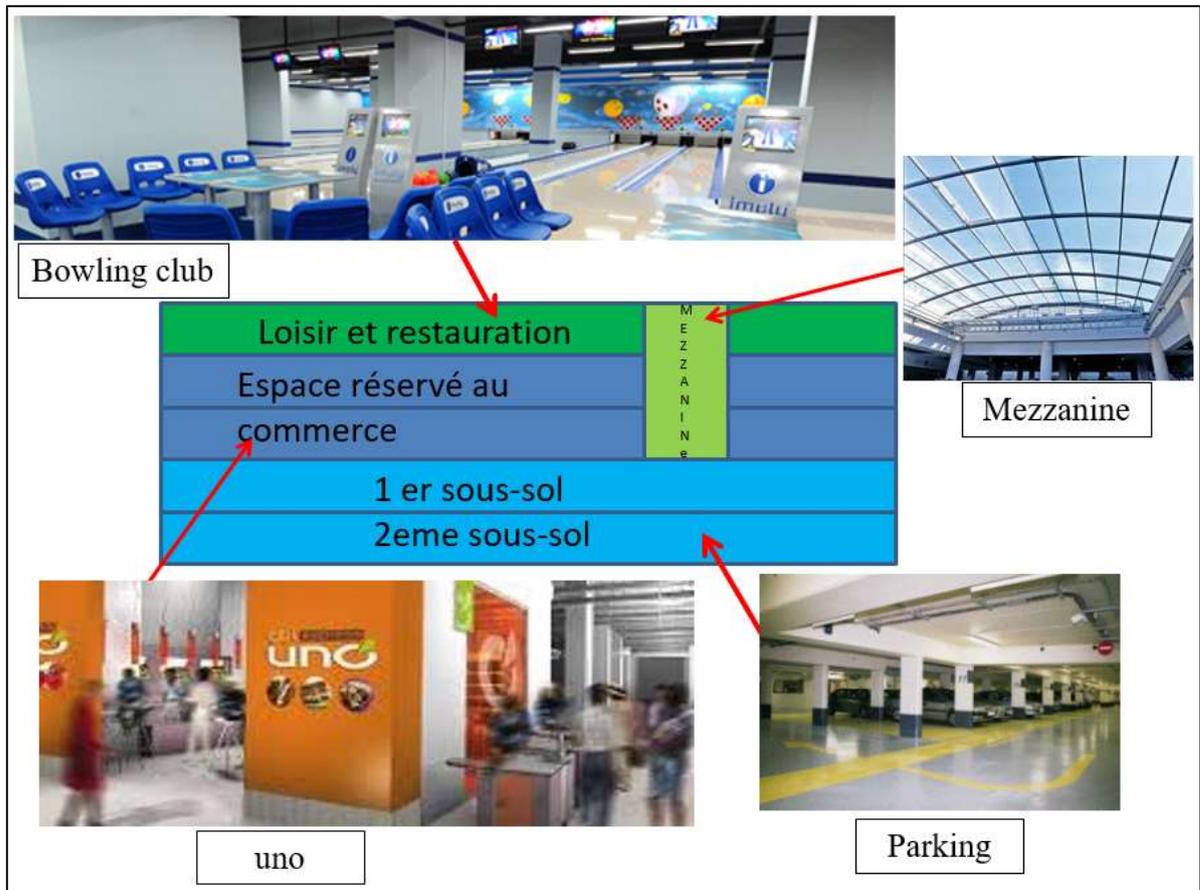


Schéma 08 : coupe explicative des différents niveaux. Source : auteur

II.2.4.4. Organigrammes fonctionnels :

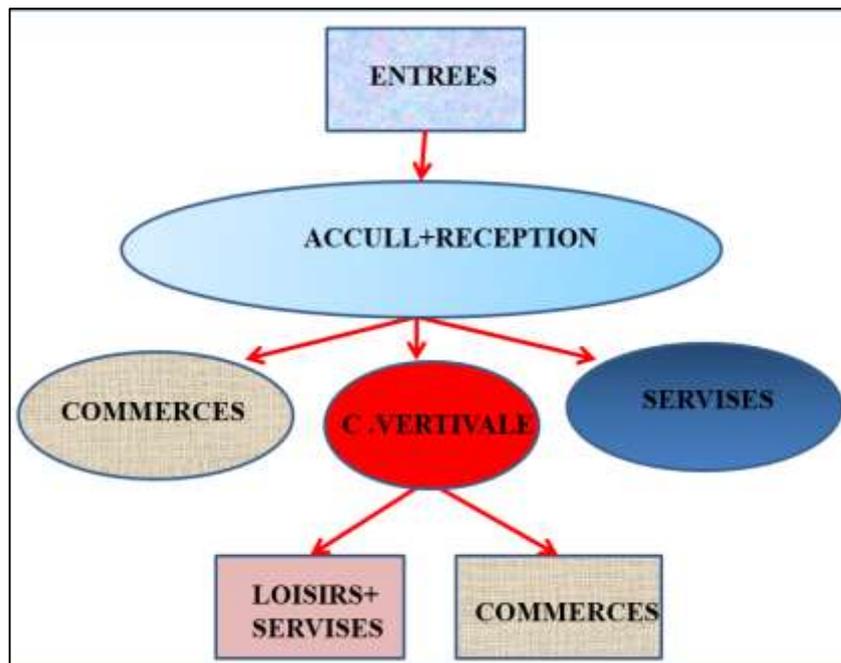


Schéma 09 : organigramme fonctionnel du projet. Source : auteur

II.2.5. Le programme surfacique :

Le centre commercial et de loisirs de Bab Ezzouar est un immeuble de taille importante à Alger, il compose de :

- 70 enseignes sur 3 niveaux
- Un parking souterrain de 850 places
- 43 boutiques, 20 magasins, un hyper marché, bowling, cinémas et des restaurants

SURFACES BRUTES		
ETAPE	SURFACE BRUTE	TOTAL
	AIRE BRUTE	13673 m2
		13673 m2

Etape de Construction	Surfaces Brutes	Total
	AIRE BRUTE	15628 m2
		15628 m2

SURFACES NETTES		
Num.	Locataire	Surfaces
001	HYPERMARCHE UNO	7625 m2
002	SEGENT MAJOR	95 m2
003	SAN MARINA	106 m2
004a	NIKE	219 m2
004b	GEOX	105 m2
005	LACOSTE	123 m2
006	DJEZZY	115 m2
007	CAFE BLANCO	50 m2
008	SMCCA	8 m2
009		163 m2
010	KLAIRS	47 m2
011	BB CONFORT	227 m2
012	DIXIT	93 m2
013	LOUATI	18 m2
014	TAPIS ROUGE	49 m2
015	BNP Paribas	136 m2
016	O'DELICES EXPRESS	38 m2
017	PHARMACIE	71 m2
018		166 m2
019	HUGO BOSS	92 m2
020	RELAI D'ALGER	74 m2
021	SMCCA	55 m2
022	SWATCH	32 m2
023	AFFLELOU	88 m2
024	MEGA OR	35 m2
025	JEUNE & JOLIE	60 m2
026	PABLOSKY	57 m2
		9947 m2

SURFACES NETTES		
Num.	Locataire	Surfaces
200	STRIKE BOWLING	3175 m2
201	CINEMAS	2006 m2
202	SMCCA	529 m2
203	PIZZERIA	668 m2
204	ENTRECOTE ALGER	342 m2
205	MOD'S HAIR	100 m2
207	WWW,BAZ	29 m2
208	FITNESS	1101 m2
209a	SUSHI LOUNGE	139 m2
209b	YA LEIL YA EIN	92 m2
210	METRO EXPRESS	88 m2
211	VIVAREA FOOD	171 m2
212	ROSTOMIA	54 m2
213	SAMSUNG	77 m2
214B	CROSSROADS DINER	215 m2
215	NATURAL LOUNGE	277 m2
216	CASA MIA	162 m2
217	NOMADE	216 m2
218	Ô COCKTAIL	77 m2
219	ABRACADABRA	58 m2
220	TEX MEX	39 m2
221	ORCHESTRA LAND	747 m2
222	DJEZZY	16 m2
224	AROMA CAFE	103 m2
225	ALGAUFRA	38 m2
226	O'Delices	33 m2
227	ARLECHINO	59 m2
228	LEONARD CAFE	80 m2

SURFACES BRUTES		
Etape de Construction	Surfaces Brutes	Total
	AIRE BRUTE	15498 m2
		15498 m2

SURFACES NETTES A LOUER		
Num.	Locataire	Surfaces
101	LUFIAN	606 m2
102	MORERA	322 m2
103	DEPOT IT	201 m2
104	BENETTON	321 m2
105	SUPER SPORT	178 m2
106	A VIE CHAUSSURES	811 m2
107		500 m2
108	THURAYA	399 m2
109	PUNT ROMA	257 m2
110	LA GRANDE RECRE	793 m2
111	FASHION PLANET	1498 m2
112	BO'S ART	936 m2
113	IT SHOP	604 m2
114	SMCCA	209 m2
116	ACTUA _ JULES	511 m2
117	ANTRI BOUZAR	144 m2
118	OLLY GAN	127 m2
119B	CROSSROADS CAFE	202 m2
120	SAMSONITE	60 m2
121	GOTTFRIED	45 m2
123A	LE TANNEUR	81 m2
123B	OOXOO	49 m2
124	BLEU NUIT	145 m2
125	BALLA BOOSTE	37 m2
126A	CARRE BLANC	95 m2
126B	G.LETHU	69 m2
127	GUY DEGRENNE	117 m2
128	LOLLIPOPS	53 m2
129	SEB	191 m2
129A	ORCHESTRA	139 m2
129B	SMCCA	97 m2
130	ECOSSIM	151 m2
131	SONY	361 m2
132	Espreno	83 m2
133	RAYMOND WEIL	33 m2
		10428 m2

Tableau 02 : le programme du projet

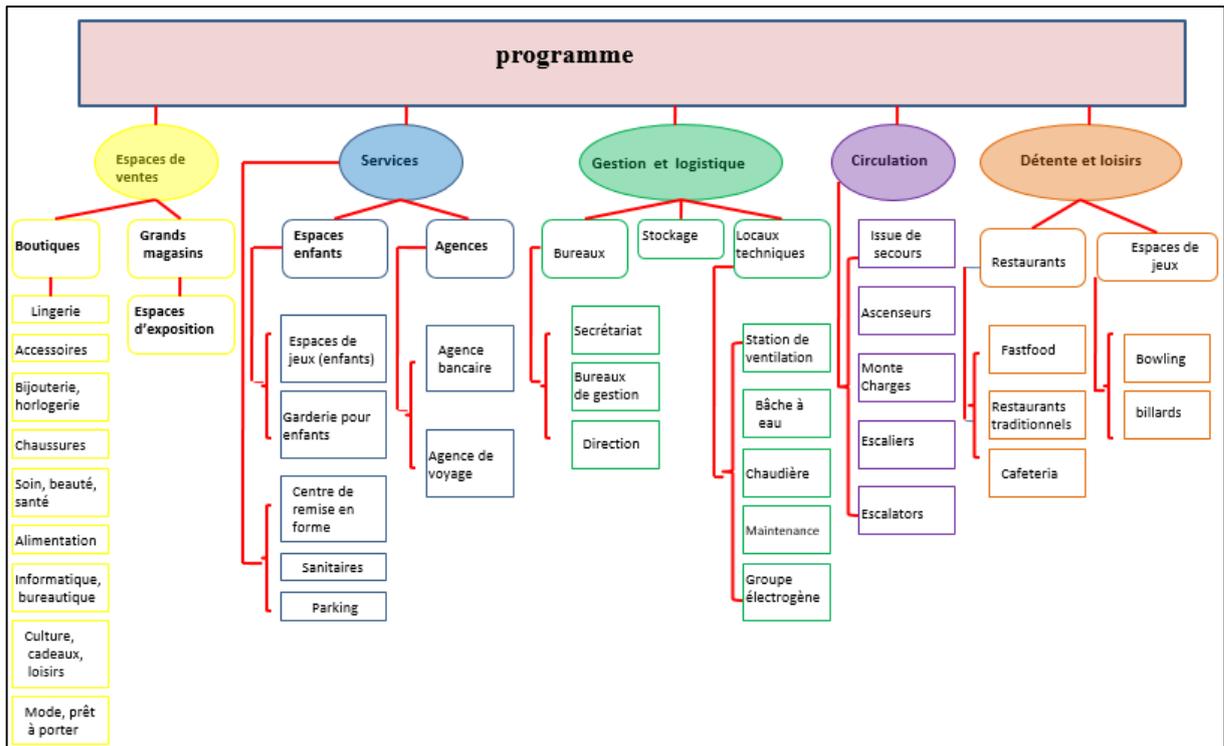


Schéma 10 : présentation de programme des espaces du projet. Source : auteur

II.2.6. Synthèse :

Après avoir analysé ce centre commercial on en déduit ce qui suit :

C'est un centre de périphérie à caractères commercial et de loisir à cause de la présence des boutiques, magasins et les salles des jeux. Réaliser par l'architecte Philippe WEBER avec un style moderne caractérise par la façade lisse et libre, la transparence et le choix des couleurs.

II.3. Exemple n°03 : Thaihot City Plaza Mall

II.3.1. Fiche technique du projet :

- Architectes : Architectes Spark
- Lieu : Fuzhou, Chine
- Travaux en cours : Construction commencée en janvier 2012
- GFA total : Façade / Design d'intérieur : 294.252 m²



Figure 28 : vu sur le mall. **Source** : archdaily

II.3.2. Le plan de masse :

- Deux itinéraires piétonniers complémentaires dynamisent l'expérience de magasinage dynamique au Thaihot Mall Fuzhou.
- Un parcours de 12 heures de jour et un parcours de 24 heures, les programmes de vente au détail qui fonctionnent pendant la journée sont regroupés en un podium commercial de 12 heures, des voies de circulation et des terrasses sont creusées dans ce podium facilitant l'accès au roof top.

II.3.3. Plan de toiture :

- Le toit offre une variété d'activités telles que le golf miniature et la gastronomie, il est accessible par la route de 24 heures.
- Cet itinéraire est encore animé par sa contiguïté à la rue piétonne

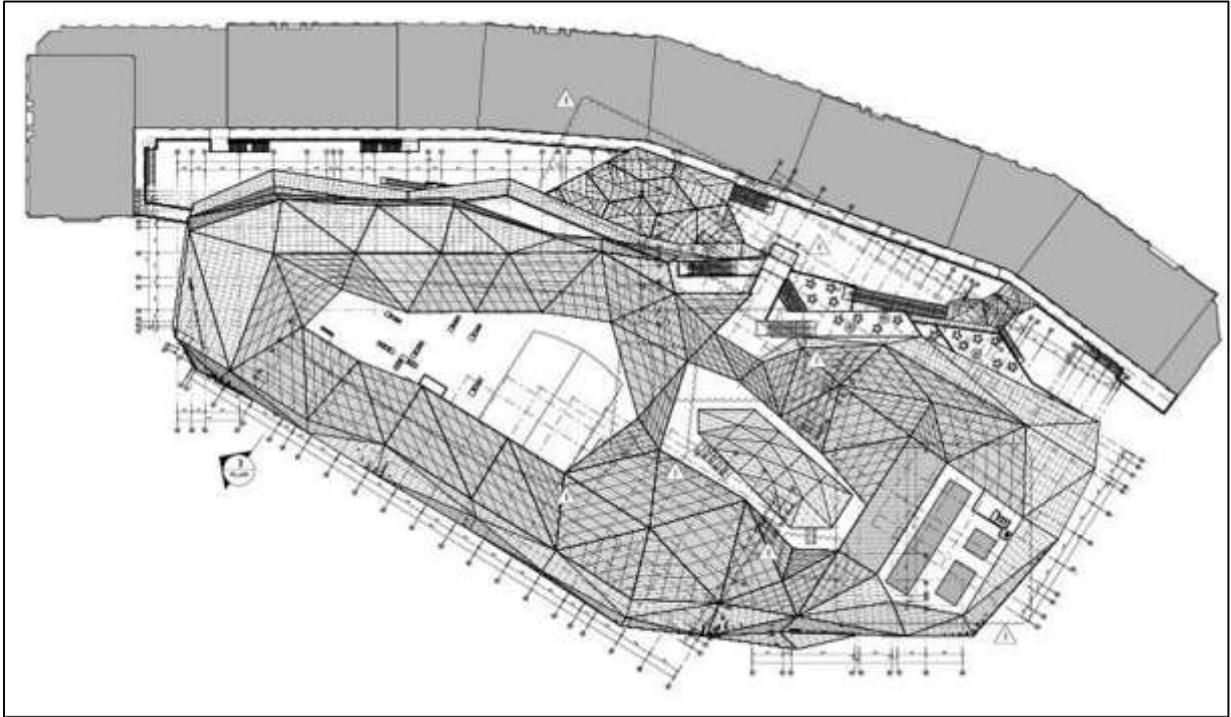


Figure 29 : plan de masse du mall. Source : archdaily

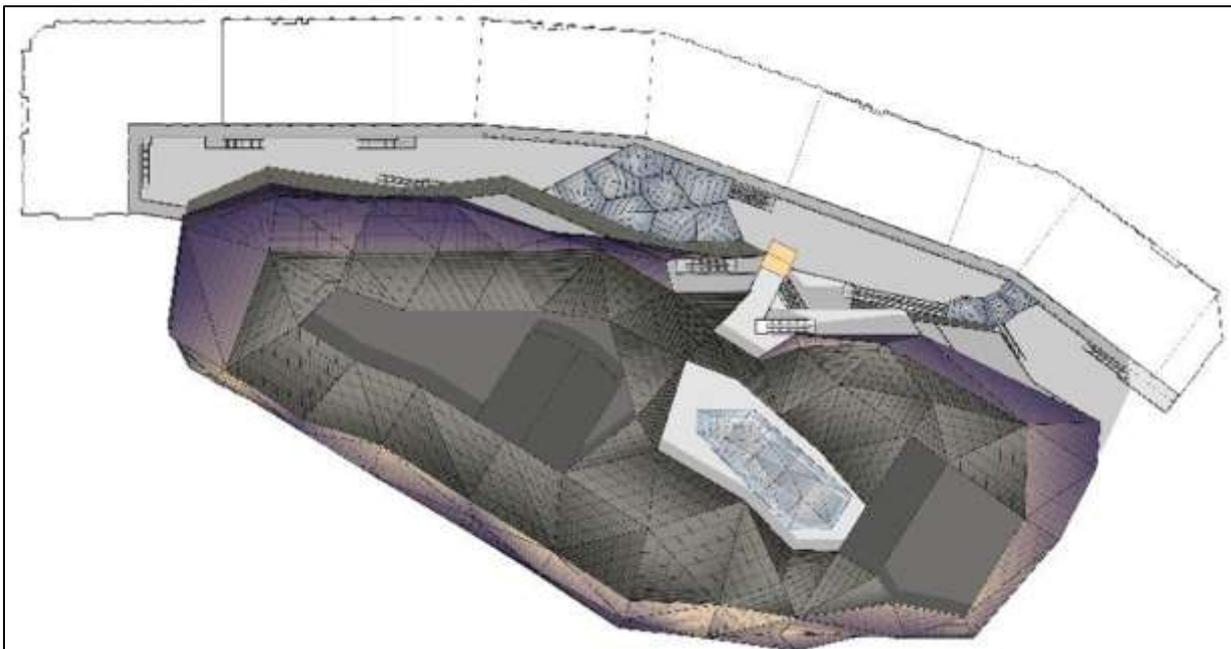


Figure 30 : plan de toiture. Source : archdaily

II.3.4. Analyse des façades :

- Visant à devenir une destination unique pleine de surprises et de découvertes,
- La proposition de conception du centre commercial Thaihot City Plaza a une façade à multiples facettes qui a différentes fonctions, en plan et en élévation.
- Le toit offre une variété d'activités telles que le golf miniature et la gastronomie, il est accessible par la route de 24 heures.

- Cet itinéraire est encore animé par sa contiguïté à la rue piétonne



Figure 31, 32 : les différentes façades du projet. **Source :** archdaily

- La conception de la façade ondulée des locataires imite le flux et le reflux du trafic piétonnier créant une expérience de magasinage dynamique.
- Les panneaux en aluminium changeant de couleur combinés à la signalisation et à la façade publicitaire créent une apparence extérieure en constante évolution.
- La nuit, les panneaux en aluminium perforés laissent passer la lumière pour créer un effet «nuit étoilée».
- La façade nord devient un organisme vivant plein de mouvement et d'énergie, Thaihot Mall Fuzhou est en passe de devenir une réflexion distinctive sur l'avenir du commerce de détail urbain

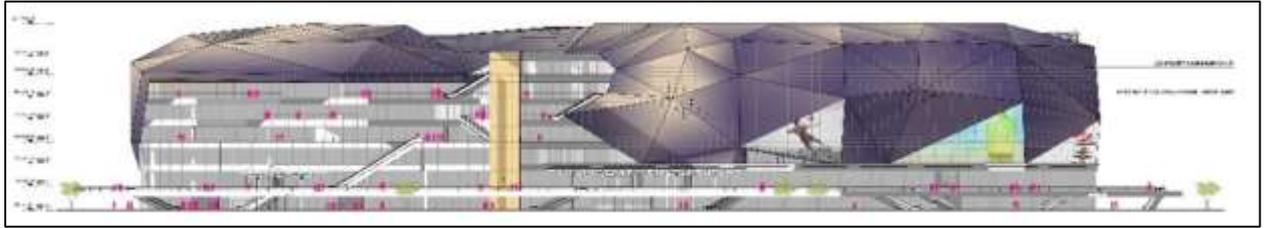


Figure 33 : façade nord du Thaihot City Plaza Mall

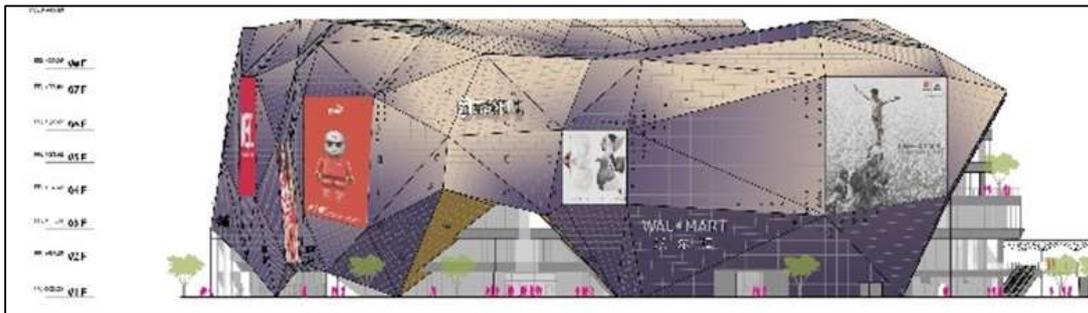


Figure 34 : façade ouest

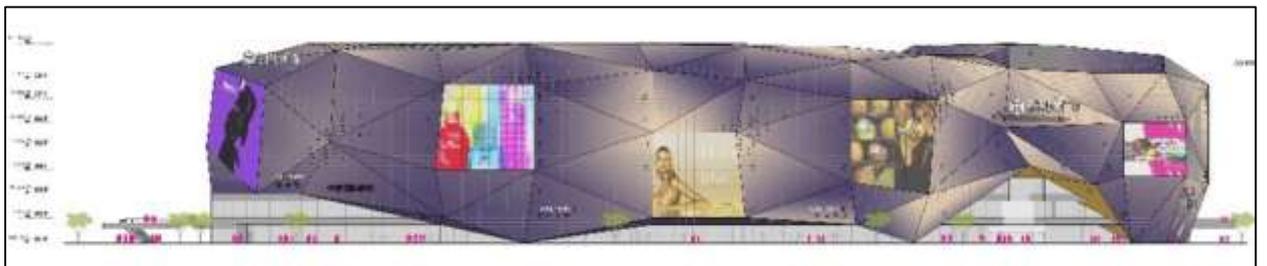


Figure 35 : façade sud

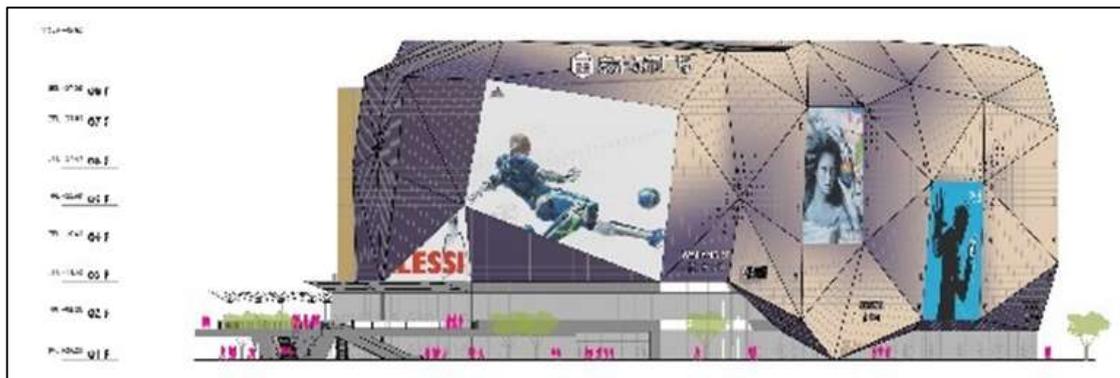
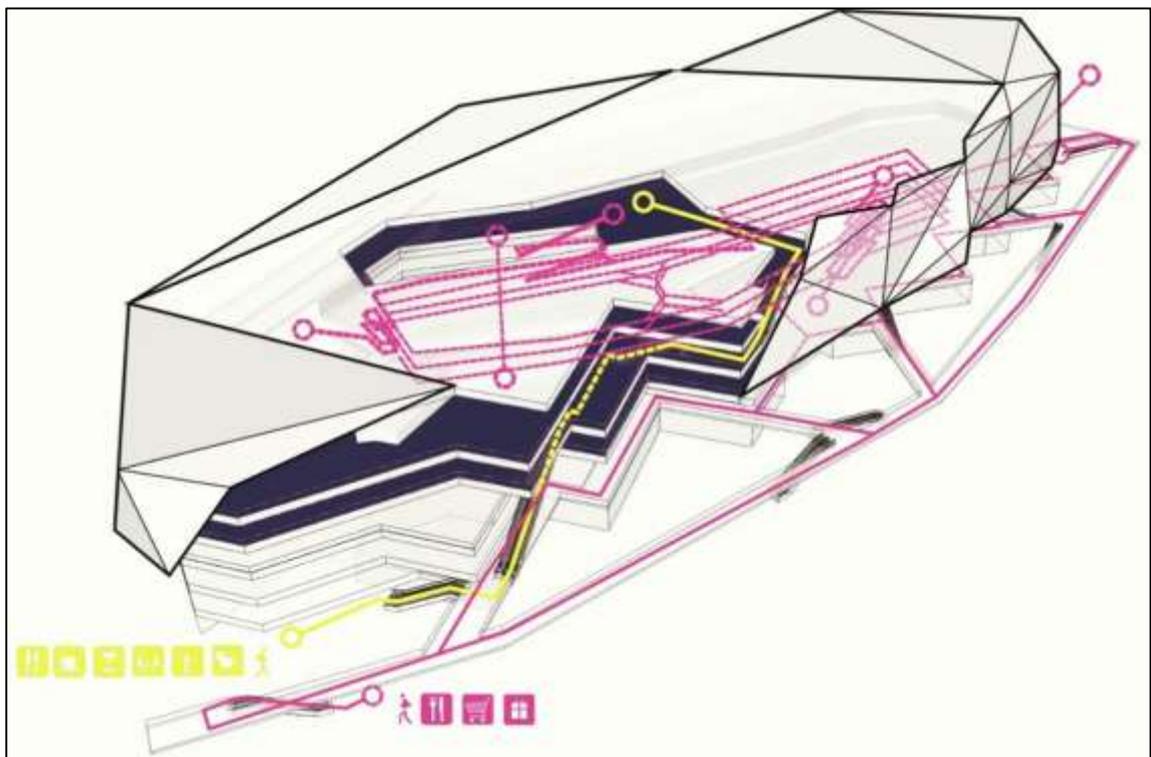
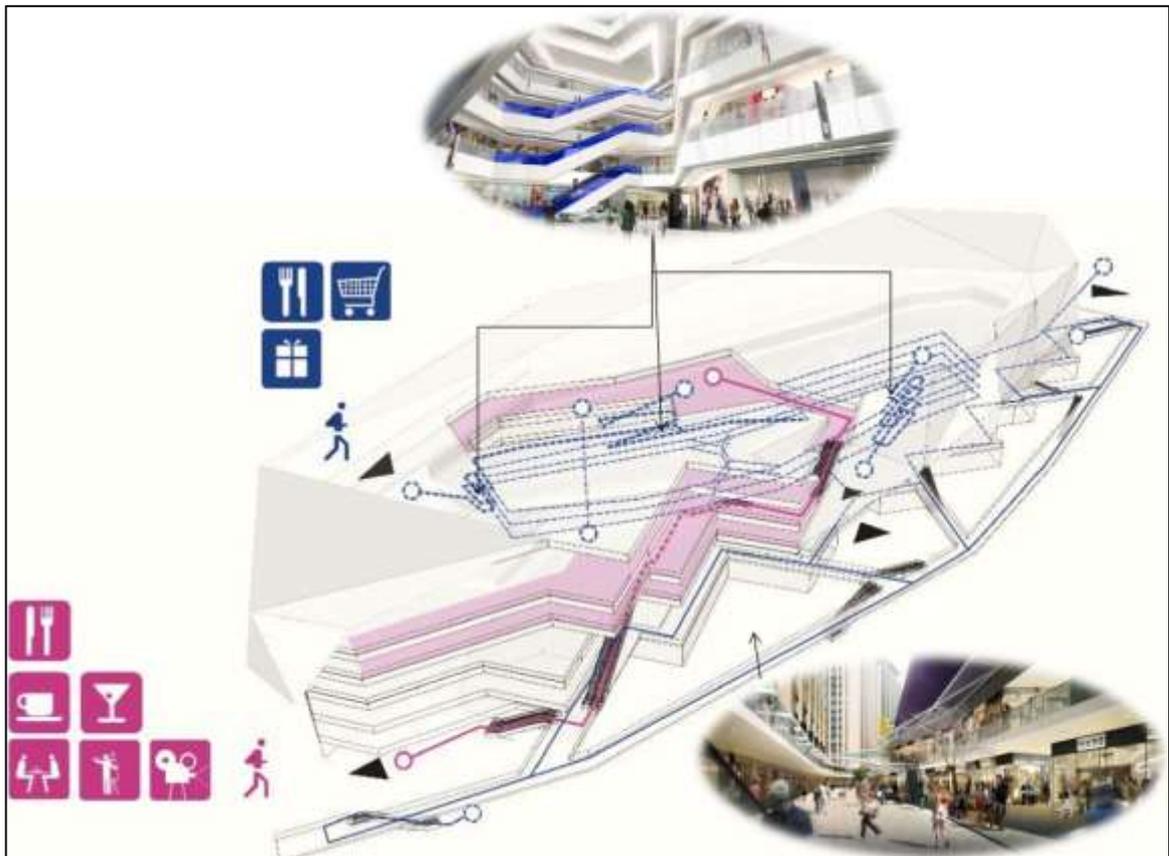


Figure 36 : façade est

Source : archdaily

II.3.5. La circulation :



Figures 37, 38 : présentation de la circulation dans le mall. Source : archdaily (traité par l'auteur)

II.3.6. Caractéristiques techniques du projet :

- Façade média Balustrades en verre en forme de losange
- Écran de pluie
- Auvent autoportant
- Lanterneau
- Atrium Persiennes de toit et de mur, aluminium
- Puits de lumière de l'atrium
- Garde-corps en verre

II.4. Exemple n°04 : complexe polyvalent durable, le Caire

II.4.1. Fiche technique du projet :

- Architectes : Architectures Vincent Callebaut
- Situation : Nasr City, Gouvernorat du Caire, Égypte
- Surface : 450000,0 m²
- Année du projet : 2019

La société française (VCA) a dévoilé un nouveau complexe multi-usage pour Nasr City au Caire. Conçu pour obtenir le statut LEED Gold Plus, le bâtiment comprend un toit solaire, des terrasses vertes, des villas célestes et un système vertical de jardins et de tubes de chauffage solaire. Composé de 1000 appartements, le Gate Residence est également conçu pour inclure un club de santé et un spa, un centre de remise en forme, un centre d'affaires, des restaurants et un café, des commerces et un centre médical.

II.4.2. Analyse architecturale :

II.4.2.1. Plan de masse :

- Une rue centrale, surnommée le Boulevard, forme l'épine dorsale du bâtiment.
- Les appartements sont disposés comme des bâtiments rectangulaires en forme de U bifurquant du boulevard.
- Les deux parcelles du complexe sont reliées par des ponts aériens.



Figure 39 : plan de masse du projet. Source : pinterest

- L'ensemble du toit est conçu comme un jardin communautaire avec des jardins potagers, des vergers, des piscines à débordement et une zone sportive.
- Les deux parcelles du complexe sont reliées par des ponts aériens.



Figure 40 : présentation du toit. Source : pinterest

II.4.2.2. Analyse des façades :

- Les formes en U dans le plan de masse sont adoucies par différentes typologies de façade, selon la fonction.

- Les niveaux des logements sont recouverts de couches empilées de verre e-low et de pierre blanche polie, ponctuées de balcons de jardin suspendus, tandis que les niveaux commerciaux ont deux façades différentes.
- Le long de la Promenade, Back Street et Nozha Street, un mur rideau transparent juxtaposé par des murs verts aux entrées principales des centres commerciaux et des halls d'appartements.
- Dans les espaces plus privés, un écran voronoï, inspiré de la structure des récifs coralliens, délimite les patios et la rue intérieure entre bureaux et logements. Cet écran permet aux plantes grimpantes de pousser le long de sa structure et d'offrir plus d'intimité.





Figures 41, 42, 43 : les façades du projet. **Source** : archdaily

II.4.2.3. Les murs végétaux :

Inspirés par la technologie des tours de captage du vent, ou Malqaf, initialement développé dans l'Égypte ancienne, les architectes ont conçu les Megatrees structurels pour fonctionner comme des systèmes de refroidissement passifs. Un puits canadien, qui fait passer de l'air frais dans des conduites souterraines avant d'entrer dans un bâtiment, permet le contrôle du climat géothermique. Des puits d'air intégrés le long des noyaux fourniront une ventilation naturelle et de l'eau chaude à chaque appartement, tandis que des cellules photovoltaïques piéton-nables utilisant le rayonnement UV couvriront le toit solaire pour générer une grande partie de l'énergie du bâtiment.



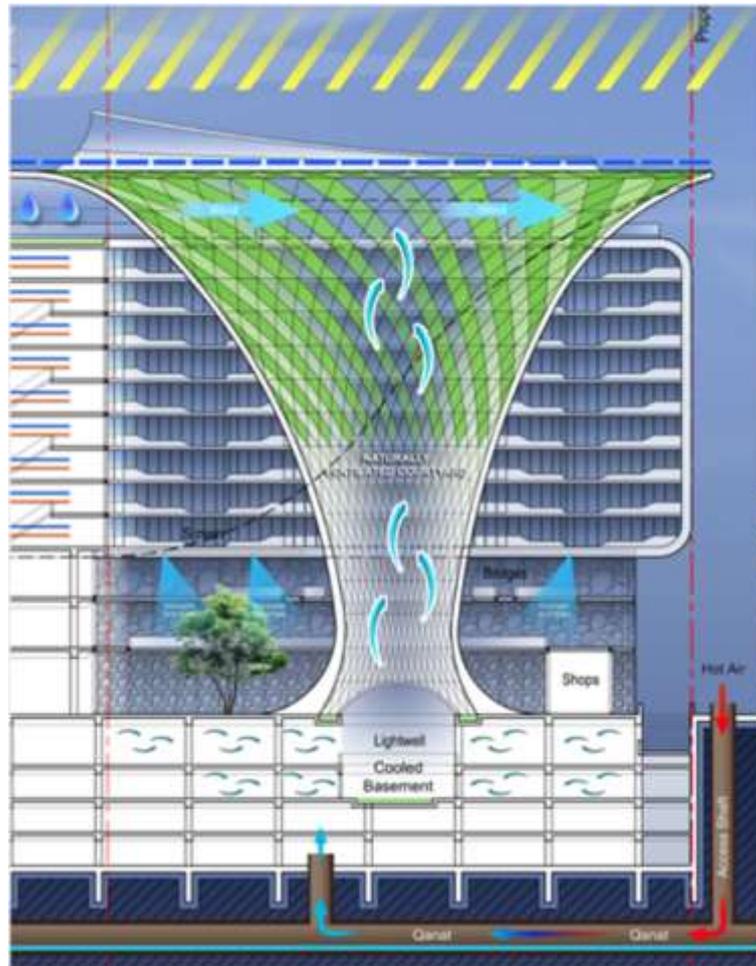


Figure 44, 45 : présentation de la technique d'un puits canadien. Source : archdaily

II.4.3. Les techniques écologiques :

- Le chauffage solaire de l'eau et les éoliennes à axe vertical contribuent également à la production d'énergie in situ. Les concepteurs ont proposé un système unique appelé Phylolight, fusionnant les lampadaires urbains et les éoliennes verticales dans un seul instrument. En outre, les murs vivants dans les méga-arbres et le long de la rue intérieure permettent la réduction de la température et la purification des eaux grises grâce à des technologies naturelles adaptées au climat aride du Caire.
- Dans le but de limiter sa propre empreinte carbone, le bâtiment recycle une partie des déchets générés en eaux grises, tandis qu'un système de surface maillée et seconde peau d'acier blanc et de câbles intègre des cellules photovoltaïques, des tubes thermiques et des jardins verticaux.
- La surface du toit se courbe vers le bas et vers l'intérieur pour se transformer en "Megatrees", permettant une ventilation naturelle dans tous les niveaux et fournissant de l'ombre et une protection contre le bruit.

Conclusion :

A partir de l'analyse des exemples retenus, nous déduisons que dans les divers projets l'intérêt a particulièrement été porté sur la dimension humaine, environnementale et technologique, par :

- Une meilleure insertion des bâtiments par rapport aux conditions du site.
- La matérialisation de l'idée conceptuelle et l'organisation des espaces
- Une meilleure intégration dans l'environnement créant une relation entre l'intérieure et l'extérieure
- La mixité fonctionnelle
- La conception de l'enveloppe, le choix des matériaux, des formes et de l'orientation du bâtiment se fait pour but d'exploiter les potentialités naturelles du site (éclairage, aération, vues, ensoleillement...) et se protéger de ses contraintes.

Chapitre III :

Analyse de site

Introduction :

L'analyse dans ce chapitre pour but de déterminer les données de notre terrain, le choix est motivé par plusieurs critères.

Dans cette analyse, on présente le site, sa structure physique et les différents réseaux qui le composent, elle vise à mieux comprendre le terrain pour une meilleure insertion d'un nouveau projet.

III.1. Contexte géographique : situation et les limites de la ville de Guelma :



Figure 46 : situation géographique de la ville de Guelma. **Source :** <http://www.univ-guelma.dz>

Guelma se situe géométriquement au Nord-Est de l'Algérie, Elle occupe une position géographique stratégique, en sa qualité de carrefour dans la région nord-est de l'Algérie, reliant le littoral des Wilaya de Annaba, El Tarf et Skikda, aux régions intérieures telles que les Wilaya de Constantine, Oum El Bouagui et Souk-Ahras.

III.1.1. Situation de la ville par rapport à la wilaya :

Guelma se situe au cœur d'une grande région agricole à 290 m d'altitude, entourée de montagnes (Maouna, Dbegh, Houara) ce qui lui donne le nom de ville assiette, sa région bénéficie d'une grande fertilité grâce notamment à la Seybouse et d'un grand barrage qui assure un vaste périmètre d'irrigation.⁶⁵

Guelma est une ville sur laquelle les différentes périodes historiques ont laissés d'innombrables empreintes.

En effet, Guelma a abrité depuis la préhistoire jusqu'à la colonisation française plusieurs civilisations.



Figure 47 : situation de la ville et la wilaya de Guelma. Source : PDAU de Guelma

La commune est limitée par :

- au Nord par la commune de Heliopolis et El Fedjoudj.
- à l'Est par la commune de Belkhir.
- au Sud par la commune de Ben Djerrah.
- à l'Ouest par les communes de MedjezAmar.

III.1.2. Analyse climatique :

Les facteurs climatiques ont un impact permanent sur la vie sociale et économique d'une région, le groupement intercommunal de (Guelma, Belkheir, El Fedjoudj, Ben Djerrah) est dominé par un climat sub-humide.

III.1.2.1. Classification du climat en Algérie :

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

- Zone A : littoral marin
- Zone B : arrière littoral montagne
- Zone C : hauts plateaux
- Zone D : Présaharien et saharien.

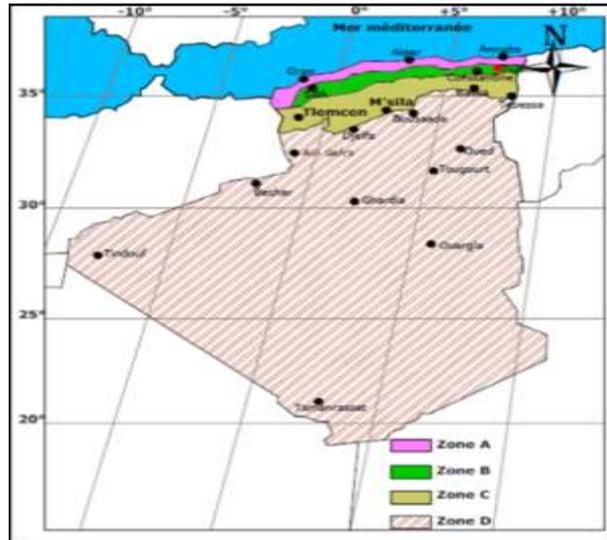


Figure 48 : Classification du climat en Algérie. Source : Mazouz Said, 2004

III.1.2.2. Analyse climatique de la ville de Guelma :

Guelma, ville du nord-est algérien, se situe entre $36^{\circ} 28'$ de latitude nord et $7^{\circ} 25'$ de longitude est. Altitude : 500m.

- Le climat de Guelma est celui de l'arrière littoral montagne (Zone B)
- Déterminé par des hivers plus froids et plus longs et des étés chauds et moins humides que ceux du littoral.

Le diagramme ombrothermique de Guelma fait distinguer deux périodes. La première froide et humide où la courbe de précipitations est au-dessus de celle des températures. La seconde est considérée chaude et sèche. La période humide débute d'octobre à avril et la période sèche s'étale de mai à octobre

A partir des données météorologiques du logiciel Meteonorme 7 et de Climate consultant 6.0 qui trace la rose des vents dans la région de Guelma dans les quatre (04) saisons, on peut lire que dans la période :

- Hivernal : les vents sont vienne du côté Nord et moins fréquente du côté Sud-Ouest avec une température entre 0°C et 20°C .
- Du printemps : les vents sont vienne des côtés Sud et moins fréquente du côté Nord avec une température entre 20°C et 24°C .
- D'été : les vents sont vienne des cotés Sud, Sud-Est et Sud-Ouest avec une température varier entre 24°C et 38°C .

- D'automne : les vents sont vienne des cotés Nord-Est et Nord-Ouest avec une température varier entre 20 °C et 24 °C.

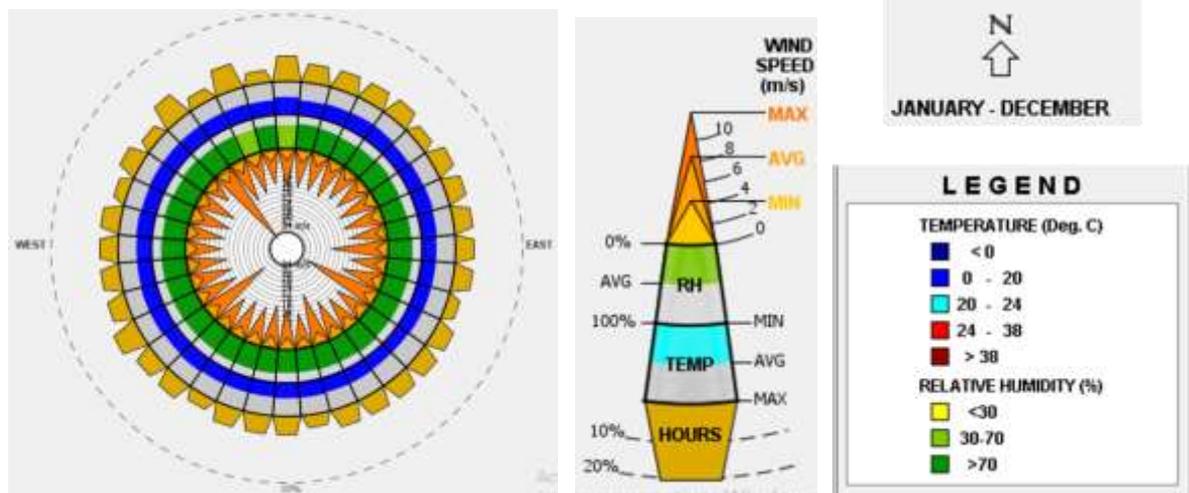


Figure 49 : la rose des vents dans la région de Guelma. Source : auteur

✓ **La pluviométrie :**

La précipitation est la totalité de la lame d'eau quantifiée par la pluviométrie, elle est d'origines divers : pluie, neige, etc.

✓ **Précipitations moyennes annuelles :**

La carte pluviométrique de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H) (Edition1993) montre globalement une répartition décroissante de la précipitation du Nord vers le Sud, et de l'Ouest vers l'Est. En effet dans la région de Guelma la précipitation est variée entre 363mm et 1145mm, le tableau suivant mentionne les variations annuelles des précipitations des stations de : Guelma, Belkhir pour une période (1980-1990) :

	Année	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Station Guelma	P (mm)	468.2	415.2	687.9	363	805.7	445	588.9	511.5	455.8	458.8	633.9
Station héliopolice	P (mm)	505	1145.5	734	468	1117.4	448.3	723.8	627.7	543.2	500.4	567.8

Tableau 03 : Précipitation annuelle totale en (mm). Source : DUC de Guelma

- La répartition des précipitations à Guelma est marquée par une durée de sécheresse durant l'été, avec un minimum de 2.8mm enregistré en juillet.
- Le reste des saisons est marqué par des précipitations considérables. Le total annuel est de 688.3 mm.

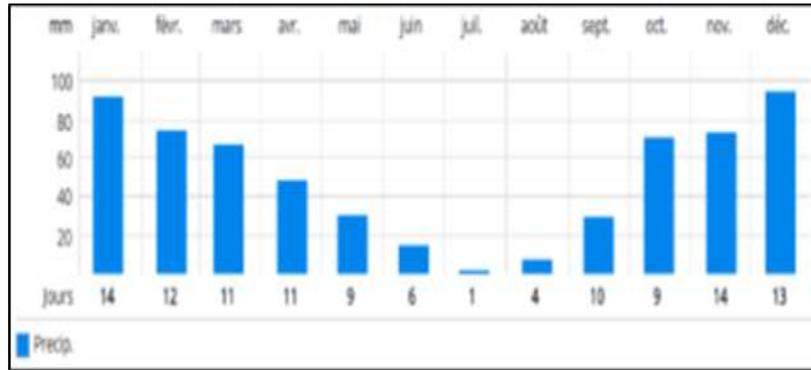


Figure 50 : précipitation annuelle à Guelma. Source : DUC de Guelma

✓ Les températures :

Le facteur de la température de l'air a une grande influence sur le bilan hydrique du fait qu'il conditionne l'évaporation et l'évapotranspiration réel.

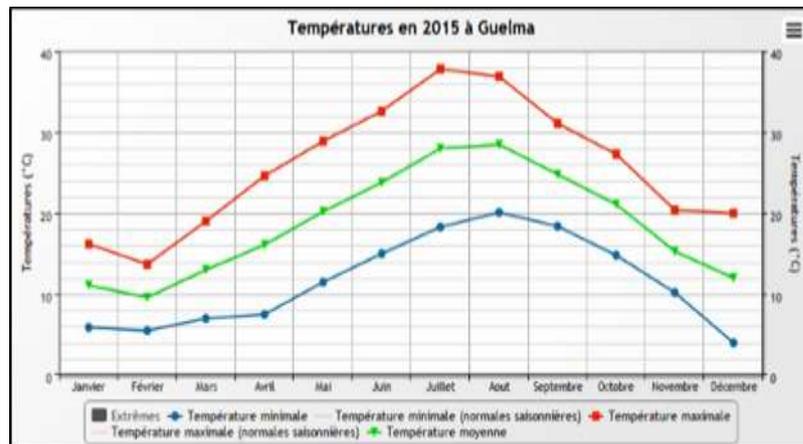


Figure 51 : température en 2015 à Guelma. Source : <http://www.wofrance.fr/weather>

La température annuelle moyenne est de 17.9°C avec 27. 7°C en août (le mois le plus chaud) et 10°C en janvier (le mois le plus froid).

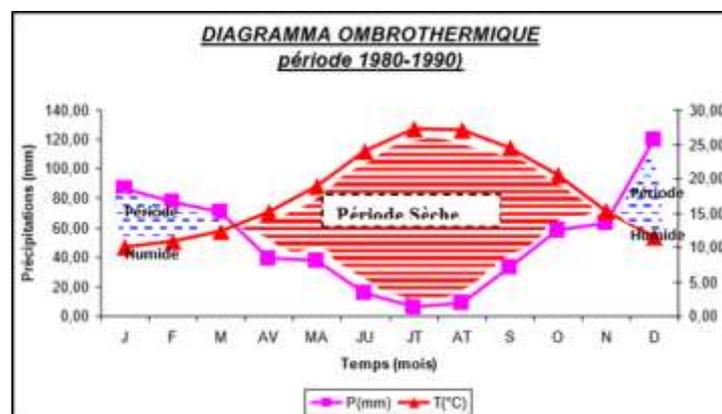


Figure 52 : diagramme ombro-thermique de Guelma période 1980-1990. Source : DUC de Guelma

Pour connaître la période sèche, on applique la méthode ombro-thermique pour GAUSSEN et BAGNOULS, un mois sec est celui où le total des précipitations (mm) est inférieur ou égal au double de la température moyenne (C°), on obtient donc un diagramme pluviométrique dans lequel les températures sont portées à l'échelle double des précipitations.

Nous constatons que la région de Guelma présente une période sèche qui débute à la dernière semaine du mois de Mars et se prolonge jusqu'à la dernière semaine du mois de Septembre, c'est à dire la période humide s'échelonne pour une durée de 7 mois et 15 jours, et la période sèche pour 4 mois et 15 jours.

D'après le diagramme Ombro-thermique la période sèche s'étale de la fin de mois de Mai jusqu'à la fin de mois d'Octobre (4mois).

✓ **Humidité :**

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Humidité moyenne (%)	77	77	73	72	77	60	55.3	56	67.5	69	72	75

Tableau 04 : humidité moyenne de Guelma. **Source :** <http://www.wofrance.fr/weather>

La moyenne mensuelle de l'humidité relative dépasse les 68.3 % avec une moyenne maximale de 94.2% et une moyenne minimale de 29.1%.

✓ **Les vents dominants :**

- Les vents dominants à Guelma sont d'une vitesse moyenne de 7.7 km/h
- Les vents à Guelma sont de diverses directions. Ceux de nord-ouest avec une moyenne de 18%, il atteint leur maximum au mois de décembre. A l'inverse les vents nord-est sont plus fréquents au mois de juillet
- Enfin le sirocco se manifeste au sud plus qu'au nord de la région, surtout en juillet (C'est un vent chaud et desséchant).

✓ **L'ensoleillement :**

- Les trajectoires solaires du mois de décembre, novembre ou janvier sont très rapprochées. Le soleil se lève à 7h58' le 21décembre (solstice d'hiver : la plus courte journée de l'année) et se couche à 16h 03'. A midi, il prend une position inférieure à une hauteur de 30°27'et azimut 0. A 16h l'azimut atteint son maximum de 53°30'.
- Au 21 juin le soleil occupe une position supérieure à une hauteur maximale de 77°16' à midi. L'azimut atteint son maximum de 117°5' à 19h. Le lever de soleil est à 04h03'

(solstice d'été : la plus longue journée de l'année) et le coucher est à 7h58'. Les trajectoires du mois de juin et juillet ou mai sont aussi très rapprochées.

- Au 21 mars ou le 21 septembre (les équinoxes de printemps et d'automne) le soleil prend une position médiane entre les deux précédentes à une hauteur de 53°52' à midi. L'azimut atteint les 80°82' à 17h.

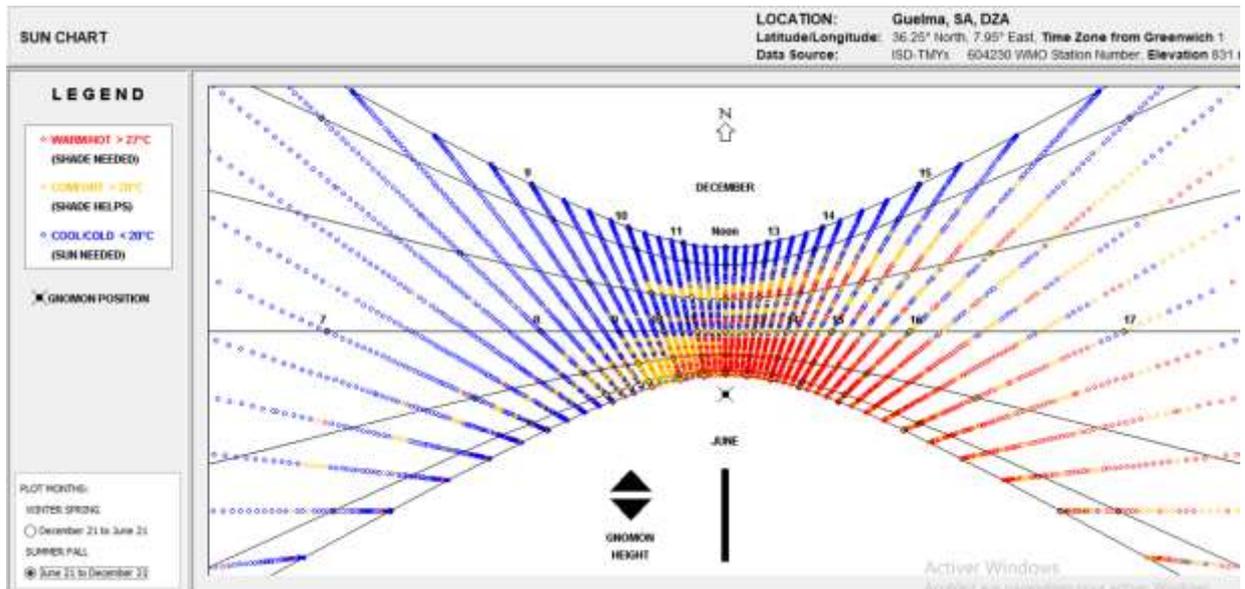


Figure 53 : la trajectoire solaire. Source : auteur

III.2. Présentation du site :

III.2.1. Plan de situation du terrain :

Le site est correspondant à une place et friche "piscine" non utilisiez et jardin qui était censé comme un poumon vert et espace de loisir du centre-ville de Guelma avec un théâtre en plein air. Il se situe au centre de la ville de Guelma.



Figure 55 : forme du terrain. Source : PDAU Guelma

III.2.3.1. Voirie et accessibilité :



- Voie principale
- Voie secondaire
- Voie tertiaire
- Piste

Figure 56 : les principales voies dans le site. Source : PDAU Guelma

III.2.3.2. La topographie du terrain :

Le terrain est en pente de 5%

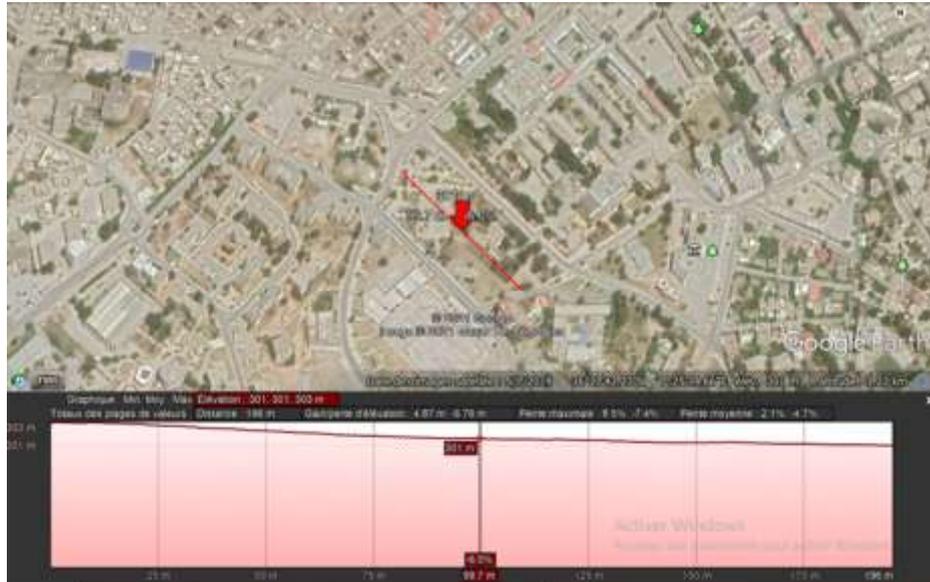


Figure 57 : coupe sur le terrain. Source : Google earth

III.2.4. Analyse climatique du terrain :

- Les vents prédominants à Guelma sont d'une vitesse moyenne qui varié de 1.46 à 2m/s
- Le nord –est pendant la période estivale
- le nord- ouest pendant la période hivernale
- le terrain est exposé au vent dominant à cause de sa topographie et sa situation



Figure 58 : les données climatiques du terrain. Source : PDAU Guelma traité par l'auteur

- Le terrain exposé au rayons solaires toute la journée
 - le coté sud-est ensoleillé le matin
 - le coté sud-ouest ensoleillé l'après midi
- Le terrain se bénéficie d'une quantité de rayonnement solaire suffisante pendant la majorité des mois
- Dans les mois entre (juin et octobre) le degré de rayonnement solaire dépasse la plage de confort

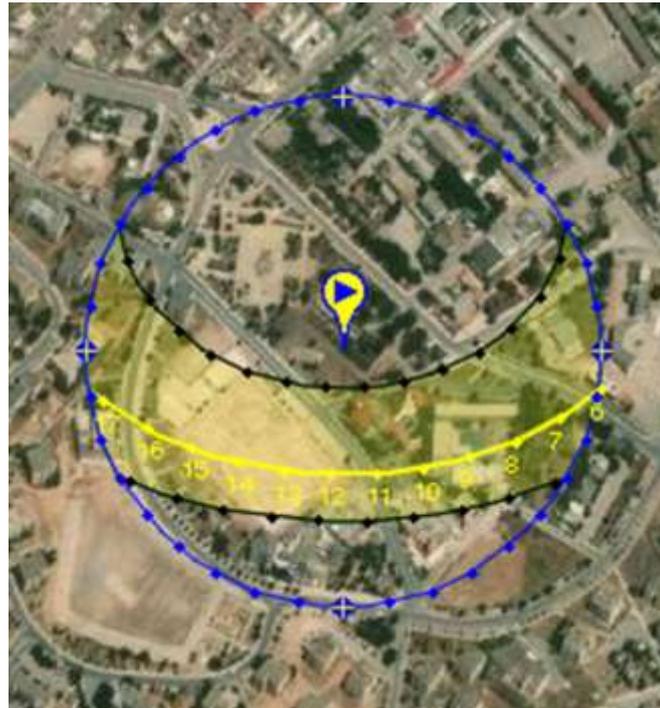


Figure 59 : l'ensoleillement du terrain. Source : sun eaurth tools

III.2.5. Les points forts de terrain :

- Notre terrain à une vue univers sur la ville de Guelma a cause de sa hauteur.
- Une circulation mécanique forte
- Il a une grande surface
- Le terrain est inclus dans une zone regroupant des équipements publique : écoles, lycée, habitats collectifs qui permet de crée un espace dynamique et donné une vision au site.

III.2.6. Les recommandations :

- Pour un réchauffement solaire passive, la zone vitrée doit être orienté vers le Sud pour maximiser l'exposition pendant l'Hiver, prévoir des protections pour générer de l'ombrage pendant l'Été.
- Utilisé du double vitrage haut performance à l'Ouest, le Nord ainsi qu'à l'Est, mais pas au Sud pour maximiser le gain solaire passif.

- Maintenir le bâtiment étanche et bien isolé afin d'abaisser la température du point d'équilibre car le gain de chaleur des lumières, des occupants et de l'équipement réduit considérablement le besoin de chauffage.
- Par temps chaud, les ventilateurs de plafond ou le mouvement de l'air intérieur peuvent faire paraître plus froid de 5 degrés ou plus, cette climatisation n'est moins nécessaire.
- Utilisez des surfaces intérieures à masse élevée comme les planchers en dalles et les murs à grande masse pour stocker la chaleur passive hivernale et la «fraîcheur» de la nuit d'été.

Conclusion :

D'après cette analyse, la meilleure compréhension du contexte urbain de l'assiette d'intervention et la détermination des points forts à valoriser du site, ainsi que certains problèmes à corriger, nous avons arrivé à fondé une base de données relative à l'implantation de notre nouveau projet,

La position stratégique de tous les côtés et la faible pente dans le terrain représente les principaux avantages de site pour la conception d'un projet architectural qui s'intègre en harmonie avec l'environnement artificiel et naturel.

Chapitre IV : programmation et idée de conception

Deux parties sont partagées dans ce chapitre, la première contient la programmation du projet et la deuxième appartenait à l'idée conceptuelle, la genèse de la forme et tous qui concernent le nouveau projet à concevoir

IV.1. La programmation :

Introduction :

La programmation architecturale demeure méconnue ou sous-estimée dans ses fondements, ses apports et ses visées, tant elle reste attachée à un document appelé le « programme », alors que tout concourt à l'envisager comme un processus continu et collectif de définition du projet, de décisions et d'actions impliquant un grand nombre d'intervenants. En intégrant les enjeux de transition écologique et de participation, il s'agit de dépasser la seule obligation réglementaire à laquelle la programmation est souvent associée pour la concevoir comme une démarche stimulante pour les décideurs et les destinataires des espaces de vie ou de travail à réaliser, mais aussi rassurante dans la mesure où elle contribue à donner du sens à un projet, à en anticiper la faisabilité et à en réduire les risques et les aléas. En l'abordant de manière multidimensionnelle, le maître d'ouvrage qui initie un projet de construction ou de transformation d'un patrimoine existant peut ainsi consolider ses intentions et ses objectifs, garantir sa qualité et s'assurer de la pertinence du service rendu aux usagers.²⁷

IV.1.1. Les principales fonctions et espaces d'un mall ou centre commercial :

Espace	Fonction
L'accueil	Représente l'espace où se fait le premier contact entre l'utilisateur et l'équipement, c'est donc un espace d'articulation, comme les halls d'accueil et les cours centrales
L'échange	les activités qui prennent en charge cette entité sont des activités destinées à faciliter les contacts économiques, administratifs et les activités commerciales, comme les agences bancaires, les bureaux de transitaires
Gestion et logistique	a fonction travail comporte : A /La gestion : tout ce qui concerne la gestion administrative de l'équipement (décision, exécution, location, facturation, coordination et organisation) B /La logistique: c'est une activité qui permet l'entretien des biens matériels ainsi que l'équipement lui-même (locaux techniques.)
La détente et les loisirs	le loisir est une activité qui apporte des satisfactions, ses objectifs sont d'assurer un équilibre psychologique et physique. Il doit être accessible à tous.

Tableau 05 : les fonctions de centre commercial

- **Les boutiques :** Local présentant vitrine sur rue dans lequel des marchandises sont exposées et vendues au détail²⁸

²⁷ Démarches de programmation architecturale : de l'usage à l'ouvrage, Emmanuel Redoutey, Paru le 12 mai 2021

²⁸ CNTRL.fr

- **Les magasins** : Lieu aménagé pour le dépôt de provisions ou de marchandises.²⁹
- **Les espaces de détente** : sont des espaces où les usagers du bâtiment reposent et détendent (manger, faire du sport...)

IV.1.1. Le programme retenu :

²⁹ CNTRL.fr

UNITE	ESPACE	SURFACE (m²)	NOMBRE	SURFACE TOTALE
L'Accueil	Hall	variable	1	15 000
	Réception	variable	3	
	Exposition	variable	2	
Atrium	/	variable	1	
Administration	Bureau du directeur	50	1	350
	Salle de réunion	100	1	
	Secrétariat	40	1	
	Archives	30	1	
	Bureau de comptable	25	1	
	Bureau de gestion Planning	25	1	
	Bureau sécurité	25	1	
	Espace d'attente	25	1	
Commerce	Boutiques de luxe	variable	5	5 000
	Magasin de luxe	variable	10	
	Boutiques	variable	7	
	Hypermarché	2600	1	
Commerce spécialisé	Vêtements hommes	variable	10	10000
	Vêtements femmes	variable	13	
	Vêtements adolescents	variable	18	
	Vêtements enfant	variable	12	
	Chaussure et accessoires	variable	8	
	Vêtements de sport	variable	6	
	Articles de sport	variable	3	
	Articles de jeux et jouets	variable	2	
	Article de beauté		6	
	Meuble		1	
	Electroménager		2	
	Décoration de maison		1	
	Librairie		1	
	Article d'informatique	variable	4	
	Article d'électronique		1	
	Agence bancaire	variable	1	1 500

Agences	Agence de voyages	variable	1	
	Agence immobilière	variable	1	
	Agence touristique	variable	1	
	Agence d'assurance	variable	1	
Restauration	Restaurant	variable	1	2 500
	Fast Food	variable		
	Cafétéria	variable		
Loisirs et jeux	Salle de jeux	variable	2	1 900
	Salle de bowling	450	1	
	Aire de jeux pour enfant	400	1	
	Night club	350	1	
Centre de fitness	Bureau administratif	variable		700
	Salle	variable		
	vestiaire	variable		
Service généraux	Dépôts	variable	7	1 600
	Maintenance et le nettoyage	variable	3	
	Bureau de contrôle	variable	1	
	Vestiaire	variable	/	
Sanitaires	Homme/Femme	variable	/	
SURFACE TOTALE				50 000

Tableau 06 : programme retenu. Source : auteur

IV.2. La conception :

Introduction :

La conception architecturale est basée sur des idées et des concepts, la genèse de la forme débute par une ou plusieurs idées. Cette idée développée avec des recherches et des analyses faites durant le processus de conception, la bonne orientation et le bon fonctionnement de projet sont les principaux buts de la conception.

Cette partie va détaillée les différentes étapes de conception de notre projet, l'organisation des idées et les techniques utilisées dans ce projet.

IV.2.1. la genèse de la forme :

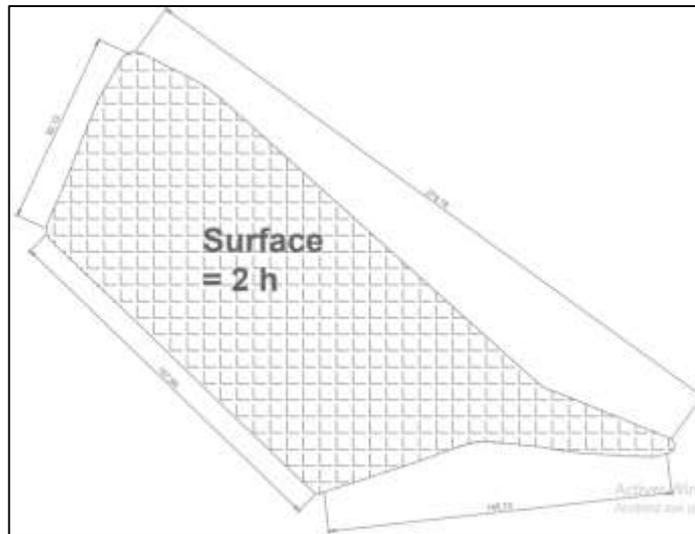


Figure 60 : le site d'intervention. Source : auteur

✓ La 1ere étape : définir les axes majeurs de site

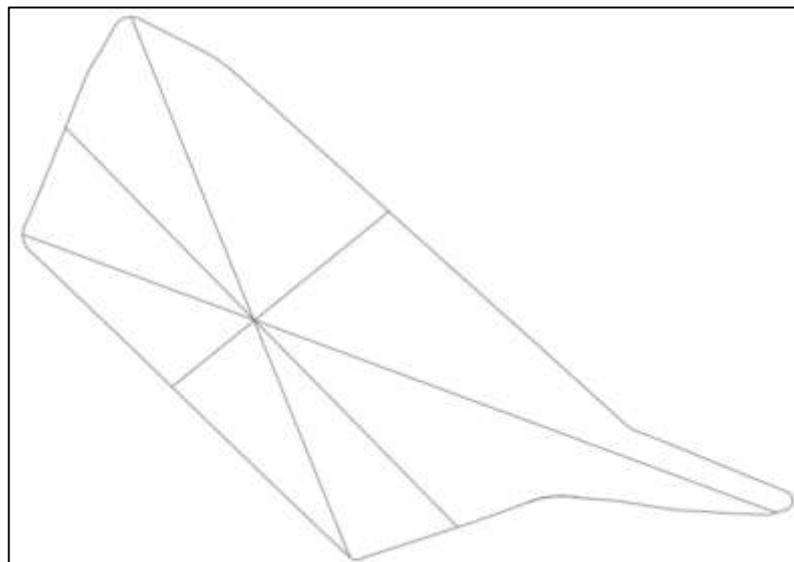


Figure 61 : les axes majeurs de site. Source : auteur

✓ La 2eme étape : l'accessibilité

Le recule : pour matérialiser notre projet, réduire la propagation du bruit et assurer la sécurité.

L'accès principale piétonne : va se situer sur l'axe principale pour qu'il soit visible.

L'accès mécanique et le parking sont placés sur la voie Nord – Est et sous-sol , qui seront caractérisés par faible flux mécanique, et réduire la circulation et problème de stationnement sur la zone .

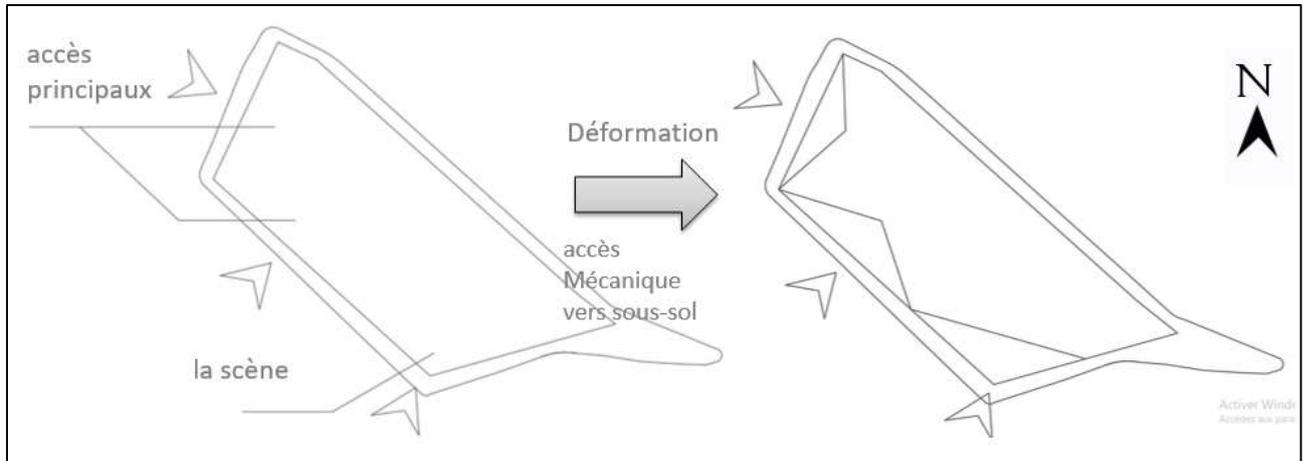


Figure 62 : l'accessibilité au projet. **Source :** auteur

✓ **La 3eme étape :** l'organisation spatiale

La conception vise à la fonctionnalité de site en préservant le théâtre en plein air et la place publique.

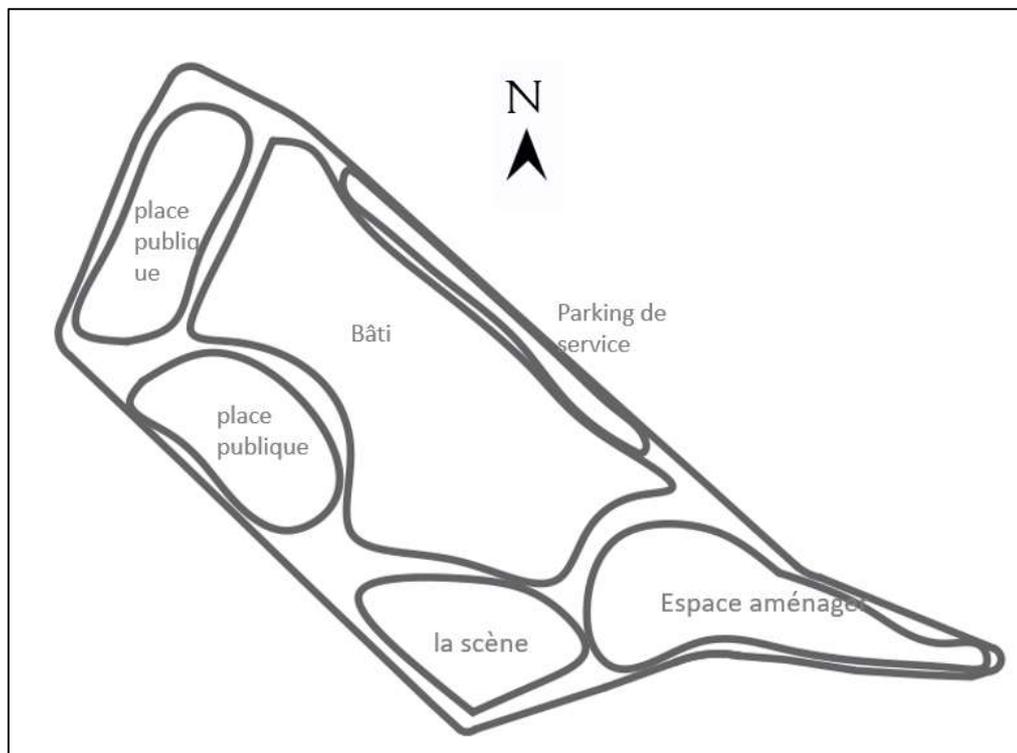


Figure 63 : l'organisation spatiale de projet. **Source :** auteur

✓ 4eme étape : la forme

Le projet prend la forme générale d'un volume de cassures rocheuses pour casse la rétine présent dans les formes de son environnement par contrasse pour créer une dynamique dans le site et se distingue des autres structures pour être un repère moderne de la ville pour modifier sa façade urbaine.

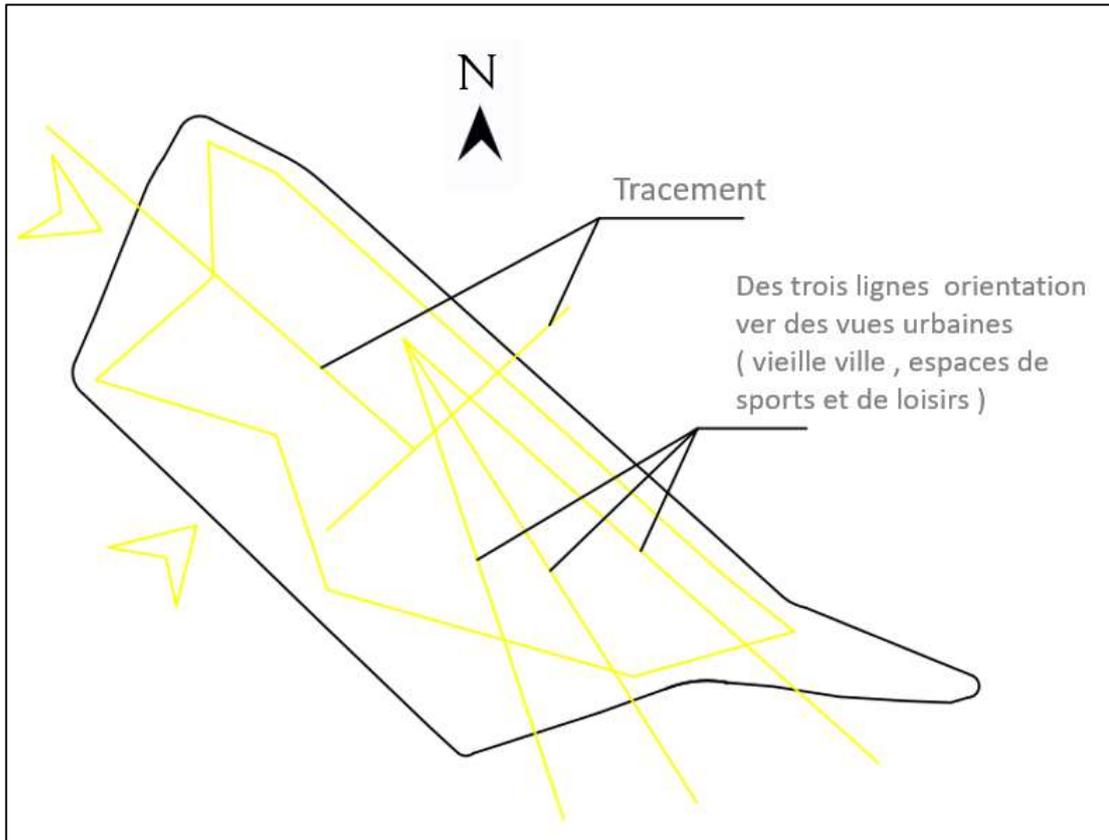


Figure 64 : l'idée de la forme. Source : auteur

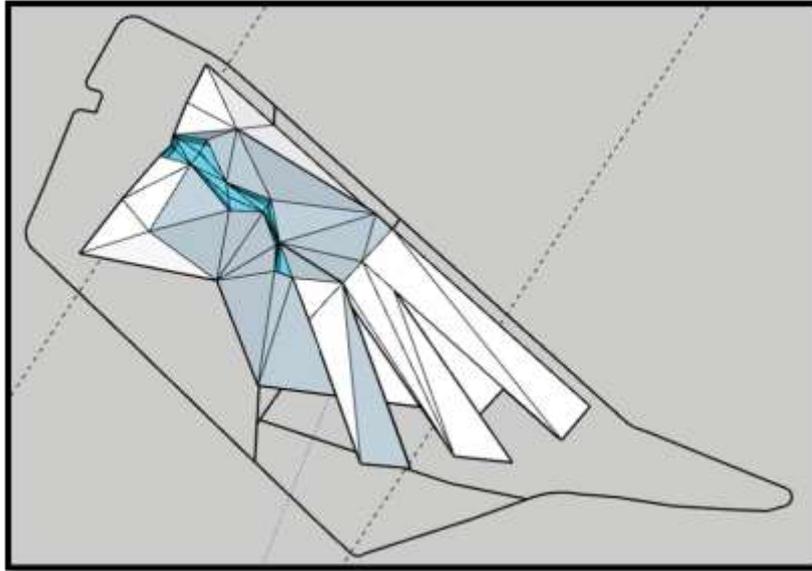


Figure 65 : vue du ciel sur le projet. Source : auteur

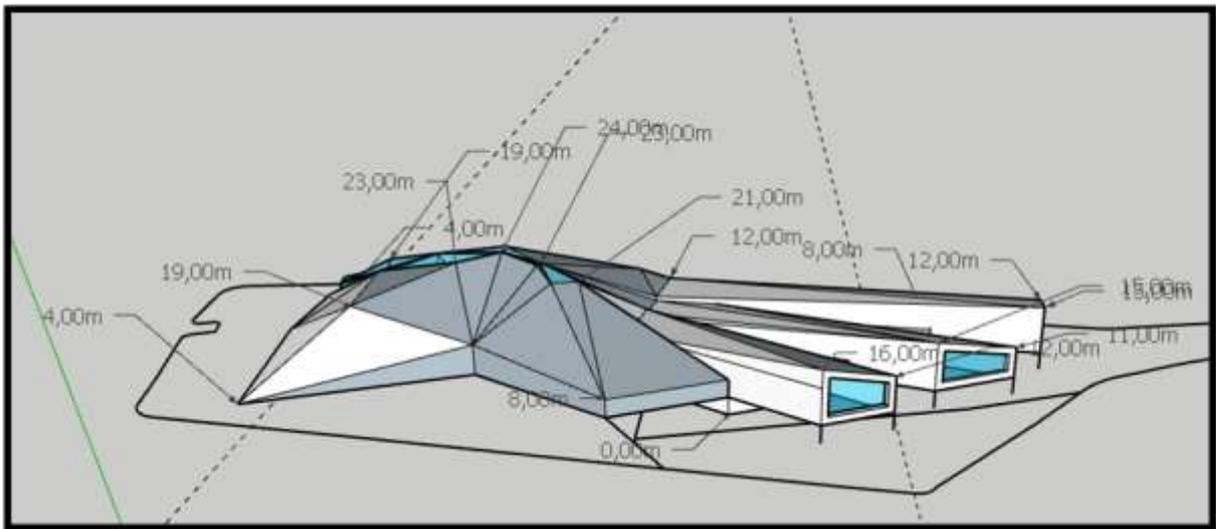


Figure 65 : vue du sud.. Source : auteur

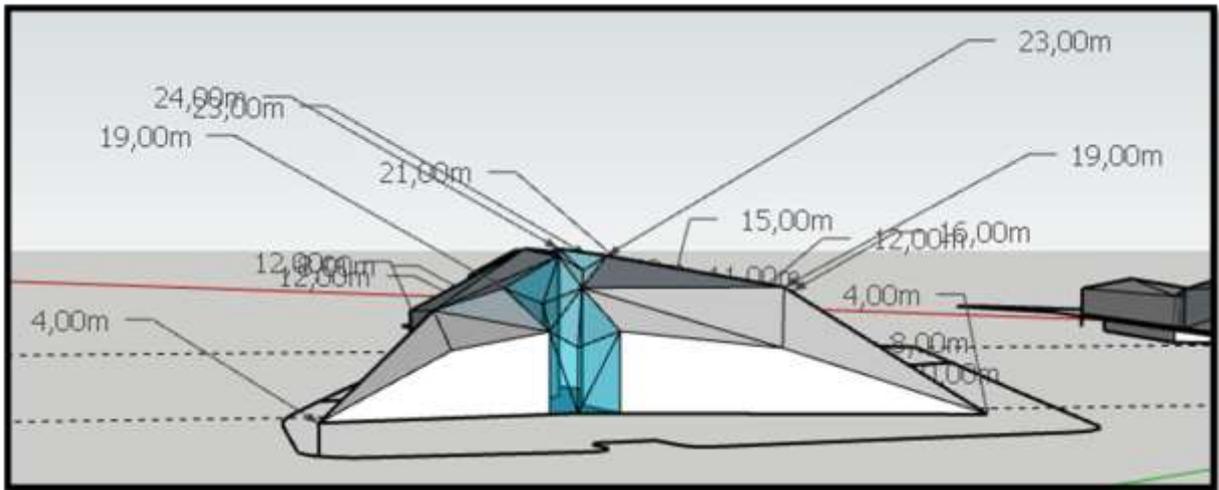


Figure 66 : vue du nord. Source : auteur

Le bâtiment coupe par une fissure pour permettre l'entrée de la lumière naturelle, comme des fissures dans les gros rochers, et pour marquer l'entrée principal.

✓ **Schéma de principe :**

Au sein de l'institut, un aménagement intérieur a été préconisé, dans le but de créer une liaison entre tous les espaces.

Les orientations d'aménagements se présentent par l'implantation des espaces d'animation, de loisirs et de promenades, autour de l'établissement.

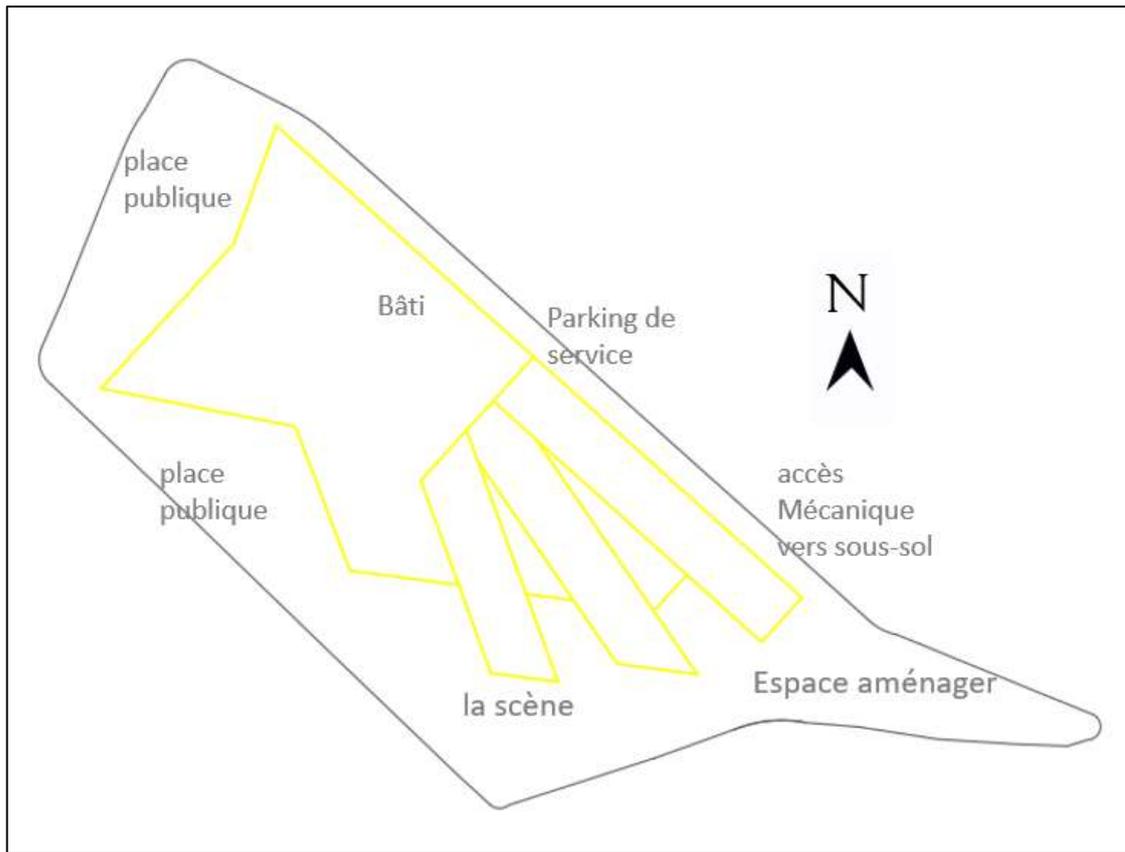


Figure 67 : schéma de principe. Source : auteur

Conclusion générale

L'architecture actuelle ajoute à une conception technique de la construction, des objectifs esthétiques, et environnementaux liés à la fonction du projet et à son intégration dans son environnement. Chaque élément, matériau et composant participe dans le sens d'une bonne ou d'une mauvaise performance vis-à-vis du confort de l'utilisateur et des dépenses énergétiques.

L'architecture bioclimatique fait appel à de nombreuses stratégies, techniques et systèmes de construction simples qui permettent de chauffer, rafraîchir, ventiler... etc. l'ambiance intérieure d'un bâtiment.

Une grande part de la consommation énergétique dans les bâtiments causé par le chauffage. Donc l'un des buts principaux de la construction des bâtiments est de mettre les occupants à l'abri des effets climatiques (chaud, froid). L'optimisation du confort thermique doit répondre à ce but. L'évolution des techniques et le développement de nouveaux matériaux de construction contribuent à l'amélioration du confort thermique des usagers.

L'objectif visé à travers ce travail de recherche, est l'amélioration du confort thermique et la réduction de la consommation énergétique dans un grand équipement commercial afin de chercher une adéquation entre la conception du bâtiment, le climat et l'environnement dans lequel il est intégré, à cet effet, les stratégies d'utilisation rationnelle de l'énergie nous permettant d'atteindre un confort thermique qui lui nous donne une basse consommation énergétique.

Liste des références bibliographiques :

Ouvrage :

1. Cahier pratique pour les gestionnaires d'établissements sociaux et médico-sociaux/Améliorer le confort d'été dans les établissements pour personnes âgées et handicapées.
2. Fernandez, P. (1996), Op cit. p 9
3. CHENG.V, NG.E & GIVONI.B : Solar Energy 2005.
4. Fernandez.P, et Lavigne.P. « Concevoir des bâtiments bioclimatiques, fondements et méthodes ».Edition le Moniteur, 2009, p115
5. Alain Liébard, Andre De Herde, « Traite d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques », Éditeur observé, 2005, p368
6. Cahier pratique pour les gestionnaires d'établissements sociaux et médico-sociaux/Améliorer le confort d'été dans les établissements pour personnes âgées et handicapées.
7. A.Chatelet, P.Fernandez et P.Lavigne : « L'architecture Climatique : Une Contribution Au Développement Durable, tome 2 : concepts et dispositifs », 1998, p37.
8. Givoni, B « l'homme, l'architecture et le climat » Edition Dunod.6ème Edition France 2005.
9. Besancenot, J.-P. (1990) 'L'organisme humain face à la chaleur', Science et changements planétaires/Sécheresse, 1(1), pp. 30–35
10. Savourey, G., Launay, J. C. and Melin, B. (2003) 'Physiopathologie et prévention des troubles liés à l'exposition à la chaleur ou au froid', Actualité et dossier en santé publique (ADSP), pp. 4–
11. Imessad, K. and Messaoudène, N. A. (2008) 'Modèle mathématique de prédiction de la sensation thermique et de la réponse physiologique chez l'être humain', Revue des Energies Renouvelables, 11(4), pp. 545–556.
12. Nielsen, R. and Nielsen, B. (1984) 'Influence of skin temperature distribution on thermal sensation in a cool environment', European Journal of Applied physiology and occupational physiology. Springer, 53(3), pp. 225–230
13. Schellen, L., Loomans, M. G. L. C., de Wit, M. H., Olesen, B. W. and Lichtenbelt, W. D. V. M. (2012) 'The influence of local effects on thermal sensation under non-uniform environmental conditions -Gender differences in thermophysiology, thermal comfort and productivity during convective and radiant cooling', Physiology and Behavior. Elsevier Inc., 107(2), pp. 252–261. doi: 10.1016/j.physbeh.2012.07.008

14. Maiti, R. (2014) 'PMV model is insufficient to capture subjective thermal response from Indians', *International Journal of Industrial Ergonomics*. Elsevier Ltd, 44(3), pp. 349–361. doi: 10.1016/j.ergon.2014.01.005.
15. Djongyang, N., Tchinda, R. and Njomo, D. (2010) 'Thermal comfort: A review paper', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(9), pp. 2626–2640.
16. Démarches de programmation architecturale : de l'usage à l'ouvrage, Emmanuel Redoutey, Paru le 12 mai 2021

Thèses et mémoires :

1. Thèse de doctorat : Évaluation du confort thermique et lumineux dans le logement collectif : Étude comparative entre le social et le promotionnel, dans la ville de Biskra. BERKOUK Djihed, juin 2017
2. Contribution Methodologique A La Conception Deslogements A Haute Performance Energetique (Hpe) En Algerie/Mémoire de magister/Mr. SEMAHI Samir.2013 ; p 76/p80.
3. Chabi Mohammed., Mémoire de magistère, université de Tizi-Ouzou, juin 2009
4. Siret, D. « Ensoleillement et conception assistée par ordinateur » in actes de la conférence I.B.S.A. France.2002.
5. Ecole Nationale Supérieur d'Architecture de Grenoble, MAITRISE DES AMBIANCES 3 THERMIQUES, COURS n°5 ; 19 oct et 2 nov 2012 ; MARIA LOPEZ DIAZ

Sites internet :

1. CNTRL.fr
2. conseils-thermiques.org
3. energieplus-lesite.be
4. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2010.07.040>.
5. www.afr-climatisation.fr/confort-thermique
6. <https://energieplus-lesite.be/theories/confort11/le-confort-thermique-d1/>