

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

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 d'Architecture

Spécialité : Architecture

Option : Architecture Ecologique

Présenté par : Legrini Nasreddin

Thème : Architecture écologique et l'approche High-Tech

Sous la direction de : Lazri Youcef

Juin 2017

Remerciement :

Je remercie tous ceux qui ont participé à ma formation à toutes les étapes de mon cursus. Merci à ceux qui nous ont fourni des enseignements justes.

*Je remercie également tous mes enseignants et particulièrement celui qui a semé dans mon cœur l'amour de cette vocation ; cette personne pleine de vivacité et très active, une personne dont le respect et immense pour moi ; celui qui a assuré : mon encadrement durant deux années mon cher professeur **YOUCEF LAZRI**.*

*Je remercie également l'enseignant **FAYCEL KASSIS** pour son soutien permanent aux étudiants de cette spécialité.*

*Je remercie celui qui a veillé à nous assurer un enseignement excellent ; le chef de classe **RAFIK BOUDJAHM**.*

***MERCI**. Je sais que ce mot ne suffit pas pour rendre à toutes ces personnes les efforts qu'elles ont consenties pour notre formation.*

Je sais qu'elles n'attendent pas de remerciements en retour ; mais on dit que qui ne remercie pas les personnes bienfaisants ne remercie pas dieu

*Je tiens à remercier également ma chère mère vie et mon père pour tous les conseils et les apports prodigués dans cette spécialité...je remercie ma collègue qui a travaillé le jour et la nuit pour m'aider ; qui est le premier responsable pour terminer ce mémoire **El-ROUMAÏSSA***

Merci à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à ce travail.

Un Grand Merci

Dédicace :

Pour ceux qui les mots ne peuvent pas les donner leur droit

Pour ceux qui les chiffres ne peuvent pas compter leur Virtue

Pour ceux qui ont dessinés le chemin du succès

Pour mes chers parents que dieux les protège

Pour ceux qui m'ont accompagné depuis mon enfance mes chers frères

Pour ceux qui m'a soutenu dans tous le temps à mon collègue El-Roumaissa

Pour tous ceux qui m'ont soutenu

Pour tous ceux qui m'a appris comment dessiner la ligne

A chacun qui est tombé de mon stylo par inadvertance

Je vous dédie mon travail et je vous le dis, Dieu vous protège

Résumé

Les nouveaux modèles des logements produits durant ces dernières décennies en Algérie, sont de plus en plus inadaptés au contexte culturel, social et climatique du pays. Et gros consommateurs d'énergie.

Très souvent, ces constructions négligent les aspects climatiques, dont l'importance ne paraît pas aux yeux du propriétaire ni même du concepteur dans les premières étapes du projet, et Pour pallier à ce problème d'inconfort, on a souvent recours à des dépenses supplémentaires de chauffage et la climatisation.

La ville de Guelma est une ville condensée ce qui a engendré le phénomène de l'étalement urbain ainsi la rareté et la cherté du foncier, l'étalement sur les terres agricoles et aussi la difficulté de déplacement au sein de cette ville.

Le respect d'un environnement sain et la contribution mondiale pour la lutte contre le réchauffement planétaire nous poussa à choisir la construction en hauteur en utilisant les nouvelles technologies. Le projet choisi est « Une Tour écologique multifonctionnel ».

Aujourd'hui l'architecture s'organise autour du concept de développement durable qu'il s'agisse des structures urbaines, des bâtiments, des matériaux et aux procédures de construction "écologiques".

Mot clé : Ecologie, Architecture écologique, High-Tech, Développement durable, Matériaux de construction, Technique de construction.

المخلص

نماذج جديدة من المنتجات السكنية في العقود الأخيرة في الجزائر غير متلائمة مع المناخ الثقافي والاجتماعي للبلاد. كما تعتبر مستهلكة كبيرة للطاقة

في كثير من الأحيان هذه المباني تهمل الجوانب المناخية، اين لا تظهر أهميتها في نظر المالك أو حتى المصمم في المراحل الأولى من المشروع، للتغلب على هذه المشكلة من عدم الراحة غالباً ما نلجأ للإنفاق الإضافي من أجل التدفئة وتكييف الهواء مدينة قالمة هي مدينة ذات كثافة سكانية عالية مما ولد ظاهرة الزحف العمراني. ندرة وارتفاع تكلفة الأراضي، بالإضافة الى التوسع على حساب الأراضي الزراعية، وكذلك صعوبة حركة السير في هذه المدينة

إن احترام البيئة والمساهمة العالمية لمكافحة ظاهرة الاحتباس الحراري دفعنا لاختيار البناء العمودي باستخدام التكنولوجيات الجديدة. المشروع الذي تم اختياره "برج بيئي متعدد الوظائف

حاليا الهندسة المعمارية تنظم حول مفهوم التنمية المستدامة سواء كان ذلك في الهياكل العمرانية. المباني والمواد وإجراءات البناء "البيئية"

الكلمات المفتاحية : علم البيئة، البيئية الهندسة المعمارية، والتكنولوجيا الفائقة، التنمية المستدامة، مواد البناء، تكنولوجيا البناء

Abstract:

The new models of housing produced during the last decades in Algeria, are increasingly unsuitable for the cultural, social and climatic context of the country. And large energy consumers.

Very often, these constructions neglect the climatic aspects, the importance of which is not seen by the owner or even by the designer in the early stages of the project. To compensate for this problem of discomfort, Heating and air conditioning.

The city of Guelma is a condensed city which has led to the phenomenon of urban sprawl as well as the scarcity and high cost of land, spreading over agricultural land and also the difficulty of moving within this city.

Respect for the environment and the global contribution to the fight against global warming prompted us to choose tall building construction using new technologies. The chosen project is "A multifunctional ecological tower".

Today, architecture is organized around the concept of sustainable development, be it urban structures, buildings, materials and "ecological" construction procedures.

Keyword: Ecology, Ecological architecture, High-tech, Sustainable development, building materials, Building technology

Sommaire

Dédicace	
Remerciements	
Résumé/Abstract	
Sommaire	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	I
Problématique	II
Hypothèses	IV
Objectifs	IV
Méthodologie de recherche.....	V
PARTIE 01 : APPROCHE THEORIQUE.....	1
Premier Chapitre : À propos de l'architecture écologique et le style High-Tech.....	2
Introduction :	3
1. Architecture écologique.....	4
1.1.Ecologie, concepts et définitions	4
a) Écologie, étymologie du terme.....	4
b) Concepts fondateurs	4
c) Empreinte écologique.....	5
1.2.Apparitions de l'architecture écologique :.....	5
a)Les pionniers de l'architecture écologique.....	5
b)Tendances de l'architecture écologique	7
c)Les critères définissant la construction écologique	8
2. L'architecture High Tech	12
2.1. Définition.....	12

2.2. Style High Tech.....	12
2.3. Définition de l'architecture High Tech.....	12
2.4. L'architecture futuriste	12
2.5. Origines	13
2.6. Objectifs	13
2.7. Principes	13
2.8. Les éléments significatifs	13
2.9. Les stars du High-Tech.....	14
2.10. Les avantages de la technologie	14
2.11. La typologie de High Tech :.....	14
3. Le développement durable :	15
3.1. Définitions	15
a). Préservation de l'environnement.....	16
3.4. Les objectifs du développement durable	16
3.5. Les principes du développement	17
3.6. Les enjeux urbanistiques de développement durable	18
3.7. Architecture et développement durable.....	18
4. Les matériaux de construction (écologique	20
4.1. Définitions	20
4.2. Architecture et Matériaux	20
4.3. Pourquoi Matériaux écologique	21
4.4. Classification des matériaux	21
a) 1ere classification	21
b) 2eme classification	22
Conclusion :.....	25
5. Techniques et procédées de construction	25
5.1. Définitions	26
5.2. Evolution des techniques de construction	26

5.3. Choix durable des techniques constructives et éléments de structure	27
5.4. Les techniques innovantes dans une construction écologique (Green building)	27
a) Le système passif.....	27
b) Les énergies renouvelables :	30
c) La gestion durable de l'eau	32
d) Gestion des déchets	34
5.5. Quelques techniques de mise en œuvre :	35
Conclusion :	38
Conclusion générale :	38
Deuxième CHAPITRE : LOIS ET REGLEMENTATIONS.....	39
Introduction	40
1. La Politique environnementale Mondiale.....	40
1.1. Définitions	40
1.2. Principes généraux.....	40
1.3. Les instruments des politiques de l'environnement	41
a) La réglementation.....	41
b) La fiscalité environnementale	41
c) Les marchés de droits	41
d) Les instruments volontaires.....	42
1.4. Action internationale	42
1.5. Normes, lois, certification et réglementation pour l'environnement	42
a) La réglementation thermique.....	42
b) Le diagnostic haute performance énergétique :	43
c) La démarche Haute Qualité Environnementale :	44
d) La certification LEED	45
e) La certification BREEAM.....	47
f) La standard suisse « Minergie ».....	48
g) Le label allemand «Habitat basse énergie :	49

h) La certification TCO (high-tech).....	50
2. La politique environnementale régionale	51
2.1. En France.....	51
a) La RT 1974, 1 ^{er} étape :	51
b) La RT 1982, 2 ^{ème} étape :	51
c) La RT 1988, 3 ^{eme} étape :	51
d) La RT 2000, ajout d'une exigence sur le confort d'été :	52
e) La RT 2005, prise en compte du bioclimatisme et des énergies	52
f) La RT 2012, un saut en avant :	52
2.2. En Emirates :	53
a) Lois et règlementations (Architecture écologique) :	54
b) Lois et règlementations (Utilisation de la technologie dans l'architecture	54
2.3. En U.S.A.....	54
a) Législation fédérale	55
b) Lois et règlementation Américain :	55
3. La politique environnementale Nationale (Algérienne)	59
3.1. Stratégie.....	59
3.2. Institutions environnementales.....	60
3.3. Lois et Règlementations	60
Conclusion.....	61
PARTIE 02 : APPROCHE Analytique	62
Troisième CHAPITRE : ANALYSE DE ETAT DE L'ART	63
I. Exemple 01 : La tour Vivante	65
2. Description du projet :	65
3.1. Plan de masse	66
3.2. Les différents plans.....	66
3.3. Les coupes	67
4. La structure.....	67

5.	Durabilité et Innovation Technologiques	68
5.1.	Les Matériaux de Construction :	68
5.2.	Les énergies :	68
5.3.	Les eaux (pluviales, potables, usées).....	69
6.	Analyse solaire	69
II.	Exemple 02 : Burdj Khalifa.....	70
1.	Fiche technique.....	70
2.	Description du projet	70
3.	Architecture	71
3.1.	Inspiration.....	71
3.2.	Design.....	72
3.3.	Les plans.....	73
3.4.	Les coupes	73
4.	Structure	75
5.	Durabilité.....	75
6.	Analyse solaire	77
	Conclusion.....	77
III.	Exemple 03: Wuhan Green land center.....	78
1.	Fiche technique.....	78
2.	Description du projet	78
3.	Architecture	78
3.1.	Plan de masse	79
3.2.	Les plans.....	79
3.3.	Les coupes	80
4.	Structure	80
5.	Durabilité.....	81
	Conclusion :	81
	Tableau de synthèse :	82

QUATRIEME CHAPITRE : ANALYSE DU SITE	83
Introduction	84
1. Motivation du choix de la ville.....	84
2. Présentation de La Vile De Guelma	84
2.1. Toponymie.....	84
2.2. Situation Géographique :	85
2.3. Accessibilité de la wilaya :	85
2.4. Aperçu Historique	85
a) Préhistoire.....	85
b) De l'époque romaine au XIXe siècle	85
c) Au cours de l'époque chrétienne.....	85
d) La civilisation arabo-musulmane	86
e) L'époque ottomane	86
f) Période française de 1870 à 1962	86
g) Depuis l'Indépendance en 1962.....	86
2.5. Contexte administrative.....	87
2.6. Situation démographique.....	88
2.7. Situation Géophysique.....	89
a) Zone de Guelma	89
b) Zone de Bouchegouf	89
c) Zone de Oued Zénati	89
d) Zone de Tamlouka.....	90
2.8. Les potentialités naturelles	90
a) Hydrologie.....	90
b) Agriculture	90
2.9. Potentialités Touristiques :	91
b) Les cônes stalagmiformes :	92
c) Les roches imposantes :	92

d) Sites et Monuments Naturels et historique :.....	92
2.10. Infrastructure de base :	93
a) Réseaux routiers :	93
b) Réseau Ferroviaire :	93
c) Réseau électrique.....	93
2.11. Le contexte sismique	93
3. Analyse Bioclimatique :	94
3.1. Température :.....	94
3.2. Humidité relative :	94
3.3. Précipitation :.....	95
3.4. Vitesse de vent :.....	95
3.5. Les paramètres de climat annuel :	96
3.6. Diagramme psychométrique :.....	96
3.7. La meilleure orientation du bâtiment :	97
3.8. Recommandation :.....	98
4. Analyse Du site :	99
4.1. Choix du site :.....	99
a) Critères de choix du site	99
b) Localisation des sites.....	99
c) Analyse comparative des sites :.....	100
d) Synthèse :	100
4.2. Analyse du site d'intervention :.....	100
a) Introduction :	100
b) Analyse contextuelle :	101
c) Analyse typo-morphologique :.....	101
d) Analyse Fonctionnelle.....	103
4.3. Les potentialités du site :	104
4.4. Photos du Site :	104

Conclusion.....	104
Conclusion générale :	105
Bibliographie	105

Partie 03 : Approche Technique

Annexe 01 : Programmation de la tour multifonctionnelle

Annexe 02 : Genèse du projet

Annexe 03 : Structure de la tour multifonctionnelle

Annexe 04 : utilisation de l'écologie et la technologie dans la tour multifonctionnelle

Table et illustration

1. FIGURES :

Figure 01 : Architecture écologique	05
Figure 02 : Maison sur la cascade	06
Figure 03 : Gorna El Jadida	06
Figure 04 : Conception Alvar Aalto	07
Figure 05 : Gestion d'eau.....	11
Figure 06 : A Vilnius en Estonie	12
Figure 07 : Smart City	12
Figure 08 : Piliers du Développement Durable	16
Figure 09 : Objectifs du développement Durable	16
Figure 10 : Evolution historique des Matériaux de Construction	20
Figure 11 : Construction en bois	23
Figure 12 : Construction en Verre.....	23
Figure 13 : Construction métallique	23
Figure 14 : Matériau intelligent.....	24
Figure 15 : Le verre intelligent	24
Figure 16 : Construction en béton transparent	25
Figure 17 : Matériau régulateur.....	25
Figure 18 : Tissu intelligent	25
Figure 19 : Consommation d'énergie	27
Figure 20 : Consommation de maison passive	28
Figure 21 : Schéma explicatif de stratégie du froid (se protéger)	28
Figure 22 : Schéma explicatif de stratégie du froid (éviter)	28
Figure 23 : Schéma explicatif de stratégie du froid (Dissiper)	29
Figure 24 : Schéma explicatif de stratégie du froid (rafraichir)	29
Figure 25 : Schéma explicatif de stratégie du froid (Minimiser)	29
Figure 26 : Schéma explicatif de stratégie du chaud (Capter)	29
Figure 27 : Schéma explicatif de stratégie du chaud (Stocker)	30
Figure 28 : Schéma explicatif de stratégie du chaud (Distribuer)	30
Figure 29 : Schéma explicatif de stratégie du chaud (Conserver)	30

Figure 30 : Evolution de la consommation mondiale d'énergie depuis le XIXe siècle	31
Figure 31 : Source des énergies renouvelable	32
Figure 32 : Utilisation des eaux pluviale	32
Figure 34 : Recyclage des déchets	34
Figure 35 : Critères BREEAM.....	47
Figure 36 : Comparaison d'électricité d'une maison et un immeuble	49
Figure 37 : Répartition moyenne des consommations d'énergie par poste, en résidentiel	52
Figure 38 : Prévision de la RT 2020.....	53
Figure 39 :	
Figure 40 : La tour vivante.....	65
Figure 41 : Production maraichère	65
Figure 42 : Eolien au sommet	66
Figure 43 : Plan de masse	66
Figure 44 : Plan type de logement.....	66
Figure 45 : Plan type de bureaux	66
Figure 46 : Coupe longitudinale.....	67
Figure 47 : Paroi double peau avec isolant	68
Figure 48 : Energie éolienne	68
Figure 49 : Système de puits canadien	68
Figure 50 : Serre agricole.....	69
Figure 51 : Course solaire 21 juin à 10 :00.....	69
Figure 52 : Course solaire 21 septembre à 10 :00	69
Figure 53 : Burdj Khalifa	70
Figure 54 : Burdj Khalifa avec quelques super hautes constructions.....	71
Figure 55 : Fleur Hymenocallis.....	71
Figure 56 : Genèse de forme Burdj Khalifa.....	72
Figure 57 : Design Burdj Khalifa	72
Figure 58 : Etage de la tour.....	72
Figure 59 : Plan de masse	73
Figure 60 : Plan sous-sol	73
Figure 61 : Plan des entrées	73
Figure 62 : Plan 1 ^{er} étage	73
Figure 63 : Schéma des fonctions	74

Figure 64 : Gaine extérieur	75
Figure 65 : Structure de Burdj Khalifa	75
Figure 66 : Burdj Khalifa.....	76
Figure 67 : Course solaire 21 septembre à 10 :00.....	77
Figure 68 : Course solaire 21 décembre à 10 :00.....	77
Figure 63 : Schéma des fonctions	
Figure 69 : Wuhan green land.....	78
Figure 70 : Plan de masse	79
Figure 71 : Plan RDC	79
Figure 72 : Organigramme de RDC	79
Figure 73 : Schéma des fonctions	80
Figure 74 : Mur Rideau de tour.....	80
Figure 75 : Ossature de tour Wuhan.....	80
Figure 76 : Carte d'Algérie	84
Figure 77 : Le nord Algérien.....	84
Figure 78 : Situation de Guelma (Nord-Est d'Algérie)	84
Figure 79 : Situation Géographique de Guelma.....	85
Figure 80 : Théâtre Romain	85
Figure 81 : L'ancienne église.....	85
Figure 82 : Mosquée EL Atik	86
Figure 83 : Manifestation de 08 mai 1945	86
Figure 84 : Carte d'évolution urbaine de Guelma.....	86
Figure 85 : Carte administrative de Guelma	87
Figure 86 : Zone Guelma	88
Figure 87 : Zone Bouchegouf	88
Figure 88 : Zone oued Zenati.....	88
Figure 89 : Zone Tamlouka.....	90
Figure 90 : Carte des principaux Oued	90
Figure 91 : Barrage Hammem Debegh.....	90
Figure 92 : Cascade de Hammam Debegh.....	91
Figure 93 : Cônes stalagmiformes	92
Figure 94 : Roches imposantes	92
Figure 95 : Forêt de Mahouna	92

Figure 96 : Bir Benosmane	92
Figure 97 : Vestige Romaine	92
Figure 98 : Poteau haut tensions	93
Figure 99 : Sismotectonique de la zone 2 (bassin de Guelma et ses environs). La coupe géologique (A-B) est inspirée à partir de la carte 1/200 000 de Constantine (Vila, 1977).	93
Figure 100 : Diagramme de température mensuelle.....	94
Figure 101 : Diagramme d'humidité mensuelle.....	94
Figure 102 : Diagramme de précipitation mensuelle	95
Figure 103 : Diagramme de vitesse de vent mensuelle	95
Figure 104 : Diagramme annuel.....	96
Figure 105 : Diagramme psychométrique	96
Figure 106 : Diagramme représente « the Best Orientation »	97
Figure 107 : Bilan CO2	97
Figure 108 : R. Confort hygrothermique	98
Figure 109 : R. éclairage naturel	98
Figure 110 : R. Implantation des arbres.....	98
Figure 111 : R. Orientation	98
Figure 112 : R. doubles peaux	98
Figure 113 : R. ventilation naturelle.....	98
Figure 114 : Proposition des terrains	99
Figure 115 : Situation du Terrain par rapport à la ville	101
Figure 116 : Situation du Terrain par rapport à la cité mkhancha	101
Figure 117 : Terrain d'intervention	101
Figure 118 : Morphologie du Terrain	101
Figure 119 : Coupe AA.....	102
Figure 120 : Coupe BB	102
Figure 121 : Coupe CC.....	102
Figure 122 : Coupe DD.....	102
Figure 123 : Accessibilité	103
Figure 124 : Points de repères.....	103
Figure 125 : Fonctions urbaines	103
Figure 126 : Etat d'hauteur	103
Figure 127 : Terrain en 3D.....	104
Figure 128 : Situation du Terrain 3D	104

Figure 129 : Terrain (Sud Est)	104
Figure 130 : Terrain (sud)	104

2. Annexe 01 : Programmation

Figure 01 : Schéma de programmation.....	
Figure 02 : Les fonctions principales de la tour.....	
Figure 03 : Le programme de base	
Figure 04 : Les usagers de centre d'affaires	
Figure 05 : Centre commercial.....	
Figure 06 : Hôtel	
Figure 07 : Détente et loisirs	
Figure 08 : Cinéma	
Figure 09 : Médiathèque	
Figure 10 : Restaurant	
Figure 11 : Cafétéria	
Figure 12 : Salle de Sport	

3. Annexe 02 : genèse de la forme

Figure 01 : schéma de principe	
Figure 02 : Les Axes.....	
Figure 03 : Le Zoning.....	
Figure 04 : Accessibilité	
Figure 05 : Schéma fonctionnel	
Figure 06 : Le volume	
Figure 07 : Le 1er étape (sens de base)	
Figure 08 : Le défèrent sens.....	
Figure 09 : la feuille d'olive.....	
Figure 10 : axe principale	
Figure 11 : étape 1 volumétrique.....	
Figure 12 : étape 2 volumétrique.....	
Figure 13 : Métaphore de Flambeau de Martyr	
Figure 14 : élément de traitement e façade	
Figure 15 : les vents dans la forme.....	
Figure 16 : Fonctionnement dans la tour	

4. Annexe 03 : Structure de tour

Figure 01 : La tour monolithique	
Figure 02 : La tour polycentrique.....	
Figure 03 : La structure en cube.....	
Figure 04 : L'exosquelette	
Figure 05 : Les fondations en pieux	
Figure 06 : Schéma du pieu échangeur de chaleur	
Figure 07 : Pieu échangeur de chaleur.....	
Figure 08 : Schéma Du radier	
Figure 09 : Schéma mur de soutènement.....	
Figure 10 : Poteau tubulaire	
Figure 11 : Poutres alvéolaires	
Figure 12 : Schéma de prédalle	
Figure 13 : Schéma de dalle alvéolaire.....	
Figure 14 : Schéma de plancher poutrelles+ entrevous	
Figure 15 : Mur rideaux	
Figure 16 : Cloison séparative	
Figure 17 : Cloison séparative double	
Figure 18 : Cloison de distribution sèche	
Figure 19 : Cloison de distribution humide	
Figure 20 : Plancher technique	
Figure 21 : Revêtement du sol	
Figure 22 : Terrasse Jardin	
Figure 23 : Joint parasismique	
Figure 24 : Gaine technique	
Figure 25 : Porte d'intérieur	
Figure 26 : Porte technique	
Figure 27 : Schéma de Porte coupe-feu	
Figure 28 : Porte coupe-feu.....	
Figure 29 : Porte isophonique	
Figure 30 : Porte tambours.....	
Figure 31 : Plan de fondation.....	
Figure 32 : Noyau central (Plan)	

Figure 33 : Noyau central (3D)	
Figure 34 : méga colonnes (plan)	
Figure 35 : méga colonnes (3D)	
Figure 36 : structure métallique (Plan)	
Figure 37 : structure métallique (3D)	
Figure 39: structure mixed (plan)	
Figure 39: structure mixed (3D)	

5. Annexe 04 : Intégration du principe de l'écologie et High-Tech

Figure 01 : L'éclairage solaire	
Figure 02 : La lampe LED	
Figure 03 : Eclairage de sécurité	
Figure 04 : L'éclairage zénithale	
Figure 05 : Schéma de chauffage solaire	
Figure 06 : Schéma de climatisation	
Figure 07 : Schéma de Ventilation Naturel	
Figure 08 : Schéma de VMC	
Figure 09 : Schéma récupération des eaux pluviales	
Figure 10 : Issue de secours	
Figure 11 : Appareil de détection du feu	
Figure 12 : Types d'ascenseur	
Figure 13 : Caméra de surveillance	
Figure 14 : Cycle de matière organique	
Figure 15 : Système de panneaux solaire photovoltaïque	
Figure 16 : Eolienne	
Figure 17 : Arbre à vent 1	
Figure 18 : Arbre à vent 2	
Figure 19 : Schéma façade à double peau	
Figure 20 : Mur végétale	
Figure 21 : Murs végétaux	
Figure 22 : Le treepod	
Figure 23 : Schéma de TreePod	

1. TABLEAUX :

Tableau 01 : Système de classification des matériaux dans le domaine de l'ingénierie	22
Tableau 02 : Classification des matériaux avancés et intelligents	22
Tableau 03 : Tableau 03 : Consommation d'énergie	43
Tableau 04 : Emission de gaz à effet de serre.....	43
Tableau 05 : Les cibles de la démarche écologique	45
Tableau 06 : Lois environnemental Américain	58
Tableau 07 : Fiche technique de tour vivante	65
Tableau 08 : Fiche technique de Burdj khalifa	70
Tableau 09 : Fiche technique de Wuhan green land center	78
Tableau 10 : Superficie de communes de la wilaya	87
Tableau 11 : Population de la wilaya	88
Tableau 12 : Comparaison des 03 sites	100

2. ANNEX 01 :

Tableau 13 : Programme Retenue	
--------------------------------------	--

3. ANNEX 4 :

Tableau 01 : Système de classification des matériaux dans le domaine de l'ingénierie	
--	--

Introduction :

A travers les différents âges de l'humanité l'homme a toujours essayé de créer des conditions favorables pour son confort et ses activités, tout en essayant de contrôler son environnement.

Au cours du dernier siècle, le monde a considérablement changé, il a connu des réformes et des mutations politiques, économiques, technologiques, sociales, et surtout idéologiques ; le 20ème siècle a connu certes des progrès et des réussites magnifiques mais aussi des confusions et des calamités incomparables. La logique du productivisme qui a dominé ce siècle, se retrouve aussi dans les domaines de la construction, de l'urbanisme et de l'architecture, où il y a l'apport du progrès des sciences et des techniques dans l'habitat avec toutes ses conséquences. Ces techniques rationalisent la construction mais ne prennent pas en considération la qualité, la durabilité, l'adaptation de l'habitat avec son milieu et elle considère l'occupant comme un consommateur passif.

Les temps changent aujourd'hui à plus grande vitesse que jamais. L'architecture n'a jamais cessé de se développer et évoluer à travers les lieux et les temps rependant aux besoins vitaux. Les progrès scientifiques et techniques ont amélioré notre qualité de vie.

Mais ils nous font toucher du doigt, en même temps, la fragilité de notre environnement, l'effet de serre, le changement climatique, l'épuisement des ressources énergétiques fossiles, ne sont plus de vagues menaces lointaines. L'architecture écologique prend en considération tous ces paramètres dans la technique et les mises en œuvre de construction.

« Nous verrons à coup sûr des productions plus spectaculaires qui, issue de la technologie environnementale, des sciences de la terre et d'un paysage naturel, présenteront une iconographie architecturale parlent clairement le langage d'une nouvelle époque, celle de l'écologie ... »

James Wines

Problèmes soulevés

- Une surexploitation des ressources naturelles qui sont menacées d'épuisement ou de dégradation telles que les ressources en eau, les forêts et les sols fertiles.
- Une désertification accrue.
- Une pollution de plus en plus importante de la biosphère.
- Un cadre de vie urbain caractérisé par un air pollué, une plus grande pollution sonore, une congestion engendrée par les transports motorisés.
- Une mauvaise gestion des déchets ménagers.
- Problème de poussière (causé par les carrières, les travaux publique).
- Mélange les eaux potables avec les eaux usées (assainissement).
- Une consommation massive des énergies fossiles.
- Les changements climatiques (l'effet de serre).
- la radioactivité qui émane les matériaux de construction.
- l'utilisation des matériaux nocifs.
- système constructif poteaux poutre demeure le système unique dans la construction.
- Absence d'une technologie qui assure le confort dans les constructions.

Questionnements majeurs

- Qu'est ce qui définit une architecture écologique ?
- Où trouve-t-on l'architecture écologique ?
- Le High-Tech et l'écologie.
- Que peut-on faire pour améliorer le confort et réduire la consommation sans pour autant faire appel aux énergies fossiles ?
- Qu'elle est la méthode ou démarche à adopter pour économiser les énergies dans une construction durable ?

- Peut-on utiliser l'architecture écologique pour la réalisation d'une construction durable et intelligente ?

Problématique Générale :

Après les années 70 et après l'apparition le mot « Architecture High Tech » tout le monde s'est vu dévier vers l'architecture industrielle intelligente mais cette technologie a créé beaucoup de problème écologique ; ce qui a obligé les experts et les spécialistes à chercher d'autres solutions pour protéger notre planète.

Les pays développés ont commencé de mettre des lois et règlements pour encadrer ce nouveau type/style d'architecture.

Les récentes recherches ont montré que les solutions représentées dans l'architecture écologique dans le but d'un équilibre environnemental pourraient être d'utilité et d'usage pour les générations actuelles et futures ; et l'apport hautement qualifiée de la haute technicité et technologie pour rendre la vie plus facile et confortable.

C'est pour ça les chercheurs essayent combiner l'architecture écologique et la technologie high-tech.

Problématique spécifique :

Dès la fin des années soixante (après l'indépendance) l'Algérie se devait de construire rapidement (quantité plus que la qualité) et en masse.

Les différents programmes lancés pour endiguer la crise de logements n'ont pas pu atteindre leurs objectifs, car en plus des contraintes financières, la non maîtrise de l'outil technologique, l'insuffisance de la production des matériaux de construction. La question qui se pose : quelles sont les procédures que l'Algérie doit mettre à dispositif pour le développement et la construction ? Et quel sont les techniques appropriés à suivre pour construire intelligemment avec efficacité et rapidement ?

Les hypothèses :

- une bonne disposition des pièces favorise les économies d'énergie en réduisant le besoin énergétique.
- l'utilisation des énergies renouvelable
- la technologie à la maison peut rendre la vie plus pratique et plus sûre.
- L'utilisation des matériaux de construction peut être adapté comme une solution concrète à nos désirs de développement durable, et soit adaptée aux contraintes climatiques.
- Limiter les agressions sur le milieu nature

Les objectifs :

- l'objectif premier de cette recherche est de lever le voile sur les techniques et les procédures d'une construction écologique selon l'approche high-tech considéré le noyau d'une architecture qui a beaucoup fait parler d'elle ; dans le but de les connaître profondément.
- trouver le moyen d'intégrer des nouveaux matériaux de construction dans le concept du développement durable, en mettant l'accent sur leurs avantages écologiques et environnementaux.
- l'utilisation des matériaux écologiques naturels et récentes dans une seule construction.
- réduire les problèmes d'architecture high-tech en utilisant des techniques et des procédures d'architecture écologique.
- réduction du charbon dans le but d'arriver à un pourcentage du charbon 0% dans la construction
- Gestion des déchets ; tri-sélectif

Méthodologie de recherche :

Le présent mémoire rentre dans le cadre de la préparation du diplôme de Master en Architecture écologique : Intitulée « L'architecture écologique selon l'approche High-Tech ».

Pour aboutir à des réponses tenables et objectives aux questions posées au préalable, notre travail soit effectué selon la méthode hypo-déductive.

En premier lieu on essaye de poser une question de départ concernant le Thème de recherche, détermine la problématique du sujet traité, et on suggère des hypothèses, Afin d'arriver à une conclusion qui affirme ou infirme l'hypothèse,

En deuxième lieu, On tente de faire un diagnostic sur le thème de recherche et pour mieux comprendre les définitions, les concepts du thème, il était judicieux voir nécessaire d'effectuer une recherche bibliographique englobant une consultation des articles de journaux, des documents livresques, des mémoires, des thèses de doctorat et autres (sites web) relatif au sujet et permettant plus d'éclaircissement et une éventuelle évaluation de la pertinence du sujet choisi.

Cette recherche sera développée en deux principales parties.

- I. La première partie traite les différents aspects théoriques du sujet. Elle représente une source de compréhension de l'évolution et de développement du thème, elle consiste à définir le thème pour mieux le cerner. Cette partie comprenant deux chapitres :

Chapitre 01 : Présente une exploration succincte des notions relatives à l'écologie et l'architecture écologique, en mettant en avant son caractère holistique. À la suite de cela sera présentée la tendance High-Tech et les Nouvelles technologies utilisées dans le domaine de construction. Aussi en présente Le développement durable, ces piliers et ces cibles. Ensuite, une présentation Les matériaux écologiques et plus spécifiquement les matériaux à base haut technologie et les techniques de construction écologique

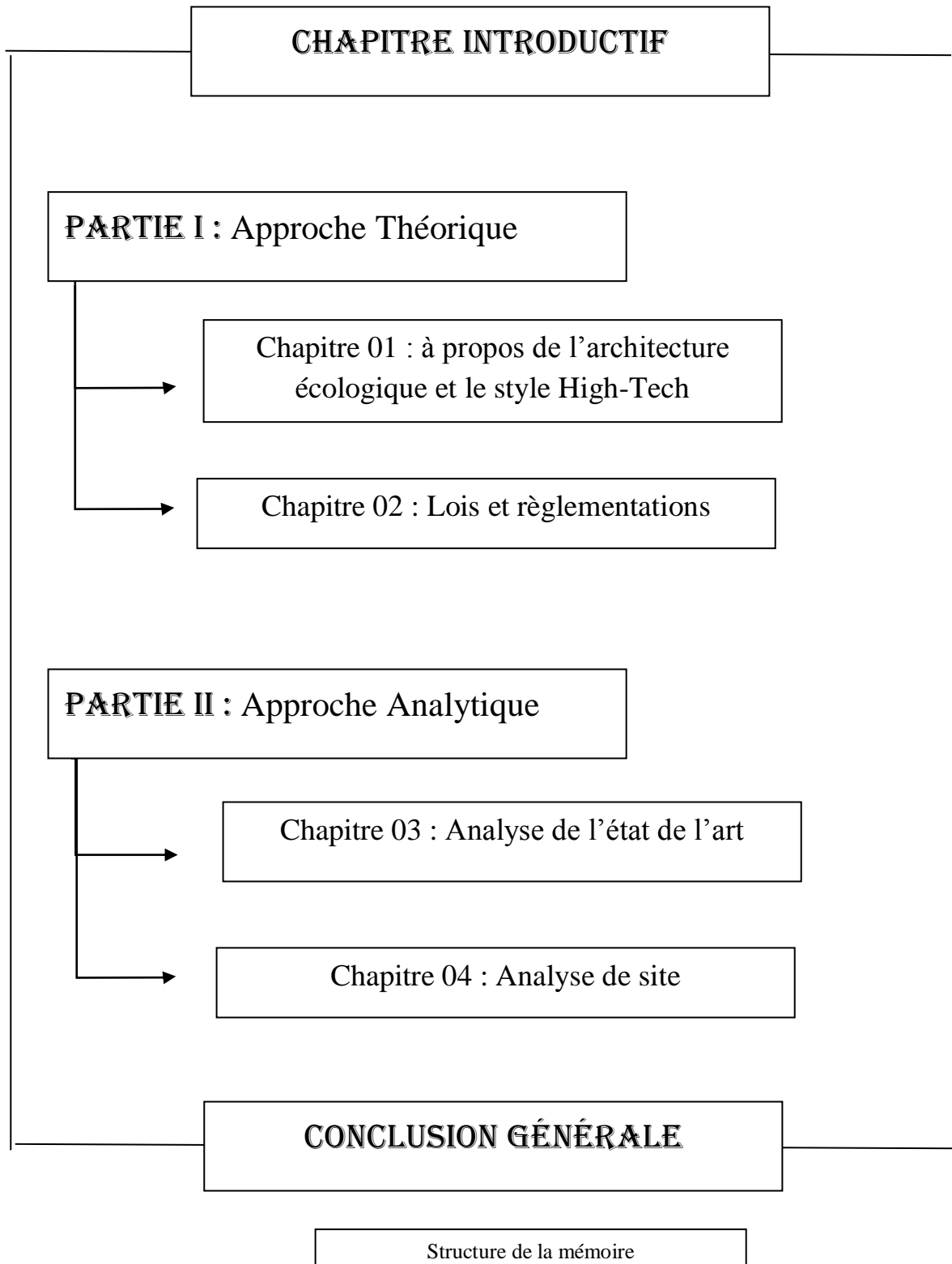
Chapitre 02 : concernant le coté législatif, dans ce chapitre on présente les différentes lois et les réglementations mondiales, régionales et nationale pour la préservation d'environnement.

- II. La deuxième partie concerne l'approche analytique du sujet. Dans cette partie on essaye de faire une recherche analytique qui sera utilisée comme support de travail à la phase conceptuelle. Cette partie comprenant deux chapitres :

Chapitre 03 : Consacré à l'état de l'art, qui sera traduite par des analyses d'exemples de tout genre, afin d'arriver à comprendre le principe de fonctionnement qui nous permettra d'avoir une meilleure connaissance de notre projet.

Chapitre 04 : Dans ce chapitre, on va essayer de chercher une intégration des données climatiques dans un site. Dans ce but, on va présenter la wilaya de Guelma et ces différentes potentialités, en suite on va étudier la notion de site et l'implantation aussi celle de l'adaptation climatique d'un

bâtiment. Ainsi l'analyse de site d'intervention : analyse contextuelle, morphologique et fonctionnelle



PARTIE 01 :
APPROCHE THEORIQUE

Premier Chapitre

À propos de l'architecture écologique et le style High-Tech

Introduction :

La recherche théorique est essentielle dans le processus de la conception architecturale, car elle représente une source de compréhension de l'évolution et de développement du thème, elle consiste à définir le thème pour mieux le cerner, étudier son émergence et sa genèse afin de connaître son impact et son évolution à travers l'histoire.

Dans cette approche, on essayera de faire les définitions sémantiques des termes.

La Production d'une construction écologique suggère l'implication d'autres domaines tels que l'environnement, le développement socio-économique et culturel, la mixité sociale...etc.

Dans le même ordre d'idée, ce chapitre ouvre par une exploration succincte des notions relatives à l'écologie et l'architecture écologique, en mettant en avant son caractère holistique. À la suite de cela sera présentée la tendance High-Tech et les Nouvelles technologies utilisées dans le domaine de construction. Aussi en présente Le développement durable, ces piliers et ces cibles. Ensuite, une présentation Les matériaux écologiques et plus spécifiquement les matériaux à base haut technologie... Et enfin, nous terminerons ce chapitre par la notion de « Green Building » ou « Bâtiments Vert » qui représente la nouvelle approche des futures constructions.

1. Architecture écologique :

Les dangers encourus par notre planète et ses habitants rendent indispensable une remise en question de nos modes de vie. Elle passe entre autres par le développement d'une architecture écologique ou écoresponsable, c'est-à-dire fonctionnelle, confortable, économe en matières premières et respectueuse de l'environnement, au sens large du terme. La conception de cette architecture – également qualifiée de bioclimatique ou de durable – varie radicalement selon le relief, le climat, les ressources régionales, la culture locale, le niveau social des citoyens et les choix politiques des États. Cette multiplicité des réponses n'est d'ailleurs pas nouvelle : l'étude des constructions traditionnelles prouve la multitude des solutions permettant d'apporter aux usagers le confort nécessaire, tout en respectant l'intégrité du territoire.¹

1.1. Ecologie, concepts et définitions :

Une prise de conscience des atteintes à l'environnement a commencé à se manifester depuis les années soixante. L'humanité s'est trouvée poussée à remettre en cause les modes de développements mis à l'œuvre, et invitée à réfléchir aux alternatives plus conciliantes qui assurent un bien-être aux sociétés dans la préservation du capital naturel et humain. Dans ce contexte, la réflexion scientifique s'est orientée vers les sciences de l'écologie et de l'environnement afin de pouvoir agir et trouver réponses à ces inquiétudes.

L'écologie contribue, un tant soit peu, à une redéfinition des rapports de la société avec la nature. D'après Bourg (1996), cité par Leveque, la pensée écologique « relève de la philosophie en tant que réflexion sur les valeurs qui fondent l'organisation d'une société. »²

a) **Écologie, étymologie du terme**

Étymologiquement, le mot écologie vient du mot grec « *Oikos* » : qui signifie habitat ; « *logos* » : discours et se traduit littéralement par 'science de l'habitat'.

Initié par le zoologiste **Ernst Haeckel en 1866** qui la définit comme « *la totalité de la science des relations de l'organisme avec l'environnement, comprenant au sens large toutes les conditions d'existence.* »³

En 1983 le scientifique **Dajos** a été un peu plus précis en reprenant la définition en ces termes, l'écologie est la science qui étudie : « *les conditions d'existence des êtres vivants, les interactions et relations existant entre les êtres vivants et les interactions entre les êtres vivants et leur milieu = les écosystèmes.* »⁴

C'est la science de l'habitat. Elle s'intéresse à l'étude des interactions entre les organismes vivants eux-mêmes et entre les organismes et leurs milieux de vie. Elle étudie les conditions d'existence des organismes vivants et leurs interactions complexes avec leurs milieux biotiques et abiotiques.

b) **Concepts fondateurs**

- **La biosphère :** Au sens strict du terme, c'est l'ensemble des organismes vivants, animaux et végétaux vivants à la surface de la terre. Néanmoins, on la définit le plus souvent comme la pellicule superficielle de la planète qui renferme les êtres vivants, et dans laquelle la vie est

1 (En Ligne) <http://www.universalis.fr/encyclopedie/architecture-ecologique-architecture-durable>

2 Leveque Christian. Ecologie de l'écosystème à la biosphère, Ed. Dunod, Paris, 2001, p 9.

3 Matagne Patrick., Aux origines de l'Étafos ; écologie, Innovations2003/2, n°18, p 31-32.

4 Quest Laboratory, Philosophie de la nature et sauvegarde écologique de la terre chez Teilhard de Chardin, Revue Africaine de Philosophie, ISSN 1011-226, 2008.

possible en permanence. C'est l'espace comprenant la lithosphère (*écorce terrestre*), l'hydrosphère (*ensemble des océans et des eaux continentales*) et l'atmosphère (*enveloppe gazeuse de la terre*).⁵

- **L'écosystème** : correspond à l'ensemble des populations vivant sur une aire délimitée (*biocénose*) et des ressources nécessaires à leur survie, à leur pérennité. En ce sens il est l'unité fondamentale, le paysage en est la traduction concrète et spatiale, perçue visuellement. Le flux de matière-énergie est l'élément de cohésion de l'écosystème.⁶
- **La biodiversité** : Contraction de diversité et biologique, terme introduit par des naturalistes, au milieu des années 1980, inquiets face à la destruction rapide des milieux naturels et de leurs espèces. En vogue depuis la conférence sur le développement durable Rio de Janeiro en 1992. Ce concept concerne donc l'ensemble des interactions entre la diversité des espèces, leur diversité génétique et la diversité des systèmes écologiques.⁷

c) Empreinte écologique

L'empreinte écologique est un indicateur synthétique destiné à évaluer la pression qu'exerce l'homme sur son environnement. Elle permet de comparer la consommation des ressources naturelles renouvelables et la capacité biologiquement productive de la nature.

L'économiste Williams E. Rees, l'un des deux concepteurs de l'empreinte écologique, propose la définition suivante : « *L'empreinte écologique est la surface correspondante de terre productive et d'écosystèmes aquatiques nécessaires à produire les ressources utilisées et à assimiler les déchets produits par une population définie, à un niveau de vie de matériel spécifié.* »⁸

L'empreinte écologique compare la consommation en ressources renouvelables d'un individu avec la capacité de production biologique de la planète. Elle détermine, pour un individu, la surface nécessaire pour produire les principales ressources consommées par cet individu et pour absorber ses déchets.



Figure 01 : architecture écologique

1.2. Apparitions de l'architecture écologique :

a) Les pionniers de l'architecture écologique :

L'histoire de l'architecture du XX^{ème} siècle a été, longtemps l'apanage mouvement moderne qui avait en ligne de mire la généralisation d'un style international faisant souvent des caractéristiques climatiques et des particularismes régionaux. En pleine vitesse de croisière de l'industrialisation, quelques architectes, nullement impressionnés par le boum technologique, tiraient, déjà la sonnette d'alarme quant aux dangers d'un éloignement radical de la nature et de la tradition. Dans le lot, Frank Lloyd Wright, Christian Norberg Schulz et Alvar Aalto, entre autres, sont cités par Dominique Gauzin-Muller (2006) qui ajoute, à propos de leurs oeuvres: « *Souvent construites de pierre et de bois, leurs maisons, incontestablement 'Modernes', émergeaient pourtant du sol avec l'évidence d'un élément issu du lieu.* »⁹ Ces éclaircisseurs' de l'architecture écoresponsable sont de différents horizons, à

⁵ Leveque Christian., *Ecologie De l'écosystème à la biosphère*, Ed. Dunod, Paris, 2001, p167.

⁶ Angelier Eugène., *Introduction à l'écologie des écosystèmes naturels à l'écosystème humain*, Ed. Tec&Doc, Paris, 2002, p10.

⁷ Leveque Christian, *Op.Cit.*, pp 305-306.

⁸ Ibidem

⁹ Gauzin-Muller Dominique., *25 maisons écologiques*, Ed. Le Moniteur, Paris, 2006, p6.

l'image de leurs philosophies, diverses et liées à des caractéristiques culturelles, géographiques, sociales et économiques. Nous présentons, ci-après, trois d'entre eux, représentant chacun un continent : F L Wright pour l'Amérique, H Fathy pour l'Afrique et A Aalto pour le continent européen.

- **Frank Lloyd Wright**, l'américain,

« Force pionnière qui a ouvert la voie à l'architecture organique.

»¹⁰ Le maître à penser de la plupart de ces pionniers, militait en faveur d'une architecture « organique ». Organique signifiant, « au sens philosophique du terme, une entité – là où le tout est à la partie comme la partie est au tout... »¹¹ En effet, fortement opposé au modernisme, à ses yeux : « L'architecture moderne est tout simplement quelque chose – n'importe-quoi- construit à notre époque... »¹² Ses maisons étaient conçues en parfait accord avec les principes écologiques.

Selon David Pearson, il voulait qu'elles s'intègrent à la nature) et s'élèvent de la terre vers la lumière. Elles constituent un tout organique et vivant. Pour lui « the natural houses » doivent être en parfaite harmonie avec le site, l'environnement et la vie de leurs habitants.¹³ Toujours pour F L Wright, « enraciner » un édifice dans un lieu était, en architecture, une condition sine qua non.¹⁴



Figure 02 : Maison sur la cascade

- **Hassan Fathy** l'africain,

A son sujet David Pearson affirme : « il a puisé son inspiration dans la tradition architecturale égyptienne ainsi que dans le savoir-faire pratique mais sophistiqué des muallims, ces maîtres bâtisseurs anonymes. »¹⁵ Il utilisera la brique de boue, le matériau millénaire et formera sur le chantier des paysans-maçons. C'est aux paysans qu'il a dédié son livre : « Un paysan ne parle jamais d'art, il produit l'art ».¹⁶ En effet rendu célèbre par l'ouvrage, intitulé « construire avec le peuple », qui raconte toutes les péripéties de la construction du village de Gournah en haute Egypte. Il y a mis en pratique toutes ses idées, en s'inspirant fortement de l'architecture vernaculaire nubienne. « Contre la bureaucratie cairote convaincue de la suprématie du béton, Hassan Fathy va engager un combat de titan pour promouvoir un matériau local, la brique de terre »¹⁷, nous apprend Daniel Pinson (1996).



Figure 03 : Gournah el Jadida

L'œuvre d'Hassan Fathy a eu un retentissement international, bien au-delà des frontières égyptiennes. Les propos de Karima Messaoudi, à son sujet résument parfaitement sa carrière. Hassan Fathy a renouvelé la pratique de l'autoconstruction, prôné le retour aux traditions vernaculaires, et encouragé la participation des pauvres à l'édification de leurs maisons. Il a ainsi réactualisé le principe de construction des voûtes nubiennes, réintroduit la climatisation naturelle par le malkhaf (capteur d'air de l'architecture traditionnelle), rationalisé des méthodes d'édification

10 Wines James., L'architecture verte, Ed. Taschen, Paris, 2008, p 22.

11 Ibidem

12 Ibidem

13 Pearson David. The New Natural House Book: Creating a Healthy, Harmonious, and Ecologically Sound Home July 23, 1998, A Fireside Book, Pub. By Simon & Schuster.

14 Weston Richard., Formes et matériaux dans l'architecture, Ed du Seuil, Paris, 2003, p 109.

15 Pearson David., Architecture naturelle, en quête d'un bien-être, Ed. Terre vivante, Mens (France)

16 Fathy Hassan., Construire avec le peuple, collection hommes et sociétés, Ed. Sindbad, Paris, 1996, 429p.

17 Pinson Daniel., Architecture et modernité, collection Dominos, Ed. Flammarion, France, 1996, p 52.

traditionnelle, comme la brique de boue stabilisée au bitume, autant d'innovations inspirées de la tradition, qui font de son travail une référence pour le développement durable attendu aujourd'hui.¹⁸ A ce jour ses idées et ses projets sont portés à bout de bras par nombre de ses disciples.

- **Alvar Aalto** l'européen

Qui n'est pas à proprement parler un théoricien de l'architecture, de son propre aveu, « *sa pensée, c'est dans ses édifices qu'il faut la chercher.* »¹⁹ rapporte Gianluca Gelmini (auteur d'une biographie sur Alvar Aalto). Le rapport qu'il entretient avec la nature, l'auteur nous le résume en ceci : « *La nature intervient dans ses choix comme un fait normal, et elle conditionne si bien le résultat architectonique que les réalisations du maître finlandais suggèrent un véritable culte de la nature* ». ²⁰ Pour lui, la relation problématique entre l'homme et la nature gouverne tout ce qui se passe dans la vie. Une bonne partie de ses projets font référence à la



Figure 04 : conception Alvar Aalto

tradition et histoire finlandaises. Dans un article intitulé : « Alvar Aalto, homme de pensée » paru dans un numéro spécial de la revue finlandaise *Arkkitheti, The Finish Architectural Review* 1976, consacré à Alvar Aalto, Kirimo Mikkola nous apprend qu' : « *il appréciait, à la manière de Ruskin et Morris, les artisans, les hommes de métier, les personnes intègres qui maîtrisent leur domaine parce que celui-ci est une partie intégrante de la vie et non parce qu'ils en sont des spécialistes* ». ²¹ Il prônait le respect des « *petits hommes* » qu'il voulait défendre contre une inhumaine standardisation.

b) Tendances de l'architecture écologique

Le sommet de la terre qui s'est déroulé à Rio de Janeiro a amplifié et médiatisé, dans une certaine mesure l'éveil écologique de la société humaine. Or il n'échappe à personne que celui date déjà de quelques années, comme le stipule Dominique Gauzin-Muller : « *la prise de conscience de la nécessité d'une architecture écologique depuis plusieurs décennies, pendant lesquelles partisans du low-tech et du high-tech se sont souvent affrontés* ». ²² Entre ces deux tendances bien connues, low-tech et high-tech, une troisième voie fait son petit bonhomme de chemin, en cherchant le juste milieu entre ces deux antagonistes. Elle est qualifiée d'humanisme écologique ou de d'architecture raisonnée par Dominique Gauzin- Muller. ²³ Nous décrivons ci-après succinctement ces trois tendances, bien en place sur le terrain de la pratique architecturale.

- Les partisans du *low tech*, au départ quelques pionniers idéalistes, mus par une forte implication sociale et la recherche d'un mode de vie simple, en réaction au modernisme et à ses constructions froides et rigides. Adeptes de l'autoconstruction avec des matériaux naturels locaux, ils prônaient, sobriété, frugalité et la mise en valeur de savoir-faire traditionnels. « *Le chantre du low-tech, voire du 'no-tech', est cependant Paolo Soleri, qui fut un des disciples*

18 Messaoudi Karima., l'habitat et l'habiter en territoire rural : Inscription spatiale et mutation (Exemple de La vallée du Saf-Saf – Nord-Est de 'Algérie-), Thèse de doctorat sciences, aménagement du territoire, urbanisme, Constantine en cotutelle avec Aix-Marseille III, p 87.

19 Gelmini Gianluca., Alvar Aalto, Ed. Actes sud, Arles, 2008, p 21.

20 Ibidem

21 Ibidem

22 Gauzin-Muller Dominique., L'architecture écologique, Ed. Le Moniteur, Paris, 2001, p16.

23 Ibidem p 17

de Frank Lloyd Wright, avant d'expérimenter grandeur nature à Arcosanti une nouvelle forme d'architecture écologique. »²⁴

- Le *high-tech*, soutenu par la recherche industrielle, est lui essentiellement axé sur l'optimisation énergétique grâce à des matériaux et des installations techniques sophistiquées. « *Les emblèmes de 'l'éco-tech' sont la tour de la Commerzbank à Francfort-sur-le-Main et la coupole du parlement allemand de Berlin dans le Reichstag rénové, deux projets de sir Norman Foster. »²⁵ Cette architecture moderne et écologique a eu le mérite de montrer la voie à plusieurs autres projets qui ont, en fait, de manière efficace, utilisé quelques principes initiés dans les projets cités précédemment, à l'exemple de la double façade vitrée.*
- Une tendance moins militante et plus pragmatique s'affirme de plus en plus. Elle considère l'humain comme principale préoccupation tout en se projetant dans le futur en assumant une certaine responsabilité sociale vis-à-vis des générations futures. Les adeptes de cette architecture raisonnée n'hésitent pas à utiliser des installations innovantes en complément de mesures bioclimatiques traditionnelles. D'après Dominique Gauzin- Müller, le respect du passé est indispensable à l'invention du présent et à l'anticipation du futur.²⁶

c) Les critères définissant la construction écologique :

Le constat ou diagnostic bien établi quant aux limites et incertitudes de l'actuel « Way of life »²⁷ a fait prendre conscience à l'humanité de l'urgence de changer de cap. En effet d'autres voies sont à explorer pour au moins limiter les dégâts. De l'avis de J-P Oliva et al, le concept de construction écologique est né essentiellement en réaction à deux phénomènes qui sont la généralisation des matériaux de construction industriels et le gaspillage d'énergie.²⁸ Avant de s'intéresser de près à l'habitation, Friedrich Kur attire l'attention sur l'importance que revêt le choix du site pour tout projet d'habitat: « *la localisation d'un projet dans l'environnement local et régional joue un très grand rôle....Pour choisir son terrain, il faut aussi être conscient des implications énergétiques –et finalement économiques- du site.»²⁹ Arguant dans le même sens Dominique Gauzin-Muller affirme : « *les concepteurs de l'architecture écologique commencent par réduire les besoins en énergie en appliquant les principes bioclimatiques, dictés à nos ancêtres par une bonne connaissance du site et du climat local, et complètent avec des installations très performantes. »³⁰**

▪ Implantation et intégration au site :

Le contexte (site) joue un rôle très important pour l'architecture écologique, son analyse avant toute implantation est d'une nécessité impérieuse. La topographie, les accès, les vues, les masques, les végétaux existants, l'ensoleillement et les vents dominants, sont autant d'éléments qu'il faut bien étudier pour s'assurer un résultat probant. Mais cette analyse doit être élargie aux ressources du territoire lui-même - les matériaux disponibles à proximité, les savoir-faire locaux et régionaux.

Aujourd'hui comme hier c'est le Genius Loci qui nourrit un projet d'architecture.³¹ Michel Séné (1981) de son côté, à propos des éléments naturels d'un site résume à sa façon : « *Les données naturelles produisent toujours des constructions qui ne semblent pas pouvoir être déplacées, ce qui n'est pas forcément synonyme de neutralité ou de mimétisme...L'accord avec le site est plus profond,*

24 Ibidem p 17

25 Ibidem p 17

26 Gauzin-Muller Dominique., Mutualiser connaissances et savoir-faire, In Bâtir éthique et responsable, Ouvrage collectif coordonné par Farel Alain, collection questions d'architecture, Ed. Le Moniteur, Paris, 2007, p 119.

27 Gauzin-Muller Dominique., L'architecture écologique, Ed. Le Moniteur, Paris, 2001, p16. Ou p 6 ;

28 Madec Philippe., L'usage du monde, In Bâtir éthique et responsable, Ouvrage collectif coordonné par Farel Alain, collection questions d'architecture, Ed. Le Moniteur, Paris, 2007, p 52.

29 Oliva Jean-Pierre, et al., Maisons écologiques d'aujourd'hui, Ed. Terre vivante, Mens (France), 2002, p 7.

30 Kur Friedrich., l'habitat écologique : quels matériaux choisir ? Ed. Terre vivante, Mens, 2003, p 13.

31 Sene Michel., Archi Libre ou les transgressions dans l'art de bâtir, Ed. du Moniteur, Paris, 1981, p 113.

plus subtil ; cela vient peut-être de l'estimation exacte de ce qu'il peut donner à la maison et de la pertinence des moyens employés pour intégrer ses ressources. »³²

▪ Le bioclimatisme

Le but recherché à travers une conception bioclimatique en architecture est d'assurer le confort de manière passive, c'est-à-dire ne recourir qu'aux potentialités naturelles du site. C'est un peu la même chose qu'affirme Armand Dutreix : « *Un habitat bioclimatique permet d'utiliser l'environnement, afin de d'assurer de façon totalement passive une ambiance maintenant "sans effort" les conditions de confort du corps humain. »³³* En plus de cela comme nous l'apprend Dominique Gauzin-Muller, plusieurs mesures ne coûtent que du bon sens³⁴ et aussi que : « *L'application des principes bioclimatiques permet de réduire les besoins énergétiques d'un bâtiment et d'assurer le confort de manière passive, grâce à un choix judicieux de l'implantation, de l'orientation, de la forme du bâti et de ses prolongements vers l'extérieur, des matériaux et de la végétation plantée à proximité. »³⁴*

Il nous semble évident que c'est à la construction de s'adapter à son contexte, étant donné que l'inverse relève du domaine de l'invraisemblable. Ce faisant, elle peut profiter au mieux des éléments naturels tels que le soleil, le vent, les matériaux et la végétation, par orientation favorable aux apports solaires passifs, une compacité de la forme, un choix raisonné des matériaux de construction et un choix judicieux des végétaux (à feuillage caduc ou persistant, c'est selon). David Wright (1979), militant pour une attitude passive vis-à-vis de la nature, argumente ainsi : « *L'astuce consiste à faire appel à ces énergies aux moments où elles participent au confort. Et, puisque le temps ne s'adapte pas exactement à nos besoins, ce sont nos constructions qui doivent faire cet effort d'adaptation. Il faut donc étudier les édifices pour qu'ils stockent ou qu'ils relâchent les énergies naturelles aux moments opportuns. »³⁵*

▪ Choix raisonné des matériaux :

Le choix des matériaux est un élément prépondérant pour le respect de l'environnement et de la nature. Une importance particulière doit donc être accordée aux matériaux naturels qui utilisent peu d'énergie grise (énergie nécessaire à la production des matériaux) et qui ont éventuellement un impact positif ou, du moins, ne nuisent pas à l'environnement lors de leur production.³⁶

Les propos de Dominique Gauzin-Müller (2009) à ce sujet sont assurément circonstanciels : « *Le matériau écologique à 100% est à inventer. Les choix les plus judicieux sont guidés par les caractéristiques du site, les ressources disponibles localement, les savoir-faire présents sur le territoire et bien sûr les usages. »³⁷* Là aussi, le bon sens et la sobriété doivent présider au choix des matériaux, une optimisation et une mixité des matériaux sont recommandées. Combiner plusieurs matériaux, aux qualités complémentaires, est souvent la solution la mieux indiquée écologiquement et économiquement. Poursuivant son combat pour une attitude passive vis-à-vis de la nature, David Wright (1979) écrit ceci à propos du choix des matériaux : « *L'emploi des matériaux illustre un autre aspect de l'attitude passive. Il faut 300 fois plus d'énergie sur factures pour fabriquer un bloc de béton qu'une brique en terre séchée au soleil. La brique de terre ne possède pas toutes les propriétés mécaniques du bloc de béton ; aussi vous faudra-t-il deux ou trois fois plus de terre pour transmettre les mêmes charges, mais vous économiserez ainsi un paquet d'énergie ! »³⁸*

32 Dutreix Armand., Bioclimatisme et performances énergétiques des bâtiments, Ed. Eyrolles, Paris, 2010, p 19.

33 Gauzin-Muller Dominique., Vers une architecture et un urbanisme, écologiques et solidaires, dossier de presse, 06 novembre 2006, CAUE de Haute Savoie.

34 Gauzin-Müller Dominique, Une nouvelle approche de l'acte de bâtir, l'architecture éco-responsable, In Panoramas, p 231.

35 Wright David., Soleil, nature, architecture, Ed. Parenthèses, Paris, 1979, p 19.

36 (En ligne) <https://www.architecte-batiments.fr/l-architecture-durable-en-pratique/>

37 Gauzin-Muller Dominique. Spéciale exposition écologique, revue ecologik, n° 08, avril/mai 2009.

38 Wright David., Op. Cit, p 24.

Afin de protéger la santé des utilisateurs, une construction durable réduira aussi au maximum le recours à des matériaux toxiques comme les colles ou peintures, ainsi que les matériaux à composés organiques volatils qui peuvent être sources de pathologies des voies respiratoires. Biomatiériau Matériau de construction, à caractère renouvelable, composé en tout ou partie de végétaux issus de l'agriculture ou de la sylviculture.

▪ La maîtrise de l'énergie

« *L'énergie le moins cher reste celle qui n'est pas consommée.* », En se réappropriant cet aphorisme, Dominique Gauzin-Müller cible un gisement d'énergie latent, un gisement de « *négaWatts* » (énergie non consommée) considérable.³⁹

La maîtrise de la consommation d'énergie d'un bâtiment est primordiale dans la mise en œuvre d'une architecture durable. Un ensemble de pratiques permettent de minimiser les pertes énergétiques, réduire les besoins et éventuellement produire de l'énergie.⁴⁰ Parmi ces pratiques on cite :

- ✓ L'isolation Thermique : Élément le plus efficace et le moins coûteux pour réduire les pertes énergétiques, une bonne isolation thermique est une des clés de la construction durable. Une isolation efficace réduit la dissipation de chaleur en hiver et inversement, l'entrée de chaleur en été ; les besoins en énergie pour le chauffage et la climatisation sont donc réduits d'autant.⁴¹
- ✓ L'orientation : La conception judicieuse d'un bâtiment en fonction des conditions du terrain (ensoleillement, présence de zones boisées, surfaces exposées aux vents...) permet de maximiser les apports d'énergies naturels et de minimiser les pertes d'énergies.⁴²
- ✓ La forme : La surface totale exposée à l'extérieur est un facteur de déperdition d'énergie, un bâtiment présentant une surface extérieure étendue aura tendance à perdre plus de chaleur. Il faudra donc privilégier une forme plus compacte qui augmente le rapport entre le volume des espaces intérieurs et la surface exposée aux intempéries et limite donc les pertes calorifiques.⁴³
- ✓ La récupération de chaleur : Les pompes à chaleur sont des dispositifs thermodynamiques qui permettent des échanges calorifiques entre deux milieux de températures différentes, généralement entre l'intérieur et l'extérieur d'un bâtiment. Une pompe à chaleur peut être « géothermique » et capter la chaleur du sol pour la diffuser dans le bâtiment, par exemple pour des planchers chauffants ou chauffages domestiques.⁴⁴
- ✓ La production d'énergie : L'utilisation de panneaux solaires photovoltaïques, voire de cellules photovoltaïques directement intégrées dans les surfaces exposées au soleil est un bon moyen de produire de l'électricité solaire. Des chauffe-eaux solaires peuvent également être installés pour produire de l'eau chaude à faible coût. L'inclinaison des toits où seront installés ces équipements est alors primordiale pour maximiser la captation des rayons solaires. Par ailleurs, certains bâtiments offrent aussi la possibilité d'être équipés d'éoliennes domestiques, mais leur rendement est souvent faible. Ces

39 Gauzin-Müller Dominique., Une nouvelle approche de l'acte de bâtir, l'architecture éco-responsable, In Panoramas, p 231.

40 (En ligne) <https://www.architecte-batiments.fr/l-architecture-durable-en-pratique/>

41 Ibidem

42 Ibidem

43 Ibidem

44 Ibidem

technologies qui produisent de l'électricité dans le circuit interne du bâtiment réduisent d'autant les besoins en apport extérieurs. Selon les fonctions et utilisation des bâtiments, certaines de ces technologies permettent parfois d'atteindre l'équilibre énergétique, voire un bilan énergétique positif ; on parle alors de bâtiment à énergie positive.⁴⁵

▪ Maîtrise du cycle de l'eau

L'eau, ressource vitale et indispensable à toute vie sur terre, requiert toute notre attention en vue de sa préservation. A ce sujet Jean-Pierre Oïkos note : « Une gestion cohérente de l'eau à l'échelle d'un foyer doit reposer sur les mêmes principes que ceux préconisés par la démarche négawatt pour le thème de l'énergie, à savoir, inscrire son comportement quotidien dans une démarche de sobriété et d'efficacité. »⁴⁶ Pour ce faire, nous pouvons réserver l'eau potable aux emplois où elle est indispensable, accompagné d'un choix judicieux des équipements (robinetterie et chasses d'eau). De même qu'on peut aussi récupérer les eaux de pluie pour l'arrosage des espaces verts, voire pour l'alimentation de la chasse d'eau des toilettes et le lave-linge. Au regard de la figure 05⁴⁷, Les données parlent d'elles-mêmes : on peut faire appel à cet eau de récupération pour alimenter 84% de nos besoins ménagers. C'est vraiment énorme comme économie pour nos réserves en eau potable, à fortiori avec le stress hydrique qui annoncé pour ce XXIème siècle, spécialement pour l'Afrique du nord.

A horizon 2050, l'Algérie, avec ses voisins du Maghreb, vont basculer dans le lot des pays qui prélèveront plus de 40% de leurs réserves d'eau, au même titre que les pays du Moyen-Orient et ceux du sud de l'Asie. A titre de comparaison, le lot des pays les moins touchés (Amérique du sud, Australie, Canada...etc.) ne prélèveront que 10% de leurs réserves.⁴⁸

Le recours aux toitures végétalisées est aussi préconisé eu égard à leurs effets positifs sur la gestion écologique de l'eau : en cas de fortes pluies, elles retiennent de 70 à 90% des précipitations et retardent leur évacuation. Ce faisant, la

végétalisation des toitures renforce l'isolation acoustique et thermique des toitures et améliore le microclimat (les plantes utilisées filtrent naturellement la poussière et régulent l'humidité). Et enfin on peut recourir au lagunage pour le traitement naturel des eaux grises, provenant des salles de bains et des cuisines, et ce grâce à des jardins filtrants constitués de végétaux spécifiques : iris, roseaux, etc.⁴⁹

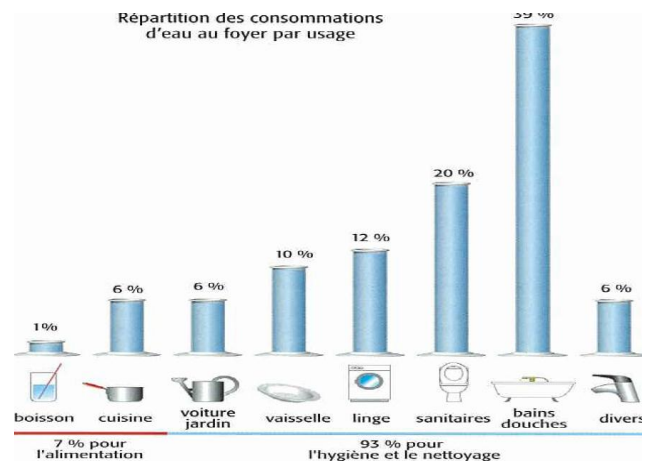


Figure 05 : Gestion de l'eau

45 Ibidem

46 Oïkos Jean-Pierre., Op. Cit, p 43.

47 AREHN., Valorisation de l'eau de pluie, ce qu'on a le droit de faire ...ou pas, In connaître pour agir, publication de l'agence régionale de l'environnement de Haute-Normandie, Ed. Partenaires d'avenir, N° 52, avril 2008, p 2.

48 Ibidem

49 Gauzin-Müller Dominique., Op. Cit, p 235.

2. L'architecture High Tech

L'architecture n'a jamais cessé de se développer et évoluer à travers les lieux et les temps rependant aux besoins vitaux. Utilisant les connaissances ainsi que les technologies dont on disposait à l'époque (matériaux, structures fonctionnelles puis à une nécessité plastique, tendances esthétiques...).

Le terme « high-tech » a été attribué pour la première fois par les critiques du design Joan Kron et Suzanne Slesin dans leur livre « **High Tech** : The Industrial Style and Source Book for The Home » qui montrait comment des designers, des architectes et de simples particuliers s'étaient approprié des objets industriels classiques.⁵⁰



Figure 06 : A Vilnius en Estonie

2.1. Définition :

Un terme anglais qui qualifie toute technologie de pointe. A partir l'usage possible des technologies offertes, il s'est constitué le mouvement architectural High Tech.

2.2. Style High Tech :

Le style High-Tech n'est pas une découverte récente. Il date de la fin des années 60, lorsqu'ils ont commencé à utiliser les matériaux mis au point pour l'aéronautique : non seulement dans l'architecture, mais aussi dans le design industriel et la mode. Ce style high-tech est apparu comme un prolongement du Mouvement moderne, au-delà du brutalisme, en utilisant tout ce qui était rendu possible par les avancées technologiques, et avec une possible nuance d'ironie. Ce style apparaît durant la période où le Modernisme est déjà remis en cause, surtout en Angleterre et aux États-Unis, par le postmodernisme

2.3. Définition de l'architecture High Tech :

L'architecture high-tech ou techno-architecture, parfois intégrée au le Modernisme tardif, qui est un mouvement architectural. Il émergea dans les années 1970, incorporant des éléments industriels hautement technologiques dans la conception de toute sorte de bâtiments, logements, bureaux, musées.

L'architecture high-tech créa une nouvelle esthétique en contraste avec l'architecture moderne usuelle.⁵¹

2.4. L'architecture futuriste :

Historiquement, c'est un style et une pensée architecturaux appartenant à la mouvance futuriste italienne allant de 1910 – 1948. L'acception générale de l'architecture futuriste comme une nouvelle tendance de l'architecture **High Tech** constituée de l'architecture **High Tech**, dont l'inspiration très lâche rappelle des éléments de science-fiction ou des engins spatiaux, sans former une école ou une pensée spécifique (*Santiago Calatrava- Exposition U. 2020, Le projet Hypérions, 2020, Lilypad, Smart City- Paris - 2050*)⁵²



Figure 07 : Smart City

50 Dr. Haridi Fatma Zohra Cours Théorie de l'architecture, M2 architecture écologique, 2017

51 Ibidem

52 Ibidem

2.5. Origines :

Les avancées scientifiques et technologiques ont marqué la société des années 1970. Le summum de la conquête spatiale est atteint en 1969 avec l'alunissage de Neil Armstrong et s'est accompagné avec du développement important en matière militaire des nouvelles technologies (ordinateurs, automates, nouveaux matériaux). Ces avancées ont permis de penser qu'un standard de vie très haut pouvait être atteint grâce à la technologie de pointe et arriver au domaine de la vie courante de tout un chacun et ne pas rester futuriste. Les éléments technologiques devinrent des objets de tous les jours pour les gens ordinaires de cette époque avec l'introduction dans la vie courante de la télévision, de chaînes hi-fi audio, très distinguables d'éléments standardisés de l'époque passée qui était déjà « électrique », mais pas encore « électronique ».

L'influence des réflexions « technophiles » des Reyner Banham, Cedric Price, du groupe Archigram au Royaume-Uni ou des métabolistes japonais a eu un impact décisif sur l'esthétique high-tech. L'architecture high-tech est une protestation contre l'enlissement historiciste des structures modernes qui n'utilisent que la modélisation faite avant-guerre. Elle apparaît surtout comme un mouvement esthétique non structurel dans la mesure où elle reste proche dans son résultat des formes cubiques des ouvrages des prédécesseurs.⁵³

2.6. Objectifs :

- Réactiver les espérances d'améliorer le monde avec une technologie
- Aboutir à une nouveauté dans l'esthétique des bâtiments non industriels par un emprunt à celle naturellement présente dans l'industrie.
- Donner à tout objet ou espace une apparence qui concorde avec l'époque industrielle intégrée par tous via le vécu dans d'autres espaces que l'habitat ordinaire : espace de travail au bureau ou de production avec les chaînes automatiques, espace fourni par l'automobile que l'on commence à habiter avec les caravanes de loisir.⁵⁴

2.7. Principes :

- a) Incorporer des éléments industriels hautement technologiques dans la conception de toute sorte de bâtiments : Logements, bureaux, musées, usines ...
- b) Glorification des éléments structuraux
- c) Utiliser :
 - Les éléments préfabriqués
 - Murs de verre et les structures en acier pour plus de légèreté de fluidité et de transparence, le métal, les surfaces ondulées et perforées, les armatures aux poutrelles visibles.
 - Les éléments techniques :
 - Circulations, ventilation, climatisation,
 - Tuyauterie, escaliers mécaniques, ascenseurs autres éléments techniques placés tous à l'extérieur pour optimiser l'espace

2.8. Les éléments significatifs :

Les murs de verre et les structures en acier sont très prisés chez les architectes du high-tech. Les éléments techniques sont placés à l'extérieur, allant souvent de pair avec la structure porteuse

53 Dr. Haridi Fatma Zohra Cours Théorie de l'architecture, M2 architecture écologique, 2017

54 Ibidem

bien apparente. La façade high-tech n'est pas une paroi lisse opaque, mais elle est animée par les éléments constructifs.⁵⁵

2.9. Les stars du High-Tech :

L'architecture High-tech est symbolisée par les immeubles de bureaux et les grands équipements spectaculaires en métal et en verre de stars de l'architecture internationale. Plusieurs de ces concepteurs dont Norman Foster, Renzo Piano, Richard Rogers, Thomas Herzog, François Hélène Jourda et Gilles Perraudin, se sont réunis au sein de l'association Read pour réfléchir à l'utilisation des énergies renouvelables dans la construction. Officiellement reconnue en 1993 lors la conférence internationale de Florance sur l'énergie Solaire dans l'architecture et l'urbanisme. Cette association a reçu le soutien de la communauté européenne.⁵⁶

Les emblèmes de l'éco-Tech sont la tour de Commerzbanic à Francfort sur la main et la coupole du Parlement Allemand de Berlin dans le Reichstag rénové, deux projets d sir Norman Foster. L'architecture internationalisée, qui se veut l'écologique grâce à l'emploi de la technologie et de l'informatique n'est cependant pas toujours convaincante en particulier dans le domaine du confort thermique en été et des économies d'énergie en hiver. Ces

Réalisations médiatisées ont néanmoins le mérite d'avoir eu un effet d'entraînement. Plusieurs principes initiés lors de ces projets, comme la double façade vitrée, ont été appliqués depuis dans des projets plus modestes où ils se sont revêtés très efficaces.⁵⁷

2.10. Les avantages de la technologie⁵⁸ :

- Simplifier la vie tous les jours.
- Réduire l'effort des humains
- Gagner le temps
- Augmenté la productivité de presque toutes les industries du monde
- La sécurité

2.11. La typologie de High Tech :

Toute l'idée d'une typologie des bâtiments basée sur la fonction ou l'utilisation me semble pas pertinent lorsque l'objectif est de rendre les bâtiments suffisamment souples pour s'adapter à presque n'importe quelle utilisation. En pratique, toutefois, la haute technologie est généralement associé à une gamme étroite de types de bâtiments.

Le bâtiment de haute technologie typique est une usine. En fait, si omniprésents a été l'influence du style de haute technologie sur la conception de l'usine que nous pouvons maintenant dire que l'usine est typique de la haute technologie.

L'usine type, défini comme une structure de longue portée avec une simple peau renfermant un espace indifférencié, a été adapté au cours des dernières années pour chambre d'autres fonctions.

⁵⁵ Ibidem

⁵⁶ Gauzin-Muller Dominique., L'architecture écologique, Ed. Le Moniteur, Paris, 2001, p17.

⁵⁷ Ibidem.

⁵⁸ (En ligne) <http://www.economiesolidaire.com/2010/05/01/avantages-inconvenients-et-risques-de-la-technologie>

3. Le développement durable :

Les bilans environnementaux et sociaux inquiétants ont donné lieu à une remise en cause des modèles de développement progressistes en dépit des ressources naturelles non renouvelables et des inégalités sociales.

3.1. Définitions :

Le développement durable est cité pour la première fois par l'union internationale de la conservation de la nature dans son ouvrage « stratégie mondiale de la conservation ». Il sera ensuite mis à l'honneur dans le rapport commandé par les Nations Unies à une commission présidée par Mme Gro Harlem Brundtland en 1987, c'est donc ce rapport qui contribue à faire connaître la notion du développement durable.

- La commission Brundtland (1987) définit « *le développement durable comme étant un développement qui satisfait les besoins des générations actuelles sans compromettre la capacité des générations futures à réaliser leurs propres besoins* ». Cette définition du développement durable par le rapport « Brundtland » est devenue une référence internationale, la plus communément admise par l'ensemble des acteurs.⁵⁹
- Il est défini aussi « Le développement durable se veut un processus de développement qui concilie l'écologique, l'économique et le social et établit un cercle vertueux entre ces trois pôles : c'est un développement, économiquement efficace, socialement équitable et écologiquement soutenable. Il est respectueux des ressources naturelles et des écosystèmes, support de vie sur Terre, qui garantit l'efficacité économique, sans perdre de vue les finalités sociales du développement que sont la lutte contre la pauvreté, contre les inégalités, contre l'exclusion et la recherche de l'équité »⁶⁰
- Développement durable Terme désignant les actions (ou un mode de développement) conciliant développement économique, respect de l'environnement, renouvellement des ressources et exploitation rationnelle, et développement socialement équitable. Ce mode de développement « répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins ».⁶¹

3.2. Les origines du Développement Durable⁶² :

Le développement durable est une notion qui vient de l'international. Tout commence véritablement dans les années 1960 avec les premières critiques du mode de croissance productiviste. Le Club de Rome, club d'industriels fondés en 1968, est à la tête de ce mouvement.

En 1972, ils commandent une étude à une équipe du M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology) dirigée par Dennis Meadows. Ces chercheurs publient alors un ouvrage désormais célèbre qui a pour titre « **Halte à la croissance** ». Face à la surexploitation des ressources naturelles liée à la croissance économique et démographique, cette association, prône la croissance zéro : seule croissance capable de concilier évolution démographique exponentielle et quantité limitée de ressources naturelles.

Dès 1980, l'UICN parle pour la première fois de **Sustainable Development** (traduit à l'époque par développement soutenable). Mais le terme passe presque inaperçu.

59 Rapport Brundtland

60 (En ligne) www.actu-environnement.com

61 Les 100 mots de construction durable p 13

62 Mme Benzerari. S Cours H.C.A, M1 Architecture écologique, 2017

En 1983, l'ONU demande à Mme Gro Harlem BRUNDTLAND (ex-chef du gouvernement de Norvège) de présider une commission indépendante chargée d'enquêter sur la question de l'environnement global et le développement.

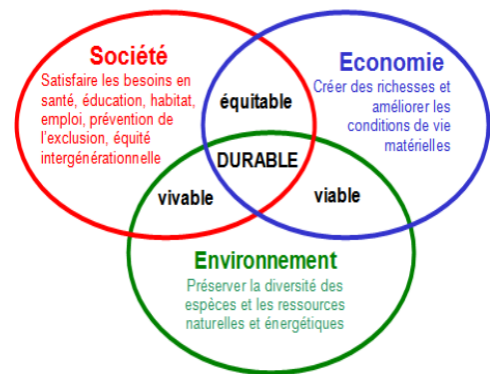
En 1987, le rapport Brundtland : cette commission remet le rapport dit « rapport Brundtland », qui a pour titre « Our common future » (« Notre avenir à tous »). Ce rapport introduit une rupture fondatrice dans la conception des gouvernements sur les relations entre l'environnement et les politiques publiques et prône le concept de « sustainable development », développement durable ou soutenable.

En juin 1992, au premier "Sommet de la Terre" organisé par les Nations Unies qu'est consacré le terme de "développement durable".

Le sommet de Rio de Janeiro de 1992 et l'Agenda 21 local qui en découle mirent en avant plan les grands principes du développement durable et l'importance d'une action concertée au niveau des collectivités

3.3. Les piliers du développement durable :

a) **Préservation de l'environnement** : préserver, améliorer et valoriser l'environnement et les ressources naturelles sur le long terme. La conservation et la gestion des ressources passent par la gestion durable des ressources naturelles, le maintien des grands équilibres écologiques (climat, diversité biologique, océans, forêts...), la réduction des risques et la prévention des impacts environnementaux.⁶³



b) **L'équité sociale** : appréhender globalement les questions de santé, de logement, de consommation, d'éducation, d'emploi et de culture en favorisant la participation de tous les groupes sociaux à la construction d'un nouveau mode de développement afin de satisfaire des besoins essentiels des populations, lutter contre l'exclusion et la pauvreté, réduire les inégalités et respecter les cultures.⁶⁴

Figure 08 : piliers du DD

c) **L'efficacité économique** : développer la croissance et l'efficacité économiques, afin de favoriser une création de richesses pour tous à travers des modes de production et de consommation durables. Le pilier économique repose notamment sur l'utilisation raisonnée des ressources et des milieux naturels, sur l'amélioration des relations économiques internationales (ex : place du commerce équitable, intégration des critères de développement durable dans les travaux de l'organisation mondiale du commerce...) et l'intégration des coûts environnementaux et sociaux dans les prix des biens et des services.⁶⁵

3.4. Les objectifs du développement durable :

Le 25 septembre, les pays ont eu la possibilité d'adopter un ensemble d'objectifs de développement durable pour **éradiquer la pauvreté, protéger la planète et garantir la prospérité pour tous** dans le cadre d'un nouvel agenda de développement durable.



Figure 09 : Objectifs du DD

63 Les quatre piliers du développement durable p 1

64 Ibidem

65 Ibidem

Chaque objectif a des cibles spécifiques à atteindre dans les 15 prochaines années⁶⁶

Ces objectifs sont :

- Pas de pauvreté
- Bonne Santé et bien-être
- Égalité entre les sexes
- Énergie propre
- Industrie innovation et infrastructure
- Ville et communauté durable
- Mesure relative à la Lutte Contre Les changements Climatiques
- Vie aquatique
- Paix, Justice et institutions efficaces
- Faim zéro
- Education de qualité
- Eau propre et assainissement
- Travail décent et croissance économique
- Inégalité réduite
- Consommation et production responsable
- Vie terrestre
- Partenariat pour la réalisation des objectifs

3.5. Les principes du développement durable⁶⁷ :

Le développement durable vise à traduire dans des politiques et des pratiques un ensemble de 27 principes, énoncés à la Conférence de Rio en 1992. Parmi ces principes :

- **La responsabilité :**

Elle s'exerce aux niveaux individuels et collectif. Au niveau international étant donné la diversité des rôles joués dans la dégradation de l'environnement mondial, les Etats ont des responsabilités communes mais différenciées. Les pays développés admettent la responsabilité qui leur incombe dans l'effort international en faveur du développement durable" (Principe 7).

- **La solidarité :**

Dans le temps : entre les générations présentes et futures. Ainsi, les choix du présent doivent être effectués en tenant compte des besoins des générations à venir, de leur droit à vivre dans un environnement sain, riches, entre milieu urbain et rural...

- **La participation :**

Ce principe vise à mettre en œuvre des processus d'information transparente et pluraliste, de consultation, de débat public, de gestion des conflits, en intégrant tous les acteurs concernés à tous les niveaux de décision, du local à l'international.

- **La précaution :**

En cas de risque de dommages graves ou irréversibles, l'absence de certitude scientifique ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir la dégradation de l'environnement. La précaution diffère de la "prévention".

- **La subsidiarité :**

La prise de décision et la responsabilité doivent revenir à l'échelon administratif ou politique le plus bas en mesure d'agir efficacement. Les règles internationales devraient être adaptées aux contextes locaux et sous-régionaux.

66 (En ligne) <http://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/objectifs-de-developpement-durable/>

67 Mme Benzerari. S Cours H.C.A, M1 Architecture écologique, 2017

3.6. Les enjeux urbanistiques de développement durable⁶⁸ :

- Assurer un développement harmonieux et durable de l'ensemble du territoire national, alliant l'efficacité économique, l'équité sociale, la promotion de l'homme et la protection de l'environnement.
- Compenser les handicaps naturels et géographiques des régions et des territoires.
- Protéger les territoires et les populations contre les risques liés aux aléas naturels et technologiques.
- Promouvoir les potentialités et les avantages comparatifs de chaque espace.
- Corriger les inégalités des chances et des conditions de vie.
- Promouvoir la protection des ressources naturelles et des écosystèmes.
- Maîtriser et organiser la croissance des villes et favoriser le développement qualitatif des agglomérations.
- Protéger et valoriser les patrimoines génétique, archéologique, historique et culturel nationaux.
- Prendre en compte les nécessités d'intégration maghrébine et d'écodéveloppement euro-méditerranéen.

3.7. Architecture et développement durable :

Aujourd'hui, l'architecture soucieuse de son environnement prend plusieurs visages. Un article récent du JAE¹ propose de reconnaître six logiques principales dans ce qu'on appelle *l'architecture durable*⁶⁹ :

1. L'architecture **éco-technique** : prolonge l'espace moderne abstrait par une gestion plus éco-consciente des quantités (énergies, paramètres de confort, etc.). Elle fonctionne comme une *machine* écologique high-tech orientée vers l'avenir et l'efficacité optimale (technologies solaires et photovoltaïques, contrôle de l'air et de la lumière, gestion technique centralisée, traitement des déchets, etc.) ; elle s'inscrit pleinement dans le modèle industriel occidental. Sa vision urbaine correspond à la ville dense et compacte. Sa confiance dans la technique et l'industrie est inébranlable ;
2. L'architecture **éco-centrée** : le fait écologique reste seul important et la présence humaine (principalement sous la forme de la consommation) y est vue comme un élément perturbant, polluant et négatif. L'homme et la civilisation sont des parasites de la nature : il faut limiter leur "empreinte écologique". Le développement de l'humanité, et particulièrement de la ville, est irrémédiablement malsain. Cette architecture s'évade du social. Les bâtiments doivent être autonomes, disséminés dans la nature et garants de la biodiversité locale. Les matériaux privilégiés sont la terre, le bois, les énergies et matériaux renouvelables, etc. ;

68 Mémoire Slimani Amina, Master II: Architecture climatique et environnement-Constantine, 2016

69 Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques page 179

3. L'architecture **éco-esthétique** : cherche à inventer un regard nouveau sur la nature, par une esthétique anti- industrielle ou organique visant à réintégrer une image de la nature dans notre habitat. Elle vise l'invention poétique, le regard neuf sur la matière. L'espace n'est plus un fait culturel, mais plutôt un fait corporel et individuel, où le contact, la sensualité des matériaux et des lignes est importante. L'architecture est métaphore d'un rapport post-moderne au monde ;
4. L'architecture **éco-culturelle** : se fonde sur l'idée que les cultures spécifiques sont des adaptations historiques des communautés humaines à leurs milieux propres ; chaque tradition culturelle est par définition celle qui a le mieux réussi à s'ajuster aux conditions locales. Cette voie privilégie le respect des traditions et modes constructifs locaux, la notion d'authenticité, d'harmonie, s'inspire du néo-régionalisme, etc. Elle souligne l'appartenance au milieu et la cohésion supposée des groupes culturels ;
5. L'architecture **éco-médicale** : l'habitat doit avant tout se donner pour objectif un mode de vie sain par des matériaux sains. Son échelle principale est individuelle. Le monde est vu comme pollué et dangereux. Les technologies mises en œuvre sont passives, non toxiques et naturelles. Le bien-être est un mot-clef ;
6. L'architecture **éco-sociale** : met l'accent sur *l'écologie* des relations au sein de la société ; elle privilégie la "performance" des équilibres sociaux par rapport aux questions écologiques propres à l'écosystème. Elle développe des projets d'architecture participative, non-hiérarchique et organique visant à l'appropriation démocratique de l'espace.

Ces familles représentent des tendances qui peuvent se croiser. Elles sont tantôt concourantes (éco-sociale/éco-culturelle ; éco-centrée/éco-médicale), tantôt compétitives (éco-technique/éco-centrée ; éco-esthétique/éco-centrée ; etc.).

4. Les matériaux de construction (écologique) :

Les ressources naturelles de l'environnement ne sont pas inépuisables. Les matériaux utilisés dans la construction de maisons écologiques sont étudiés de façon intelligente, ils proviennent de sources qui ne sont pas néfastes pour l'environnement et ils entraînent une réduction des déchets lors de leur fabrication.

Certains de ces matériaux, comme le bois ou la brique de terre crue sont utilisés dans la construction écologique depuis très longtemps et ont failli disparaître lors de la construction de masse. D'autres matériaux font appel à des technologies innovantes et très respectueuses de l'environnement grâce au recyclage⁷⁰

4.1. Définitions :

Les matériaux sont définis comme : « Les diverses matières nécessaires à la construction d'un bâtiment, 'un ouvrage... »⁷¹

Le dictionnaire Larousse les définit par « Substance quelconque utilisée à la construction des bâtiments, (On classe les matériaux en grandes classes : métaux, céramiques, verres, textiles, polymères, pierres et bétons, matériaux composites naturels [bois, os] ou artificiels.) »⁷² ils sont aussi des éléments matériel d'une même catégorie ou de catégorie différentes destinés à intervenir dans la construction d'un objet fabriqué⁷³

➤ Un Éco-matériau :

Terme couramment utilisé, mais qui ne dispose pas de définition officielle ou normative. Matériau dont l'impact sur l'environnement est supposé limité au cours de son cycle de vie.⁷⁴

➤ Un Biomatériau :

Matériau de construction, a caractère renouvelable, composé en tout ou partie de végétaux issus de l'agriculture ou de la sylviculture.⁷⁵

4.2. Architecture et Matériaux :

La relation entre l'architecture et les matériaux avait été assez simple jusqu'à la révolution industrielle. Les matériaux ont été choisis soit pragmatiquement - pour leur utilité et disponibilité - ou ils ont été choisis formellement - pour leur Apparence et qualités ornementales. La Pierre disponible localement forme les Fondations et les murs, et des marbres de haute qualité souvent sont apparus comme des facettes minces couvrant la construction rugueuse.⁷⁶

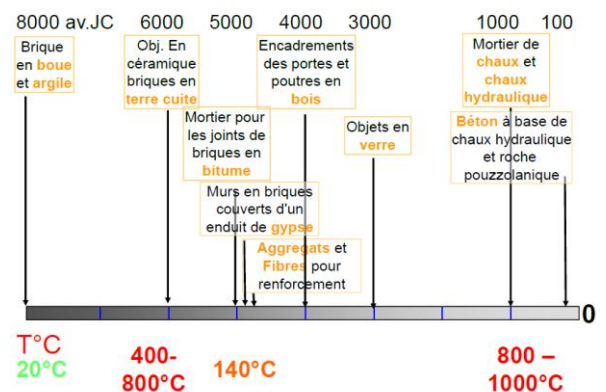


Figure 10 : évolution historique des Matériaux de Construction

⁷⁰ (En ligne) www.materiaux-ecologique.com

⁷¹ Définition le petit robert

⁷² Définition Larousse

⁷³ (Enligne) <http://www.cnrtl.fr/definition/matériaux>

⁷⁴ 100 mots p 7

⁷⁵ Ibidem p 16

⁷⁶ Smart Materials and New Technologies for Architecture and Design Professions – Page 2

4.3. Pourquoi Matériaux écologique ?

On choisit les matériaux de construction écologique pour plusieurs raisons, Parmi ces raisons on cite :

- ✓ Préserver les ressources naturelles et maîtriser son approvisionnement.
- ✓ Diminuer les consommations d'énergie de l'établissement.
- ✓ Réduire ses factures d'approvisionnement en énergie.
- ✓ Limiter la pollution émise par l'utilisation d'énergie.
- ✓ Participer à la lutte contre le changement climatique.
- ✓ Assurer la santé et le bien-être des êtres-humain⁷⁷

4.4. Classification des matériaux :

Il existe un certain nombre de systèmes de classification et de description existants et utilisés dans le cadre des matériaux de construction, dans notre démarche, on parlera 'approche scientifique, elle englobera essentiellement la compréhension de la base des structures internes des matériaux.

Cette classification peut 'avérer très utile pour de nombreuses raisons, en particulier, les qualités spécifiques ou propriétés qui caractérisent différents matériaux utilisés dans le bâtiment (ex : dureté, isolation, conductivité électrique...).

a) **1ere classification** : Classifications du domaine de l'ingénierie :

Ce système de classification des matériaux est typique de ceux utilisés dans l'ingénierie appliquée. Il se mélange facilement la forme de structures matérielles (par exemple, des stratifiés, amorphes) avec des propriétés (ferreux, non ferreux), mais peut être très utile pour de nombreuses applications. Il est difficile d'utiliser ce type de classification, toutefois, pour décrire des matériaux intelligents ou les caractéristiques énergétiques.⁷⁸

Métaux combinés	Métaux plaqués, les métaux enduits, autres...		
Métaux ferreux	Acier	Carbone, aciers faiblement alliés, les aciers fortement alliés, autres ...	
	Fonte	Gris, blanc, fonte malléable, fonte ductile, autres ...	
Métaux non-ferreux	Métal d'ingénierie	Métaux léger	Aluminium, Titane Autres ...
		Métaux moyen	Chrome, Les alliages de cuivre
		Métaux lourd	Zinc, Autres ...
	Métaux spécialisés	Semi-conducteurs, Autres	
Matériaux combinés	Les composites	Les matériaux composites de : Particules, Fibres composites, Dispersion	
	Mousses, autres	Mousses, Microsphères	
	Stratifiés	Stratifiés plaqués Stratifiés collés Stratifiés en nid d'abeille	
	Cristallins	Les minéraux	

77 http://www.parc-ballons-vosges.fr/wp-content/uploads/2015/07/FT18_privilegier_mat_const_ecologique.pdf
78 Smart Materials and New Technologies for Architecture and Design Professions – Page 23

Non métaux et composés		La céramique	Réfractaire, Non réfractaire
	Matériaux fibreux	Bois	Naturels, Traités
		Produits de fibres textiles	Naturels, Synthétiques
	Matériaux amorphes	Verres	
		Plastiques	Thermoplastiques Thermodurcissables
Caoutchouc / élastomères			

Tableau 1 : système de classification des matériaux dans le domaine de l'ingénierie⁷⁹

b) **2eme classification** : Les systèmes de classification pour les matériaux avancés et intelligents :

Nous avons été habitués aux matériaux traditionnels (bois, cuir, laine...) et nous avons connu la révolution des matières plastiques et des composites. Voici celle des matériaux intelligents capables de changer de forme, de couleur ou de conductivité, cette classification des 22 matériaux cherche, le plus exactement possible, à orienter l'architecte sur l'utilisation de ses derniers dans le milieu ou l'environnement qui les convient le plus.⁸⁰

Matériaux traditionnels		Réponses fixes à des stimuli externes (propriétés des matériaux restent constantes dans des conditions normales)	
Matériaux Haute Performance			
Matériaux intelligents	T Y P E 01	Changement de propriété	Variation intrinsèque du matériau à des stimuli internes ou externes spécifiques
	T Y P E 02	Echange d'énergie	Les réponses peuvent être contrôlés ou améliorés par le calcul

Tableau 2 : classification des matériaux avancés et intelligents⁸¹

79 Ibidem p24

80 Smart Materials and New Technologies for Architecture and Design Professions – Page 29

81 Ibidem p 30

✓ **Matériaux traditionnels :**

Souvent issus d'un savoir-faire ancien et apparus pendant longtemps comme désuets, les matériaux traditionnels reviennent en force dans la construction écologique. Les matériaux traditionnels sont de plus en plus remis au goût du jour : pierre, terre crue, pisé, torchis, paille, etc. sont des solutions à prendre en compte car elles offrent une bonne inertie thermique et sont durable.⁸²



Figure 11 : Construction en bois

Ces matériaux nécessitent la maîtrise de techniques spécifiques à chaque matériau, celles-ci sont généralement transmises de la main à la main entre les différentes générations d'artisans⁸³

✓ **Matériaux Haute Performance**

Le verre : Le verre est un matériau inorganique produit par fusion, qui a été refroidi dans des conditions empêchant sa cristallisation.⁸⁴

Utilisation du verre :

- Le verre et la sécurité des occupants, les nouvelles réglementations imposant de plus en plus l'usage de verre de sécurité ;
- L'utilisation du verre comme matériau de structure, ce qui nécessite une meilleure connaissance de ses caractéristiques mécaniques.

L'acier : L'acier est un matériau 100% recyclable, il peut être réutilisé à l'infini, sans perdre ses qualités initiales. Cette aptitude a pour avantage de préserver les ressources naturelles, en évitant de puiser dans les réserves de minerai de fer.

Par ailleurs, une structure métallique permet une bonne gestion de l'énergie. Plus une ossature est légère, moins elle nécessite d'énergie pour la chauffer. Les bâtiments acier ont une faible inertie thermique et sont donc faciles à chauffer.⁸⁵



Figure 12 : Construction en verre



Figure 13 : Construction métallique

Aluminium et autres métaux : L'aluminium sous forme de profilés est aujourd'hui utilisé pour un large éventail d'applications dans le bâtiment et les travaux publics, et constitue le matériau de choix pour les murs rideaux, les cadres de fenêtre, les vérandas et d'autres structures vitrées.

✓ **Matériaux intelligents :**

Les matériaux intelligents ont des capacités intrinsèques et extrinsèques leur permettant tout d'abord de répondre aux stimuli et aux changements qui se produisent dans l'environnement, puis

82 (En ligne) <http://www.guidemaisonecologique.com/les-materiaux-traditionnels/>

83 Mr Zouhair BENNANI Ingénieur Civil Expert, les matériaux de construction traditionnels, page 32010

84 American Society for Testing Materials (1945)

85 (En ligne) <http://www.smb-cm.fr>

d'activer en conséquence leurs fonctions correspondantes. Les stimuli peuvent venir de l'intérieur ou de l'extérieur. Depuis ses débuts, la science des matériaux a évolué, de l'usage de matériaux structurels inertes à celui de matériaux fabriqués dans un but particulier, en passant par des matériaux actifs ou adaptatifs, pour en arriver aux matériaux intelligents qui ont des capacités de reconnaissance, de discrimination et de réaction plus précises. Pour avoir de telles capacités, les matériaux et les alliages nouveaux doivent répondre à plusieurs spécifications fondamentales.⁸⁶

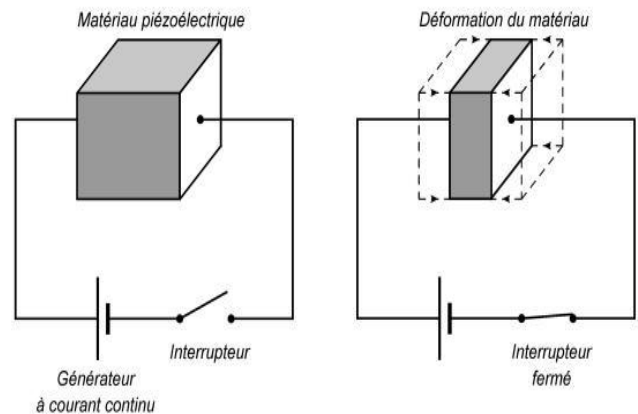


Figure 14 : schéma de matériau intelligent

Les matériaux piézoélectriques :

Le matériau intelligent piézoélectrique génère une tension électrique lorsqu'il subit une contrainte (déformation mécanique) et inversement, il se déforme quand on lui applique une tension. Ces matériaux sont surtout des céramiques mais aussi des polymères. Ils servent à fabriquer des capteurs.

Associés à une commande électronique, les matériaux piézoélectriques permettent de contrôler les vibrations de structures pour des composants embarqués. Ils peuvent également récupérer l'énergie des vibrations pour augmenter l'autonomie des dispositifs.⁸⁷

Les matériaux magnétostrictifs :

Le matériau intelligent magnétostrictif se déforme sous l'action d'un champ magnétique. Ces matériaux ont des utilisations similaires à celles des matériaux piézoélectriques.⁸⁸

Les alliages à mémoire de forme :

Les alliages à mémoire de forme, déformés à froid, retrouvent leur forme initiale au-delà d'une certaine température. Cette propriété est due à un changement de phase (c'est-à-dire de structure cristalline) réversible : l'alliage a une forme martensitique à basse température et austénitique à haute température. Ce sont en général des alliages de cuivre, zinc et aluminium, ou de titane et de nickel. Si les déformations ne dépassent pas une certaine amplitude, le processus peut être répété des millions de fois.⁸⁹

Exemples de matériaux intelligents :

- Les verres photochromiques :

Les verres photochromiques changent de couleur en fonction de l'intensité de la lumière.



Figure 15 : Verre intelligente

⁸⁶ Professeur Georges Akhras, des matériaux intelligents et des systèmes intelligents pour l'avenir, page 26

⁸⁷ Smart Materials and New Technologies for Architecture and Design Professions – Page 42

⁸⁸ Ibidem p 43

⁸⁹ Ibidem p 44

- Béton transparent :

Inventé par un architecte hongrois. Ces blocs de bétons, qui possèdent exactement les mêmes qualités mécaniques qu'un béton classique, laissent pourtant passer la lumière grâce à des fibres optiques insérées à l'intérieur même du béton. Il est résistant, transparent, esthétique



Figure 16 : Construction en béton transparent

- Revêtement régulateur de chaleur :

Le Micronal PCM est un matériau dit à changement de phase » c'est-à-dire qui évolue en fonction de la température, ce qui permet de réguler la chaleur à 21°C, 23°C ou 26°C selon le choix de l'utilisateur, les paraffines qu'il contient fondent, absorbant la chaleur environnante.



Figure 17 : matériaux régulateurs

Lorsque la température baisse (par exemple la nuit), les paraffines se solidifient et restituent la chaleur. Il peut être utilisé pour les murs ou des plafonds par exemple.

Caractéristiques : régulateur de chaleur, durable

- Aérogel de silice :

Le Nanogel est tout simplement l'un des isolants les plus efficaces au monde. Constitué de 97% de vide et de grains de silice amorphe (qui contrairement à la silice cristalline ne présente quasiment aucune toxicité), il est donc transparent et stable aux U.V. C'est non seulement un isolant thermique exceptionnel, 3 à 6 fois meilleur que les matériaux classiques, mais aussi un excellent isolant acoustique, idéal pour les appartements, les bureaux ou les hôpitaux par exemple.

Caractéristiques : isolant thermique et acoustique, transparent, durable

- Les tissus :

L'architecture moderne à découvert le principe de la tente comme une forme architecturale et pris son développement pas seulement pour les structures temporaires mais aussi pour les bâtiments permanents.



Figure 18 : Tissu intelligent

Conclusion :

La construction conventionnelle utilise d'avantage des matériaux dont le procédé de fabrication consomme beaucoup d'énergie grise et produit des déchets dangereux. Il existe néanmoins des alternatives écologiques aux qualités remarquables tant pour leurs propriétés mécaniques ou physiques, que leur mise en œuvre ou leur conception⁹⁰

⁹⁰ (En ligne) <https://www.groupama.fr/assurance-professionnels/accompagnement/conseils-construction-normes.html>

5. Techniques et procédées de construction :

La révolution industrielle du 21^e siècle a joué un rôle important dans l'évolution des techniques et des matériaux de construction. Tout le long de son développement, l'industrie de la construction a favorisé les techniques de construction efficaces et rentables appuyées par des indicateurs de croissance économique. Ces progrès ont permis d'atteindre de hauts standards de qualité, de confort et de durabilité.⁹¹

Les pays développés doivent faire face à une pénurie prévisible d'énergies fossiles et aux conséquences de leur utilisation insouciante jusqu'à présent. Ces pays sont donc obligés aujourd'hui de développer des techniques innovantes pour apporter des solutions au moins partielles à la double problématique de l'utilisation des ressources et de la lutte contre la pollution. Le secteur du logement porte une part non négligeable des responsabilités en la matière.⁹²

5.1. Définitions :

La technique est définie comme : « Ensemble de procédés et de moyens pratiques propres à une activité »⁹³ aussi comme « ensemble de procédés de mise en œuvre et d'utilisation des outils, de machines et des méthodes d'organisation de travail permettant d'effectuer la production industrielle et de fabrication de bien » d'après. Cabanne Géogr. 1984 ⁹⁴

La technique est l'une des grandes composantes du savoir-faire artisanal et industriel. Elle est le produit de l'ensemble de l'histoire de l'humanité, chaque peuple et chaque époque ayant apporté ses compétences.

5.2. Evolution des techniques de construction :

La première architecture de construction par l'homme est créée De l'usage de ces grottes résulte un ensemble de symboles :

- La symbolique « 'du dedans' » opposée à celle du « 'au dehors' » est créée et toujours existante (par exemple avec le Plan libre actuel).
- La symbolique de la « 'voûte' » est posée.
- Le monolithisme de la structure initiale devient symbolique.
- Un ensemble d'associations symboliques positives et négatives est créé à partir de l'abri naturel.

La symbolique de la construction existe depuis l'âge de la pierre, elle est attestée par les pierres levées partout dans le monde.

Parmi les tout premiers édifices encore existants porteurs d'architecture sont le tumulus, ce qui concerne pendant la Préhistoire à la fois les populations nomades et les populations devenues sédentarisées et les tombes.

91 Richard-Philippe Wafer, l'adobe, une solution durable pour la construction d'habitations écologiques dans une zone à forte activité sismique comme le chili, Sherbrooke, Québec, Canada, Octobre 2010

92 (En ligne) http://pep.ecn.nl/fileadmin/pep/pdf/C1_Adeline_Guerriat.pdf

93 (En ligne) <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/technique/76950>

94 (En ligne) <http://www.cnrtl.fr/lexicographie/technique>

La différenciation des constructions nécessaire à l'organisation sociale des sédentaires fait naître l'architecture par les édifices spécialisés restant dépendants du climat local et des ressources disponibles. Dans ce qui va devenir l'Orient, certains de ces lieux portent des constructions en pierres levées mises en forme et mises debout verticalement sur des espaces qui ne comportent pas forcément la possibilité de l'habitat troglodytique.

Le fondement essentiel de l'Architecture dans l'histoire est posé dès cette époque, il se traduit par l'ajout d'une signification « non-raisonnable » dans son sens moderne à des techniques de construction à la fois dans et hors le sol et que le sol est le support de la vie terrestre.

5.3. Choix durable des techniques constructives et éléments de structure :

Concevoir des bâtiments adaptables et flexibles en optant pour des matériaux et des systèmes à impact environnemental limité.

Afin d'effectuer un choix judicieux au niveau des techniques constructives et les matériaux et éléments de structure, il convient d'orienter la réflexion dès la conception jusqu'à la mise en œuvre autour des principes suivants⁹⁵ :

- Orienter la réflexion dès la conception du projet en envisageant la réutilisation de bâtiments existants, en concevant les espaces de manière flexible en anticipant les aménagements et transformations ultérieurs du bâtiment, en adoptant une approche globale par éléments de construction (façades, murs, toiture, dalle ...) et en permettant le traitement des matériaux en fin de vie
- Choisir des techniques et des matériaux adaptés au contexte du projet tout en limitant leur impact environnemental et l'émission de polluants nocifs pour la santé et en permettant le démontage, le réemploi et le recyclage en fin de vie⁹⁶

5.4. Les techniques innovantes dans une construction écologique (Green building) :

Comme l'indique la démarche négaWatt, il est préférable de consommer moins et mieux plutôt que de produire plus d'énergie, différentes stratégies d'économie ont été mises en place. Ces stratégies ont recours à la sobriété, à l'efficacité et à la renouvelabilité énergétique. Il apparaît clairement que la construction de maisons passives rencontre ces objectifs et en présente une synthèse particulièrement aboutie.

a) Le système passif :

Une « construction passive » est un bâtiment avec un climat intérieur agréable en hiver comme en été sans installation de chauffage ou de refroidissement conventionnelle.

UN CONCEPT intégral qui prolonge ce qu'on appelle 'bâtiment à basse consommation d'énergie' ou « maison basse énergie ».⁹⁷

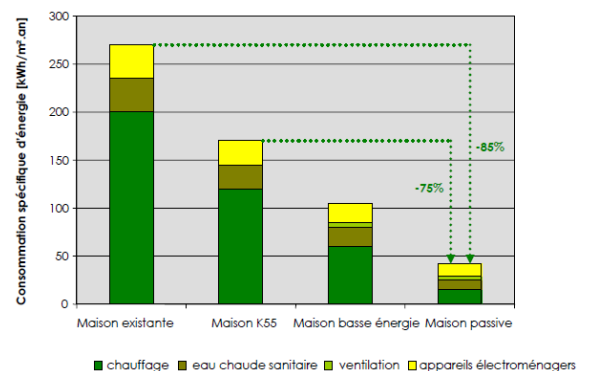


Figure 19 : consommation d'énergie

⁹⁵ (En ligne) <http://www.guidebatimentdurable.brussels/fr/demarche.html?IDC=6043>

⁹⁶ (En ligne) <http://www.guidebatimentdurable.brussels/fr/dossier-choix-durable-des-techniques-constructives-et-elements-de-structure.html>

⁹⁷ Plateforme Maison Passive asbl, 2^{ème} rencontre de l'énergie 16 octobre 2007 – bruxelles, page 02

Le mot Maison Passive réfère à une définition exacte :

1. la consommation spécifique de chauffage doit être $< 15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
2. l'étanchéité à l'air \Rightarrow valeur $n_{50} < 0,6 \text{ h}^{-1}$
3. la consommation totale d'énergie $< 120 \text{ kWh}_{\text{prim}}/\text{m}^2\text{a}$ ($< 42 \text{ kWh/m}^2\text{a}$)

▪ Principe de la conception passive⁹⁸ :

- Isolation maximale
- Construction étanche à l'air
- Utilisation rationnelle de l'énergie solaire passive
- Ventilation de confort
- Appareils électroménagers efficaces
- Energies alternatives

▪ La stratégie de la conception bioclimatique⁹⁹ :

➤ **Stratégie du Froid :**

Se Protéger : Il s'agit de se protéger au maximum des entrées solaires par les ouvertures. Au moyen :

- De brises-soleils horizontaux au Sud (calculés)
 - Balcons, – Casquettes,
 - Passées de toiture
 - Stores à lames horizontales situés à l'extérieur
- De brises-soleils verticaux à l'Est et à l'Ouest (calculés)
 - Volets (attention au positionnement des gonds pour les volets simples : au sud)
 - Stores verticaux situés à l'extérieur
 - Modénatures de façade verticales
- Ne pas faire d'ouverture zénithale.

Eviter : Il s'agit de d'éviter au le transfert de la chaleur vers l'intérieur par les matériaux :

- Par l'isolation des murs
- Par l'isolation des toitures
- Par la ventilation des espaces sous-toiture
- Par la présence de végétaux, sur les murs verticaux ou par des toitures végétalisées (mais aussi avec un décalage pour la ventilation

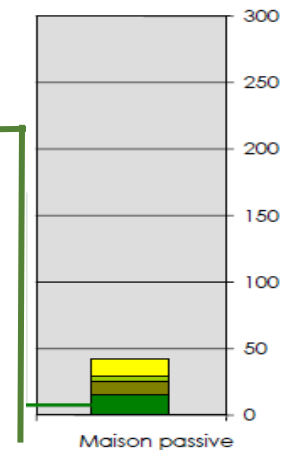


Figure 20 : consommation de maison passive

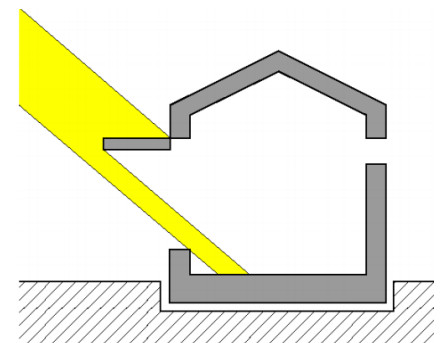


Figure 21 : schéma explicatif de stratégie du froid (se protéger)

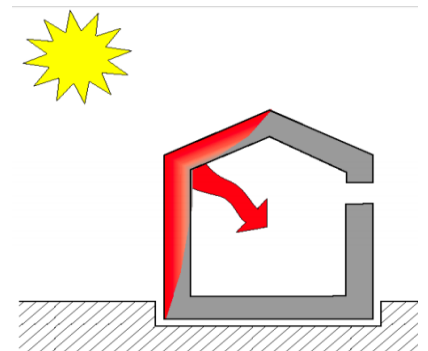


Figure 22 : schéma explicatif de stratégie du froid (éviter)

98 Ibidem

99 (En ligne) <http://www.grenoble.archi.fr/cours-en-ligne/misse/00-AM-strategie-thermique.pdf>

de claustras, de doubles peaux)

Dissiper : Il s'agit de dissiper l'air chaud rentrer dans l'habitat pendant la journée, ou l'air chaud produit par les activités à l'intérieur de l'habitat.

- Par une ventilation nocturne naturelle (l'air est plus frais que pendant la journée)
- L'idéal est d'avoir une ventilation transversale (traversant toute l'habitat)
- On peut aussi avoir une ventilation verticale et profiter d'un thermosiphon naturel (combinable avec la ventilation traversante)
- La ventilation nocturne permet de rafraîchir les matériaux intérieurs ayant une forte inertie par absorption, leur permettant d'emmagasiner du frais la nuit et de le « rendre » la journée.

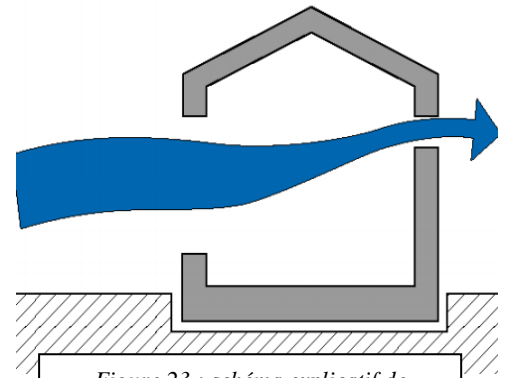


Figure 23 : schéma explicatif de stratégie du froid (Dissiper)

Rafrâichir : Il s'agit par un dispositif mécanique ou naturel d'apporter de la fraîcheur dans l'habitat. Quelques possibilités simples :

- Présence de l'eau (mouvement d'air > évapo-transpiration) – Bassin, mais aussi jarre de grande porosité, tissu humide, paille humide, etc.)
- Présence de la végétation (mouvement d'air > évapo-transpiration)
- Puit provençal

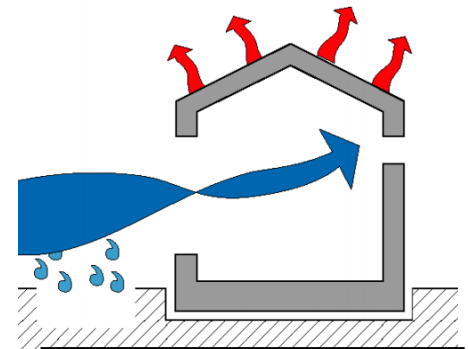


Figure 24 : schéma explicatif de stratégie du froid (rafrâichir)

Minimiser (apports internes)

➤ **Stratégie du chaud :**

Capter : L'hiver on a le maximum d'entrée solaire au Sud. On ne capte rien au Nord, et très peu à l'Est et à l'Ouest.

- Plan d'habitat très orienté au sud, c'est-à-dire :
- De grands vitrages au sud avec, plutôt les pièces de vie au sud et plutôt les pièces de service au nord
- Éviter les masques aux entrées solaires d'hiver (masques propres au bâtiment autant que les masques proches).

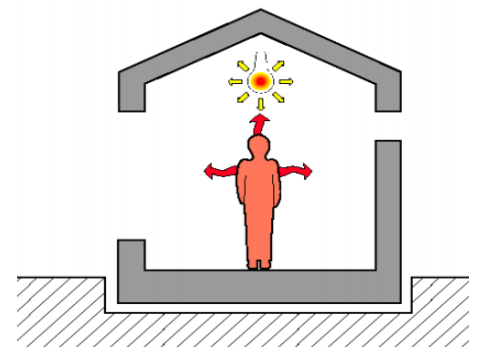


Figure 25 : schéma explicatif de stratégie du froid (Minimiser)

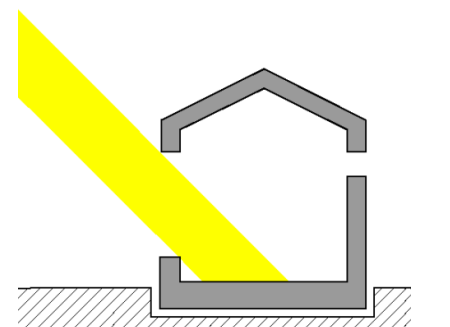


Figure 26 : schéma explicatif de stratégie du chaud (Capter)

Stocker : L'inertie par absorption

- Prévoir une inertie intérieure par absorption suffisante pour que le captage solaire direct ait un bon rendement de récupération.
- Dallages, dalles, refends en maçonnerie.

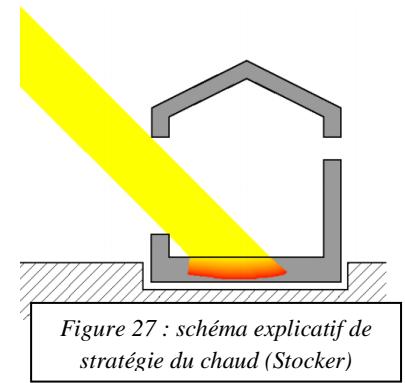


Figure 27 : schéma explicatif de stratégie du chaud (Stocker)

Distribuer : Il s'agit de distribuer l'apport solaire entré par les ouvertures au sud :

- Par les mouvements d'air avec des thermosiphons naturels (ou mécaniquement forcés). [Détails dans le cours traitant la ventilation]

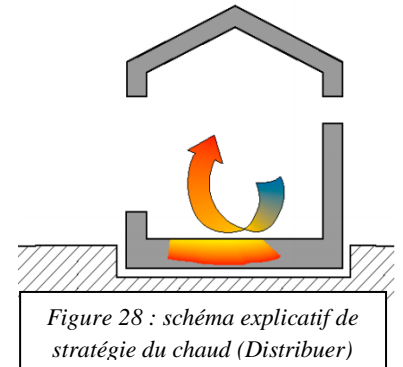


Figure 28 : schéma explicatif de stratégie du chaud (Distribuer)

Conserver : Il s'agit de d'éviter les pertes vers l'extérieur des apports solaires et des apports provenant des dispositifs de chauffage. Moyens :

- Avoir une bonne isolation de l'enveloppe (murs, toiture, sol) de l'habitat (isolants, double vitrage, éviter les ponts thermiques, menuiseries de qualité posées au droit de l'isolant, etc.) (avantage des structures bois)
- Avoir un habitat compact afin de diminuer le rapport entre les surfaces en contact avec l'extérieur et le volume intérieur. C'est le coefficient de forme : S/V qui doit être faible. Principes :

- Garder des formes simples
- Construire sur deux niveaux – Jouer sur l'effet d'échelle (semi-collectif, collectif...)

- Ne vitrer que selon les normes de l'éclairage naturel sauf au sud (1/5ème de la surface du plancher environ)

- Disposer des espaces tampons au nord (plutôt les pièces de service, rangement, atelier, garage...) - Mais aussi des doubles peaux, etc.

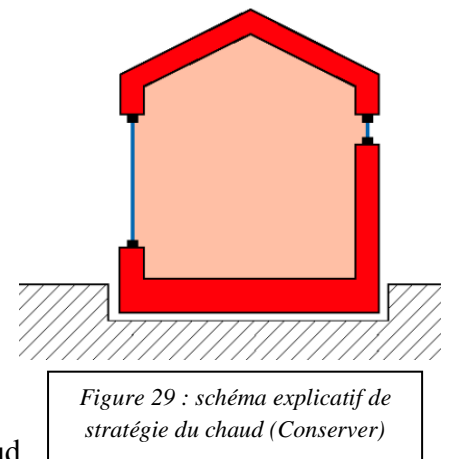


Figure 29 : schéma explicatif de stratégie du chaud (Conserver)

b) Les énergies renouvelables :

Le maintien et le développement des activités humaines sur la terre reposent sur l'existence d'énergies disponibles en abondance et à bon marché. Ces énergies se partagent en énergies renouvelables (ER), dites énergies "flux", et en énergies non renouvelables, dites énergies fossiles ou énergies "stock".

Les énergies renouvelables englobent toutes les énergies inépuisables qui, depuis toujours, nous viennent du soleil, directement sous forme de lumière et de chaleur, ou indirectement par les cycles atmosphériques et la photosynthèse. Le soleil dispense un rayonnement électromagnétique qui constitue notre source lumineuse et thermique.

Les énergies renouvelables sont largement disponibles à la surface de la Terre, et leur emploi permet actuellement d'obtenir des installations à faible et moyenne puissance, appropriée à l'échelle domestique :

- la chaleur peut être captée directement par les fenêtres ou les capteurs solaires et peut également être transformée en énergie électrique grâce aux cellules photovoltaïques ;
- le rayonnement solaire est également à l'origine des mouvements de la masse d'air, lesquels, par différences de température et de pression, produisent l'énergie éolienne ;
- l'énergie hydraulique est alimentée par l'eau, restituée au cycle naturel par les précipitations après évaporation à la surface des océans ;
- la biomasse végétale est le résultat de la transformation par photosynthèse du rayonnement solaire : elle peut être considérée comme une énergie flux (exploitation avec replantation) ou comme une énergie stock (déforestation sans replantation) ;
- l'énergie géothermique, chaleur stockée dans la masse terrestre, peut également être exploitée pour, entre autres, le chauffage des édifices (Bassin parisien, Islande, Alaska, etc.)¹⁰⁰.

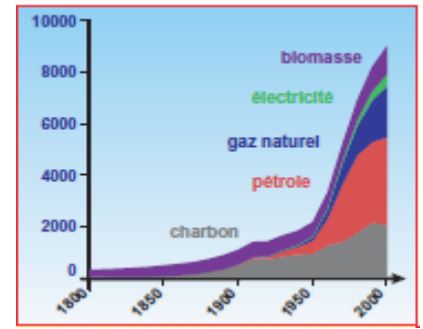


Figure 30 : évolution de la consommation mondiale d'énergie depuis le XIXe siècle

Le solaire thermique, le solaire photovoltaïque, l'éolien, la géothermie, la micro-hydroélectricité (centrale de puissance inférieure à 10 MW) et la filière bois-énergie sont les principales filières des énergies renouvelables. Une plus grande utilisation de ces énergies signifierait, à la fois, la réduction de la vitesse d'épuisement des ressources en énergies fossiles et une meilleure protection de l'environnement grâce, entre autres, à la réduction des rejets de combustion.¹⁰¹

Parmi les énergies renouvelables, certaines sont particulièrement aptes à être utilisées dans le logement¹⁰² :

- **Le solaire thermique** couvre un double champ : le chauffage des bâtiments et le chauffage de l'eau sanitaire. Des dispositifs contractuels tels que la Garantie de résultats solaires (GRS) et l'amélioration de la qualité des matériels ont été mis en place pour favoriser la diffusion du solaire thermique. La technologie du chauffage solaire s'est aussi orientée vers des systèmes moins onéreux qu'auparavant, comme les systèmes combinés qui connaissent un fort développement depuis quelques années.
- **Le solaire photovoltaïque** convertit la lumière solaire en électricité par l'intermédiaire de cellules photovoltaïques. Son utilisation concerne les "oubliés du réseau" qui, parce qu'ils sont géographiquement isolés, ne sont pas raccordés au réseau national de distribution d'électricité, mais également les bâtiments en milieu urbain qui souhaitent intégrer cette énergie respectueuse de l'environnement.
- **La géothermie**, utilisée à des fins de chauffage des bâtiments ou de production d'électricité a connu un grand développement dans les années 1980. Actuellement, en France, 205 000 logements sont chauffés de cette manière, économisant ainsi 340000tep/an.

¹⁰⁰ Traité l'architecture et l'urbanisme bioclimatique p

¹⁰¹ Ibidem

¹⁰² Ibidem

L'intégration des énergies renouvelables dans les bâtiments influence la conception de ces derniers dans ce que l'architecture a de plus fondamental : l'orientation, le mode d'ouverture, les matériaux, etc. L'architecture bioclimatique se nourrit précisément de ces "contraintes" pour produire un habitat intégrant la notion de confort, de bien-être et d'économie. Le choix d'intégrer des énergies renouvelables implique davantage que l'utilisation de technologies nouvelles dans un bâtiment. Il s'agit plutôt d'une approche globale de conception du cadre de vie qui rapproche les habitants des phénomènes naturels, qu'ils soient climatiques ou écologiques, et permette, en réduisant les nuisances des uns et des autres, de mieux vivre ensemble¹⁰³.

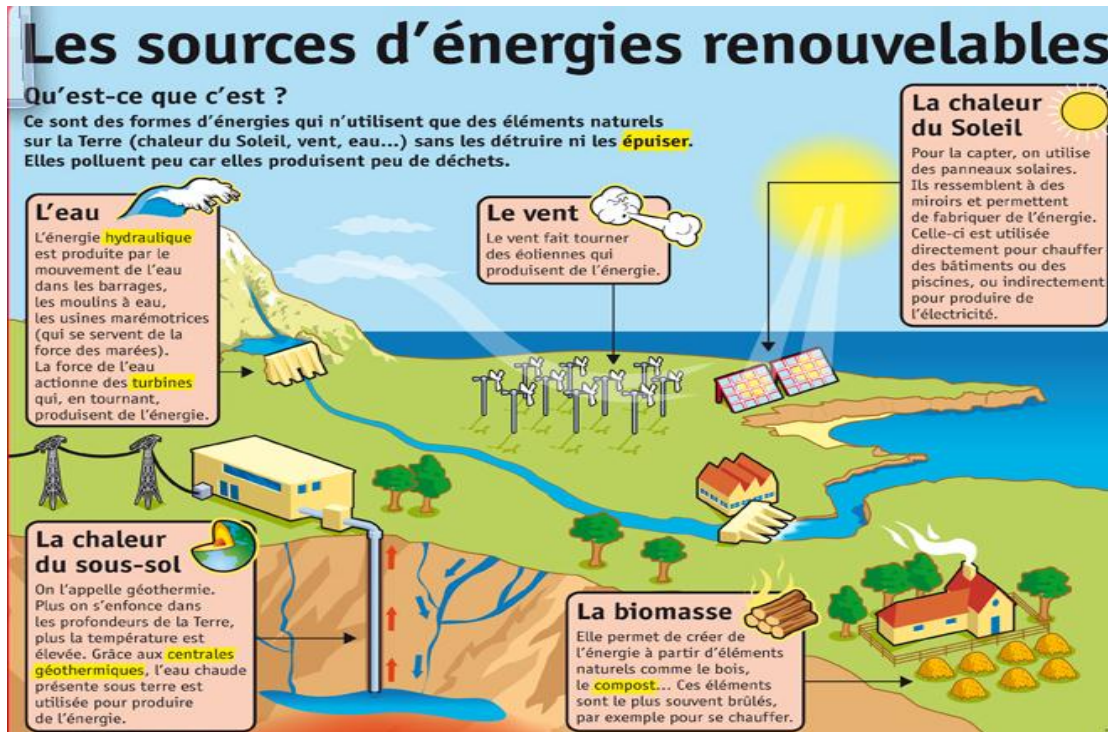


Figure 31 : source des énergies renouvelable

c) La gestion durable de l'eau :

De manière générale, notre gestion actuelle de l'eau est plutôt néfaste pour l'environnement et ne peut être envisagée comme un cycle. Nous prélevons de l'eau de qualité plus ou moins bonne (nappes, de surface) qu'il faut potabiliser à des coûts importants. Après utilisation, cette eau est rejetée dans le milieu naturel après une épuration qui coûte elle aussi cher au contribuable.

▪ La Récupération de l'eau de pluie :

Les traitements de « l'eau du robinet » toujours plus importants, entraînant une hausse du prix de cette eau (+10 % par an) que devra supporter les

collectivités, donc les consommateurs. Dans une maison, en moyenne, 20 % de l'eau est gaspillée. S'il y a des fuites sur la canalisation, cela peut représenter une perte de 150 m³/an. De même pour une fuite sur une chasse

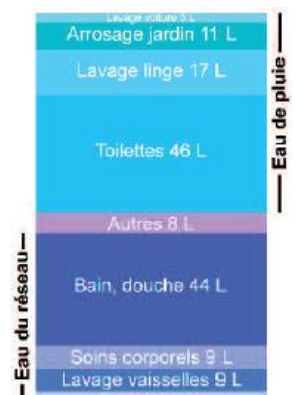


Figure 32 : utilisation des eaux pluviale

¹⁰³ Ibidem

d'eau et pour un robinet qui fuit à la goutte à goutte. Une douche consomme moins qu'un bain tout en étant plus hygiénique. Sachez qu'en prenant l'habitude de fermer le robinet, vous pouvez économiser :

- 10 litres d'eau pendant le brossage des dents
- 30 litres d'eau pendant le rasage
- 120 litres d'eau pendant la vaisselle (à la main)¹⁰⁴

- **Fonctionnement :**

La pluie qui tombe sur la toiture de la maison est canalisée dans des gouttières qui sont reliées à une cuve intérieure ou extérieure. Une pompe électrique permet d'acheminer l'eau de la cuve vers la maison où elle peut alimenter les sanitaires et la machine à laver. Il est également possible d'associer un traitement de potabilisation.¹⁰⁵

- **Pour quels usages :**

Les usages possibles de l'eau de pluie sur une journée avec une consommation moyenne d'un foyer de 4 personnes.

La récupération des eaux de pluie permet de faire des économies d'eau et donc de maîtriser le coût de l'eau du robinet.

Un tel système offre une autonomie intéressante, surtout en période estivale où les restrictions en eau sont de plus en plus fréquentes. L'eau de pluie est douce et non calcaire, ce qui réduit de 40 à 60 % l'usage de savons, adoucissants et autre anti-calcaire dans votre lave-linge, qui verra sa durée de vie augmenter, comme celui de votre linge, qui ne sera plus soumis à de l'eau calcaire (aussi appelé eau dure !)¹⁰⁶

▪ L'économie d'eau dans un Green Building :

La disponibilité de l'eau douce est devenue un sujet de préoccupation croissant dans un contexte où les pays développés et en développement sont engagés dans une véritable course pour des ressources qui se raréfient inexorablement. Le green building doit donc être conçu de façon à exploiter l'eau efficacement. La gestion des eaux usées, l'eau d'irrigation et les eaux de ruissellement sont également essentielles pour une approche durable.

L'utilisation de robinets mitigeurs diminue la consommation d'eau car il est plus facile de régler la température. Les robinets à jet d'eau restreint laissent passer moins d'eau sans qu'on s'en aperçoive lors de l'utilisation. Le gaspillage par négligence est à éviter. En effet, réparer un robinet d'eau qui fuit peut-être pénible. Mais faute d'étanchéité convenable, des dizaines de millions de mètres cubes d'eau se perdent chaque année rien qu'en France.

Les robinets mitigeurs thermostatiques permettent également de réaliser des économies. En effet, comme l'eau coule à la température prédéterminée, on économise l'eau qui se perd habituellement lors du réglage de la température de la douche. Une stratégie efficace et durable d'économies d'eau repose aussi sur la connaissance ou la prévision des consommations, la traque et la prévention des fuites.

¹⁰⁴ Guide de l'éco-construction dans le val d'oise page 32

¹⁰⁵ Ibidem p 33

¹⁰⁶ Ibidem

Le remplacement du matériel inadapté et l'utilisation de dispositifs « hydroéconomiques », la communication et la sensibilisation des usagers sont également des sources potentielles d'économie d'eau.

- La récupération et utilisation des eaux de pluie

L'eau de pluie qui est une ressource naturelle inépuisable a sa place dans le green building. Collectée en aval de toiture, l'eau de pluie est stockée dans une cuve après ruissellement sur le toit. Qu'elle soit polluée ou non, l'eau de pluie est naturellement légèrement acide (pH de 5 à 6) en raison de sa teneur en dioxyde de carbone CO2 présent dans l'atmosphère. Grâce à cette acidité, il est recommandé de ne pas la stocker dans des matériaux plastiques ou métalliques. Pour les usages domestiques, l'idéal est une citerne en béton ou pierre calcaire qui permet de bien neutraliser l'acidité naturelle de l'eau de pluie.

L'eau de pluie n'est que rarement récupérée et souvent utilisée pour le jardin uniquement. Son usage doit pourtant se systématiser à la fois pour désengorger les réseaux d'évacuation et pour économiser une ressource qui se raréfie et pèse sur le budget des ménages. Le « bon sens paysan » a toujours poussé à mettre un récipient sous sa gouttière afin de récupérer l'eau de pluie. Optimisée, la récupération permet d'être autonome en eau, sans que cela soit forcément visible, ni inesthétique.

Dans certains bâtiments, les eaux pluviales sont récupérées, traitées et réutilisées dans le cadre d'applications qui ne requièrent pas d'eau potable. Ce type de solution contribue à diminuer les besoins en eau douce au niveau du réseau public tout en évitant la propagation de polluants par les ruissellements. D'autres solutions ont vu le jour, comme les toits verts qui, en plus de stopper les eaux pluviales, apportent une oasis de verdure en milieu urbain et bien d'autres avantages.

d) Gestion des déchets :

Il y a plusieurs principes de gestion des déchets dont l'usage varie selon les pays ou les régions. La hiérarchie des stratégies (règle des trois R) : Réduire, Réutiliser et Recycler ; classe les politiques de gestion des déchets selon la préférence qu'on doit leur accorder.

Certains experts en gestion des déchets ont récemment ajouté un « quatrième R » : « Repenser », qui implique que le système actuel a des faiblesses et qu'un système parfaitement efficace exigerait qu'un regard totalement différent soit porté sur les déchets.

Il faut maintenant considérer les déchets comme une ressource à exploiter et non comme des rebuts dont il faut se débarrasser. Les méthodes pour produire de nouvelles ressources à partir de déchets sont diverses et nombreuses : par exemple on peut extraire les matières premières des déchets puis les recycler, ou les brûler pour produire de l'électricité. Ces méthodes sont en plein développement, grâce notamment aux apports des nouvelles technologies.



Figure 33 : recyclage des déchets

- La réduction des déchets et de substances toxiques :

Une bonne conception du green building aide les occupants à réduire la quantité de déchets générés, elle offre ainsi des solutions telles que des bacs de compostage, afin de réduire la quantité de matière à enfouir. L'architecture verte vise également à réduire le gaspillage d'énergie, d'eau et les matériaux utilisés pendant la construction. Cela diminue considérablement la quantité de matériau à envoyer à la décharge pendant la phase de construction. Le green building évite l'enfouissement systématique des matériaux issus des bâtiments en fin de vie, par le recyclage et la récupération. L'extension de la durée de vie utile d'une structure permet également de réduire les déchets.

La qualité de l'air intérieur (QAI) est un facteur important dans le green building. Pour cela, il faut aussi chercher à réduire les composés organiques volatils ou COV, et d'autres impuretés de l'air tels que les contaminants microbiens. Le système de ventilation doit être bien conçu pour assurer une ventilation adéquate et filtration de l'air ainsi que d'isoler les opérations (cuisines, nettoyage à sec, etc.) à partir d'autres occupations.

Lors de la conception et de la construction, le choix des matériaux de construction et des produits de finition intérieure est fait pour réduire aussi les substances toxiques dans le bâtiment. En effet, de nombreux matériaux de construction et de nettoyage / produits d'entretien, dégagent des gaz toxiques, tels que les COV et le formaldéhyde. Ces gaz peuvent avoir un impact négatif.

5.5. Quelques techniques de mise en œuvre¹⁰⁷ :

▪ L'isolation des murs extérieurs :

Dans un bâtiment, le mur est la paroi qui présente le plus de contacts avec l'extérieur, donc le plus d'échanges thermiques. C'est aussi la plus sollicitée mécaniquement (support des planchers et de la toiture, résistance aux éléments naturels : vents, séisme, etc.), et la plus complexe puisque c'est elle qui comporte la quasi-totalité des passages entre l'intérieur et l'extérieur (portes, fenêtres). Les murs représentent aussi la plus grande quantité de matière. Il n'est donc pas étonnant que ce soit souvent par les matériaux des murs que l'on désigne un bâtiment : « une maison en pierres, en parpaings, en paille... ». Pour dire que c'est une maison dont les murs sont construits avec ces matériaux.

Il existe une grande variété de propositions techniques pour assurer l'isolation des murs du green building. La solution de base est la construction de murs isolants (murs assemblés à structure bois et murs maçonnés). Dans cette famille on a :

- Les murs maçonnés à isolation répartie : monomurs en terre cuite, en béton cellulaire et en blocs de béton allégés;
- Les murs isolés par l'extérieur : isolation enduite sans lame d'air, isolation sous bardage avec lame d'air et les murs maçonnés à double paroi ;
- Les murs isolés par l'intérieur : isolation par panneaux ou blocs à enduire, isolation sur ossature bois rapportée et l'isolation avec contrecloisons maçonnées ;

Les murs « bois » et « ossature bois » : murs en bois massif isolés, en ossature bois et remplissage isolant à sec, remplissage bétons légers et en ossature bois et remplissage bottes de paille.

Les murs à isolation répartie ou monomurs sont constitués par des blocs à maçonner autoporteurs et autosuffisants du point de vue thermique dans la plupart des cas. Ils sont constitués de matériaux allégés : terre cuite porosée à multiples perforations, béton cellulaire, ou granulats légers liés par un ciment (pierre, argile expansée, etc.). Il est possible de réaliser une correction thermique des murs maçonnés par :

¹⁰⁷ (En ligne) http://www.legrand.com/FR/greenbuildingdescription_12849.html

- la pose d'une isolation de faible épaisseur côté intérieur et/ou extérieur ;
- la projection d'un enduit isolant côté intérieur et /ou extérieur ;
- la pose d'un parement intérieur à faible effusivité.

▪ L'isolation des sols :

Il existe principalement trois types de sols, selon leur position dans le bâtiment et leur fonction thermique entre l'espace habité et l'extérieur :

- les sols de rez de chaussée en contact direct avec le terrain, ou sols sur terreplein : sols à forte inertie (isolation sous dalle), à inertie moyenne (isolation sous chape) et les sols à faible inertie ;
- les sols séparés du terrain par un espace vide non chauffé (planchers sur espaces non chauffés).
- les sols intermédiaires entre étages habités et chauffés.

La conception de l'isolation des sols sur terreplein se fait en fonction de quelques grands critères :

- le niveau d'inertie recherché ;
- la fonction thermique du sol (passive, ou active avec un plancher chauffant) ;
- le type de revêtement intérieur envisagé (carrelage, béton, terre crue, parquet bois, sol souple collé...

En construction neuve green building, les systèmes les plus logiques du point de vue thermique, économique et environnemental, sont généralement les planchers à structure bois, auxquels on pourra apporter l'inertie souhaitée pour les espaces intérieurs par une chape sèche ou humide. Par ailleurs, les contraintes thermiques pour les planchers entre étages chauffés sont souvent accompagnées d'exigences de confort phonique dont il faut tenir compte. Les sols des greniers, combles non chauffés doivent être pris en compte dans l'isolation des toitures.

▪ L'isolation des toitures :

Les toitures sont des éléments très importants dans la construction d'un green building. Elles aident à contrôler le flux d'air et d'humidité dans le bâtiment et l'isolent également des températures extrêmes. Dans la plupart des constructions anciennes, la fonction protectrice de cet abri n'incluait pas la fonction thermique d'isolation à proprement parler, qui était affectée au dernier plancher, celui du grenier. On parle de « toitures froides ».

Aujourd'hui, il est rare que l'on ne regroupe pas ces deux fonctions de protection et d'isolation afin de rendre habitable l'ensemble des volumes contenus par les parois extérieures. Mais ce « gain » d'espace se double d'une complexification de la toiture en tant que paroi extérieure.

L'isolation de la toiture devra donc tenir compte non seulement de l'épaisseur de l'isolant mais également de sa densité (inertie de transmission) et de tous les ponts thermiques et points d'inétanchéité possible à l'air. L'utilisation massive en toute logique constructive du bois pour ses qualités mécaniques, a permis déjà de réduire les ponts thermiques grâce à sa conductivité relativement basse.

Pour remédier aux effets de l'inertie de transmission sur la toiture, les premières dispositions sont d'ordre constructif :

- une couverture faiblement « caprice » (toiture végétale) ;
- une lame d'air sous couverture dimensionnée pour un véritable tirage thermique, qui, selon la pente, peut représenter des épaisseurs importantes (plus de 10 cm pour une pente de 30 %) et des aménagements spécifiques des entrées et sorties du flux d'air ;
- un parement intérieur (plafond) à forte inertie.

La toiture végétale ou toit vert est un gros atout écologique pour les constructions durables de type green building. Elle cumule tous les avantages d'une construction durable. Installée sur les terrasses ou les toits peu pentus, elle s'inscrit dans une démarche de développement durable en proposant une isolation naturelle des bâtiments. En effet, dans le cadre d'un milieu urbain, un toit végétalisé permet de concourir à la restauration de la biodiversité. Cette solution offre également de belles perspectives en matière de filtration et d'épuration biologique des eaux de pluies. Elle permet aussi de limiter les apports massifs d'eau de pluie dans les canalisations d'eaux pluviales. La végétalisation des toits en milieu urbain permet aussi de réduire les taux de CO₂ dans l'air tout en fixant les principales pollutions (poussières atmosphériques et pollens).

En outre, la technique du toit végétal permet d'isoler naturellement le bâtiment. Le mélange de terre et de végétaux enracinés sur les toits permet en effet de réaliser des toitures étanches à l'air et à l'eau mais aussi résistantes au vent et au feu. Depuis quelques années, la pratique de la toiture végétale s'inscrit de fait dans les pratiques écologiques des constructions durables, la version architecturale de la philosophie du développement durable. En effet, les toitures végétalisées des terrasses permettent de protéger les matériaux imperméabilisants (membrane isolante) des U.V. et du rayonnement thermique solaire. Cette protection naturelle permet d'espérer une durée de 30 à 50 ans pour la membrane d'étanchéité.

▪ La plomberie et l'électricité dans un green building :

La plomberie est aussi un autre élément important de confort, d'économie et de sécurité dans un green building. Sa mise en place est une étape nécessaire dans la construction. L'eau est en effet nécessaire pour le confort des habitants, aussi bien au niveau de l'hygiène que de l'alimentation. Face au défi pour préserver l'environnement, les spécialistes réussissent peu à peu à mettre en place la plomberie écologique. Cette dernière doit être conçue de manière à produire le moins d'énergie grise possible et doit se coordonner au reste de la maison.

Les matériaux de plomberie d'un green building doivent être fabriqués de manière à respecter l'environnement. Les constructeurs tâchent en effet d'utiliser le moins de carbone possible ainsi que d'améliorer leur isolation thermique afin de limiter les pertes de chaleur. Les spécialistes s'efforcent également de faire des efforts dans les domaines d'économie d'eau, de plomberie solaire, de respect de l'environnement et de fausses sceptiques. Il est important d'entretenir la plomberie ou de changer régulièrement, afin d'éviter qu'elle ne devienne toxique, aussi bien pour l'environnement que pour la santé.

Les canalisations en polyéthylène sont des canalisations en plastique recyclé. Elles sont assez intéressantes du point de vue sanitaire, et surtout au plan écologique parce qu'issus du recyclage. Hélas, elles ne sont pas très résistantes et supportent mal la chaleur et les fortes pressions. En outre, l'utilisation de canalisations en plastique, pour les systèmes d'aspirateur central, les entrées d'air froid pour les cheminées et chauffages au gaz, peut contribuer à réduire les courants d'air dans l'environnement familial.

Les canalisations en PVC représentent un bouleversement pour l'environnement. En effet, la consommation en énergie grise pour leur fabrication est très importante, leur élimination pose également des problèmes et leur fiabilité n'est pas bonne : le pvc devient friable avec le gel et son étanchéité commence à se dégrader au bout d'une trentaine d'années en terre, une dizaine seulement au soleil. Le PVC est produit à partir de pétrole et de sel. Il contient des plastifiants dangereux pour la santé, notamment de l'ester phtalique. Entre aussi dans sa composition des stabilisants à base de métaux lourds toxiques, des agents ignifugeants à base de paraffine chlorée, nocive pour la santé, ou des dérivés d'antimoine, réputés cancérigènes. Ces substances posent par ailleurs des problèmes lors de leur production et de leur élimination.

Dans le green building le bon choix de la robinetterie engendre d'importantes économies d'eau, comme :

- Les mitigeurs : ils permettent une économie considérable d'eau chaude, donc d'énergie pour produire celle-ci
- Le robinet thermostatique : avec un robinet de douche classique, une grande quantité d'eau est perdue lorsque l'on ajuste la température. Avec un robinet thermostatique, on règle d'un côté la température directement grâce à la graduation inscrite sur l'appareil, et de l'autre la pression désirée ;
- Le réducteur de débit : il s'installe sur une pomme de douche à la base du flexible et permet de réduire le débit d'eau de moitié tout en gardant la même pression de jet
- Le mousser : il s'installe sur le robinet et permet d'une part d'éviter les fuites et d'autre part de diminuer le débit tout en conservant une pression identique par rapport à un robinet non équipé. La quantité d'eau est réduite mais compensée par de l'air.

Il est tout à fait possible de produire soi-même son électricité avec des modes de production écologiques, grâce à l'énergie photovoltaïque, l'énergie éolienne ou l'énergie hydraulique. Il est aussi possible de choisir une électricité écologique chez les fournisseurs. Le comité de liaison des énergies renouvelables et WWF France ont créé le label Eve (Électricité Verte Écologique) pour mieux s'y retrouver parmi les offres des différents fournisseurs d'électricité écologique. L'idée est d'assurer, avec un réel souci de transparence, une électricité produite dans le respect de l'environnement et le développement des énergies renouvelables. De son côté, Greenpeace a lancé son comparateur d'offres vertes, Ecolo Watt.

Le plastique joue un rôle important dans le monde de la haute technologie et est souvent pris pour acquis. Les plastiques utilisés, dans la fabrication des composants électriques d'une installation, doivent être particulièrement bien adaptés pour répondre aux besoins simultanés de sécurité électrique et d'incendie. La durabilité du plastique des composants électriques permet d'avoir des produits qui durent longtemps.

Conclusion :

La connaissance des propriétés des produits ou procédés de construction est fondamentale pour l'ensemble des professionnels qui participent à l'acte de construire. En effet le respect des exigences de stabilité de l'ouvrage, d'isolation thermique et acoustique, de sécurités de confort et d'environnement est directement lié aux performances et capacité des matériaux. Ainsi, pour sécuriser vos travaux et garantir leur qualité dans le temps, vous avez le temps, vous avez tout intérêt à réaliser des travaux et utiliser des produits ou procédés qui correspondent à une technique de construction normalisée.

Conclusion générale :

Depuis la fin du 19ème siècle la montée des constructions n'a jamais cessé. L'imagination des architectes a été libérée par les nouvelles techniques de fabrication, se basant sur de nouveaux matériaux qui ont permis de réaliser des formes plus complexes.

L'utilisation des nouvelles technologies de fabrication devient un sujet de réflexion des décideurs de notre pays, afin de passer d'une aire classique à une aire plus évoluée, écologique et respectueuse de l'environnement. Sa réussite nécessite une équipe pluridisciplinaire et une main d'œuvre qualifiée qu'il faudra former dès maintenant. Rien n'est impossible, il suffit juste d'une bonne volonté et la contribution des pouvoirs publics.

Deuxième CHAPITRE
LOIS ET REGLEMENTATIONS

Introduction :

Depuis vingt ans, le problème climatique s'est hissé au sommet de l'agenda mondial, et un processus multilatéral s'est mis en place pour y répondre. Or, les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, responsables des dérèglements climatiques, ont atteint un niveau record en 2013. Comment apprécier le bilan de ces négociations ? Revenant sur le traitement politique du changement climatique, du protocole de Kyoto à aujourd'hui, les auteurs proposent une analyse de ces enjeux et d'une gouvernance qui suscite autant d'attentes qu'elle crée de désillusions.¹⁰⁸

1. La Politique environnementale Mondiale :

1.1. Définitions :

La politique environnementale est définie comme :

- a) Déclaration par l'organisme de ses intentions et de ses principes relativement à sa performance environnementale globale qui fournit un cadre à l'action et à l'établissement de ses objectifs et cibles environnementaux. (ISO 14001)¹⁰⁹
- b) Une déclaration effectuée par l'établissement sur ses intentions et principes par rapport à son comportement environnemental en général, qui offre un cadre à son action et établit ses objectifs et buts en matière d'environnement. La Politique environnementale est définie au plus haut niveau hiérarchique¹¹⁰

1.2. Principes généraux :

La politique environnementale repose sur les principes de la précaution, de la prévention et de la correction de la pollution à la source, ainsi que sur le principe du « pollueur-payeur ». Le principe de précaution est un outil de gestion des risques qu'il est possible d'invoquer en cas d'incertitude scientifique au sujet d'un risque présumé pour la santé humaine ou pour l'environnement que ferait peser une action ou une politique donnée. Par exemple, en vue d'éviter des dommages pour la santé humaine ou l'environnement, en cas de doute sur un effet potentiellement dangereux d'un produit, des instructions peuvent être données pour faire cesser la distribution de ce produit ou pour le retirer du marché si des incertitudes persistent à la suite d'une évaluation scientifique objective. Ces mesures doivent être proportionnées et non discriminatoires, et doivent être réexaminées dès que des informations scientifiques complémentaires sont disponibles.

Le principe du « pollueur-payeur » est mis en œuvre par la directive sur la responsabilité environnementale (DRE), qui vise à prévenir ou sinon à corriger les dommages environnementaux, qu'ils soient causés aux espèces protégées ou aux habitats naturels, à l'eau et aux terres. Les opérateurs de certaines activités professionnelles, telles que le transport de substances dangereuses, ou d'activités impliquant un rejet dans l'eau, doivent prendre des mesures préventives en cas de menace imminente pour l'environnement. Si des dommages sont déjà survenus, ils sont tenus de prendre les mesures appropriées pour y remédier et payer les coûts y afférents. Le champ

108 Gouverner le climat ? 20 ans de négociations internationales Stefan Aykut, Amy Dahan

109 <http://www.agrojob.com/dictionnaire/definition-politique-environnementale-2598.html>

110 http://www.dictionnaire-environnement.com/politique_environnementale_ID369.html

d'application de la directive a été étendu trois fois afin d'inclure la gestion des déchets d'extraction, l'exploitation des sites géologiques de stockage et la sécurité des opérations pétrolières et gazières en mer. En avril 2016, la Commission a adopté un rapport sur l'expérience acquise dans les États membres lors de l'application de la directive et prépare actuellement un plan d'action sur cette base.

En outre, l'intégration des préoccupations environnementales dans les autres domaines d'action de l'Union est devenue un concept important de la politique européenne (consacré à présent à l'article 11 du traité FUE), qui est né à la suite d'une initiative du Conseil européen tenu à Cardiff en 1998 (le « processus de Cardiff »). Ces dernières années, l'intégration de la politique environnementale a progressé considérablement dans le domaine de la politique énergétique par exemple, comme en témoignent le développement parallèle du paquet climat et énergie de l'Union européenne ou la feuille de route vers une économie compétitive à faible intensité de carbone à l'horizon 2050, qui examine les moyens peu coûteux de rendre l'économie européenne plus favorable au climat et moins consommatrice d'énergie. Elle montre comment les secteurs responsables des émissions de l'Europe — production d'électricité, industrie, transport, bâtiment, construction et agriculture — peuvent opérer la transition vers une économie à faibles émissions de carbone dans les décennies à venir.¹¹¹

1.3. Les instruments des politiques de l'environnement :

Pour mener une politique de l'environnement dans le cadre d'un développement durable, les instruments des politiques de l'environnement sont de nature diverse. Outre les outils comme l'évaluation, l'étude d'impact, l'information, la consultation et la participation du public, on distingue, classiquement, cinq catégories d'instruments des politiques de l'environnement :

- a) **La réglementation** : outil traditionnel, la réglementation consiste à interdire, autoriser, contrôler ou vérifier des comportements potentiellement dommageables à l'environnement. Elle peut concerner soit les émissions de certaines substances ou l'utilisation de certains produits, soit le recours à des technologies ou processus de production (agricoles ou industriels). On peut citer par exemple la réglementation sur les installations classées pour la protection de l'environnement, la protection du patrimoine naturel (parcs nationaux, réserves naturelles, sites classés, etc.), les servitudes.¹¹²
- b) **La fiscalité environnementale** : cet instrument a principalement pour objet de modifier les prix des biens et services, et, par-là, les comportements, dans un sens plus favorable à l'environnement. Les aides (subventions ou exonérations fiscales) constituent un instrument de nature proche, en théorie, des taxes, mais ont un impact positif en incitant à l'achat d'un bien ou d'un service favorable à l'environnement. On peut citer les aides des agences de l'eau ou de l'ADEME, les réductions d'impôts sur le revenu pour les dépenses d'économies d'énergie ou d'achats de véhicules propres.¹¹³
- c) **Les marchés de droits** : cet instrument, récent, permet qu'une quantité déterminée de pollution ou de consommation de ressources naturelles soit répartie entre agents par un marché où s'échangent ces droits. Chaque agent doit émettre ou consommer un niveau égal à

111 Politique environnementale : principes généraux et cadre de base fiches techniques sur l'union européenne - 20171

112 Consultation nationale pour la charte d'environnement p 1

113 Ibidem

la quantité de droits qu'il a acquis afin que le seuil maximum fixé ne soit pas globalement dépassé.¹¹⁴

- d) **Les instruments volontaires** : il s'agit d'accords volontaires, individuels ou collectifs, et toutes les démarches d'information : certification, labels, rapport environnemental des entreprises. L'information environnementale peut parfois présenter un caractère obligatoire (rapport environnemental et social des entreprises cotées en bourse). La planification : il s'agit d'un instrument important des politiques de l'environnement définissant des objectifs à moyen ou long terme avec une force contraignante variable. On peut citer ici les schémas de cohérence territoriaux, les plans locaux d'urbanisme, les plans de déplacements urbains, les plans départementaux et régionaux en matière de déchets, les schémas de services collectifs, notamment sur les espaces naturels et ruraux, les transports et l'énergie, le plan de développement rural national, etc.¹¹⁵

1.4. Action internationale :

À l'issue du premier sommet de la terre à Stockholm en 1972, la conférence des Nations unies décide de créer le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE), qui aura pour mission de :

- ✓ Coordonner les activités des Nations unies dans le domaine de l'environnement ;
- ✓ Assister les pays dans la mise en œuvre de politiques environnementales ;
- ✓ Encourager le développement durable

L'Organisation météorologique mondiale (OMM) et le PNUE créent, en 1988, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) ; il est ouvert à tous les pays membres de l'ONU et de l'OMM.¹¹⁶

1.5. Normes, lois, certification et réglementation pour l'environnement :

Certaines normes sont récentes et vont dans le sens des économies d'énergie et du respect de l'environnement. D'autres lois peuvent par contre constituer des entraves à la réalisation d'un projet innovant de maison écologique. Dans tous les cas, il vaut mieux bien connaître les lois avant de se lancer dans un projet de construction écologique¹¹⁷.

a) La réglementation thermique :

Depuis 2001, les nouvelles constructions sont soumises à des réglementations qui fixent une consommation en énergie à ne pas dépasser, variable selon les régions et les zones d'habitation.

Depuis novembre 2006, toutes les nouvelles constructions ne doivent pas dépasser la consommation de 85 kWh par mètre carré et par an. Ces nouvelles réglementations encouragent également à la consommation d'énergies renouvelables. Un bilan thermique doit être effectué à la fin des travaux pour s'assurer de la consommation. Le but de cette réglementation est de réduire les

114 Ibidem

115 Ibidem

116 Wikipédia

117 <http://www.construire-ecologique.org/reglementations-diagnostic.html>

pertes énergétiques globales de 15% et de réduire de 10% les pertes engendrées par la mauvaise isolation des murs.

D'ici 2020, le gouvernement français souhaiterait réduire de 40% la consommation énergétique dans l'habitat et arriver à une consommation de l'ordre de 25kWh par mètre carré et par an d'ici 2050. Il faut noter que dans les pays nordiques, les normes qui vaudront pour 2050 en France sont déjà depuis quelques années en application.¹¹⁸

b)Le diagnostic haute performance énergétique :

Le diagnostic de performance énergétique est réalisé par des professionnels et permet de classer les maisons à la vente ou à la location avec des étiquettes allant de A à G.¹¹⁹

Il y a deux types d'étiquettes : les étiquettes allant de vert foncé (A) à rouge (G) et les étiquettes allant de blanc (A) à mauve (G). Les premières concernent la consommation d'énergie et les secondes permettent de connaître l'impact de cette consommation sur l'environnement (émissions de gaz à effet de serre).

La réalisation de ces diagnostics est obligatoire depuis novembre 2006 et pour tous les contrats de location depuis le 1er juillet 2007.¹²⁰

Tableau 03 : Consommation d'énergie¹²¹


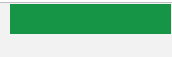












	< à 50 kw/h par mètre carré et par an
	de 51 à 90 kw/h par mètre carré et par an
	de 91 à 150 mètre kw/h par mètre carré et par an
	de 151 à 230 kw/h par mètre carré et par an
	de 231 à 330 kw/h par mètre carré et par an
	de 331 à 450 kw/h par mètre carré et par an
	> à 450 kw/h par mètre carré et par an

Tableau 04 : Emission de gaz à effet de serre

	< de 6Kg de CO2 par mètre carré et par an
	de 6 à 10 Kg de CO2 par mètre carré et par an
	de 11 à 20 Kg de CO2 par mètre carré et par an
	de 21 à 35 Kg de CO2 par mètre carré et par an
	de 36 à 55 Kg de CO2 par mètre carré et par an
	de 56 à 80 Kg de CO2 par mètre carré et par an
	> à 80 Kg de CO2 par mètre carré et par an

118 <http://www.construire-ecologique.org/reglementations-diagnostic.html>

119 Ibidem

120 Ibidem

121 Ibidem

c) La démarche Haute Qualité Environnementale :

La démarche Haute Qualité Environnementale (HQE) est un sigle établi depuis les années 1990 et crée conjointement par l'ADEME et l'association des industriels des matériaux de construction.

Volontaire, elle prend en compte, dans la réalisation d'un projet de construction et/ou d'aménagement, les critères environnementaux définis en 14 cibles regroupées en 4 familles : écogestion, écoconstruction, confort et santé. Dans le cadre de l'opération, un système de management environnemental est également mis en place.¹²²

Depuis novembre 2006, toutes les nouvelles constructions ne doivent pas dépasser la consommation de 85 kWh par mètre carré et par an. Ces nouvelles réglementations encouragent également à la consommation d'énergies renouvelables. Un bilan thermique doit être effectué à la fin des travaux pour s'assurer de la consommation. Le but de cette réglementation est de réduire les pertes énergétiques globales de 15% et de réduire de 10% les pertes engendrées par la mauvaise isolation des murs.

En 1996, l'association HQE propose une démarche expérimentale qualitative qui se base sur deux objectifs : améliorer la qualité environnementale des bâtiments et mieux manager les opérations pendant la construction.

La démarche de Haute Qualité Environnementale propose ainsi des « cibles » qui font office de charte. Ces cibles renvoient à l'écoconstruction, l'éco-gestion, le confort et la santé.¹²³

Écoconstruction	Cible 1 : une bonne relation entre le bâtiment et son environnement	✓ Prise en compte du contexte dans lequel est construit l'habitat (voisinage, terrain, riverains, nuisances sonores, pollution) et aménagement qui vise à créer un cadre agréable.
	Cible 2 : un choix intégré des produits, des systèmes et des procédés de construction	✓ Adaptabilité et durabilité du bâtiment, ✓ Choix des procédés et des produits de construction dans le but de limiter les impacts environnement de l'ouvrage.
	Cible 3 : Chantier à faible nuisance environnementale	✓ Réduction des nuisances, de la pollution ✓ Maîtrise des ressources et des déchets.
Eco-gestion	Cible 4 : Gestion de l'énergie	✓ Maîtrise des équipements en vue de la réduction de la consommation des énergies non renouvelables.
	Cible 5 : Gestion de l'eau	✓ Récupération des eaux de pluies ✓ Économies d'eau potable ✓ Assainissement des eaux usées
	Cible 6 : Gestion des déchets d'activité	✓ Valorisation des déchets, collecte interne et externe, tri sélectif.
	Cible 7 : Gestion de la maintenance	✓ Optimisation des besoins en maintenance, facilité d'accès et mise en place de procédés de gestion.
confort	Cible 8 : confort hygrothermique	✓ Création de confort hygrothermique dans les bâtiments climatisés et non climatisés, en hiver, en été et en mi- saison.
	Cible 9 : confort acoustique	✓ Dispositions permettant de favoriser un bon confort acoustique Assurer une bonne isolation acoustique et protéger du bruit le

¹²² 100 mots p13

¹²³ <http://www.construire-ecologique.org/reglementations-diagnostic.html>

		voisinage.
	Cible 10 : confort visuel	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Eclairage artificiel satisfaisant et confortable ✓ Profiter de manière optimale des apports extérieurs de lumière Disposer d'un éclairage artificiel en extérieur.
	Cible 11 : confort olfactif	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Réduire et limiter toutes les sources d'odeurs désagréables.
Santé	Cible 12 : qualité sanitaire des espaces	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Créer de bonnes conditions d'hygiène ✓ Limiter les nuisances issues de l'espace intérieur ✓ Faciliter le nettoyage.
	Cible 13 : qualité sanitaire de l'air	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Maîtriser les risques de pollution par les produits et les équipements ✓ Assurer une bonne ventilation ✓ Vérifier l'absence d'amiante et limiter les risques de pollution par le radon.
	Cible 14 : qualité sanitaire de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> *Contrôler l'accès aux réseaux de distribution collective d'eau potable *Maintenir la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine

Tableau 05 : les cibles de la démarche écologique

d) La certification LEED¹²⁴ :

➤ Présentation

La certification LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), est un système international de certification pour le green building. Elle a été développée en mars 2000, par l'U.S. Green Building Council, une association américaine dédiée à la promotion de bâtiments rentables, agréables à vivre et ayant une bonne performance environnementale. Elle fournit aussi des outils permettant d'aider les propriétaires et exploitants d'immeubles dans les domaines comportant des impacts humains et environnementaux. Son approche basée sur le développement durable, s'appuie sur la performance dans six domaines importants de la santé humaine et environnementale :

- Aménagement écologique des sites
- Gestion efficace de l'eau
- Énergie et atmosphère
- Matériaux et ressources
- Qualité des environnements intérieurs
- Innovation et processus de design.

La certification LEED permet de répondre à ces besoins fondamentaux tout en offrant une reconnaissance des efforts déployés pour y parvenir. Elle permet de réduire l'impact du bâti sur l'environnement tout en minimisant les coûts associés à son cycle de vie. La certification LEED est accordée à des bâtiments qui ont démontré un souci de viabilité en respectant des normes de performance plus élevées en matière de responsabilité environnementale et d'efficacité énergétique.

¹²⁴ http://www.legrand.com/FR/greenbuildingdescription_12849.html

➤ Les crédits pour l'obtention de la certification LEED

Les conditions préalables :

Un certain nombre de conditions préalables sont obligatoires avant la notation et l'obtention de la certification LEED green building :

- Prévention des pollutions dues aux activités de construction (contrôle de l'érosion et des sédiments)
- Mise en service des systèmes d'énergie de base du bâtiment
- Performance énergétique minimale
- Réduction des CFC dans les équipements de CVCA (Chauffage, Ventilation et Climatisation d'Air) et gestion fondamentale des réfrigérants et élimination des halons (composé chimique halogéné bromé)
- Collecte et entreposage des matériaux recyclables
- Performance minimale au niveau de la QAI
- Contrôle de la fumée de tabac ambiante (FTA)

Le but de cette condition préalable est entre autres de contrôler et de réduire l'érosion des surfaces et réduire l'impact négatif sur les eaux environnantes et la qualité de l'air. Les mesures d'atténuation permettent de préserver la couche superficielle du sol pendant la construction contre le ruissellement des eaux pluviales ainsi que le déplacement de sable par des vents violant. Elle impose aussi des mesures pour empêcher le dépôt de sable et de matériaux divers dans les égouts d'évacuation d'eaux pluviales. Pour répondre à ces exigences, certaines mesures de conception proposent des clôtures anti érosion, l'enfouissement temporaire ou permanent et des bassins pouvant piéger les divers matériaux.

Les crédits LEED par domaine :

La certification est attribuée en fonction du total des points obtenus suite aux vérifications et examens. Chacun des domaines dispose d'une série de crédits couvrant les problèmes environnementaux les plus importants. Chaque crédit peut donner un ou plusieurs points en fonction des progrès accomplis au vu des exigences. Les critères sont définis dans des directives détaillées pour différents types de construction, telles que les constructions neuves et les bâtiments existants, les écoles, le secteur de la santé, les locaux commerciaux et les intérieurs de locaux commerciaux green building. Sur la base d'une notation d'ensemble de l'immeuble, un certificat est attribué, dans la catégorie. Quatre niveaux de reconnaissance peuvent être attribués en fonction du résultat : certifié « Certified », argent « Silver », or « Gold » et platine « Platinum ».

e) La certification BREEAM :

La certification BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment) évalue la performance des bâtiments sur le système de management, l'énergie, la santé, le bien-être, la pollution, le transport, l'occupation des sols, la biodiversité, les matériaux et l'eau. Des points sont attribués sur chacun de ces aspects en fonction des performances atteintes. Un système de pondération permet d'agréger ces notes et d'obtenir en fin une note globale. Celle-ci, accordée sous forme de certificat, peut ensuite être utilisée à des fins promotionnelles¹²⁵.

Développée au Royaume-Unis, la méthode aide les professionnels de la construction à comprendre et à réduire l'impact environnemental des bâtiments à chaque étape de leur processus de construction. À l'aide de cette méthode, le Building Research Establishment (BRE) est capable de mesurer l'impact de matériaux de construction spécifiques en vue de produire des profils environnementaux reflétant leurs performances en la matière. Elle permet de constituer des profils environnementaux pour chaque matériau entrant dans la composition d'une construction, sur la base d'une évaluation portant sur l'analyse du cycle de vie¹²⁶.

Ainsi, le développement de la méthode BREEAM et l'utilisation qu'il en est faite démontrent qu'une approche volontaire peut contribuer largement à l'accomplissement des objectifs gouvernementaux¹²⁷.

Les certifications LEED et BREEAM ont en commun de proposer un système de notation. Cette caractéristique, dont est dépourvue la certification HQE, a l'avantage de permettre des comparaisons entre les immeubles en matière de développement durable (green building) et de tenir compte des performances obtenues dans la valorisation patrimoniale du bien considéré.

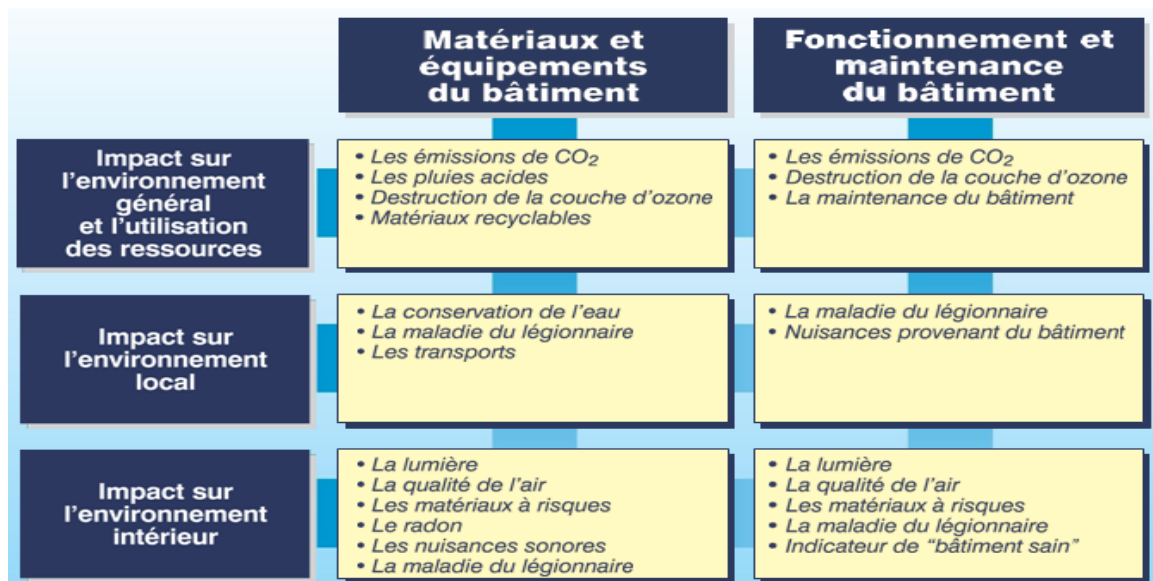


Figure 35: Critères BREEAM

¹²⁵ http://www.legrand.com/FR/greenbuildingdescription_12849.html

¹²⁶ Ibidem

¹²⁷ Traité l'architecture et l'urbanisme bioclimatique p 185

f) La standard suisse « Minergie » :

Le standard de construction “Minergie” vise à promouvoir la construction ou la réhabilitation de bâtiments réduisant la consommation d'énergie non renouvelable tout en assurant des ambiances confortables et saines.

Ce standard fixe pour les immeubles d'habitation les exigences suivantes :

- Chauffage + eau chaude sanitaire : 42 kWh/m².an. L'électricité destinée à la production de chaleur est comptée double
- Électricité pour les appareils électroménagers : 17 kWh/m².an.

Ces objectifs peuvent être atteints en respectant les mesures suivantes :

- Optimiser les gains d'énergie passive :
 - Privilégier l'orientation sud pour les locaux de vie ;
 - Régulation de la température de départ en fonction des conditions climatiques
 - Optimisation des surfaces vitrées en fonction des orientations.
- Minimiser les déperditions thermiques :
 - Le coefficient de déperdition thermique des murs et de la toiture doit être au maximum de 0,2 M/m².K (isolation d'environ 15 et 25 cm) ;
 - Le coefficient de déperdition thermique du sol doit être au maximum de 0,25 M/m².K (isolation d'environ 12 cm)
 - Le coefficient de déperdition thermique des fenêtres doit être au maximum de 1 M/m².K.

Cette exigence s'accompagne également de mesures visant à limiter les ponts thermiques et à favoriser une volumétrie compacte.

- utiliser l'énergie de manière rationnelle:
 - Privilégier l'installation d'une ventilation mécanique contrôlée équipée d'un échangeur de chaleur. Un ventilateur de 30 à 50 M devrait suffire pour une habitation
 - Pose de vannes thermostatiques
 - Production de chaleur à haut rendement (chaudière à condensation)
 - Réduction de la longueur du réseau d'eau chaude.
- utiliser les énergies renouvelables:
 - Pompe à chaleur ou chauffage au bois pour la production de chaleur
 - Panneaux solaires pour le chauffage de l'eau chaude sanitaire.

Plus de 1 500 logements sont aujourd'hui labellisés “Minergie” en Suisse. L'ensemble de ces mesures accroît le coût de construction moyen de l'ordre de 5 à 10 %, mais permet aux futurs propriétaires d'accéder à des prêts préférentiels auprès de plusieurs banques suisses.

Les valeurs limites du standard “Minergie” (d'après Minergie).

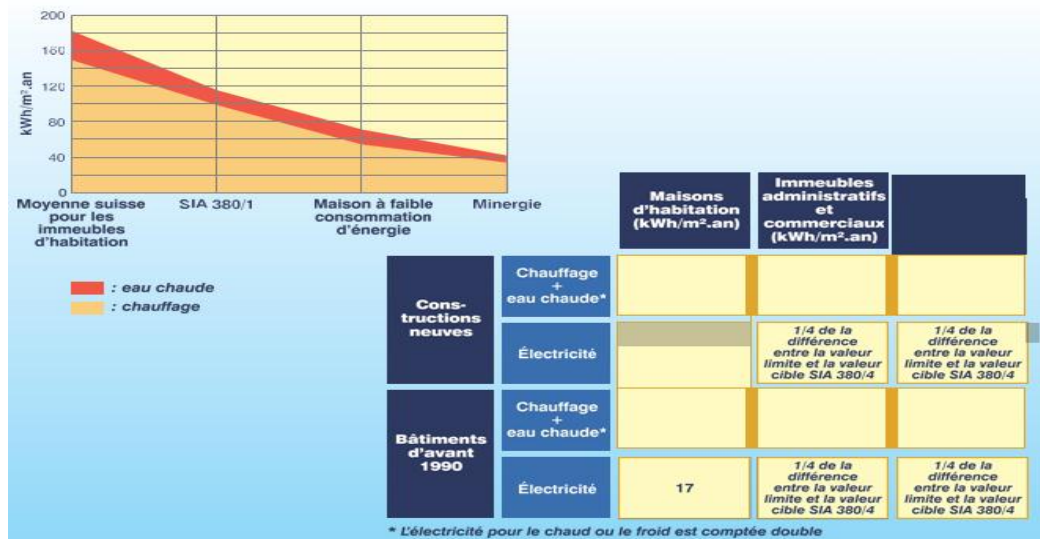


Figure 36 : comparaison d'électricité d'une maison et un immeuble

g) Le label allemand “Habitat basse énergie” :

Le label allemand “Habitat basse énergie” définit un standard de construction visant à réduire la consommation énergétique des immeubles d’habitation tout en assurant un climat intérieur confortable. Ce label a donné naissance en 2002 à une nouvelle réglementation thermique allemande qui reprend les objectifs-cibles du label : 65 kWh/m².an pour le chauffage, 25 kWh/m².an pour l’eau chaude sanitaire, 30 kWh/m².an pour la consommation électrique. De plus, la réglementation demande qu’une “carte d’identité énergétique” du bâtiment soit communiquée lors de la location ou de l’achat d’un bâtiment.

Renforçant ses objectifs, “l’institut pour l’Habitat Passif” de Darmstadt est à l’origine d’un programme européen visant à mettre au point un label européen “Habitat Passif”. Ce label peut être atteint en suivant, lors de la conception du bâtiment, les principes suivants :

- Assurer une conception solaire passive des bâtiments :
 - La contribution solaire doit être égale à près de 40 % des besoins en chauffage
 - Le coefficient de déperdition thermique du vitrage sera inférieur à 0,75 W/m².K. Sa valeur g sera au moins de 50 %
 - Le coefficient de déperdition thermique des châssis sera au maximum de 0,8 W/m².K

Dans ce cas, le bâtiment doit être orienté au sud pour bénéficier des apports solaires. Les fenêtres envisagées sont pourvues d’un triple vitrage calorifuge et d’un châssis super-isolant.

- Renforcer l’isolation des bâtiments :

- Le coefficient de déperdition thermique de l'enveloppe doit être d'environ $0,1 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ (valeur k ou \square)
- Les ponts thermiques seront limités à $0,01 \text{ W/mK}$ au maximum
- L'étanchéité à l'air de l'enveloppe sera au maximum de $0,6 \text{ h}^{-1}$ à 50 Pascal

Cette exigence s'accompagne donc de mesures visant à limiter les ponts thermiques et à favoriser une étanchéité maximale à l'air.

- Favoriser la complémentarité entre la récupération et les apports d'appoint de chaleur :
 - Le débit d'aération d'hygiène est de l'ordre de $30 \text{ m}^3/\text{h}$. Personne
 - Le rendement de l'échangeur de chaleur air-air doit être supérieur à 80%
 - La puissance calorifique maximale pour la récupération de la chaleur latente doit être de l'ordre de $10 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
 - La température de l'air frais préchauffé doit être au minimum de 8°C .

Ces exigences conduisent les concepteurs à prévoir une ventilation double flux avec échangeur de chaleur.

- Optimiser l'efficacité électrique des équipements
- Utiliser les énergies renouvelables en appoint.

L'ensemble de ces mesures devrait conduire à réduire les besoins annuels de chauffage à $15 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{an}$ et à $42 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{an}$ au total (chauffage + eau chaude sanitaire + électroménagers).

La mise en œuvre de ces exigences au niveau européen a fait l'objet ces dernières années d'un programme d'expérimentation appelé Cepheus (Cost Efficient Passive Houses as European Standards). La construction de 250 logements à travers l'Europe a permis de démontrer la faisabilité technico-économique de ce type de bâtiments.

h) La certification TCO (high-tech) :

Cette certification s'adresse aux écrans d'ordinateur contenant au minimum 85 % (poids) de plastiques recyclés post-consommation. Le taux minimum fixé à 85 % constitue un objectif ambitieux mais réalisable, étant donné que l'industrie multiplie les initiatives et optimise l'accès aux matériaux recyclés.

Les écrans certifiés apportent à leurs acheteurs des avantages évidents en termes de durabilité : moins de matières premières utilisées, moins de pollution et d'émissions de CO_2 lors de l'extraction primaire et de la fabrication et moins de matières ajoutées au flux des déchets

2. La politique environnementale régionale :

2.1. En France :

a) La RT 1974, 1^{er} étape :

La première réglementation a été instaurée par Pierre Mesmer suite au premier choc pétrolier de 1973, qui a déclenché une prise de conscience de la nécessité d'économiser l'énergie. Dès 1974, la première RT est mise en place. S'appliquant uniquement aux bâtiments neufs d'habitation, elle a pour objectif de baisser de 25% la consommation énergétique des bâtiments. Pour ce faire, la RT 1974 imposait uniquement la mise en place d'une fine couche d'isolation et l'installation d'une régulation automatique des systèmes de chauffage.¹²⁸

➤ En 1980 :

Lancement du 1er label, le Label haute isolation Pour inciter à dépasser l'exigence réglementaire et préparer les évolutions suivantes, 140 000 logements ont reçu le label.¹²⁹

b) La RT 1982, 2^{ème} étape :

Le second choc pétrolier de 1979 va aboutir à la publication de la RT 1982. L'objectif de cette nouvelle réglementation thermique est une réduction de 20% de la consommation d'énergie des bâtiments par rapport à la RT 1974.¹³⁰

➤ En 1983

Lancement des labels Haute Performance Énergétique (HPE) et Solaire Quatre niveaux de performance sont proposés pour donner davantage de lisibilité aux efforts d'amélioration des performances du secteur de la construction. Le programme H2E85 (Habitat Économe en Énergie à l'horizon 1985) en est l'aboutissement.¹³¹

c) La RT 1988, 3^{ème} étape :

1er renforcement de la réglementation pour le secteur non résidentiel : progression des labels HPE et Solaire. Cette étape correspond au renforcement des performances exigées, au niveau 2 du Label HPE.

L'exigence réglementaire porte désormais sur la consommation C, "somme des besoins en chauffage corrigée des rendements des systèmes de chauffage ou d'eau chaude sanitaire". Le niveau d'exigence du secteur tertiaire est rehaussé et certaines exigences sont ajoutées en matière de régulation-programmation, de ventilation et de climatisation.¹³²

128 <https://www.e-rt2012.fr/explications/generalites/precedentes-reglementations-thermiques/>

129 Règlement thermique 2005, version09102006, p 5

130 <https://www.e-rt2012.fr/explications/generalites/precedentes-reglementations-thermiques/>

131 Règlement thermique 2005, version09102006, p 6

132 Ibidem p 7,8

d) La RT 2000, ajout d'une exigence sur le confort d'été :

Contrairement aux précédentes réglementations, qui imposaient uniquement des exigences de moyens, la RT2000 voit l'apparition d'une exigence de performance globale du bâtiment mais aussi de confort d'été, via le coefficient **TIC**. La RT2000 vise une réduction de 20% de la consommation maximale des logements par rapport à la RT 1988 et une baisse de 40% de la consommation des bâtiments tertiaires.¹³³

e) La RT 2005, prise en compte du bioclimatisme et des énergies renouvelables :

Le niveau d'exigences requis par la RT 2005 impose dans la plupart des cas, pour obtenir les moindres surcoûts, une prise en compte des contraintes énergétiques dès la conception.

Ainsi, si le concepteur travaille en amont la conception de son bâtiment, le "surcoût" d'un bâtiment construit selon la RT 2005 par rapport à un bâtiment construit selon la RT 2000 sera vraiment réduit : il sera en moyenne de l'ordre de 2%, pourcentage qu'il faut comparer aux économies d'énergie qui seront d'au moins 15% par rapport à un bâtiment construit selon la RT 2000.¹³⁴

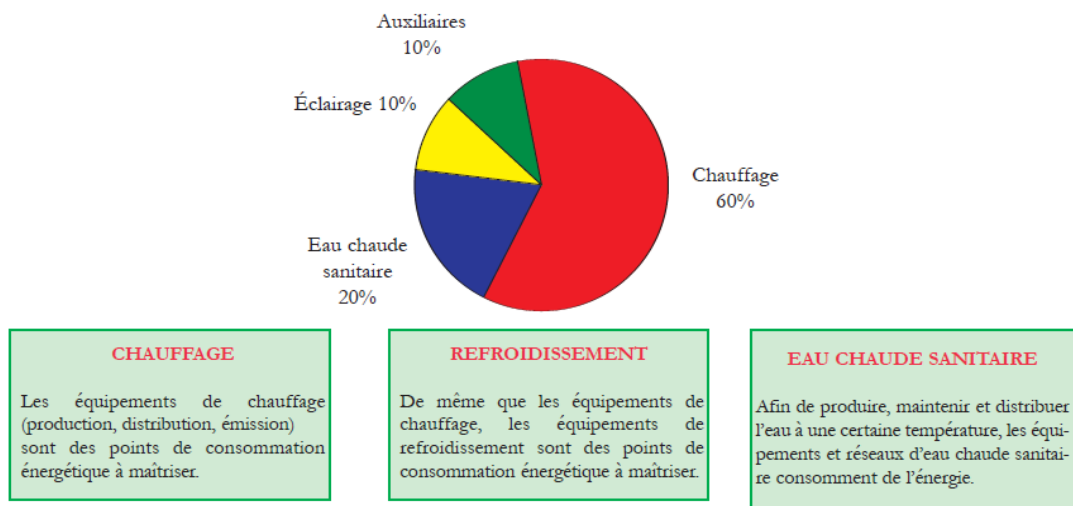


Figure 37 : Répartition moyenne des consommations d'énergie par poste, en résidentiel

f) La RT 2012, un saut en avant :

La RT2012 est la réglementation en vigueur depuis le 1er janvier 2013. A quelques exceptions près, elle s'applique à tous les projets de constructions en France. Très exigeante, la RT2012 se base sur l'ancien label BBC (Bâtiment Basse Consommation). Globalement, l'exigence réglementaire a été divisée par trois entre 1974 et 2012.¹³⁶

¹³³ <https://www.e-rt2012.fr/explications/generalites/precedentes-reglementations-thermiques/>

¹³⁴ Règlement thermique 2005, version 09102006, p 7

¹³⁵ Ibidem

¹³⁶ <https://www.e-rt2012.fr/explications/generalites/precedentes-reglementations-thermiques/>

▪ **La RT2020, vers des bâtiments à énergie positive ?**

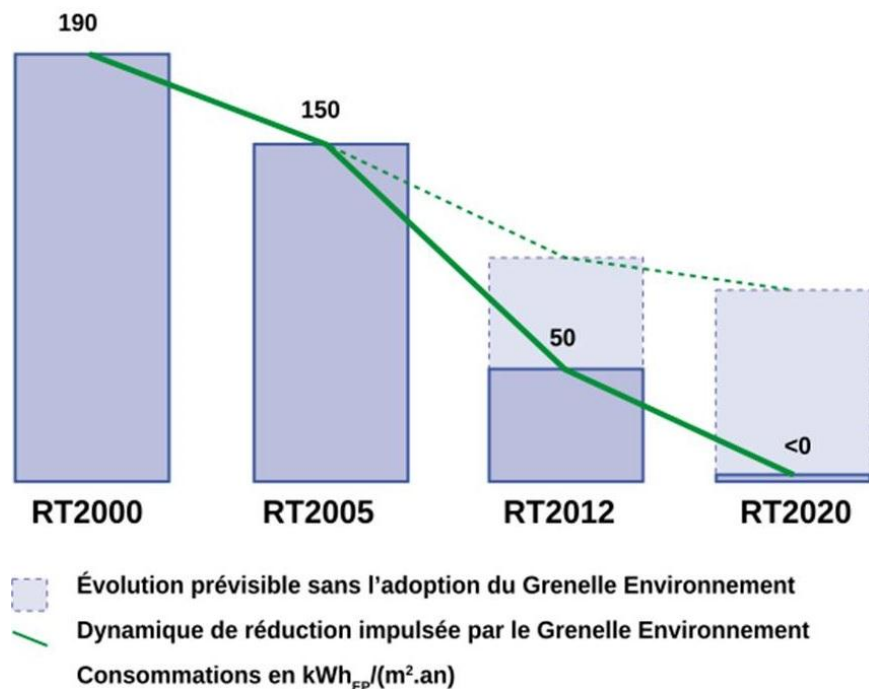


Figure 38 : Prévion de la RT 2020

➤ **Les textes réglementaires français :**

- Décret n°2006-592 du 24 mai 2006 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des constructions (JO du 25 mai 2006)
 - Arrêté du 24 mai 2006 relatif aux caractéristiques thermiques des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments (JO du 25 mai 2006)

2.2. En Emirates :

Toutes les opérations du groupe, sur terre comme aériennes, se centrent sur la durabilité et l'efficacité environnementale.

L'objectif est de faire du groupe Emirates un pionnier en matière d'environnement dans l'industrie aérienne et du voyage. Toutes les opérations du groupe, sur terre comme aériennes, se centrent sur la durabilité et l'efficacité environnementale.¹³⁷

¹³⁷ https://www.emirates.com/be/french/environment/our_position/emirates_environmental_policy.aspx

a) Lois et réglementations (Architecture écologique)¹³⁸ :

Lois n° 70/1998 : évacuation des eaux de pluie

Lois n° 107,108/2001 : isolation thermique des bâtiments

Lois n° 120/2003 :

Lois n° 154,158/2007 : la santé publique et amélioration de l'image visuelle des bâtiments

Lois n° 174/2009 : l'agriculture des toitures et des façades

Lois n° 181/2010

Lois n° 185,186/2012 : l'application des conditions de les bâtiments vertes

Lois n° 191/2013 : concernant les vents et les séismes

Lois n° 198, 202/2014 : utilisation de ciment écologique pour le béton durable

Lois n° 211,213,214,215/ 2016 : l'isolation aquatique en utilisant des matériaux cristallisés

b) Lois et réglementations (Utilisation de la technologie dans l'architecture) :

Lois n° 69/1997 : concernant l'éclairage publique

Lois n° 143,144/2006 : le système de contrôle technique dans les parkings publics et multi-étage.

Lois n° 189,193,195,196/ 2013 : l'application des modèles BIM

Lois n° 199, 201/ 2014 : concernant les ascenseurs dans les bâtiments

Lois n°207/2015 : l'étalement urbain en appliquant le BIM dans les constructions

Lois n° 01,211/2016 : concernant les parkings des complexes de bâtiments

2.3. En U.S.A :

« Le secteur de la gestion de l'environnement fait des États-Unis le premier État dans le monde par sa puissance : près de 115 200 sociétés y sont liées ; 1,3 million d'actifs y sont employés¹³⁹. »

Selon American Solar Energy Society (**en**), il y aurait 8,5 millions d'emplois verts aux États-Unis en 2008.¹⁴⁰

Dans l'un des développements les plus marquants de sa jeune administration, à la fin mars 2001, le Président George W. Bush annonce rejeter le Protocole de Kyoto de la Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Datant du Sommet de la Terre de 1992 (Conférence de Rio), lors duquel les dirigeants mondiaux se sont fixé comme objectif le développement durable (une résolution impliquant des mesures sérieuses en matière de changements climatiques), l'accord n'est, selon le Président américain, « ni fait ni à faire » (« fatally flawed ») : entre autres défauts, il présente un coût beaucoup trop élevé pour l'économie américaine, et constitue un fardeau trop lourd pour les nations industrialisées. Aussi Bush choisit-il de commander une étude au niveau ministériel, sur la politique du climat, afin de déterminer des directions futures, et invite-t-il à une

138 (En ligne) www.dm.gov.ae

139 Michel Goussot, *Espaces et territoires aux États-Unis*, Paris, Belin, 2004, (ISBN 2-7011-3204-5), p.115

140 Armelle Vincent, « Californie, la passion de l'écologie », dans *Géo* n°356, octobre 2008, p.58

augmentation de la recherche pour réduire les « incertitudes » (« incertainties ») sur la connaissance de l'évolution du climat.¹⁴¹

a) **Législation fédérale :**

Les années 1960 et 1970 voient une prise de conscience des problèmes écologiques et des gaspillages aux USA : la biologiste américaine Rachel Carson (1907-1964) publie en 1962 *Silent Spring (Le Printemps silencieux)*, qui accuse certains pesticides d'être dangereux pour les oiseaux et pour l'homme. Rachel Carson a été auditionnée par le Congrès après la publication de son livre, qui aurait contribué à lancer le mouvement écologiste dans le monde. Celui-ci a eu une très forte influence aux États-Unis où il a poussé les élus à établir de nouvelles lois sur l'autorisation des pesticides.

- La Loi nationale sur l'environnement (*National Environmental Policy Act* ou *NEPA*) a été signée le 1^{er} janvier 1969 par le président Lyndon B. Johnson. Elle contraint les organismes fédéraux à préserver les écosystèmes lors de la construction de bâtiments ou d'infrastructures nationales ; la *Environmental Protection Agency* est instaurée.
- La loi sur les espèces en danger (*Endangered Species Act* ou *ESA*) a été adoptée en 1973 afin de protéger les animaux menacés d'extinction, mais aussi les écosystèmes fragilisés par les activités humaines. Deux agences fédérales sont chargées de la faire respecter : le *United States Fish and Wildlife Service* et les *NOAA Fisheries* pour les espèces aquatiques, créée en 1970, quatre ans après la loi Magnuson–Stevens sur la gestion et la conservation des ressources halieutiques. La loi *ESA* de 1973 a été votée au moment où les États-Unis signaient la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction. Le 27 décembre 2007, le département des États-Unis propose d'inscrire l'ours polaire sur la liste des espèces animales en danger¹⁴²
- Lois contre les dégazages sauvages en mer : Le 26 septembre 2005, la compagnie Moller-Maersk a été condamnée à payer une amende de 500 000 dollars après avoir rejeté des hydrocarbures en mer.

b) **Lois et règlementation Américain :**

➤ Quelques lois environnementales votées par le Congrès américain :

Année	Nom	Thème	Références
<u>1955</u>	<u>Air Pollution Control Act</u>	Air	PL 84-159

141 Michael E. KRAFT, la politique de l'environnement aux états-unis (*) facteurs déterminants, internes et internationaux, p 527

142 Philippe Randrianarimanana, « Bush recule devant les ours polaires », dans *Courrier international* du 02/01/2007

<u>1963</u>	<u>Clean Air act</u>	Air	PL 88-206
<u>1965</u>	<u>Motor Vehicle Air Pollution Control Act</u>	Air	PL 89-272
<u>1966</u>	<u>Clean Air Act Amendments of 1966</u>	Air	PL 89-675
<u>1967</u>	<u>Air Quality Act</u>	Air	PL 90-148
<u>1969</u>	<u>National Environmental Policy Act</u>	Air	PL 91-190
<u>1970</u>	<u>Clean Air Act Extension</u>	Air	PL 91-604
<u>1976</u>	<u>Toxic Substances Control Act</u>	Air	PL 94-469
<u>1977</u>	<u>Clean Air Act Amendments of 1977</u>	Air	PL 95-95
<u>1990</u>	<u>Clean Air Act Amendments of 1990</u>	Air	PL 101-549
<u>1948</u>	<u>Water Pollution Control Act</u>	Océans, mers, fleuves	PL 80-845
<u>1965</u>	<u>Water Quality Act</u>	Océans, mers, fleuves	PL 89-234
<u>1966</u>	<u>Clean Waters Restoration Act</u>	Océans, mers, fleuves	PL 89-753
<u>1969</u>	<u>National Environmental Policy Act</u>	Océans, mers, fleuves	PL 91-190
<u>1970</u>	<u>Water Quality Improvement Act</u>	Océans, mers, fleuves	PL 91-224
<u>1972</u>	<u>Water Pollution Control Act</u>	Océans, mers, fleuves	PL 92-500
<u>1974</u>	<u>Safe Drinking Water Act</u>	Océans, mers, fleuves	PL 93-523
<u>1976</u>	<u>Toxic Substances Control Act</u>	Océans, mers, fleuves	PL 94-469

<u>1976</u>	<u>Loi Magnuson–Stevens sur la gestion et la conservation des ressources halieutiques</u>	Océans, mers, fleuves (pêche)	
<u>1977</u>	<u>Clean Water Act</u>	Océans, mers, fleuves	PL 95-217
<u>1987</u>	<u>Water Quality Act</u>	Océans, mers, fleuves	PL 100-4
<u>1918</u>	<u>Migratory Bird Treaty Act</u>	Nature	
<u>1934</u>	<u>Migratory Bird Hunting Stamp Act</u>	Nature (préservation des zones humides)	
<u>1964</u>	<u>Wilderness Act of 1964</u>	Nature	PL 88-577
<u>1968</u>	<u>Scenic Rivers Preservation Act</u>	Nature	PL 90-542
<u>1969</u>	<u>National Environmental Policy Act</u>	Nature	PL 91-190
<u>1970</u>	<u>Wilderness Act of 1970</u>	Nature	PL 91-504
<u>1977</u>	<u>Surface Mining Control and Reclamation Act</u>	Nature	PL 95-87
<u>1978</u>	<u>Wilderness Act of 1978</u>	Nature	PL 98-625
<u>1980</u>	<u>Alaska Land Protection Act</u>	Nature	PL 96-487
<u>1994</u>	<u>California Desert Protection Act</u>	Nature	PL 103-433
<u>1946</u>	<u>Coordination Act</u>	Espèces en voie d'extinction	PL 79-732
<u>1966</u>	<u>Endangered Species Preservation Act</u>	Espèces en voie d'extinction	PL 89-669
<u>1969</u>	<u>Endangered Species Conservation Act</u>	Espèces en voie d'extinction	PL 91-135
<u>1972</u>	<u>Marine Mammal Protection Act</u>	Espèces en voie d'extinction	PL 92-522

<u>1973</u>	<u>Endangered Species Act of 1973</u>	Espèces en voie d'extinction	PL 93-205
<u>1965</u>	<u>Solid Waste Disposal Act</u>	Divers	PL 89-272
<u>1969</u>	<u>National Environmental Policy Act</u>	Divers	PL 91-190
<u>1970</u>	<u>Resource Recovery Act</u>	Divers	PL 91-512
<u>1976</u>	<u>Resource Conservation and Recovery Act</u>	Divers	PL 94-580
<u>1980</u>	<u>Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act ("Superfund")</u>	Divers	PL 96-510
<u>1982</u>	<u>Nuclear Waste Repository Act</u>	Divers	PL 97-425
<u>1982</u>	<u>Hazardous and Solid Wastes Amendments Act</u>	Divers	
<u>1986</u>	<u>Superfund Amendments and Reauthorization Act</u>	Divers	PL 99-499
<u>1990</u>	<u>Oil Pollution Act 1990</u>	Transport d'hydrocarbures (loi adoptée à la suite de la catastrophe de l' <u>Exxon Valdez</u>)	
<u>2002</u>	<u>Small Business Liability Relief and Brownfields Revitalization Act ("Brownfields Law")</u>	Divers	PL 107-118
<u>1972</u>	<u>Federal Environmental Pesticide Control Act</u>	Divers	PL 92-516
<u>1972</u>	<u>Ocean Dumping Act</u>	Océans, mers, fleuves	

Tableau 06 : lois environnementales Américain¹⁴³

¹⁴³ (En ligne) www.wikipédia.com

➤ **Lois California¹⁴⁴ :**

- **Architecture écologique :**
SECTION A5.504 : Contrôle polluant
SECTION A5.507 : Confort environnemental
SECTION A5.213: Energy Efficient Steel framing
Chapter 8, A801 : Qualité Environnemental
- **Utilisation de la technologie dans l'architecture :**
SECTION A5.404 : Efficient Framing Technique
SECTION 5.102 : définition générale des lois environnementales
SECTION A5.101 : Confort

3. La politique environnementale Nationale (Algérienne) :

Le dérèglement climatique, la mise en danger de la biodiversité, la pollution des ressources... Sont autant de problèmes planétaires. Chaque pays, y compris le nôtre, l'Algérie, a sa propre responsabilité dans le domaine de la protection de l'environnement.¹⁴⁵

L'intérêt croissant de l'Etat à améliorer la qualité de l'environnement, à préserver les ressources naturelles du pays, de le faire sortir de cette situation environnementale de crise et de l'engager résolument dans la voie du développement durable ont enclenché dans le cadre des réformes fondamentales l'apparition d'une politique environnementale basée sur une stratégie nationale de l'environnement prolongée d'un choix d'actions prioritaires face aux enjeux et défis environnementaux majeurs de l'Algérie, une législation et une réglementation crédibles, des capacités institutionnelles solides et, enfin, des outils de gestion et de contrôle environnementaux.¹⁴⁶

3.1. Stratégie :

Pour rompre de manière irréversible avec les politiques et méthodes des trois dernières décennies qui ont fait preuve d'échec, l'Algérie a décidé d'adopter une stratégie de l'environnement qui donne une place prépondérante aux aspects sociaux et écologiques dans ses choix de modèles de société et de développement économique. A elle seule, cette orientation, menée à terme, produira des effets écologiques positifs considérables.¹⁴⁷

Cependant, l'approfondissement de ces effets nécessitent, au mieux, que la stratégie de l'environnement définisse des objectifs de qualité ainsi que le type et la nature des interventions

¹⁴⁴ (En ligne) www.ca.gov

¹⁴⁵ En ligne, HUFFPOST, Djamel Bouras, Protection de l'environnement en Algérie : Une affaire de tous et en faveur de tous !, 2015

¹⁴⁶ Thèse doctotat de sciences, Mme. SAADI Saadia, Développement et validation d'une approche globale, dynamique et participative d'évaluation environnementale stratégique p25, 2015

¹⁴⁷ Ibidem

environnementales à mettre en œuvre en tant qu'élément fondamental de la stratégie et des plans d'actions nationaux.

Les objectifs définis sont au nombre de quatre catégories d'objectifs stratégiques prioritaires : L'amélioration de la santé et de la qualité de vie de la population, la conservation et l'amélioration de la productivité du capital naturel, la réduction des pertes économiques et l'amélioration de la compétitivité et enfin la protection de l'environnement global. La réalisation de ces objectifs stratégiques repose sur la mise en œuvre de mesures institutionnelles et d'accompagnement ainsi que sur des investissements prioritaires, engagés dans un plan d'actions prioritaires, composé d'actions prioritaires à court et moyen terme (3-5 ans) et d'autres à long terme (10 ans).¹⁴⁸

3.2. Institutions environnementales :

La prise en charge de l'environnement et la réalisation de ces objectifs repose sur des institutions environnementales qui ont pour mission principale l'élaboration et la mise en œuvre des mesures institutionnelles, qui recouvrent divers aspects : élaboration et mise en œuvre de lois, renforcement des capacités du MATEV¹⁴⁹, renforcement des réseaux de surveillance et de suivi, ainsi que des capacités de contrôle et d'exercice de la puissance publique, adaptation des tarifs existant (eau, déchet..) et mise en place d'instruments de gestion de l'environnement (fiscalité environnementale...)¹⁵⁰

3.3. Lois et Règlements :

Depuis la promulgation de la loi cadre pour l'environnement de 1983 qui établit les principes généraux de gestion et de protection de l'environnement, le cadre réglementaire en Algérie est en pleine expansion, mais également en pleines mutations. En effet un arsenal juridique a couvert pratiquement tous les domaines : l'environnement en général et plus particulièrement la loi n°03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable, la gestion des déchets solides, les effluents liquides, la pollution marine, les nuisances sonores, la pollution atmosphérique etc.¹⁵¹

En Algérie la Loi n° 04-20 du 25 décembre 2004 relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable et le décret exécutif n°06-198 du 31 mai 2006 définissant la réglementation applicable aux Etablissements Classés pour la Protection de l'Environnement (ICPE) mettent en place une véritable politique à travers l'instauration de l'Étude d'Impact Environnementale (EIE) et de l'Étude De Dangers (EDD) pour l'identification et la prise en charge des conséquences des activités économiques sur l'environnement. Néanmoins, en dépit de toutes ces mesures réglementaires, particulièrement celle concernant les outils de la gestion environnementale (EIE et EDD), la stratégie environnementale en Algérie n'a atteint que timidement quelques-uns de ces objectifs. Le comportement des entreprises vis-à-vis de l'environnement est loin d'être homogène et beaucoup d'entreprises ignorent encore leurs

148 Ibidem

149 Ministère de l'Aménagement du Territoire de l'Environnement et de la Ville.

150 Thèse doctorat de sciences, Mme. SAADI Saadia, Développement et validation d'une approche globale, dynamique et participative d'évaluation environnementale stratégique p26, 2015

151 Ibidem p 28

obligations environnementales. Certaines d'entre elles ont bien amorcé une réflexion en profondeur concernant leur rôle dans la problématique environnementale.¹⁵²

• **Lois :**

Lois n° 90/29 : Relative à l'aménagement et l'urbanisme.

Lois n° 99-09 : Relative à la maîtrise d'énergie.

Lois n° 83-03 : Relative à la protection de l'environnement.

Lois n° 2001-20 : Relative à l'aménagement et au développement durable du territoire.

Lois n° 03-10 : Relative à la protection de l'environnement dans le cadre de développement durable

Décret présidentiel n° 92-354 :

Décret présidentiel n° 98-123 :

Conclusion :

Le nombre important de textes promulgués montre que l'Algérie est l'un des pays les plus actifs en matière de législation de l'environnement. Pourtant la situation environnementale est inquiétante, les ressources naturelles continuant à se dégrader en raison :

- De la non-conformité des textes d'application avec la loi-cadre
- Des conflits de compétences existant dans les institutions chargées de l'environnement.
- Du manque de ressources, de moyens financiers
- De l'insuffisance en matière de formation des agents affectés à cette mission

Une approche nouvelle basée sur la concertation, la communication et la participation de tous les secteurs s'impose donc pour protéger l'environnement en Algérie.

152 Ibidem p 29

PARTIE 02 :
APPROCHE Analytique

Troisième CHAPITRE
ANALYSE DE ETAT DE L'ART

Introduction :

La recherche analytique est essentielle dans le processus de la conception architecturale, car elle représente une source de compréhension du thème, elle nous permet d'élaborer une synthèse du thème à travers l'étude des exemples. Dans cette approche, on essayera de faire une recherche analytique qui sera utilisée comme support de travail à la phase conceptuelle.

L'architecture est un travail d'accumulation à travers les âges de ce fait la conception de chaque édifice doit se référer d'abord aux différents exemples réalisés précédemment.

Selon cette approche nous avons établis une grille d'analyse selon quatre grandes classes :

- Exemples pour l'aspect écologique
- Exemples pour les nouvelles technologies intégrées
- Exemples pour le contenu programmatique
- Exemple pour le concept architectural

I. Exemple 01 : La tour Vivante¹⁵³

1. Fiche technique :

Nom de tour	La tour vivante
Situation	Rue de l'alma Rennes, France.
Période de réalisation	2004
Architecte	SOA Architectes, Augustin Rosenstiehl & Pierre Sartoux
Hauteur	112m hors éoliennes (140m avec les éoliennes)
Surface de terrain	50.470 m ² de Shon
Nombre des étages	30
Utilisation	Bureaux, logements, commerces, centre de production horticole hors sol.

Tableau 07 : fiche technique de tour vivante



Figure 40 : La tour vivante

2. Description du projet :

La Tour Vivante mené par l'agence SOA Architectes, est un concept de ferme urbaine verticale associée à un programme mixte d'activités et de logements. Cette étude s'adresse aux centres urbains nationaux et internationaux.

La Tour Vivante vise à associer production agricole, habitat et activités dans un système unique et vertical. Ce système permettrait de redensifier la ville tout en lui apportant une plus grande autonomie vis-à-vis des plaines agricoles, réduisant du même coup les transports entre territoires urbains et extra-urbains. La superposition encore inhabituelle de ces programmes permet enfin d'envisager de nouvelles relations fonctionnelles et énergétiques entre culture agricole, espaces tertiaires, logement et commerce induisant de très fortes économies d'énergies.

➤ Production maraîchère :

Production hors-sol moyenne correspondant au climat de Paris avec un éclairage artificiel nocturne. Estimation pour une production de tomates, salades et fraises :

Tomates : Environ 8 à 10 kg/pied/an à raison d'un pied tous les 30 cm
Soit : 27kg / ml / an

Salades : Production en 4 rotation / an Soit : 16 salades / ml / an

Fraises : 1,2 kg / pied / an à raison d'un pied tous les 30 cm
Soit : 4,8kg / ml / an



Figure 41 : production maraîchère

➤ Estimation globale :

Les serres ont une superficie de 7 000 m² avec un linéaire continu de 875 m. Les goulottes hors-sols ont un linéaire total de 3 500 mètres.

En envisageant une production maraîchère regroupant tomates, salades et fraises également réparties, nous pouvons estimer une production annuelle comme suit :

- 63 000 kg de tomates par an
- 9 324 kg de fraises par an - 37 333 pieds de salade par an

¹⁵³ Guide SOA ARCHITECTES LA TOUR VIVANTE

La tour/concept est munie de 680 mètres linéaires de serres en pentes douces, qui s'étirent dans les 30 étages de la tour. C'est une possibilité offerte par la structure interne de la tower, un noyau central béton en hérisson qui est surdimensionné.

La tour revêt une peau censée rappeler les toits en ardoise de la ville. À son sommet, deux éoliennes l'alimentent en énergie.

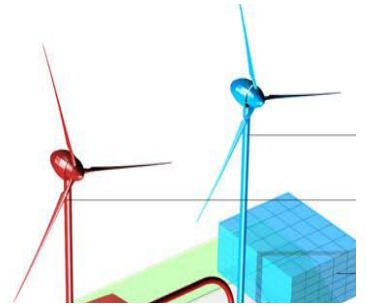


Figure 42 : éolien au sommet

Une galerie commerciale de 6 748 m² en R+1 lui est adjointe, elle s'étire depuis la face ouest de la tour - face étroite - vers la rue de l'Alma. Quatre niveaux souterrains d'une superficie de 12 480 m² abritent les 474 places de parkings.

3. Architecture¹⁵⁴ :

3.1. Plan de masse

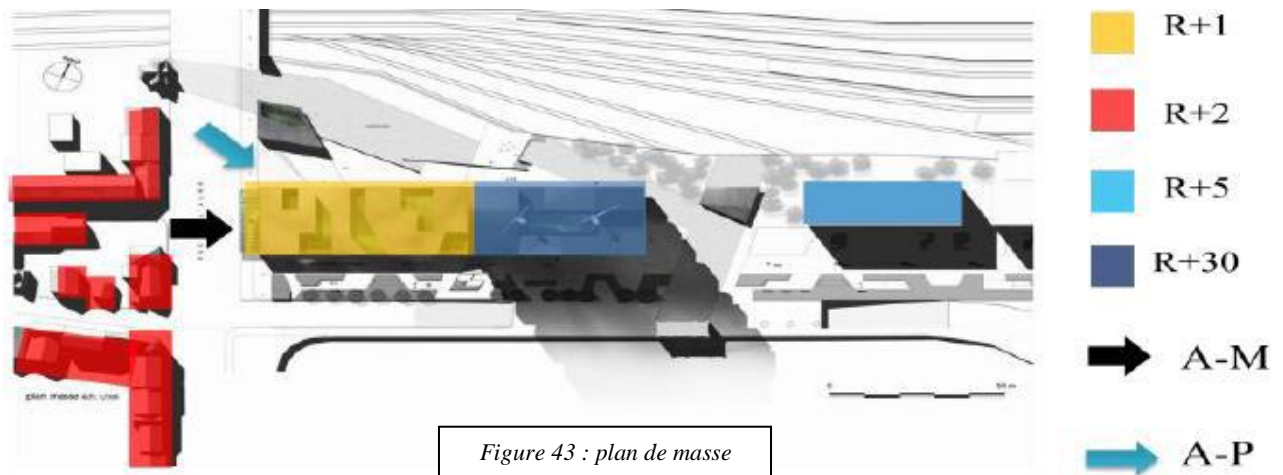


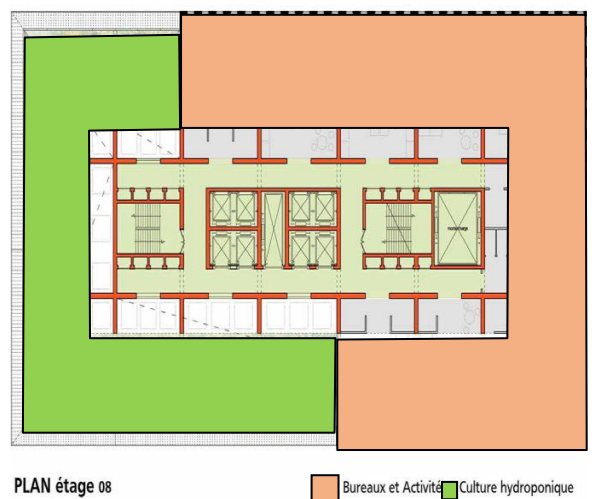
Figure 43 : plan de masse

3.2. Les différents plans



PLAN étage 21
 ■ Logement ■ Culture hydroponique

Figure 44 : plan type de logement



PLAN étage 08
 ■ Bureaux et Activités ■ Culture hydroponique

Figure 45 : plan type de bureaux

¹⁵⁴ Figures 43,44,45 modifiée par l'étudiant word 2016

3.3. Les coupes

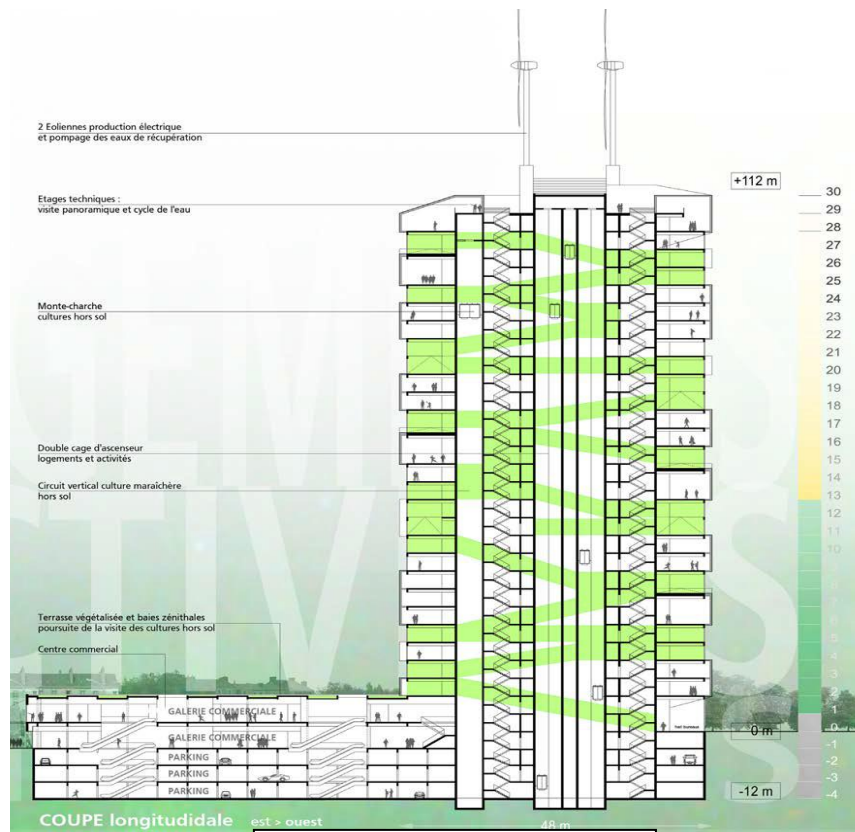


Figure 46 : coupe longitudinale

4. La structure :

La Tour Vivante comprend 30 étages, sur une hauteur de 112 m (hors éoliennes). Son emprise au sol et ses plateaux font 25 x 48m. Son système structurel repose entièrement sur la technologie béton. La conception de la structure est fortement associée au parti architectural de la tour. L'idée d'une opposition entre espaces pleins (bureaux et logements) et espaces vides (serres) exige de construire une tour sans porteurs périphériques. Pour atteindre cet objectif, le noyau central de la tour est structuré pour reprendre les efforts de contreventement et la totalité des descentes de charge. Il se décompose en trois parties.

Le noyau de 8m x 30m qui comprend les circulations verticales et la distribution des étages. Le dimensionnement de ce noyau à double peau correspond au gabarit de la tour d'un point de vue fonctionnel. Ce système de voiles permet d'associer de manière cohérente structure, espace architectural et fonction. En effet, cette bande périphérique de 2 m accueille la totalité des locaux humides et techniques de la tour, simplifiant ainsi les descentes de gaines. Ces refends enrichissent également les plateaux de bureaux et opèrent des distinctions spatiales et visuelles.

○ Un système de voiles périphériques :

En BHP, ils ceinturent ce noyau et permet à la fois d'assurer le contreventement de la tour et la reprise des descentes de charges par l'intermédiaire des consoles. La raideur du noyau est assurée par cet empattement supplémentaire d'une moyenne de 2m qui ramène la largeur totale à 12m. L'épaisseur de ces voiles accroît en fonction de la descente des charges. Si l'on considère que ce noyau composé doit être dans un rapport minimum de 1/10e de la hauteur totale de la tour, 12m permettent d'assurer aisément le contreventement de l'ensemble tour + éolienne.

Ce système de voiles permet d'associer de manière cohérente structure, espace architectural et fonction. En effet, cette bande périphérique de 2 m accueille la totalité des locaux humides et

techniques de la tour, simplifiant ainsi les descentes de gaines. Ces refends enrichissent également les plateaux de bureaux et opèrent des distinctions spatiales et visuelles.

A la trame des voiles (6m) correspond une trame de consoles traversantes en BHP qui soutiennent les planchers. Elles assurent la raideur aux extrémités des planchers et reprennent la charge des panneaux de façade préfabriqués en matériaux légers : panneaux composés en béton type céracem (fin et performant, matricé) pour les bureaux et logements, panneaux légers et transparents type horticole pour les serres. Les joints entre les panneaux sont conçus pour encaisser les variantes de flèches en fonction des charges sur les planchers.

Les consoles, d'une portée de 6.30m (plancher de 5.30 + enveloppe 1m) sont dimensionnées à 1/7e auxquels sont ajoutés 20% pour la reprise des panneaux de façade.

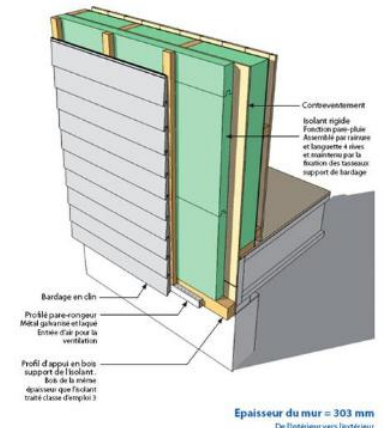


Figure 47 : paroi double peau avec isolant

5. Durabilité et Innovation Technologiques :

5.1. Les Matériaux de Construction :

L'un des objectifs du projet est d'utiliser un minimum de matière. Les matériaux de la tour privilégient l'usage de produits écologiques, recyclés ou facilement recyclables. Les façades habitées en paroi double peau ont une isolation thermique renforcée.

5.2. Les énergies :

o Éoliennes

Situées au sommet de la tour, deux grandes éoliennes orientées vers les vents dominants produisent de l'électricité facilitée par la hauteur de la tour. L'énergie électrique produite est de l'ordre de 200 à 600 kWh/an. Ces éoliennes servent également de station de pompage afin d'assurer la circulation et le recyclage des eaux de pluie récupérées en toiture et sur l'aménagement urbain du complexe.

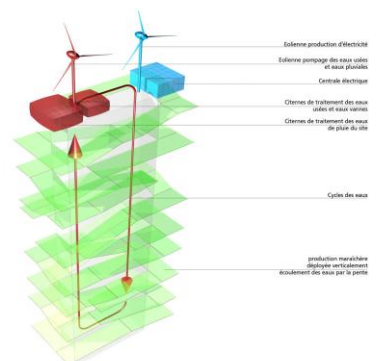


Figure 48 : énergie éolienne

o Panneaux photovoltaïques

4.500m² de cellules photovoltaïques intégrées aux façades orientées vers le soleil et en toiture produisent de l'électricité à partir de l'énergie solaire à raison de 700 000 à 1 million de kWh/ an. Complétées par la production électrique des éoliennes, la Tour Vivante est énergétiquement autonome.

o Puits canadiens

Le noyau de la tour accueille un réseau de gaines d'aération dans lesquelles circule de l'air puisée dans le sol à environ 15°C. Ce système permet de rafraîchir l'air neuf en été et de le réchauffer en hiver. L'été cheminée générée par le linéaire de serres agit en complément de ce système de ventilation.



Figure 49 : Système de puits canadien

○ Thermique et hygrométrie

Les serres agricoles agissent comme un poumon vert au cœur de la tour. Elles favorisent le contrôle des apports solaires et la régulation thermique entre nord et sud. En hiver, la chaleur est stockée dans les éléments massifs du noyau de béton. En été, les volumes intérieurs sont régulés hygrométriquement par l'évaporation de l'eau contenue dans les végétaux.

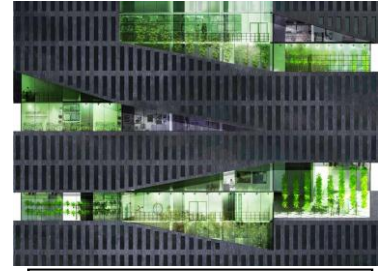


Figure 50 : Serre agricole

5.3. Les eaux (pluviales, potables, usées)

○ Eaux de pluies

Après filtration, les eaux de pluie sont réutilisées pour les équipements sanitaires des bureaux et logements et l'arrosage des cultures hydroponiques. Les eaux de pluie de l'aménagement urbain, des façades et toitures de la tour sont collectées, pompées par les éoliennes puis stockées dans des citernes au sommet de la tour.

○ Eaux grises

Les eaux grises produites par la tour sont recyclées et épurées afin d'alimenter et de fertiliser la production agricole des serres.

○ Système

Par un jeu topographique opposant "pleins" et "vides", La Tour Vivante est conçue comme une machine écologique autonome qui associe lieux de productions, lieux de consommation et espaces de vie.

Les "pleins" répondent systématiquement aux exigences du logement et des bureaux en termes de confort, d'isolation thermique et acoustique et d'ensoleillement, tandis que les "vides" accueillent des serres agricoles.

La production maraîchère est directement liée à la consommation locale et peut plus largement alimenter le quartier ou la ville.

Les logements et bureaux, s'entrelacent avec les vides (cultures hors-sol, hypermarchés) permettant de dégager des vues supplémentaires sur un territoire agricole en milieu urbain.

La typologie de la Tour Vivante se décline naturellement. L'association des pleins et des vides peut être réalisée sur une hauteur et des formes variables. L'imbrication crée des espaces inédits pour une tour, des possibilités d'expositions et de rapports riches et variés.

La notion de développement durable prend, avec l'association de l'espace de production, une réalité tangible, du point de vue écologique et social.

6. Analyse solaire :

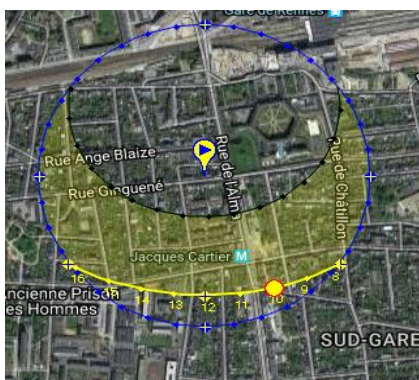


Figure 51 : course solaire 21 juin à 10 :00

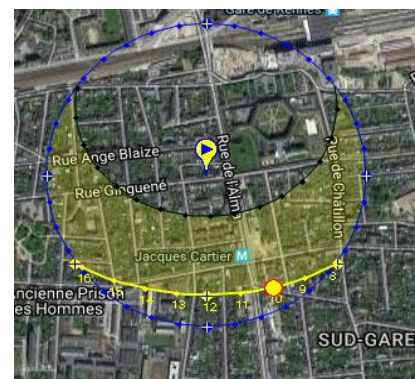


Figure 52 : course solaire 21 septembre à 10 :00

II. Exemple 02 : Burdj Khalifa¹⁵⁵

1. Fiche technique :

NOM DE TOUR	BURDJ KHALIFA
SITUATION	DUBAÏ
PERIODE DE REALISATION	2004 – 2010
ARCHITECTE	ADRIAN SMITH
HAUTEUR	828 M
SURFACE DE TERRAIN	454 249 M ²
SURFACE DE PLANCHER	186 000 M ²
NOMBRE DES ETAGES	162 HABITABLE, 46 MAINTENANCE ,2 PARKING
CAPACITE D'ACCUEIL	35 000 PERSONNES
UTILISATION	COMMERCIALE + BUREAUX, HOPITAL, UTILISATION MIXTE, RESIDENTIEL



Figure 53 : Burdj Khalifa

Tableau 08 : fiche technique de Burdj khalifa

2. Description du projet :

Dubaï a connu une croissance considérable et Succès financière à la fin du vingtième et au début de la vingt et unième Siècles, évoluant d'un petit port de commerce vers le Capitale commerciale et touristique du Golfe du Moyen-Orient Région. Au plus fort de l'explosion économique de la ville, Le promoteur immobilier basé à Dubaï Emaar Properties PJSC Envisageait une tour supertall qui deviendrait la pièce maîtresse du nouveau centre-ville de Dubaï. En 2003, comme Partie d'une compétition, Emaar a embauché Skidmore, Owings & Merrill (SOM) pour concevoir ce qui deviendrait le plus haut bâtiment du monde - le Burj Khalifa-. La construction de la tour a commencé en janvier 2004, avec son ouverture officielle se produisant le 4 janvier 2010. Aujourd'hui, la tour tops tout trois catégories désignées par le Conseil sur les bâtiments hauts et Urban Habitat définit le bâtiment le plus élevé Dans le monde, éclipsant le record précédent Par 319 mètres.

¹⁵⁵ Dave Parker and Antony Wood, The Tall buildings référence book

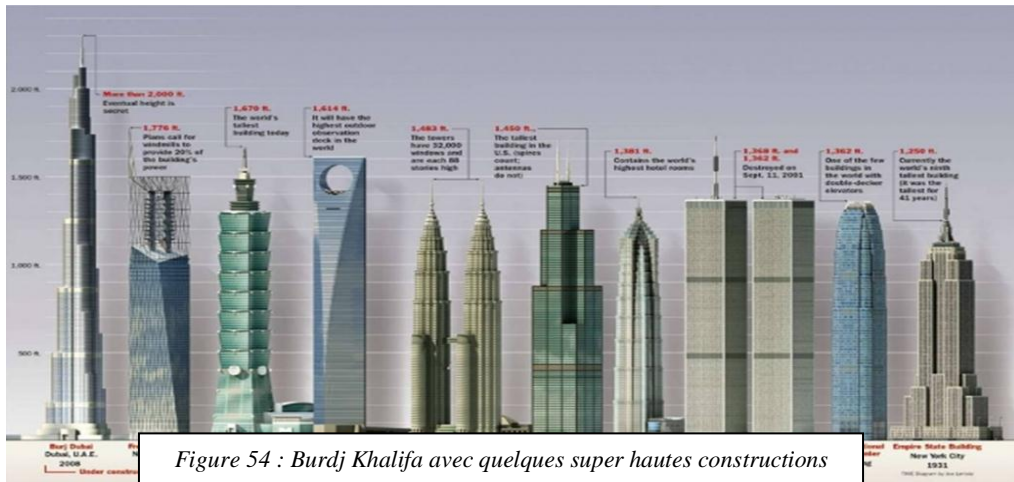


Figure 54 : Burdj Khalifa avec quelques super hautes constructions

En plus d'être le plus grand bâtiment au monde, le plan directeur pour Burj Khalifa répond à la globalité de mouvement vers des zones urbaines compactes et habitables.

Le centre-ville de Dubaï a cherché à créer un nouveau centre-ville aborder les problèmes du commerce, des transports, du tourisme, de l'industrie, et finance en réponse au boom économique de la ville. Le Burj Khalifa se trouve au centre de ce nouveau centre-ville Communauté, stimulant le développement environnant Et opérant de manière similaire à une petite ville verticale.

Le projet se compose de la tour supertall avec un Structure de podium intégrée, et une structure auxiliaire de 12 étages, l'immeuble de bureaux et l'annexe Pool Pool de quatre étages, qui complètent la tour à sa base et définit les espaces de la place sur le sol. Au niveau du sol, le plan en "Y" pour chaque utilisation pour avoir sa propre entrée distincte, avec pavage, aménagement paysager et fontaines pour créer un individu expérience. Le programme d'utilisation mixte de la tour, composé de l'hôtellerie, du logement et du bureau, répond à la densité de développement de la région et fournit aux résidents, les invités et les visiteurs ayant des connexions directes les installations du site, les magasins et les systèmes de transport en commun.

3. Architecture :

3.1. Inspiration :

- L'architecture comporte une empreinte triple-lobée, une abstraction d'une fleur du désert appelée Hymenocallis.
- La tour est composée de trois éléments disposés autour d'un noyau central.
- Vingt-six niveaux hélicoïdaux diminuent la coupe transversale de la tour de façon incrémentale alors qu'elle fait de la spirale vers le ciel.
- Un plan en forme de Y maximise les vues du golfe arabe. Vue de la base ou de l'air.



Figure55 : fleur Hymenocallis

3.2. Design :

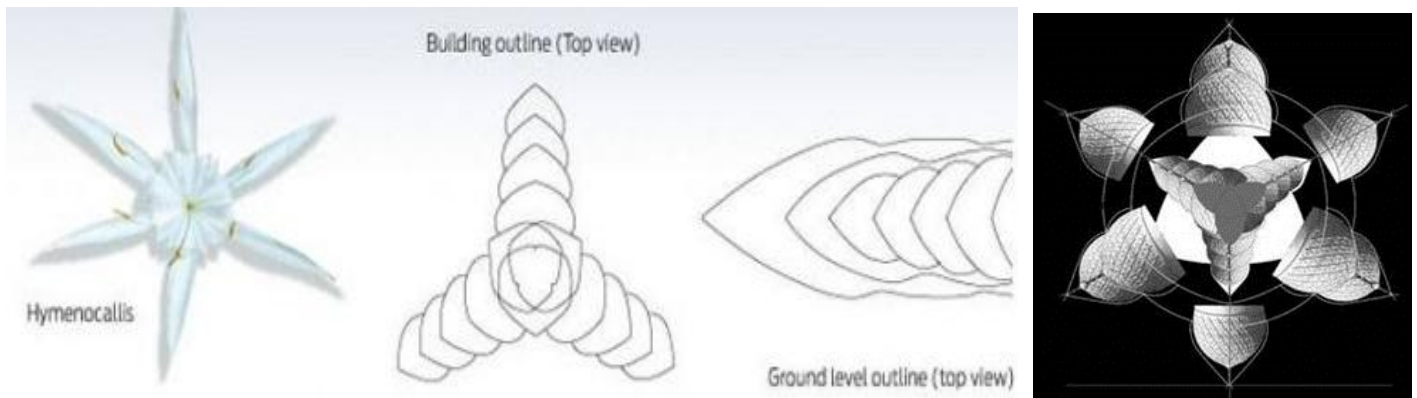


Figure 56 : genèse de forme Burdj Khalifa

Le plan en "Y" du bâtiment a été employé non seulement pour développer une géométrie intrinsèquement stable pour structure, mais aussi pour produire le montant maximal de périmètre. Cela a permis d'accéder aux points de vue et à la lumière du jour sans permettre aux locataires de se pencher sur les unités voisines, ce qui serait culturellement inacceptable. Comme la diminution de la tour monte, les revers se produisent aux extrémités de chaque "aile" dans un modèle ascendant et en spirale qui diminue la masse de la tour à mesure que la hauteur augmente. La spirale est rappelée les caractéristiques en spirale vues sur l'ancienne obélisques et monuments arabes. Au cours de son développement, Cette structure de retrait a été modélisée dans un vent tunnel afin de déterminer le plus sûr et le plus efficace manière de minimiser les forces du vent, et a été le résultat d'une coordination étroite entre les architectes et les ingénieurs.

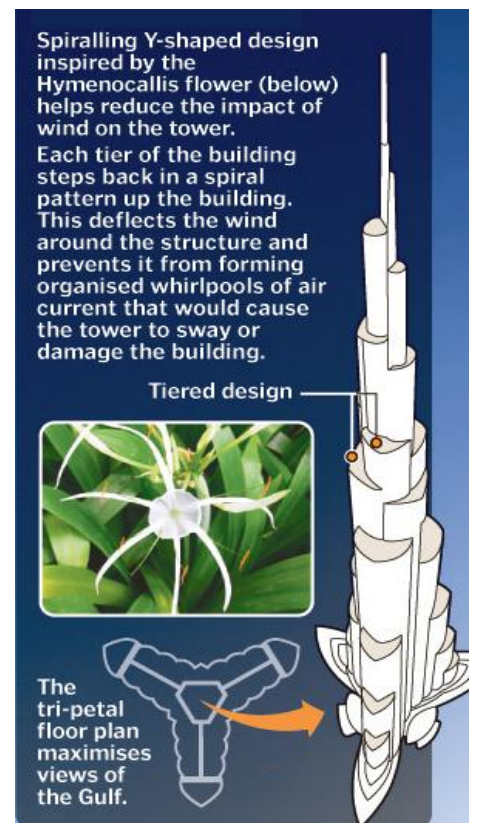


Figure 57 : design Burdj Khalifa

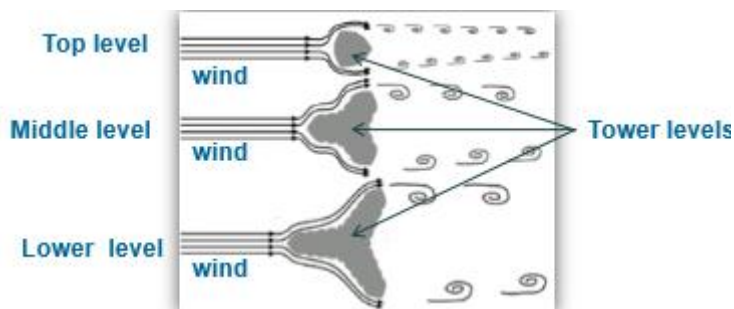


Figure 58 : étage de la tour

3.3. Les plans¹⁵⁶ :

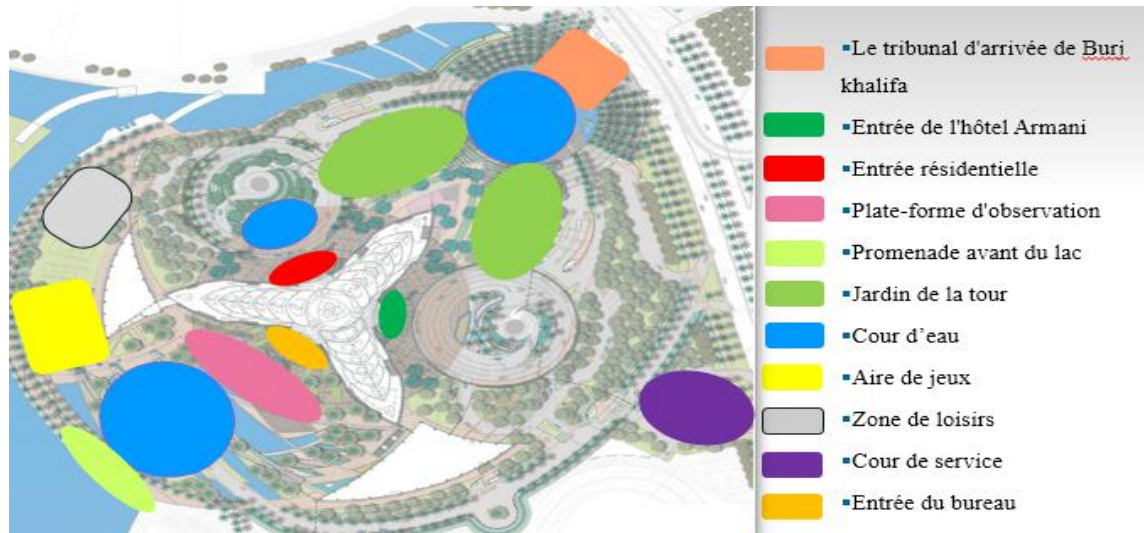


Figure 59 : plan de masse

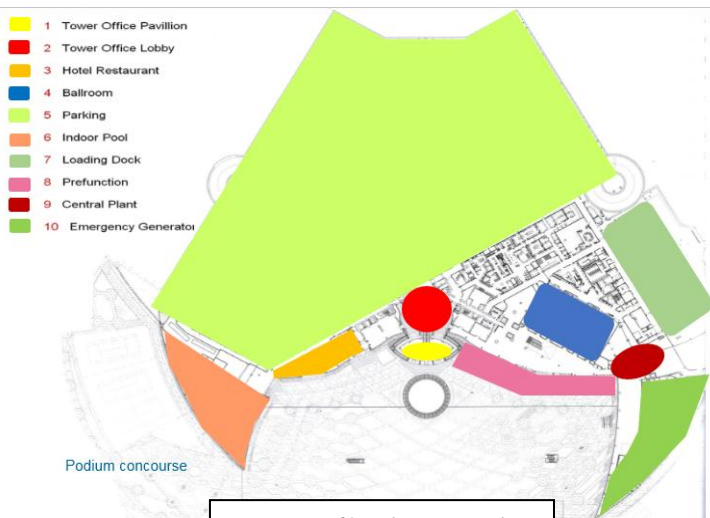


Figure 60 : plan sous-sol

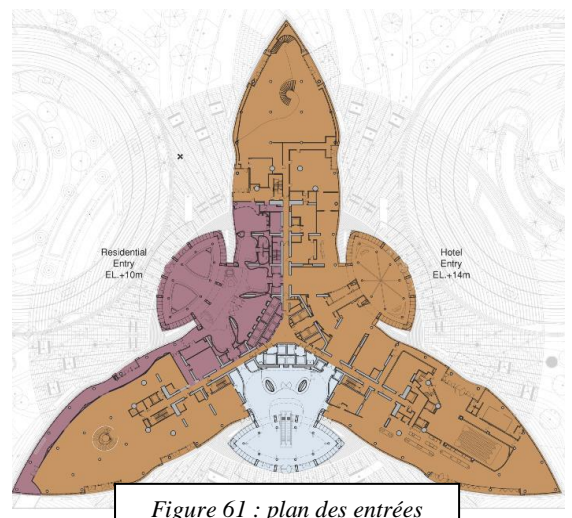


Figure 61 : plan des entrées

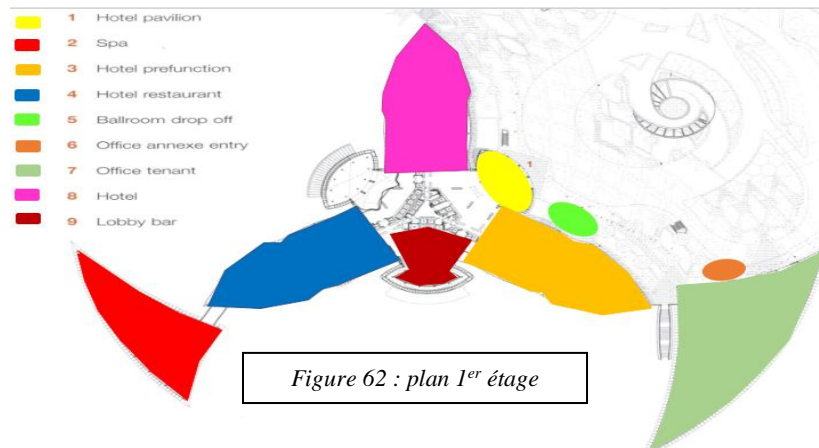


Figure 62 : plan 1^{er} étage

3.4. Les

¹⁵⁶ Figures 59,60,61 modifiée par l'étudiant Word 2016

coupes :

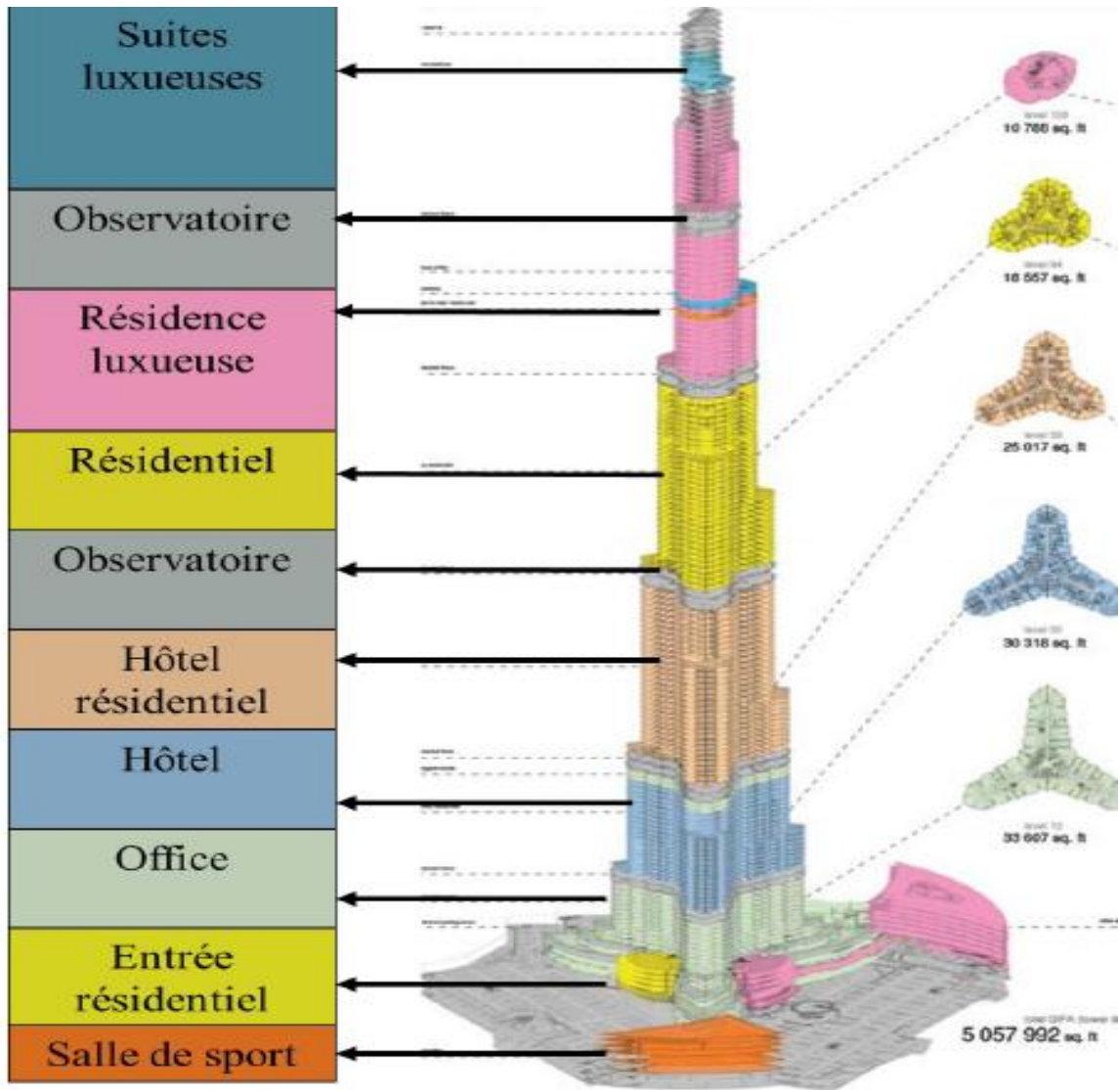


Figure 63 : schéma des fonctions

La gaine extérieure est constituée d'aluminium et des panneaux spandrel en acier inoxydable texturés et conçu pour résister à l'environnement extrême de Dubaï pendant les mois d'été. Verre poli inoxydable des ailerons en acier ont été ajoutés pour accentuer la hauteur de Burdj Khalifa et la slenderness, fournissant un peu d'ombrage à l'extérieur surface et attrape la lumière au début et la fin de la journée pour améliorer la qualité spectaculaire de la tour.

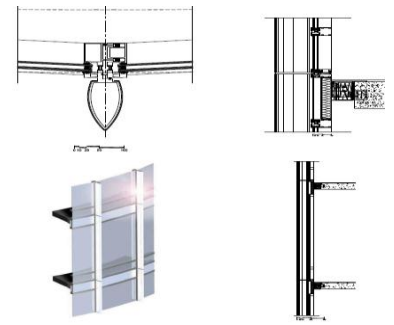


Figure 64 : gaine extérieur

4. Structure :

La hauteur sans précédent du Burdj Khalifa l'exigeait pour être le bâtiment le plus innovant possible. Techniques de conception, systèmes de construction et construction pratique tout le repenser, la redéfinition, et, dans de nombreux cas, réinventer déjà les applications en place, pour créer un bâtiment pratique et efficace. Créé spécialement pour Burdj Khalifa, le système structurel se compose d'un renforcement à six côtés renforcé noyau central en béton avec trois "ailes" - un système aussi doublé d'un « noyau renforcé ». Les charges d'une aile sont transférées sur les autres ailes via le noyau à six côtés. Couloir les murs s'étendent du noyau central jusqu'à la fine chaque aile, se terminant par une tête de marteau épaissie des mur, Colonnes de périmètre et construction de plancher plat complétez le système.

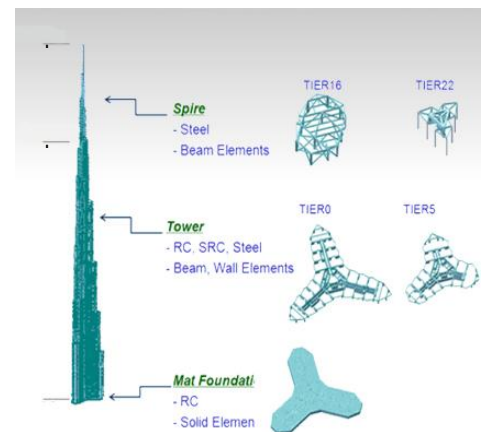


Figure 65 : structure de burdj khalifa

Les murs de stabilisation attachent la structure verticale à la planchers mécaniques afin de maximiser la rigidité Et la stabilité du bâtiment. Le résultat est extrêmement structure efficace, dans laquelle toute la structure verticale du bâtiment est utilisé pour supporter à la fois la gravité et charges latérales. La mise en forme et l'orientation de la tour étaient fortement influencé par sa performance avec respect aux vents forts. De nombreux essais sur la soufflerie et des itérations de conception étaient nécessaires pour développer des solutions pour une performance optimale. La construction de la tour nécessit le plus haut niveau de pompage de béton en un seul étage jamais joué - un impressionnant 606 mètres. Un des cornières en acier de construction d'environ 230 mètres de haut la tour.

5. Durabilité :

Le Burdj Khalifa a mis en place de nouvelles façons d'augmenter l'efficacité structurelle et de construction tout en réduisant l'utilisation matérielle et les déchets. Leçons tirées de Burj Khalifa aidera les futurs projets de supertall à réduire les impacts environnementaux associé à la construction et extraction de matières premières. Eléments durables du Burdj Khalifa comprend :

- Ventilation à ciel ouvert Température de l'air plus frais, diminution de la densité de l'air et réduction de l'humidité relative en haut de l'immeuble permettent de "sky-sourced" air frais.

Lorsque l'air est dessiné dans le haut du bâtiment, il faut moins d'énergie pour la climatisation, ventilation et déshumidification.

- Système de récupération des condensats Burj Khalifa en a un des plus grands systèmes de récupération de condensats dans le monde. En recueillant de l'eau à partir de l'air conditionné condensat, la décharge est empêchée d'entrer Le flux d'eaux usées et la nécessité de l'eau potable est réduite.
- Vitrage à hautes performances Un verre à faible émissivité offre à Burj Khalifa une isolation thermique améliorée contre les températures ambiantes élevées de Dubaï.
- Distribution haute tension Conduction électrique l'alimentation utilisant des tensions plus élevées réduit les pertes d'énergie et augmente l'efficacité énergétique par rapport à Systèmes à basse tension.
- Mesure électronique Surveillance individuelle de l'énergie électrique les systèmes permettent l'optimisation énergétique des systèmes de la tour au cours de sa vie. Cela entraînera une réduction de l'environnement énergétique de Burj Khalifa impact.
- Éclairage intelligent et commandes mécaniques. Le système de gestion du bâtiment aboutit à une baisse coûts opérationnels, une utilisation plus efficace du bâtiment ressources et services, meilleur contrôle interne conditions de confort, suivi efficace et ciblant la consommation d'énergie.
- Contrôles des effets d'empilement Différences thermiques entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment génèrent une pile effet. Burj Khalifa a été conçu pour contrôler passivement ces forces, ce qui réduit le besoin de mécanique des moyens de pressurisation tout en économisant de l'énergie.

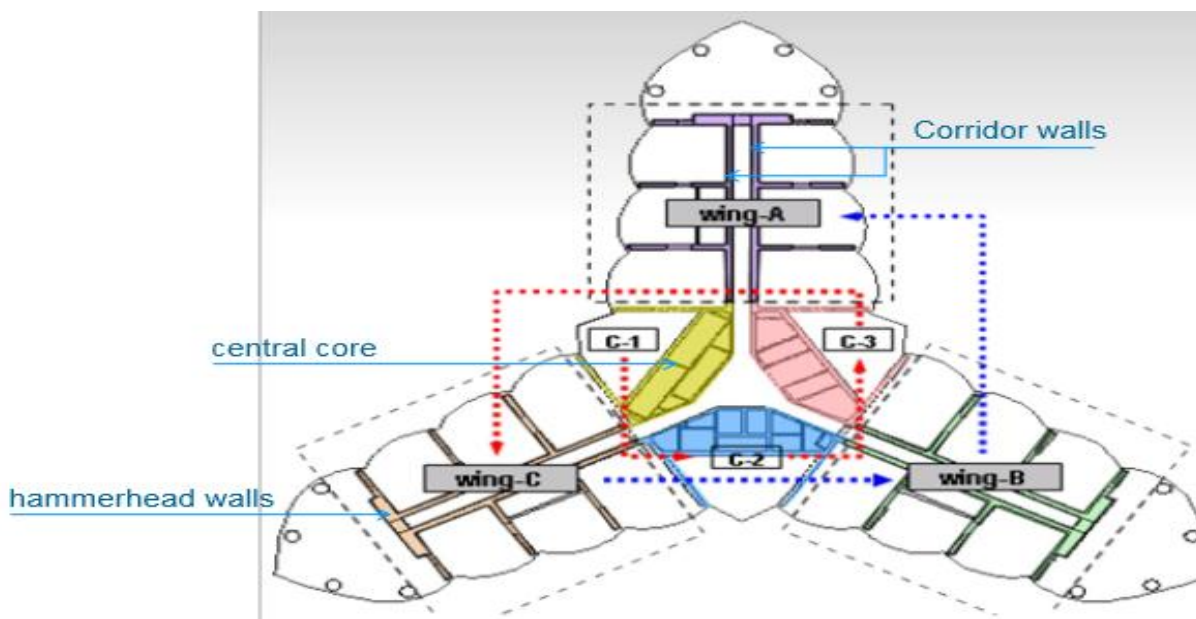


Figure 66 : burdj khalifa

6. Analyse solaire :



Figure 67 : course solaire 21 juin à 10 :00



Figure 68 : course solaire 21 décembre à 10 :00

Conclusion

Burdj Khalifa représente des réalisations importantes d'un nouvelle génération mondiale d'architectes et d'ingénieurs, et sert en tant que catalyseur pour la croissance et le développement futurs du centre-ville de Dubaï.

III. Exemple 03: Wuhan Green land center¹⁵⁷

1. Fiche technique :

Nom de tour	Wuhan Green land center
Situation	Wuhan, Chine, Asie
Période de réalisation	2010-2018
Architecte	Adrian Smith & Gordon Gill
Hauteur	606m
Surface de terrain	18 090,71 m ²
Nombre des étages	R + 125
Utilisation	Hierarchisation des fonctions

Tableau 09 : fiche technique de Wuhan green land center

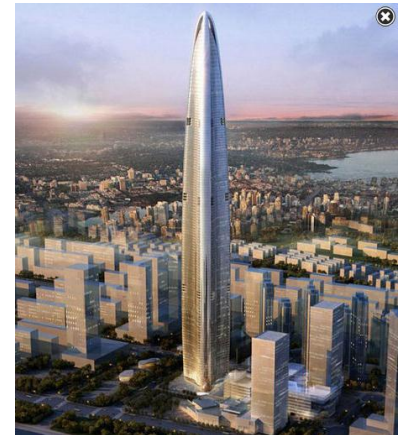


Figure 69 : Wuhan green land

2. Description du projet :

Haute de plus de 600 mètres, cette fascinante tour est destinée à la ville chinoise de Wuhan et deviendra dans cinq ans le quatrième gratte-ciel le plus haut du monde. Conçu par le cabinet d'architecture Adrian Smith + Gordon Gill, ce superbe bâtiment baptisé Wuhan Green land Center est un building actuellement en construction dans la ville chinoise de Wuhan et qui vise à devenir le quatrième plus haut du monde. Ce gratte-ciel, qui possède 119 étages, abritera essentiellement des bureaux en offrant pour cela une surface de 2 153 000 mètres carrés. Des appartements, ainsi qu'un hôtel cinq étoiles sont également prévus dans le programme de construction du bâtiment.

Prenant en compte les problématiques liées au développement durable et afin de d'économiser au mieux l'éclairage électrique, le Wuhan Greenland Center sera pourvu d'un contrôle de lumière-réactive qui tamisera la lumière selon l'éclairage des pièces. Des dispositifs d'économiseurs d'eau seront également inclus dans chaque pièce de réduire la consommation. Un système de ventilation captera également l'énergie des systèmes d'échappement de l'immeuble grâce à un procédé de pré-chauffage et de refroidissement automatique. Le chantier pharaonique de cette tour, qui mesurera 606 mètres de haut, prendra fin dans cinq ans et permettra alors au Wuhan Greenland Center de devenir le troisième bâtiment le plus haut du Chine.

3. Architecture :

Wuhan Green land center présente une hiérarchisation des accès selon la fonction, on en distingue trois indépendants le premier principal se trouvant dans l'axe du terrain concerne le pôle hôtelier ; les deux autres dans un axe à 45° et -45° intègrent les deux autres fonctions qui sont l'habitat et les bureaux

¹⁵⁷ (en ligne) http://www.gentside.com/wuhan-greenland-center/voici-le-wuhan-greenland-center-le-quatrieme-gratte-ciel-le-plus-haut-du-monde_art25684.html

3.1. Plan de masse :

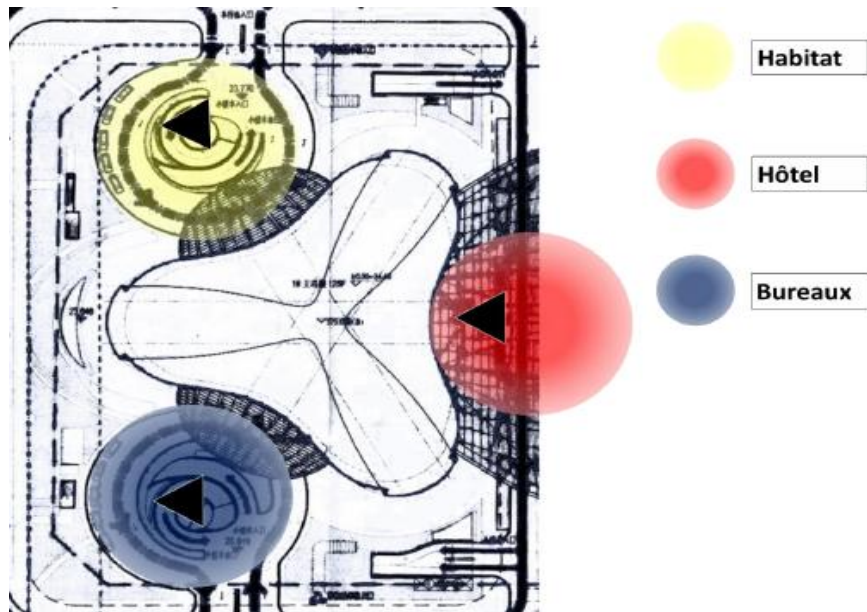


Figure 70: plan de masse

3.2. Les plans :

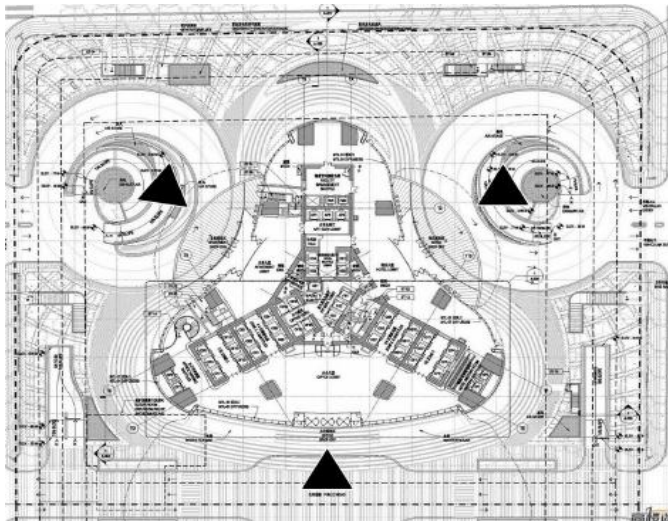


Figure 71: plan de RDC

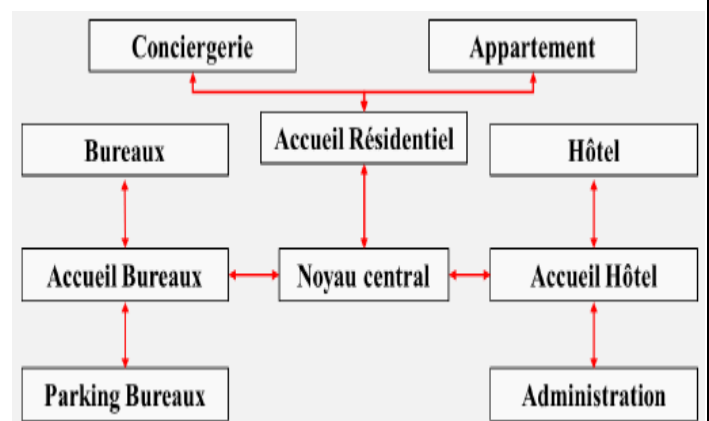


Figure 72: organigramme de RDC

3.3. Les coupes :

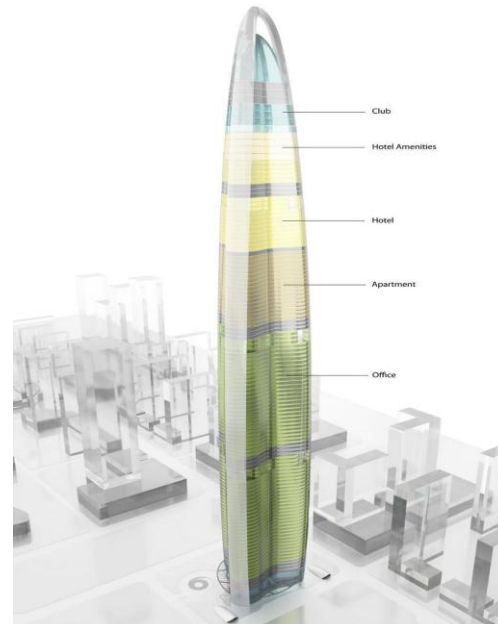


Figure 73: schema de fonctions

4. Structure :

La forme unique simplifiée du bâtiment combine trois concepts clés ; un corps conique, coins doucement arrondis, et une partie supérieure en forme de dôme, ce qui réduit la résistance au vent et l'action du vortex qui se construit autour des immeubles de très grande hauteur.

En outre, pour diminuer la pression du vent contre la tour, des ouvertures à intervalles régulières ont été placées dans le mur rideau. L'une des particularités de la tour Wugan Greenland Center est l'introduction innovatrice d'évents à l'extrémité des trois branches aux quarts de la section verticale. Les évents réduiront la pression du vent sur la tour ainsi que les tourbillons qui peuvent créer une accélération horizontale du mouvement.



Figure 74 : Mur Rideau de tour

Sa structure est composée de :

- Noyau central
- ossature en acier
- Super colonne
- cadre embase
- treille de ceinture
- treille de balancier



Figure 75: ossature de tour Wuhan

5. Durabilité :

Une variété d'approches durables a été intégrée à la tour qui en fera l'une des tours les plus efficaces en économie d'énergie, avec une réduction de 51% par rapports aux immeubles de bureaux typiques :

-Un système de récupération des eaux usées collecte les eaux usées de l'hôtel, de la blanchisserie, des éviers et des douches, puis les réutilise dans le système de refroidissement par évaporation du bâtiment.

-Un système d'éclairage à haute performance utilise des ballasts et des lampes pour réduire la consommation d'énergie nécessaire.

-Et des appareils sanitaires à faible débit pour réduire la quantité d'eau potable nécessaire, ainsi que l'énergie de pompage associée.

- Matériaux de construction durable et recyclable comme le verre réfléchissant, l'acier, le béton haute résistance, Aluminium.

- Un système de récupération d'énergie qui capte l'énergie des systèmes d'échappement du bâtiment, puis l'utilise pour préchauffer ou rafraîchir l'air entrant dans le bâtiment est incorporé dans les capteurs de la ventilation, et permet d'éteindre automatiquement les lumières lorsque la lumière du jour est suffisante. Par conséquent, cela est véritablement une approche ciblée pour concevoir, tant à l'intérieur, qu'à l'extérieur

- Réseau anti incendie.

Conclusion :

La conception de la tour exigeait des efforts intenses de collaboration entre architecte et ingénieur. Bien que la hauteur fût au cœur du développement du projet, la tour vivante, Le Burdj Khalifa, le Wuhan Green land center représentent un changement progressif dans la conception et l'ingénierie qui présente de nouvelles solutions au complexe problèmes. En combinant des technologies de pointe et inspiration culturelle régionale, les architectes ont créé des verticales Villes qui sont devenue des modèles pour le développement de futurs centres urbains, et parlent à une croissance constante mouvement mondial vers des zones urbaines compactes et habitables

Tableau de synthèse :

Le programme	Burdj Khalifa	La Tour Vivante	Whuan Greenland center
Situation	Emirates United Arabe, Dubaï	France	China, Whun
Résidence	900 appartements: *suite luxueuse Résidentiel luxueuse	Appartement F3, F4, F5	Appartement standard 216 u
Hôtel	Hôtel simple Hôtel résidentiel	/	Hôtel 5* Salle de meeting Restaurant observatoire
Commerce	Restaurant Magasin	Centre commercial	boutique
Loisirs	Télescope multimédia 27 terrasses Plateforme d'observation Cinéma Lacs artificiel Jeux de fontaine Parcs de 11 he	Médiathèque Crèche	/
Sport	École de Dance Piscine , Yoga Centre de remise en forme	/	/
Fonction libérale	Bureaux	Bureaux	49 étages de Bureaux
services	Mosquée Parking 3 niveaux	Production hors-sol Parking sous sol 475 P	Locaux technique Parking 6 niveaux
Administration	Administration de gestion Hall d'accueil	Administration de gestion Hall d'accueil	Administration de gestion Hall d'accueil pour résidence Hall d'accueil pour hôtel Hall d'accueil pour Bureaux

QUATRIEME CHAPITRE

ANALYSE DU SITE

Introduction

Notre but à travers ce Chapitre est de présenter les potentialités bâties et environnementales de la région de Guelma et d'accumuler une base de données sur elle. Qui servirait à la projection de notre projet architectural.

Alors, ce chapitre se déclinera comme suit. Après présentation géographique de la wilaya et une brève description historique, nous aborderons le contexte physique où seront abordées les ressources géologiques, les potentialités climatiques et Naturelles, ainsi que les différents réseaux qui compose la ville et le contexte sismique. Et enfin une analyse de l'état du fait du site d'implantation.

1. Motivation du choix de la ville :



Figure 76: Carte d'Algérie



Figure 77: Le Nord Algérien

Le choix de la ville de Guelma pour réaliser le projet de tour est dicté par de multiples raisons. Principalement que c'est une ville antique connue depuis la préhistoire. Elle est connue par ses ressources d'eau ses richesses agricoles et ses défenses naturelles.

Le choix porte en outre pour les caractéristiques conflictuelles de son climat, les quelles marquent presque la totalité des climats locaux algériens. C'est aussi la ville où j'habite ce qui permet à profiter des connaissances du membre de personnel de diverses administrations (D.P.A.T, services des forêts,) afin de bénéficier d'un accès aux documents. Qui n'était pas aussi possible et aisé vu que le terrain de recherche est si vierge.



Figure 78 : Situation de Guelma à

2. Présentation de La Vile De Guelma :

La Wilaya de Guelma constitue un point de rencontre entre les pôles industriels du Nord (Annaba et Skikda) et les centres d'échanges au Sud (Oum El Bouaghi et Tébessa). Elle occupe une position médiane entre le Nord du pays, les hauts plateaux et le Sud.

2.1. Toponymie :

Appelée autrefois Calama ou encore Malaca, ville numide et fut importante sous le règne de Massinissa. Des inscriptions libyques trouvées à Guelma prouvent que la région a été civilisée bien avant l'arrivée des Carthaginois ou des Romains ; des mentions latines attestent que Guelma portait déjà le nom de « Calama », bien que ce nom soit probablement d'origine phénicienne.

2.2. Situation Géographique¹⁵⁸ :

La Wilaya de Guelma se situe au Nord-est du pays et constitue, du point de vue géographique, un point de rencontre, voire un carrefour entre les pôles industriels du Nord (Annaba et Skikda) et les centres d'échanges au Sud (Oum El Bouaghi et Tébessa). Elle occupe une position médiane entre le Nord du pays, les Hauts plateaux et le Sud.

La wilaya de Guelma s'étend sur une superficie de 3.686,84 Km².

Elle est limitrophe aux Wilayas de :

- Annaba, au Nord
- El Taref, au Nord-est
- Souk Ahras, à l'Est
- Oum El-Bouaghi, au Sud
- Constantine, à l'Ouest
- Skikda, au Nord-ouest



Figure 79: Situation Géographique de Guelma

2.3. Accessibilité de la wilaya :

La wilaya est accessible par plusieurs routes nationales :

- RN20 : c'est la principale liaison avec l'extrême Est (Annaba_ Taref)
- RN21 : reliant Guelma avec Constantine
- RN80 : reliant Guelma avec Souk Ahras

2.4. Aperçu Historique¹⁵⁹ :

a) Préhistoire

La région était habitée et possède une nécropole, les Vestiges de Roknia composée de plus de 3000 dolmens

b) De l'époque romaine au XIXe siècle

Des inscriptions libyques trouvées à Guelma prouvent que la région a été civilisée bien avant l'arrivée des Carthaginois ou des Romains ; des mentions latines attestent que Guelma portait déjà le nom de « Calama ». L'histoire de Guelma est riche en événements, et son territoire est parsemé de sites.

Calama fut avec Setifis (Sétif) et Hippo-Reggius (Annaba), un des greniers de Rome au cours des iie et iiiie siècles apr. J.-C., attestant sa prospérité sous la période des Sévères.

c) Au cours de l'époque chrétienne

(IV et V siècles), Calama a eu comme évêque Possidius qui était aussi biographe de saint Augustin et appartenait à la province ecclésiastique de Numidie. D'ailleurs Saint-Augustin et Donatus évoquent la prospérité de cette ville. Dès l'invasion des Vandales qui détruisit la ville, Possidius alla



Figure 80: Théâtre Romain



Figure 81: L'ancienne église

¹⁵⁸ Invest in Algeria, Wilaya de Guelma, Andi 2013, p 4

¹⁵⁹ (En ligne) <http://dcwguelma.dz/index.php/10-menu-principal/28-historique>

se réfugier à Hippo-Reggius et Calama tomba au pouvoir de Genséric. Après la reconquête de l'Afrique du Nord par les Byzantins, Solomon, général de Justinien, y fit construire une forteresse entre 539 et 544.

d) La civilisation arabo-musulmane

Vint ensuite l'époque de la civilisation arabo-musulmane, Calama est appelée désormais « Guelma ». Selon Ibn Khaldoun, des tribus arabes, en particulier les Banu Hilal, s'étaient déjà installées au cours du ix^e siècle dans cette région attractive.



Figure 82: Mosqué EL ATIK

e) L'époque ottomane

Quant à elle, n'a pas connu de changements radicaux dans le paysage socioculturel de la ville. Cependant, elle a laissé aussi des traces, ne serait-ce que par quelques noms de famille qu'on retrouve aujourd'hui

f) Période française de 1870 à 1962

Guelma est conquise en 1834 par les Français. Le maréchal Bertrand Clauzel, frappé par l'importance stratégique du site, y établit un camp permanent en 1836. C'est l'origine de la ville actuelle qui, dès lors, accueille plusieurs générations de colons et de pieds-noirs.

La résistance guelmoise face à l'empire colonial français finit par payer le prix fort : le 8 mai 1945, le sous-préfet Achiary fait tirer sur la manifestation nationaliste fêtant la victoire contre le nazisme.



Figure 83: Manifestation de 08 mai 1945

g) Depuis l'Indépendance en 1962

Guelma est wilaya depuis 1974, et ville universitaire depuis 1986 avec l'Université du 8 mai 1945.

L'évolution urbaine de la wilaya :

- ✓ Guelma a connu plusieurs périodes de croissance.
- ✓ on remarque dans la carte que cette croissance urbaine va premièrement vers le Nord, après 1977 va toujours vers le Sud de la ville.

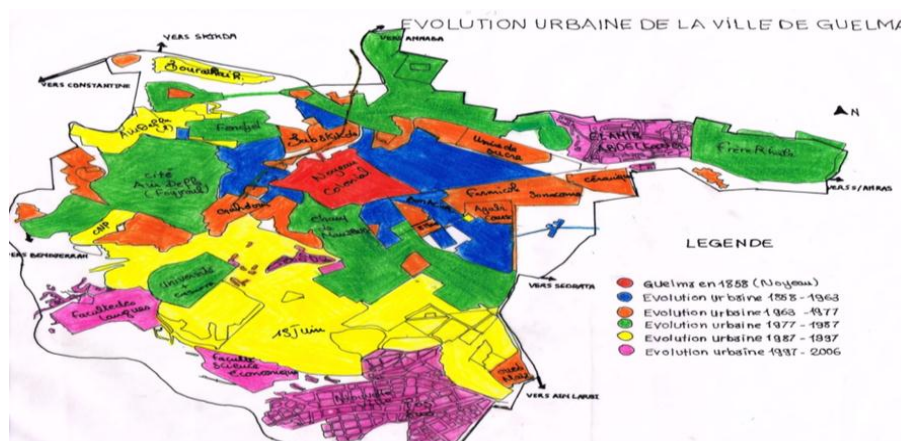


Figure 84 : Carte d'évolution urbaine de Guelma

2.5. Contexte administrative :

Le territoire de la Wilaya renferme actuellement 34 communes qui constituent les unités territoriales et 10 Daïrates après le découpage administratif de 1990 dont 04 Daïra crée nouvellement : Héliopolis, Ain Makhlouf, Ain Hessainia (Houari Boumediene) et Hammam N'bails Il est à remarquer que ce découpage fait ressortir des communes d'un niveau intermédiaire d'urbanisation, des communes semi Urbaines et des communes rurales.



Figure 85: Carte administrative de Guelma

Daira	Commune	Superficie (km ²)	Observation
AIN MAKHLOUF	Ain Makhlouf	190,08	Urbaine
	Ain Larbi	167,5	Rurale
	Tamlouka	303,77	Urbaine
BOUCHEGOUF	Boucheougouf	193,55	Urbaine
	Ain Ben Beida	131,25	Semi urbaine
	Oued Fragha	99,26	Rurale
	Medjez Sfa	142,03	Rurale
GUELAÂT BOU SBAÂ	Guelaât Bou Sbaâ	36,25	Semi urbaine
	Boumahra Ahmed	71,25	Urbaine
	Béni Mezline	63,25	Rurale
	Djeballah Khemissi	66,62	Rurale
	Belkheir	94	Urbaine
	Nechmeya	121,75	Semi urbaine
OUED ZÉNATI	Oued Zénati	135	Urbaine
	Ain Regada	118,79	Rurale
	Bordj Sabath	198,7	Rurale
HAMMAM DEBAGH	Hammam Debagh	58,75	Urbaine
	Roknia	201,87	Rurale
	Bouhamdane	159,62	(Fortement) rurale

HAMMAM N'BAIS	Hamмам N'Bails	164,22	Rurale
	Oued Cheham	98,26	Semi urbaine
	Dahouara	68,90	Rurale
HÉLIOPOLIS	Héliopolis	76,87	Urbaine
	Bouâti Mahmoud	88,7	Semi urbaine
	El Fedjoudj	66,25	Semi urbaine
KHEZARAS	Khezaras	71,22	Semi urbaine
	Bouhachana	63,62	Rurale
	Ain Sandel	91,47	Rurale
AIN HESSAINIA	Ain Hessainia	50,18	Semi urbaine
	Ras El Agba	37,27	Rurale
	Sellaoua Announa	93,55	Rurale
	Medjez Amar	38,67	Semi urbaine
GUELMA	Guelma	45	Urbaine
	Ben Djerrah	79,37	Semi urbaine
Ensemble 34 communes			3.686,84 kms ²

Tableau 10 : Superficie des communes de wilaya¹⁶⁰

2.6. Situation démographique¹⁶¹ :

Commune	Population 2010	Population 2011	Densité	Commune	Population 2010	Population 2011	Densité
Guelma	125,520	126,753	2783	Oued fragha	7.413	7.502	75
Ben djerrah	6,792	6,873	86	Ain ben beida	9.838	9.956	75
Total daïra	132.042	133.626	1062	Medjaz sfa	7.988	8.084	56
Guelaat bous baa	5.840	5.910	161	Total daïra	51.609	52.228	104
Nechmaya	10.327	10.451	85	Oued zénati	34.068	34.476	252
Belkhir	18.292	18.512	195	Bordj sabath	10.528	10.654	53
Béni mezline	5.061	5.122	80	Ain regada	7.968	8.064	67

160 (En ligne) <http://dcwguelma.dz/index.php/10-menu-principal/22-administratif>

161 (En ligne) <http://dcwguelma.dz/index.php/10-menu-principal/24-habitants>

Boumahra Ahmed	18.484	18.706	259	Total daïra	52.564	53.194	116
Djeballah khemissi	4.650	4.706	70	Ain makhlouf	12.748	12.901	67
Total daïra	62.654	63.407	138	Tamlouka	19.582	19.817	65
Bouchagouf	26.370	26.686	217	Ain larbi	7.881	7.976	47

Tableau 11 : Population de la wilaya

*Population (2011) : Population totale : 506 007 Hab *Population (2010) : Population totale : 500 007 Hab

2.7. Situation Géophysique¹⁶² :

Les grands ensembles : L'analyse du milieu physique du territoire de la Wilaya fait ressortir 04 ensembles (zones) à savoir :

- a. La Zone de Guelma
- b. La Zone de O/Zénati
- c. La Zone de Bouchegouf
- d. La zone de Tamlouka

a) Zone de Guelma :

Elle est organisée en auréole, tout autour de la plaine centrale constituée de terrasses alluviales, qui s'étale le long de l'Oued (la vallée de la Seybouse). Elle est la région la plus étendue du territoire de la Wilaya.

Cette région se caractérise aussi par une importante couverture forestière au Nord et à l'Est, par contre, la partie Sud souffre de dégradations répétées d'où une absence de couverture forestière fournie en dépit du caractère montagneux de cette

région, d'où une grande vulnérabilité (l'érosion).

b) Zone de Bouchegouf :

Se caractérise par un relief fortement montagneux (près de 75%). Cette zone est traversée par l'Oued Seybouse dont les berges constituent les prolongements de la plaine de Guelma. Ses montagnes sont couvertes de massifs forestiers, notamment les forêts de Beni Salah et de Ain Ben Beida (une partie de Houara à l'Ouest).

c) Zone de Oued Zénati :

Elle a un relief montagneux plus ou moins disséqué. Le paysage dominant est de loin celui des hautes surfaces intramontagnardes et les longs versants dispersés dans un ensemble de montagnes dont la couverture forestière est moins importante que celle de la région de Guelma.

Les sols qui s'y localisent sont en grande partie des sols bruns calcaires, parfois profonds, d'où sa vocation céréalière.

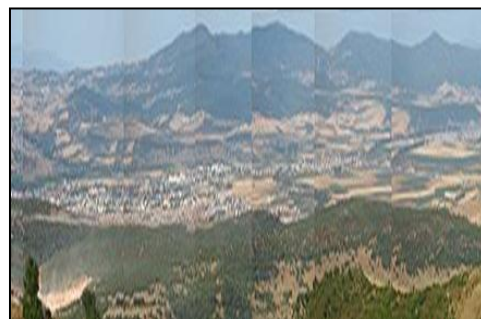


Figure 86: Zone Guelma



Figure 87: Zone Bouchegouf



Figure 88: Zone Oued Zenati

¹⁶² (En ligne) <http://dcwguelma.dz/index.php/10-menu-principal/27-naturel>

d) Zone de Tamlouka :

Elle fait partie de la région des hautes plaines dont l'altitude moyenne est supérieure à 800 mètres avec cependant des pentes faibles.

La partie Sud de la région est occupée par un vaste paysage de hautes plaines traversées par l'Oued M'gaisba, caractérisée par des bas-fonds et des glacis alluviaux. Au Nord, des paysages de glacis, assez étendus se raccordent à la plaine.



Figure 89: Zone Tamlouka

2.8. Les potentialités naturelles :

a) Hydrologie¹⁶³ :

▪ Principaux Oueds :

Oued Seybouse :

Il prend sa source à Medjez Amar (point de rencontre entre Oued Charef et Oued Bouhamdane). Il traverse la plaine Guelma - Bouchegouf sur plus de 45 Km du Sud au Nord. Son apport total est estimé à 408 millions m³/an à la station de Boudroua (commune de Ain Ben Beida).

Oued Bouhamdane :

Qui prend sa source dans la Commune de Bouhamdane à l'Ouest de la Wilaya. Son apport est de 96 millions m³/an à la station de Medjez Amar II.

Oued Charef :

Prend sa source au Sud de la Wilaya et son apport est estimé à 107 millions m³/an à la station de Medjez Amar I.

Oued Mellah :

Provenant du Sud-Est, ce court d'eau enregistre un apport total de 151 millions m³/an à la station de Bouchegouf.

▪ Barrages existants :

Le barrage de Hammam Debagh : sur Oued Bouhamdane d'une capacité de 220 HM³ est destiné à :

* L'irrigation des plaines de : Guelma, Bouchegouf sur 9.600 HM³

* L'AEP de Guelma, Hammam Debagh, Roknia

Le barrage de Medjez Beggarr (Ain-Makhlouf) : d'une capacité de 2,786 HM³ est destiné à l'irrigation de 317 ha.

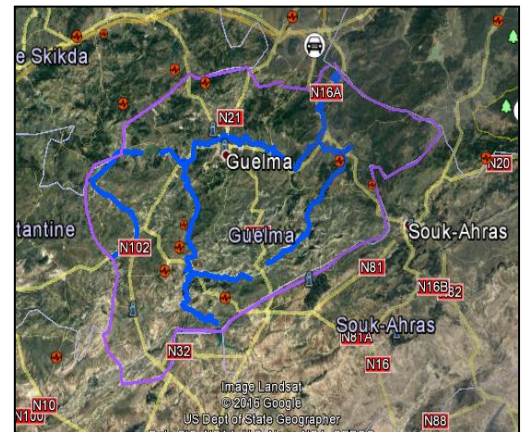


Figure 90 : Carte des principaux Oued



Figure 91: Barrage Hammam Debagh

¹⁶³ (En ligne) <http://dcwguelma.dz/index.php/10-menu-principal/27-naturel>

b) Agriculture¹⁶⁴ :

D'une vocation essentiellement agricole, la Wilaya de Guelma recèle un important potentiel, à savoir :

- Surface agricole Totale (SAT) : De 264.618 Ha, soit 71,77 % de la superficie totale.
- Surface agricole utile (SAU) : De près de 187.338 ha soit 50,81 % de la superficie totale de la Wilaya et 70,80 % de la S.A.T.
- Superficie Irriguée : 11.841 ha, soit 6.32 % de la S.A.U.
- Superficie forestière de 113.182 ha, soit un taux de 30,70 % de la superficie totale de la Wilaya.

Les cultures à développer qui nécessitent des investissements sont :

1. Cultures fruitières
2. Cultures maraîchères
3. Céréaliculture
4. Cultures industrielles.

2.9. Potentialités Touristiques¹⁶⁵ :

La wilaya de Guelma compte les potentialités touristiques suivantes :

- Les sources thermales : hammam Debagh, N'bails...
- Le lac sous terrain à Bir Osman Hammam Debagh
- Les sites naturels et historiques : (forêt de la Maouna, grotte de Taya ...)

a) Les thermes :

C'est la station thermale devenue chef-lieu de commune, la localité ayant pour désignation Hammam Débagh.

C'est un lieu de promenade, l'aspect des bains et des soins ayant une rubrique propre intitulée « thermalisme ».

Les sources sont éparpillées autour d'un axe de 5 à 6 km de longueur. Elles ont comme limite nettement marquée la rive droite du Chéddakha, petit ruisseau qu'elles alimentent, du reste.

La température des sources oscille entre 70 et 96°. Elles semblent être les plus chaudes du monde, exception faite d'un ou de deux cas. L'eau sort en bouillonnant de petites cavités, creuse des canalicules et abandonne des incrustations très abondantes.

Les sources donnent des eaux hyper thermales, à faible minéralisation, chlorurées sodiques et carbonatées calciques. Certaines eaux sont ferrugineuses ; d'autres contiennent un peu d'hydrogène sulfuré, par réduction des sulfates au contact des terrains superficiels. Toutes contiennent de l'arsenic. Elles sont d'une limpidité parfaite. Débitant une quantité considérable d'eau (48.000 m³ par jour environ), elles se divisent en neuf groupes :

- 1- Aïn Skhouna.



Figure 92: Cascade de Hammam Debagh

¹⁶⁴ Invest in Algeria, Wilaya de Guelma, Andi 2013, p 13

¹⁶⁵ (En ligne) www.guelma.org/francais/

- 2- Sources du ruisseau. 3- Celles de la grande cascade.
 4- Celles dites des bains. 5- Aïn ech-Chfaa.
 6- Sources du plateau des cônes. 7- Celles de l'ancien chemin de fer.
 8- Celles de Bouhamdane. 9- Quatre autres affleurements.

b) Les cônes stalagmiformes :

Qualifiés également de cratériformes, ils se sont constitués à l'époque où l'eau jaillissait en gerbes au-dessus du sol, il y a de longs siècles. Quelques-uns ont quatre ou cinq mètres de haut et sont assez réguliers. Peu disséminés, ils sont nombreux. Une centaine environ occupent le petit plateau bordant le C.W. 122, du côté nord (où se trouve l'établissement thermal Ben Nadji) quand il traverse l'agglomération de H. Meskhoutine et qu'il en devient la rue Benyahia Salah (qui est la première artère principale).



Figure 93: Cônes stalagmiformes

c) Les roches imposantes :

Ils constituent des curiosités que l'on rencontre, un peu partout, à travers le territoire de notre wilaya. Certains servent de jalons aux limites administratives. D'autres, comportent un témoignage. D'autres encore, nous transmettent des œuvres d'art rupestre. Des vestiges de défense subsistent sur un grand nombre d'entre eux. Le type en est Hadjar Theldj, indiqué au n°11.



Figure 94: Roches imposantes

d) Sites et Monuments Naturels et historique :

- Grande cascade de Hammam Debagh.
- Sites forestiers : forêts de Mahouna et Béni Salah.
- Grottes de Taya (Bouhamdane).
- Lac souterrain (Bir Osman) à Ain Hessainia.
- Ghar djmaâa (Taya)
- Théâtre Romain et musée antique à Guelma.
- Vestiges des civilisations anciennes (square de Guelma).
- Nécropole Musulmane de Roknia.



Figure 95: Forêt de Mahouna



Figure 96: Bir Benosmane



Figure 97: Vestige Romaine

2.10. **Infrastructure de base**¹⁶⁶ :

a) Réseaux routiers :

La wilaya de Guelma dispose d'un réseau routier important et diversifié d'une longueur de 2205,54 Km dont 299,20 Km de R.N. La densité routière (tous types confondus) est de 0,49Km/km².

b) Réseau Ferroviaire :

Le réseau ferroviaire de la Wilaya de Guelma est de 37 Km seulement qui sont en service. Cet axe relie Guelma à Bouchegouf et Ain Ben Beidha (Boukamouza).

La Wilaya ne sera donc pas entièrement couverte et mieux désenclavée qu'avec la réfection de l'ancienne voie reliant son chef-lieu à la ville de Constantine.

c) Réseau électrique

La Wilaya de Guelma a connu de grands efforts en matière d'électrification et notamment rurale.

- Le réseau d'électricité a atteint une longueur de :
- * **Longueur** réseau d'électrification : 4608,569 Km -MT/BT-
- * **Nbre** de poste transformateur (distribution) en service : 1.581



Figure 98 : Poteau haut tentions

2.11. **Le contexte sismique**¹⁶⁷ :

Cadre structural et sismotectonique :

Le bassin de Guelma, est une structure en « pull apart » adossé à un décrochement majeur est-ouest dextre (Meghraoui, 1988) (Figure 101). Il s'agit d'un bassin très actif, puisque de fréquents événements sismiques s'y produisent. La coupe géologique (A-B) montre que ce bassin est presque de même nature que celui de Constantine, constitué par les différents types de nappes : nappe numidienne, nappe ultra-tellienne, nappes telliennes et enfin du nappe néritique Constantinoise.

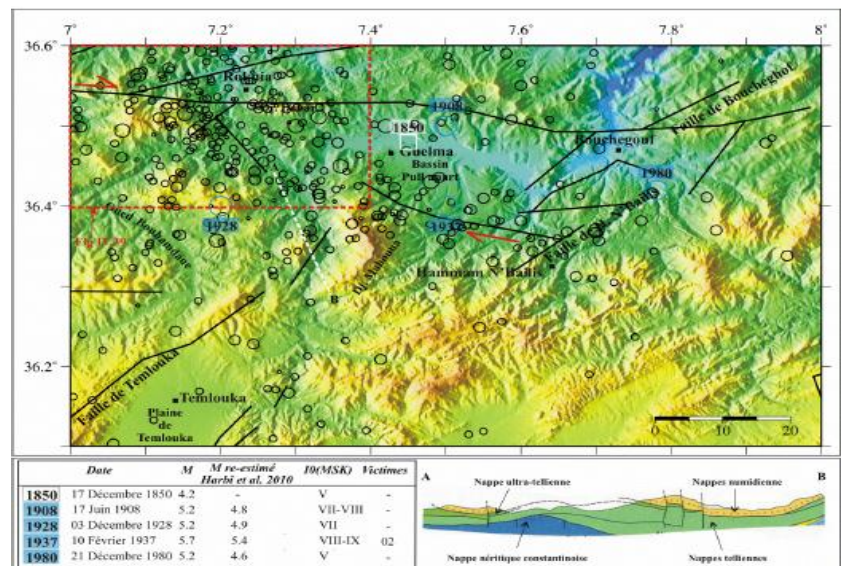


Figure 99 : sismotectonique de la zone 2 (bassin de Guelma et ses environs). La coupe géologique (A-B) est inspirée a partir de la carte 1/200 000 de Constantine (Vila, 1977).

166 Invest in Algeria, Wilaya de Guelma, Andi 2013, p 08

167 ISSAM ABACHA, Thèse DOCTORAT DE SCIENCES Étude de la sismicité de la région Nord-Est de l'Algérie

3. Analyse Bioclimatique¹⁶⁸ :

Le territoire de la Wilaya se caractérise par un climat sub-humide au centre et au Nord et semi-aride vers le Sud. Ce climat est doux et pluvieux en hiver et chaud en été.

3.1. Température :

La température annuelle moyenne est 17,9°C.

En Août 27,7 °C (Le Mois le Plus chaud) et en Janvier 10°C (Le Mois le Plus Froid)

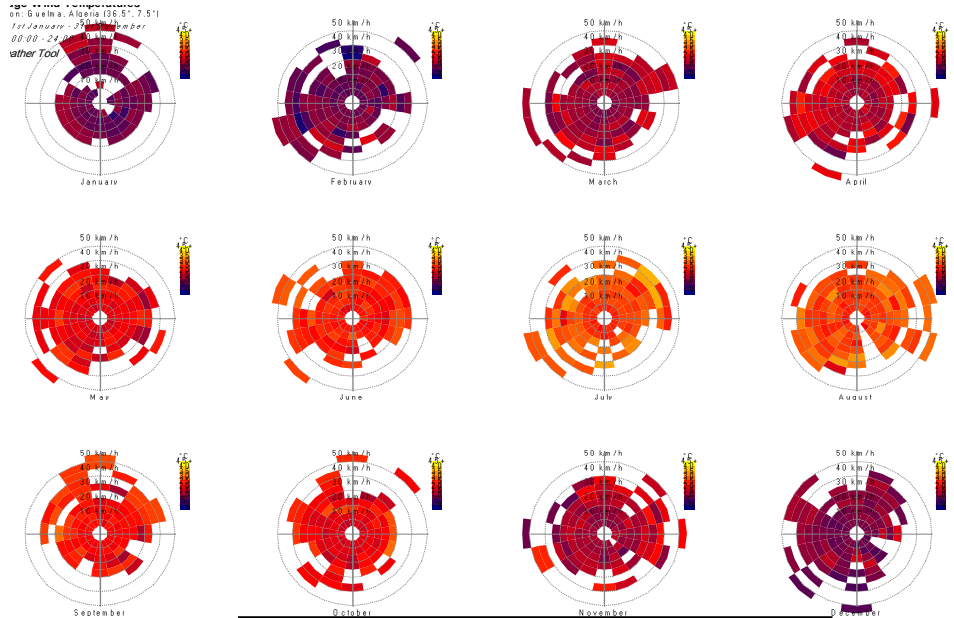


Figure 100 : diagramme de température mensuelle

3.2. Humidité relative :

La moyenne mensuelle de l'humidité relative dépasse 68,3 %, C'est un climat Humide

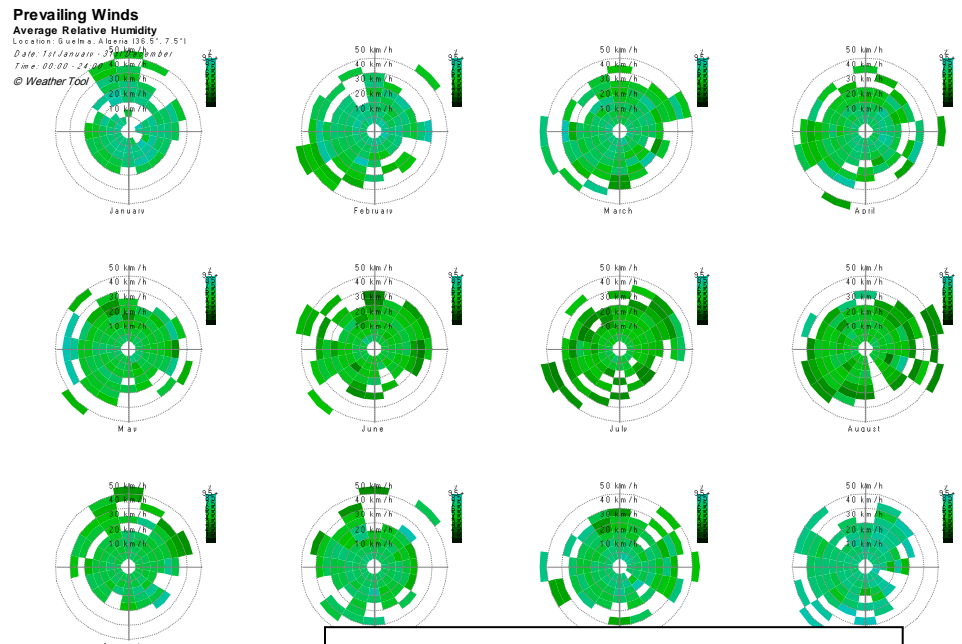


Figure 101 : diagramme d'humidité mensuelle

¹⁶⁸ Travail d'étudiant, Logiciel écotect 2011

3.3. Précipitation :

Elle est Marqué par une durée de sécheresse pendant l'été, les restes de saison est marqué par une précipitation considérable.

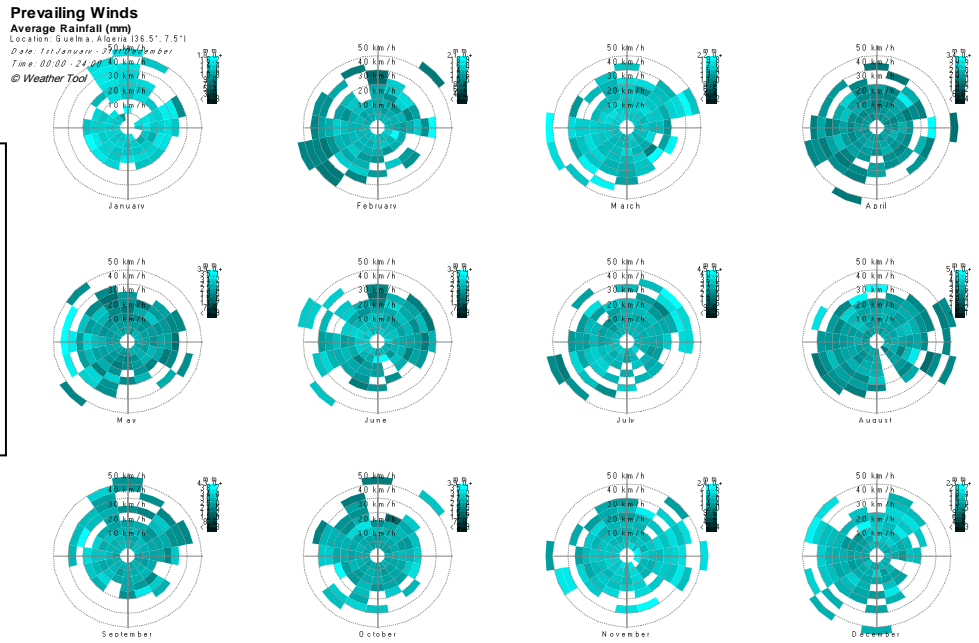


Figure 102 : diagramme de précipitation mensuelle

3.4. Vitesse de vent :

Soufflant Pendant Toute l'année. Généralement ce sont les Vents du Nord-Ouest qui prédominent, Avec une Vitesse Moyenne de 2 m/s

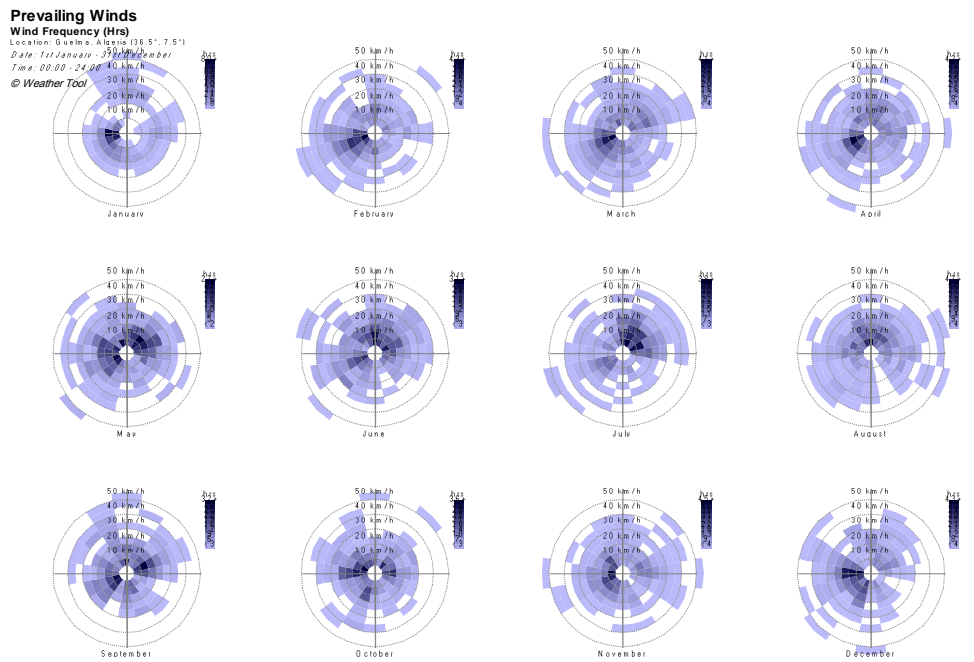


Figure 103 : diagramme de vitesse du vent mensuelle

3.5. Les paramètres de climat annuel :

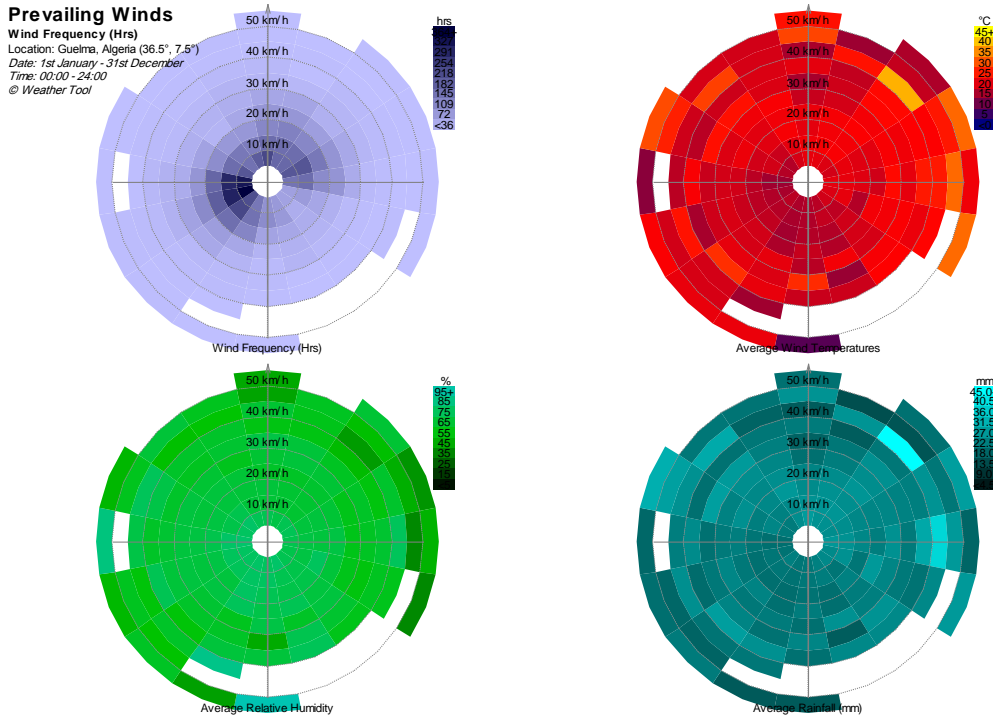


Figure 104 : diagramme annuel de température, vent, humidité, précipitation

3.6. Diagramme psychrométrique :

Psychrometric Chart
 Location: Guelma, Algeria
 Frequency: 1st January to 31st December
 Weekday Times: 00:00-24:00 Hrs
 Weekend Times: 00:00-24:00 Hrs
 Barometric Pressure: 101.36 kPa
 © Weather Tool

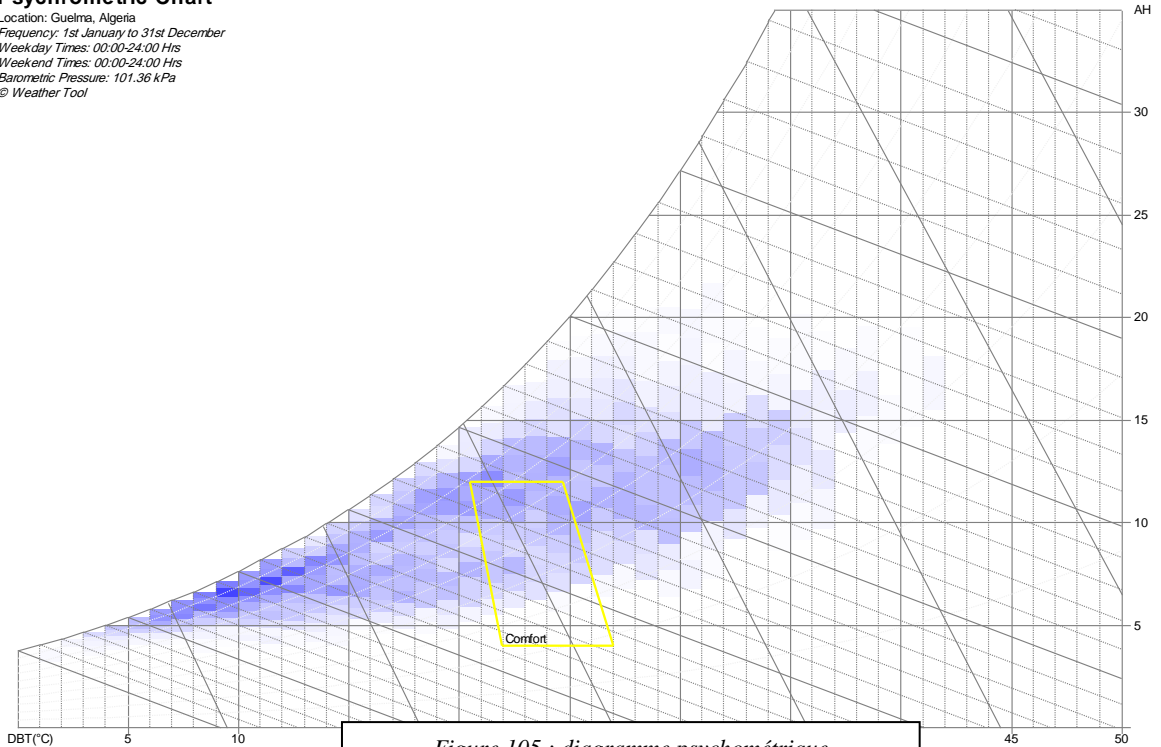


Figure 105 : diagramme psychrométrique

3.7. La meilleure orientation du bâtiment :

Optimum Orientation

Location: Guelma, Algeria
 Orientation based on average daily incident radiation on a vertical surface.
 Underheated Stress: 292.7
 Overheated Stress: 1335.1
 Compromise: 182.5°
 © Weather Tool

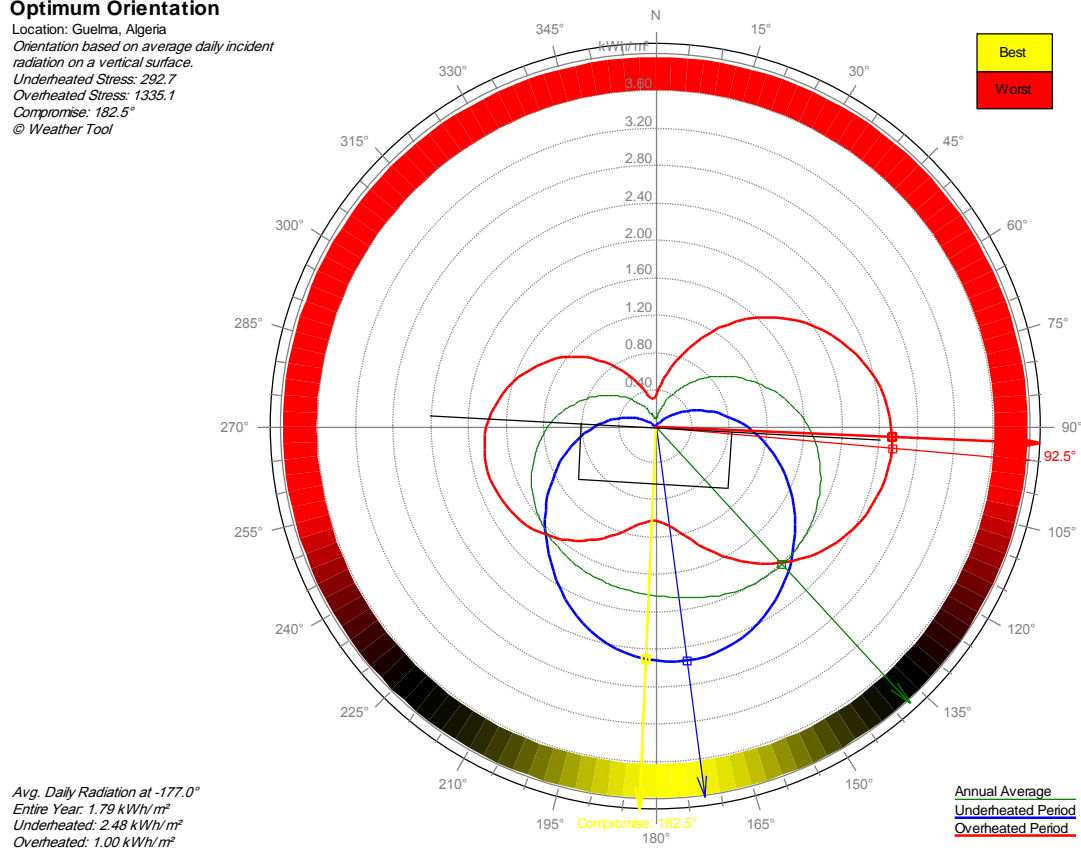


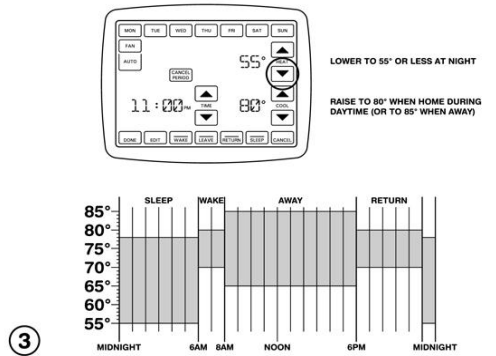
Figure 106 : diagramme représente « the Best Orientation »

Selon le diagramme la meilleure orientation est le sud, Sud-Est, Sud-Ouest

➤ Le bilan CO2 :

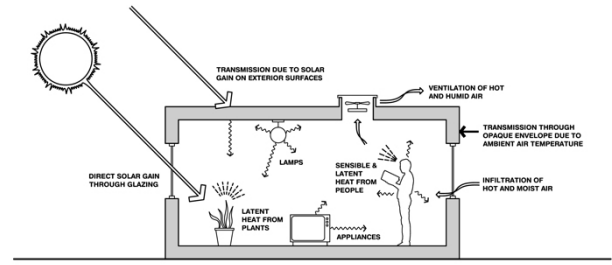
Figure 107 : bilan CO2

3.8. **Recommandation¹⁶⁹ :**



Lower the indoor comfort temperature at night to reduce heating energy consumption (lower thermostat heating setback) (see comfort low criteria)

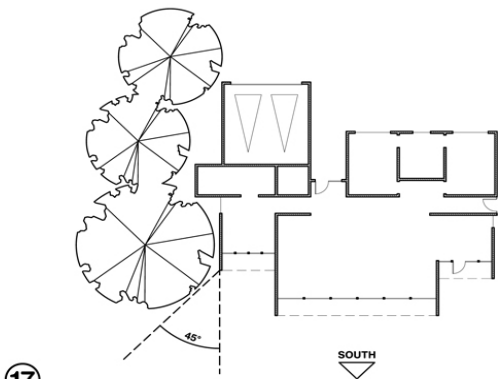
Figure 108 : R. Confort hygrothermique



11

Heat gain from lights, people, and equipment greatly reduces heating needs so keep home tight, well insulated (to lower Balance Point temperature)

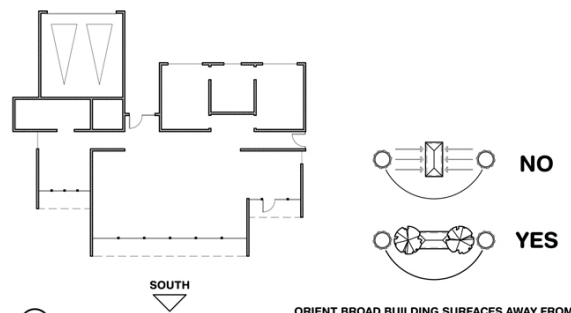
Figure 109 : R. éclairage naturel



17

Use plant materials (bushes, trees, ivy-covered walls) especially on the west to minimize heat gain (if summer rains support native plant growth)

Figure 110 : R. Implantation des arbres

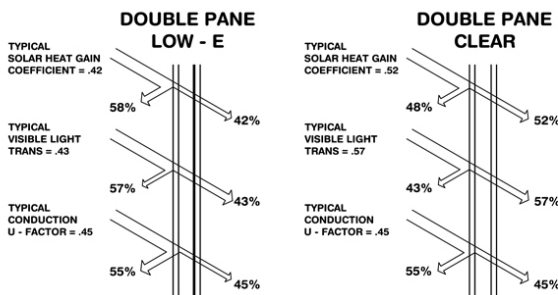


19

ORIENT BROAD BUILDING SURFACES AWAY FROM THE HOT WESTERN SUN. ONLY NORTHERN AND SOUTHERN EXPOSURES ARE EASILY SHADED

For passive solar heating face most of the glass area south to maximize winter sun exposure, but design overhangs to fully shade in summer

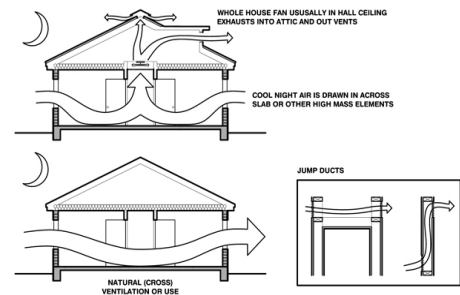
Figure 111 : R. Orientation



20

Provide double pane high performance glazing (Low-E) on west, north, and east, but clear on south for maximum passive solar gain

Figure 112 : R. doubles peaux



39

A whole-house fan or natural ventilation can store nighttime 'coolth' in high mass interior surfaces (night flushing), to reduce or eliminate air conditioning

Figure 113 : R. ventilation naturelle

169 Travail d'étudiant, Climatconsultant

4. Analyse Du site :

4.1. Choix du site :

Le choix du site s'avère une étape cruciale pour le bon fonctionnement du projet, elle regroupe plusieurs facteurs historique, géographique, physique et sociétal qui nécessitent une étude adéquate en tenant compte des démarches nécessaires à suivre afin d'arriver à l'objectif recherché.

a) Critères de choix du site

- La capacité d'accueil :

Le projet contient des activités diverses et bien spécifiés donc la surface du site doit être proportionnelle au contenu de ce projet.

- Accessibilité :

Il faut que l'équipement soit desservi par le transport en commun et permet l'accès facile es véhicules.

- La visibilité :

La fonction culturelle doit être toujours perçue comme l'une des tous premiers éléments structurants de la ville.

- Environnement urbain :

Le projet doit être implanté à proximité des autres équipements structurants, Il devra entretenir des liens spatiaux, fonctionnels ou symboliques avec les autres équipements culturels de la ville. Il faut tenir compte de l'attraction du site.

b) Localisation des sites

Site 01 : 28374 m²
-Situé au Nord-Ouest de la ville de Guelma
-Se localise au quartier Bourwayeh

Site 02 : 32 640 m²
-Situé au nord de la ville de Guelma (cité Mekhancha) à côté de El Maqam



Site 03 : 65 248 m²
-Situé au Nord-Est de la ville, à côté de la zone industrielle

Figure 114 : Proposition des terrains

c) Analyse comparative des sites :

Niveau de satisfaction des critères d'implantation :

*** Fort ** Moyen * Faible

Critères Site	Capacité d'accueil	Accessibilité	Visibilité et lisibilité	Environnement urbain	Contraint physique	Degrés d'adéquation de projet
Site 01	*	*	*	*	***	Mauvais
Site 02	**	***	***	***	**	Bon
Site 03	***	***	*	**	*	Moyen

Tableau 12 : comparaison des 3 site

d) Synthèse :

Après avoir jeté un coup d'œil sur pas mal de sites existants dans la ville que j'ai choisis Guelma, j'ai fixé le choix sur 3 variantes sites (site 1 à cité Bourwayeh, site 2 à cité Mkhancha, site 3 à coté de zone industrielle). Le choix du site d'implantation du projet est porté sur le site N° 02 pour les raisons suivantes :

- L'existence des équipements structurants environnants tels que le musée, Le maqam chahid, La SNTV
- Le site se situe dans un quartier installé sur une falaise qui donne une vue panoramique sur tout la ville de Guelma.
- Le site est vaste et bien dégagé, ce qui me permet d'établir un programme riche tout en favorisant la construction en hauteur, parce qu'il offre une capacité suffisante pour contenir à l'intérieur de son périmètre la Tour Multifonctionnelles écologique

4.2. Analyse du site d'intervention :

a) Introduction :

Après avoir fait une analyse primaire et déduit que le terrain à cité mekhancha est approprié à notre projet, nous allons nous étaler sur ses différentes facettes pour en déceler toutes les subtilités et potentialités.

➤ Objectifs :

- Distinguer les spécificités de la zone 'intervention.
- Distinguer le gabarit.
- Distinguer les potentialités du site.
- Dégager les trames architectoniques de référence.

b) Analyse contextuelle¹⁷⁰ :

▪ Situation du terrain :

Le site d'intervention se situe au Nord de la ville de Guelma, dans le quartier de Mkhancha Abd-Elatif.

▪ Caractéristiques du terrain :

Le terrain occupe une superficie de 3.2 hectares cette dernière est démesurée par rapport au projet de ce fait, suivant le pos de cette zone, je vais parceller ce terrain et user d'une assiette adéquate à 'ampleur et au besoin qu'implique notre édifice.

▪ Environnement immédiat :

Le terrain est situé dans le quartier Mkhancha exactement à côté de Monuments des Martyr et Musée al-moudjahid. Aussi proche de paramètres les plus importants tels que : station de bus, station naftal, complexe sportif, protection civile, Le terrain aussi est entouré par de beaux espaces verts. Le terrain aussi situé À proximité du confluent les deux routes national 20 et 21

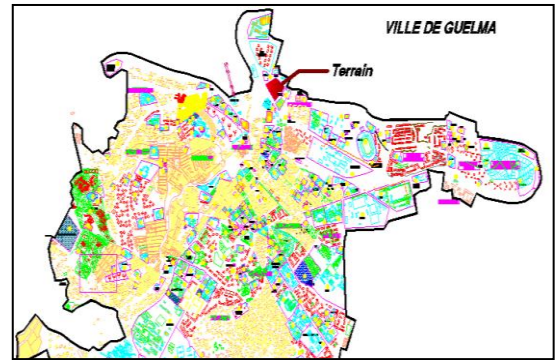


Figure 115 : Situation du Terrain par rapport à la ville

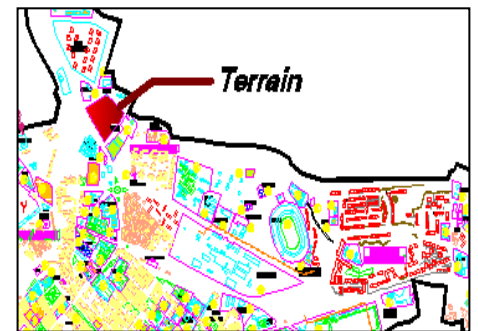


Figure 116 : Situation du Terrain par rapport à la cité mkhancha



Figure 117 : Terrain d'intervention

c)Analyse typo-morphologique :

▪ Morphologie du terrain :

La forme du terrain d'assiette est une forme irrégulière, Presque un trapèze.

L'assiette de notre projet comporte une déclivité de 12%.

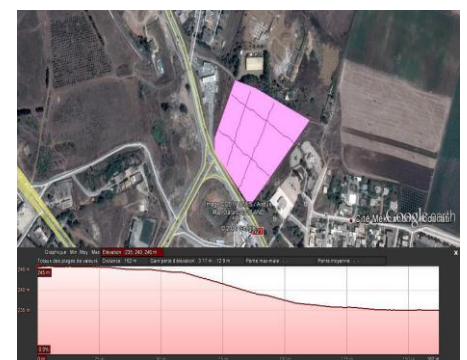


Figure 118 : Morphologie du Terrain

¹⁷⁰ PDAU Guelma

➤ Coupes Topographique du terrain :

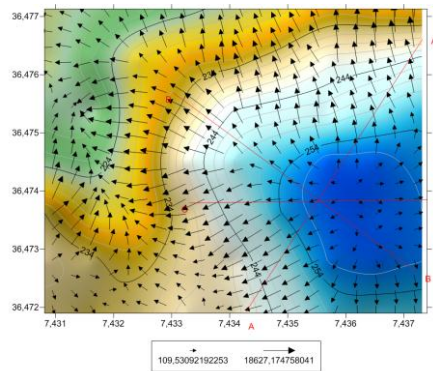


Figure 119 : LES PONTES ET LES COUPES

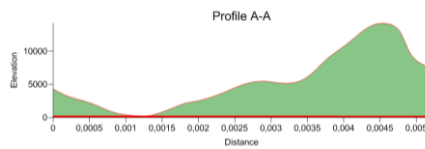


Figure 120 : Coupe AA

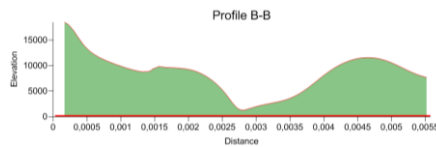


Figure 121 : Coupe BB

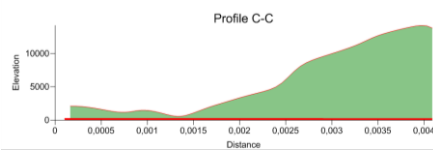


Figure 122 : Coupe CC

d)Analyse Fonctionnelle¹⁷¹

▪ Façade urbaine :

La ville comme une œuvre artistique, un décor où compte l'apparence et la façade, mais malheureusement la silhouette urbaine de la zone en question n'est pas riche.

▪ Circulation et accessibilité :

Le site est marqué par la route nationale N=21 qui relie Guelma à Annaba. Cet axe mécanique représente un flux mécanique fort, d'autres axes menant de centre-ville sont caractérisés par un flux mécanique moyen. Un axe piéton Moyen vers El maqam et dans certaines rues adjacentes.

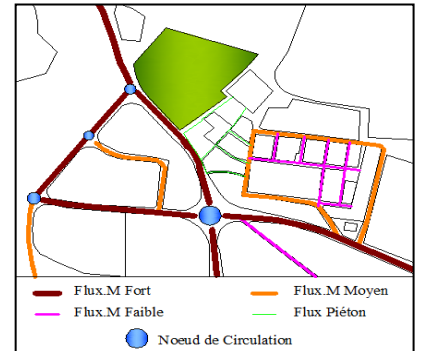


Figure 123 : Accessibilités

▪ Points de repère :

Le site est repéré par plusieurs points : le Musée Moudjahidin, El Maqam, La SNTV, la protection civile, la station Naftal, La station d'épuration, le complexe sportif, CFA, Centre de



Figure 124 : Points de repères

▪ Fonction urbaine :

La majorité des ilots qui entourent notre zone d'étude sont occupés par une forêt, des équipements et des habitations.

Il existe plusieurs équipements autour du terrain :

- Administratifs.
- Loisirs
- Educatifs.

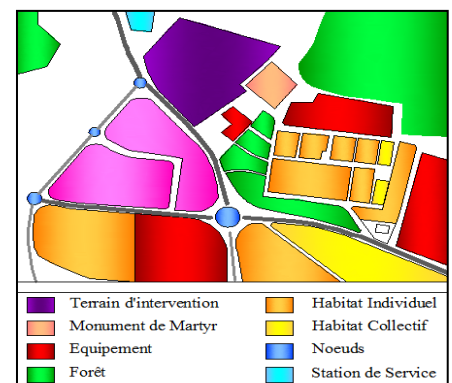


Figure 125 : Fonctions urbaines

▪ L'état des hauteurs :

On remarque que le gabarit autour de la zone varie entre RDC et R+4.



Figure 126 : Etat d'hauteur

¹⁷¹ PDAU Guelma, modifiée par l'étudiant, fig 123,124,125 Autocad 2012, fig 126 Sketchup 2012

4.3. Les potentialités du site :

- Forte visibilité et lisibilité du site (la situation stratégique du terrain à la porte Nord du centre-ville).
- L'accessibilité (facilement accessible depuis différentes parties de la ville).
- La proximité de plusieurs équipements structurants.
- Le site présente une surface importante et non affectée, ce qui représente un atout majeur dans notre intervention.

4.4. Photos du Site :



Figure 127 : terrain en 3D



Figure 128 : situation du Terrain 3D



Figure 129 : Terrain (Sud Est)



Figure 130 : Terrain (sud)

Conclusion :

D'après l'étude du terrain on a remarqué que le terrain est situé dans un endroit stratégique, Qu'il offre une forte qualité visuelle et spatiale surtout la vue panoramique à Guelma qui on doit profiter.

Le climat de Guelma est un Climat sub-humide Donc il Faut éviter les déperditions thermiques par l'utilisation des techniques et des matériaux de construction spéciaux, Aussi Les différents isolants, et Bien Sûr par le Choix de la Bonne orientation

Conclusion générale :

Protéger l'environnement, c'est préserver la survie et l'avenir de l'humanité. En effet, l'environnement est notre source de nourriture et d'eau potable. L'air est notre source d'oxygène. Le climat permet notre survie. Et la biodiversité est un réservoir potentiel de médicaments. Préserver l'environnement est donc une question de survie.

L'imagination des architectes a été libérée par les nouvelles techniques de fabrication, se basant sur de nouveaux matériaux qui ont un faible impact sur l'environnement et ils permirent de réaliser des formes plus complexes.

L'utilisation des nouvelles technologies de fabrication devient un sujet de réflexion des décideurs de notre pays, afin de passer d'une aire classique à une aire plus évoluée, écologique et respectueuse de l'environnement.

Sa réussite nécessite une équipe pluridisciplinaire et une main d'œuvre qualifiée qu'il faudra former dès maintenant.

Rien n'est impossible, il suffit juste d'une bonne volonté et la contribution des pouvoirs publics

BIBLIOGRAPHIES

✓ Livres :

- Leveque Christian. Ecologie de l'écosystème à la biosphère, Ed. Dunod, Paris, 2001, p 9.
- Matagne Patrick., Aux origines de l'Étapes ; écologie, Innovations2003/2, n°18, p 31-32.
- Quest Laboratory, Philosophie de la nature et sauvegarde écologique de la terre chez Teilhard de Chardin, Revue Africaine de Philosophie, ISSN 1011-226, 2008.
- Alain liebard & André De Herde, Traité l'architecture et l'urbanisme bioclimatique, (concevoir, edifier, et aménager avec le développement durable), édition Le moniteur, France, 2005
- Pierre Fernandez & Pierre Lavigne, concevoir des bâtiments bioclimatiques (fondements et méthodes), édition moniteur, Paris, 2009.
- Angelier Eugène., Introduction à l'écologie des écosystèmes naturels à l'écosystème humain, Ed. Tec&Doc, Paris, 2002,
- Leveque Christian, Op.Cit.
- Gauzin-Muller Dominique., 25 maisons écologiques, Ed. Le Moniteur, Paris, 2006
- Wines James., L'architecture verte, Ed. Taschen, Paris, 2008
- Pearson David. The New Natural House Book: Creating a Healthy, Harmonious, and Ecologically Sound Home July 23, 1998, A Fireside Book, Pub. By Simon & Schuster.
- Weston Richard., Formes et matériaux dans l'architecture, Ed du Seuil, Paris, 2003
- Pearson David., Architecture naturelle, en quête d'un bien-être, Ed. Terre vivante, Mens (France)
- Fathy Hassan., Construire avec le peuple, collection hommes et sociétés, Ed. Sindbad, Paris, 1996
- Pinson Daniel., Architecture et modernité, collection Dominos, Ed. Flammarion, France, 1996
- Gelmini Gianluca., Alvar Aalto, Ed. Actes sud, Arles, 2008
- Gauzin-Muller Dominique., L'architecture écologique, Ed. Le Moniteur, Paris, 2001
- Gauzin-Muller Dominique., Mutualiser connaissances et savoir-faire, In Bâtir éthique et responsable, Ouvrage collectif coordonné par Farel Alain, collection questions d'architecture, Ed. Le Moniteur, Paris, 2007
- Madec Philippe., L'usage du monde, In Bâtir éthique et responsable, Ouvrage collectif coordonné par Farel Alain, collection questions d'architecture, Ed. Le Moniteur, Paris, 2007
- Oliva Jean-Pierre, et al., Maisons écologiques d'aujourd'hui, Ed. Terre vivante, Mens (France), 2002
- Kur Friedrich., l'habitat écologique : quels matériaux choisir ? Ed. Terre vivante, Mens, 2003
- Sene Michel., Archi Libre ou les transgressions dans l'art de bâtir, Ed. Du Moniteur, Paris, 1981.

- Dutreix Armand., Bioclimatisme et performances énergétiques des bâtiments, Ed. Eyrolles, Paris, 2010
- Gauzin-Muller Dominique., Vers une architecture et un urbanisme, écologiques et solidaires, dossier de presse, 06 novembre 2006, CAUE de Haute Savoie. Gauzin-Müller Dominique, Une nouvelle approche de l'acte de bâtir, l'architecture éco-responsable, In Panoramas
- Wright David., Soleil, nature, architecture, Ed. Parenthèses, Paris, 1979
- Gauzin-Muller Dominique. Spéciale exposition écologique, revue ecologik, n° 08, avril/mai 2009.
- Les 100 mots de construction durable
- Smart Materials and New Technologies for Architecture and Design Professions
- Richard-Philippe Wafer, l'adobe, une solution durable pour la construction d'habitations écologiques dans une zone à forte activité sismique comme le chili, Sherbrooke, Québec, Canada, Octobre 2010
- Gouverner le climat ?20 ans de négociations internationales Stefan Aykut, Amy Dahan
- Règlement thermique 2005, version 09102006
- Michel Goussot, Espaces et territoires aux États-Unis, Paris, Belin, 2004, (ISBN 2-7011-3204-5)
- Armelle Vincent, « Californie, la passion de l'écologie », dans Géo n°356, octobre 2008
- Michael E. KRAFT, la politique de l'environnement aux états-unis (*) facteurs déterminants, internes et internationaux
- Philippe Randrianarimanana, « Bush recule devant les ours polaires », dans Courrier international du 02/01/2007

- L'architecture Moderne, Anne BONY,
- Maison écologique
- L'art du projet ; Jacques GUILLERME
- Architecture in Emarate ; Philip Judidio
- Architecture in U.S.A; Philip Judidio
- Architecture in United Kinkdoom ; Philip Judidio
- Formes et matériaux dans l'architecture ; Richard WESTON,
- Matériaux et architecture durable ; Nadia HOYET,
- Traité de génécivil, Construction en bois ; J.Natterer
- Manuel de construction écologique, Clark SNELL,

✓ **Articles :**

- AREHN., Valorisation de l'eau de pluie, ce qu'on a le droit de faire ...ou pas, In connaître pour agir, publication de l'agence régionale de l'environnement de Haute-Normandie, Ed. Partenaires d'avenir, N° 52, avril 2008
- Dr. Haridi Fatma Zohra Cours Théorie de l'architecture, M2 architecture écologique, 2017
- Mme Benzerari. S Cours H.C.A, M1 Architecture écologique, 201
- Rapport bruntland
- Les quatre piliers du développement durable
- Mr Zouhair BENNANI Ingénieur Civil Expert, les matériaux de construction traditionnels
- American Society for Testing Materials (1945)
- Professeur Georges Akhras, des matériaux intelligents et des systèmes intelligents pour l'avenir
- Plateforme Maison Passive asbl, 2ème rencontre de l'énergie 16 octobre 2007 – bruxelles
- Guide de l'éco-construction dans le val d'oise
- Politique environnementale : principes généraux et cadre de base fiches techniques sur l'union européenne – 20171
- Consultation nationale pour la charte d'environnement
- Ministère de l'Aménagement du Territoire de l'Environnement et de la Ville
- Cours-en-ligne: AM-strategie-thermique.pdf
- Les pieux énergétiques : étude de faisabilité Ing. D. BOURGEOIS ECAM – Bruxelles
- Les murs de soutènement Eléments de soutènement, Kronimus
- En ligne 04-planchers.pdf
- file:///Lampadairessolairesurbains-hybrides EclairagesolaireprofessionnelObjetsolaire.html
- Polycopie_de_conception_niveau_technicien.pdf
- file:///JardinVertical%20ouMurvégétalLesconceptsdemursvégétalisés.MurVEGETAL.html
- file:///DiaporamaPowerflower, unélégantprojetdeparcséoliensurbainsleantechRepublic.html
- file:///DIAPORAMA-PowerFlowerdesarbreséoliensdanslesvillesTechniquesdel'ingénieur.html
- En ligne, HUFFPOST, Djamel Bouras, Protection de l'environnement en Algérie : Une affaire de tous et en faveur de tous ! 2015

✓ **Thèses et Mémoires**

- Messaoudi Karima., l'habitat et l'habiter en territoire rural : Inscription spatiale et mutation (Exemple de La vallée du Saf-Saf –Nord-Est de 'Algérie-), Thèse de doctorat sciences, aménagement du territoire, urbanisme, Constantine en cotutelle avec Aix-Marseille III
- Mémoire Slimani Amina, Master II: Architecture climatique et environnement-Constantine, 2016
- Thèse doctotat de sciences, Mme. SAADI Saadia, Développement et validation d'une approche globale, dynamique et participative d'évaluation environnementale stratégique, 2015
- Mémoire de master en architecture : tour d'habitat écologique. Par Mr Bemmami Abdel Hakim. Année universitaire 2014-2015
- Thèse : TOUR D'HABITAT ECOLOGIQUE ; l'auteure : BEMMAMI Abdelhakim ; juin 2015

✓ **Site web :**

- <http://www.universalis.fr/encyclopedie/architecture-ecologique-architecture-durable>
- <https://www.architecte-batiments.fr/l-architecture-durable-en-pratique/>
- <http://www.economiesolidaire.com/2010/05/01/avantages-inconvenients-et-risques-de-la-technologie>
- [Www. Actu-environnement.com](http://www.actu-environnement.com)
- <http://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/objectifs-de-developpement-durable/>
- www.materiaux-ecologique.com
- <http://www.cnrtl.fr>
- <http://www.larousse.fr/>
- http://www.parcballonsvosges.fr/wpcontent/uploads/2015/07/FT18_privilegier_mat_const_ecologique.pdf
- <http://www.guidemaisonecologique.com/les-materiaux-traditionnels/>
- [http:// www.smb-cm.fr](http://www.smb-cm.fr)
- <https://www.groupama.fr/assurance-professionnels/accompagnement/conseils-construction-normes.html>
- http://pep.ecn.nl/fileadmin/pep/pdf/C1_Adeline_Guerriat.pdf
- <http://www.guidebatimentdurable.brussels/fr/>

- <http://www.agrojob.com>
- <http://www.dictionnaire-environnement.com>
- <http://www.construire-ecologique.org>
- <http://www.legrand.com>
- <https://www.e-rt2012.fr>
- <https://www.e-rt2012.fr/explications/generalites/precedentes-reglementations-thermiques/>
- https://www.emirates.com/be/french/environment/our_position/emirates_environmental_policy.aspx
- http://www.legrand.com/FR/greenbuildingdescription_12849.html
- <http://archicaro.pagesperso-orange.fr/>
- <http://www.developpement-durable.gouv.fr/>
- <http://www.lesliearchitecte.ca/approche-ecologique/>
- <http://www.ecosources.info/>
- <http://www.ecohabitation.com/>
- <http://www.guidemaisonecologique.com/>
- <http://espace-g2c.com/>
- <http://www.e-marketing.fr/>
- <http://www.notrefamille.com/dictionnaire/definition/hotel/>
- <http://www.loisirquebec.com/>
- <http://devenir-realisateur.com/lexique/>
- <http://www.enssib.fr/>
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Restaurant>
- <https://www.technopieux.com>
- <http://www.m-habitat.fr/>
- <http://www.linguee.com/french-english/translation/poteaux+tubulaires.html>
- <https://mur.ooreka.fr>
- <http://www.m-habitat.fr>
- www.techniques-ingenieur.fr/
- <https://vmc.ooreka.fr/>
- <https://chauffage.ooreka.fr/>
- En ligne <http://www.climatisationreversible.net/fonctionnement-des-climatiseurs.htm>

✓ **Logiciels de simulation :**

- Autocad 2012.
- Ecotect 2011.
- Climatconsultant.
- Revit 2016.
- SketchUp 2016.
- Climabim.
- Vray.
- Météo norme.

PARTIE III :
APPROCHE TECHNIQUE

ANNEXE 01

PROGRAMMATION

« Le programme doit encourager à une certaine décontraction dans la manière de mettre en scène la culture et l'information... »

Pierre de Basset

Introduction

« Le programme est un moment en avant du projet, c'est une information obligatoire à partir de laquelle l'architecte va pouvoir exister, c'est un point de départ mais aussi une phase de préparation »

Après l'étude de la zone et quelques exemples nous ont permis d'arrêter un programme de base¹ ou on a pensé à des activités rentables, et un fonctionnement du projet durant l'année. la programmation des espaces est basée sur les potentialités du site pour mieux les exploités.

1. Objectifs :

Afin de définir chaque fonction, chaque espace ou même chaque sous-espace de notre projet, nous nous sommes attardés sur des questions bien simples (quoi ? pour qui ? pourquoi ? et où ?) dont leurs réponses restent équivoques à un programme spécifique.

- La première étant « Quoi ? », tend à définir le projet en lui-même qui est une tour multifonctionnelle écologique.

- « Pour qui ? » celle-ci nous mène vers les besoins nécessaires aux occupants de la tour, plusieurs catégories sont visées dont : habitants, Visiteurs, Commerçant, service administratif, homme d'affaire. Cette dernière nous pousse vers des fonctions ludiques, administratives, commerciales, sportives et résidentielles.

- « Pourquoi ? » cette question vient chapoter nos objectifs en montrant clairement le but de nos analyses et notre projet qui sont :

- Pallier au manque de logements.
- Satisfaire le besoin de la population locale en termes de loisirs.
- Créer un point de repère Pour Guelma
- Créer un pôle d'attraction
- Favoriser la mixité sociale et fonctionnelle
- Utiliser la nouvelle technologie dans la construction
- Rapprocher les différents services à l'habitant
- Préserver l'environnement
- Revaloriser plus l'image de Guelma sur la scène national

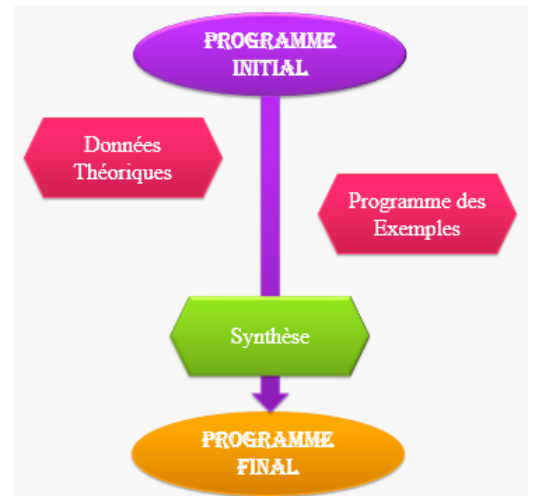


Figure1 : schéma de programme de base

¹ Figure 01 schéma de programme de base réalisé par l'étudiant, Power point 2016

- Participer au développement économique et touristique du pays

- « Où ? » pour confirmer le choix de la ville qui est Guelma.

- Enfin la dernière question « comment ? » pour Identifier les différentes Fonctions de la tour

La programmation vise à déterminer les différentes activités, fonctions en répondant aux exigences de rentabilité de multifonctionnalité et hiérarchie spatial, le contenu général s'oriente vers :

- La mise en valeurs des potentialités de la zone
- La détermination des activités et des fonctions
- Pour répondre aux besoins de la zone

Le programme de base est un modèle, un schéma de regroupement des fonctions² ces dernières sont présentées selon⁴ structures qui seront complétées par une 5^{ème} fonction qui est la fonction technique

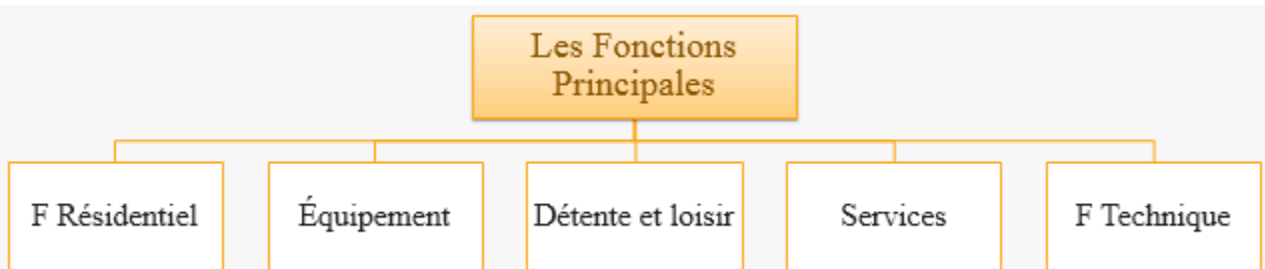


Figure 02 : les fonctions principales de la tour



Figure 03 : le programme de base

² Figure 02 : les fonctions principales réalisé par l'étudiant, Power point 2016

Figure 03 : programme de base réalisé par l'étudiant, Power point 2016

2. Définitions des fonctions :

2.1. Habitat :

L'habitat est, en simplifier, le milieu dans lequel vis un organisme. Il existe plusieurs types d'habitation individuelle et, collectifs, villa et appartement ...etc.

2.2. Equipement :

2.2.1. Centre d'affaire³

Il s'agit d'un immeuble comportant des bureaux et des salles de réunion /formation entièrement meublés et équipé ayant pour but de recevoir à bref préavis des utilisateurs de bureaux et de salles pour une période limitée dans le temps. Les centres d'affaires proposeront également un ensemble de services annexes allant de la domiciliation à l'assistance de gestion. L'offre des centres d'affaire se caractérise par une flexibilité et une modularité extrême qui séduit de plus en plus même les grandes entreprises.

Les usagers : Un centre d'affaires est sollicité par deux types d'usagers :

- L'un permanent concernant les travailleurs des différentes activités que comporte le centre telles que, représentation d'entreprises, activités publiques.
- L'autre occasionnel celui-ci concerne, les hommes d'affaires qui auront à fréquenter ce centre, les usagers des différents services pouvant être des représentants d'entreprises, des parties politiques ou éventuellement le public de transit.

○ *Siège d'entreprise* :

Ce sont des surfaces à location avec leurs différentes tailles et grandeurs. Ils peuvent être sous différentes formes d'organisation « surface libre de regroupement que ce soit le mobilier ou les cloisons

○ *Les agences* :

Les agence touristique, agences bancaire, agence publicitaire, agence de voyage....

○ *Fonctions libérales* :

Ce sont des fonctions orientées au premier plan pour être utiliser par le public bureau desmédecins, architecte, avocat....

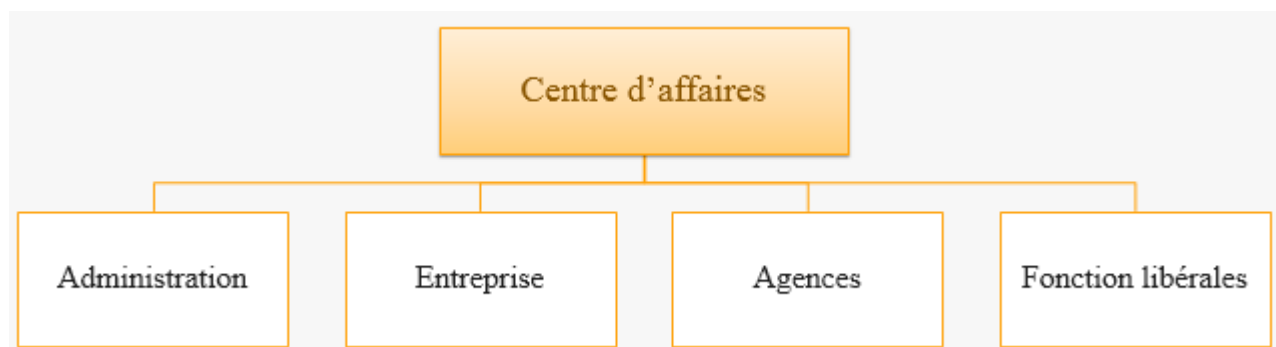


Figure 04 : les usagers de centre d'affaires

2.2.2. Centre commercial⁴ :

³ (En ligne) <http://espace-g2c.com/tout-savoir-sur-les-centres-daffaires/>

Figure 04 : les usagers de centre d'affaire, réalisé par l'étudiant, Power point 2016

⁴ (En ligne) <http://www.e-marketing.fr/Definitions-Glossaire/Centre-commercial-240838.htm>

Un centre commercial est un ensemble de boutiques regroupées autour d'une ou plusieurs locomotives (Grande surfaces alimentaires et spécialisées) assurant un flux de clientèle ou de prospects.

○ Commerce : Élément moteur de la vie urbaine. Un acte d'achat, Il participe dans l'ambiance et la vitalité du projet. Recommandation à prendre pour les différentes activités : Il faut prévoir des surfaces :

D'exposition « vitrine »

D'aménagement « vente »

De stockage « dépôt »

2.2.3. L'hôtel⁵

L'hôtel c'est un établissement commercial d'hébergement classe, qui offre des chambres ou des appartements meublées en location soit à une clientèle qui effectue un séjour caractérisé par une location à la semaine ou au mois, mais n'ayant pas domicile. Il est exploité toute l'année ou seulement pendant une ou plusieurs saisons.

On le défini aussi comme une infrastructure destinée à l'hébergement des personnes touristes, homme d'affaires des conditions confortables, avec la possibilité d'accès à des prestations annexes, selon la catégorie de l'établissement telles que la restauration, l'animation culturelle et les services tel que téléphone, la télévision...etc.

3. Détente et loisir⁶

« Activité » ou situation permettant de se laisser par une activité agréable, un passe-temps ou une distraction. *Les lieux de détente sont les Restaurants, le centre de loisir, l'installation sportive*

3.1. Cinéma⁷

La salle : Elle ne doit recevoir pendant les projections aucune autre lumière que celle des éclairages de secours. Construire les murs et plafonds en matériaux non réfléchissants et dont des couleurs pas trop claires. Les visiteurs doivent être assis à l'intérieur du bord extérieur de l'image. L'angle de vision vers le milieu de l'image ne doit pas dépasser 30° depuis le premier rangé.

Pour la disposition, la déclivité du sol admise est de 10%, elle se fait par des escaliers avec marche de 16cm maximum de hauteur dans des allées de 1.20m de large. Sur chaque côté de l'allée peuvent être disposés 16 à 25 sièges avec des voies de 1 à 1.5m



Figure 05 : centre commercial



Figure 06 : Hôtel



Figure 07 : Espace de loisirs



Figure 08 : Cinéma

5 (En ligne) <http://www.notrefamille.com/dictionnaire/definition/hotel/>

6 (En ligne) http://www.loisirquebec.com/prix_journalisme.asp?id=996

7 (En ligne) <http://devenir-realisateur.com/lexique/>

tous les 3 ou 4 rangées, l'espacement entre deux rangées et $<0.45\text{m}$, Pour la taille de la salle il faut compter 0.5m^2 /visiteur.

Dans la cabine de projection, 1m est nécessaire derrière l'appareil de projection et sur le côté de manipulations, avec 2.80m de hauteur, ventilation, isolation phonique vers la salle de spectacle.

Pour l'écran, la distance au mur au moins 1.20m selon la taille de la salle et le système, réduire jusqu'à 0.50m monter le système sonore.

3.2. Médiathèque⁸ :

Une médiathèque est un établissement, généralement public, qui conserve et donne accès à différents types de média, permettant la consultation sur place et l'emprunt à domicile.

Certaines municipalités lui préfèrent l'appellation de « bibliothèque multimédia » sur le modèle anglo-saxon de « multimedia library ».



Figure 09 : Médiathèque

4. Service :

4.1. Restauration⁹

C'est un espace public où l'on se sert des repas (référence la rousse).

Il y a trois types de restauration :

1-Restaurant de luxe : qui est destinée aux hommes d'affaires en particulier

2-Restauration public : à prise modérée, destiné aux voyageurs, fonctionnaires et aux étudiants

3-Self-service : pour ceux qui travaillent continuellement ou les différentes consommations sont

Consommation rapide : Cas croûte ; Pizzeria.

Consommation suite : Repas complète.

Utilisateur :

- Usages venant du centre commercial.
- Public venant de l'extérieur.
- Usager de la détente.

4.2. Cafétéria

Une cafétéria est un lieu de restauration où il n'y a pas (ou très peu) de service à table. Le consommateur se sert généralement comme dans un libre-service, à l'aide de plateaux individuels.

Les cafétérias se trouvent le plus souvent dans les entreprises, les immeubles de bureaux, les infrastructures culturelles et sportives.



Figure 10 : Restaurant



Figure 11 : Cafétéria

8 (En ligne) <http://www.enssib.fr/>

9 (En ligne) <https://fr.wikipedia.org/wiki/Restaurant>

4.3. Salle de sport



Figure 12 : salle de sport

3. Programme retenue :

3.1 Programme retenue générale :

Le programme	Burdj Khalifa	La Tour Vivante	Whuan Greenland center
Situation	Emirates United Arabe, Dubaï	France	China, Whun
Résidence	900 appartements: *suite luxueuse Résidentiel luxueuse	Appartement F3, F4, F5	Appartement standard 216 u
Hôtel	Hôtel simple Hôtel résidentiel	/	Hôtel 5* Salle de meeting Restaurant observatoire
Commerce	Restaurant Magasin	Centre commercial	boutique
Loisirs	Télescope multimédia 27 terrasses Plateforme d'observation Cinéma Lacs artificiel Jeux de fontaine Parcs de 11 he	Médiathèque Crèche	/
Sport	École de Dance Piscine , Yoga Centre de remise en forme	/	/
Fonction libérale	Bureaux	Bureaux	49 étages de Bureaux
services	Mosquée Parking 3 niveaux	Production hors-sol Parking sous sol 475 P	Locaux technique Parking 6 niveaux
Administration	Administration de gestion Hall d' <u>accueil</u>	Administration de gestion Hall d' <u>accueil</u>	Administration de gestion Hall d' <u>accueil</u> pour résidence Hall d' <u>accueil</u> pour hôtel Hall d' <u>accueil</u> pour Bureaux.

3.2 Programme retenue spécifique :

FONCTIONS	ESPACES		SURFACE
Accueil	Bureau d'accueil et de réception		25
	Hall d'accueil et espace de rencontre		678
	Sanitaire public		83
	Loge de sécurité		30
ADMINISTRATIF	Gestion des services	Bureaux de comptable	160
		chargé de mission	
		Reprographie	
		Bureau du caissier	
		Chargé de mission	
	Gestion des usagers	bureau manager	50
		Bureau directeur	
		Secrétariat	
	Autres	Salle d'attente	33
		salle de réunion	32
Loge ménage		28	
Fonctions libérales	Bureaux	sanitaires	6
		Accueil – réception	9
		Salle d'attente	16 - 30
		Bureau directeur	9 - 1
		Espace de travail - Open space	25 - 53
		salle de réunion	40 - 160
Sanitaires x 4	25 - 30		
Logements			10 x 4
Residential	F4 49 logements	Cuisine	13 - 16
		Salon	25 - 33
		salle de bain	10
		Chambre 01	14-16
		Chambre 02	17-19
		Chambre 03	19
		Circulation	22-32
		TOTAL	100-130
		Cuisine	13-20
	Salon	28-35	

	F5 20 logements	salles de bain	9 - 13m ²
		Chambre 01	28 - 35
		Chambre 02	23
		Chambre 03	23
		Chambre 04	30
		Circulation	30
		TOTAL	194 - 205
	pent house 6 logements	Cuisine	20 - 39
		salle à manger 01	15 - 20
		salle à manger 02	15 - 20
		séjour	17 - 23
		salon 01	50 - 77
		salon 02	25 - 33
		espace billard	25
		chambre 01	18 - 25
		chambre 02	18 - 25
		chambre 03	30
		chambre 04	30
		chambre 05	31 - 40
		03 X salle de bain	11 X 3
		rangement	21
		circulation	75 - 95
		jardin d'hiver	18 - 34
		TOTAL	385 - 545
		Bureau d'accueil et de réception	25
		Hall d'accueil et espace de rencontre	678
		Sanitaire public	83
Loge de sécurité		30	
Chambre X 200		26-29	
Espaces extérieurs Jardin		1200	
Locaux personnels		29-35	
Réception stockage tirage distribution		300-450	
Séchoir		45	
Deraissage (Buanderie)		70	
Office lingerie		25	
SDB x 40		9-12	

		1764-1906			
Com merci al	Administration	Bureau de comptable		160	
		Archives et matériel		100	
		Bureau du caissier			
		Bureau du manager			
		Bureaux des personnels			
	Restaurants (150 personnes) X 2	secrétariat		33	
		Bureau directeur		50	
		Salle de réunion		28	
		sanitaire		9	
		Hall d'accueil		27	
		Espace client + terrasse		304	
		Sanitaire		14	
		cuisine	Espace de stockage		97
			Chambre froide légumes		
			Chambre froide viande		
			Reserve boissons		
	Reserve vaisselle				
	Espace de travail				
	TOTAL		742		
	Fast Food + cafeterias (35, 64, 100 personnes) X 3	Espace de stockage		16	
		Comptoir		12 - 20m ²	
		cuisine		40	
		Espace client + terrasse		67 - 151	
		sanitaire		9 - 16m ²	
		TOTAL		104 - 216	
	commerces	Boutiques spécialisés (141 boutiques)		30 - 240	
		Stockage		32 - 100	
Sanitaire X 6		23-50			
	Loge de sécurité		26		
	Hall – espace de rencontre		640		
	espace de livraison + stockage		480		
	hyper marché		600		
	stockage hyper marché		156		
	chambre froide hyper marché		30		
	vestiaire hypermarché		42		
TOTAL		320-442			
	réception/ hall d'accueil		17		

	garderie (70 enfants)	coin jeux	80
		coin apprentissage	75
		coin repas	50
		coin histoire	75
		coin sieste	75
		cuisine	20
		sanitaires	18
		douches	15
		espace de stockage	20
		TOTAL	370
	Administration	Bureau de comptable	160
		Archives et matériel	
		Bureau du caissier	
		Bureau du manager	
		Bureaux des personnels	
		secrétariat	20
		Bureau directeur	33
		Salle de réunion	50
		sanitaire	28
		TOTAL	320
	bowling	réception/ hall d'accueil	100
		Buffet comptoir	16
		espace de service	129
		Salle d'entretien	20
		Sanitaire	13
		Piste de bowling	596
TOTAL	874		
	<u>Médiathèque</u>	réception/ hall d'accueil	143
		cafeteria	192
		Bèbliothèque	900
		SDB	130
		jeux virtuel	90
TOTAL	1602		
	école de musique	réception/ hall d'accueil	50

		espace instrumental	235
		espace corral	130
		sanitaire	9
		TOTAL	1602
	<u>Cinéma</u>	Salle principale	1300
		Salle VIP	100
		Salle de projection	50
		SDB	120
	Observatoire	Boutiques spécialisés X2	35 - 57
		cafeteria	70
		espace de rencontre	200
		espace d'observation	140
		Boutiques spécialisés X2	35 - 57
		cafeteria	70
		espace de rencontre	200
		espace d'observation	140
TOTAL	3025		
Sport	Administration	Bureau de comptable	160
		Archives et matériel	
		Bureau du caissier	
		Bureau du manager	
		Bureaux des personnels	
		secrétariat	33
		Bureau directeur	50
		Salle de réunion	28
		sanitaire	9
		TOTAL	280
salle de sport	réception/ hall d'accueil	47	

Services	Parking véhicule léger	500 places dont 150 en sous- sol	2000
	Parking véhicule lourd	04 places	150
	Niveaux technique	locaux techniques	540
		local vide ordure	
		système de stabilisation hydraulique (réservoir d'eau)	
blanchisserie			
		TOTAL	2690

ANNEXE 02
GENESE DU PROJET

1. Genèse du projet :

Notre but était d'exprimer le dynamisme d'une ville en développement et ouvrir l'ère à un développement futur par la projection d'un ensemble qui marque sa présence par une architecture expressive et symbolique.

Donc, à partir de notre assiette nous avons trouvé plusieurs contraintes qui nous dirigent à donner les premières traces de notre genèse.

La genèse contient plusieurs étapes

1.1. Préambule :

1.1.1. Les objectifs du projet :

- Préserver l'environnement
- Utiliser la nouvelle technologie dans la construction
- Favoriser la mixité sociale et fonctionnelle
- Rapprocher les différents services à l'habitant
- Redonner l'envie d'habiter le quartier
- Animer le quartier
- Offrir un équipement socio-économique.
- Ajouter un élément attractif à la wilaya.

1.1.2. Les enjeux du projet :

Enjeux Bioclimatiques :

- La stratégie du chaud
- La stratégie du Froid
- La stratégie de l'éclairage
- Captage des eaux pluviales
- Réduire de moitié les émissions de CO2

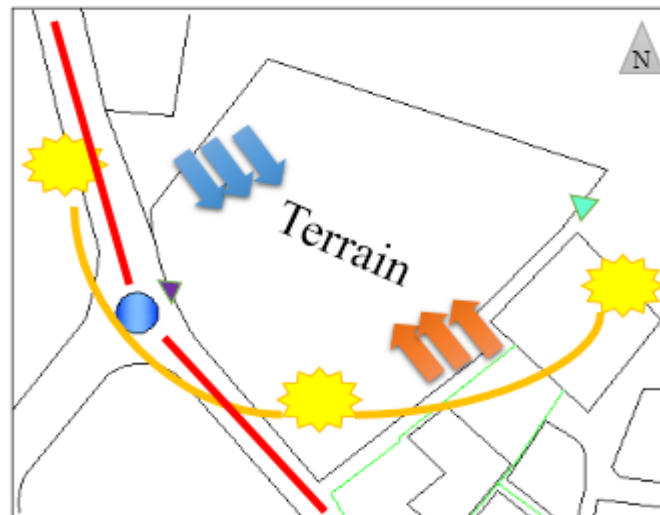
Enjeux Energétiques :

- Assurer une production d'énergie moins polluante
- Une réduction ambitieuse des émissions de gaz à effet de serre afin de lutter contre le changement climatique

- L'optimisation de l'enveloppe des bâtiments
- L'optimisation des systèmes climatiques
- L'optimisation de la forme urbaine et du parcellaire

1.2. Données du terrain :

é



- Route National
- Vent dominant estival
- Vent dominant hivernal
- ▲ Accès mécanique principale
- ▲ Accès mécanique secondaire

Figure 01 : schéma de principe

1.3. Etape de la genèse :

1.3.1. Les axes :

J'ai choisi 2 axes structurants afin d'implanter mon projet d'une manière cohérente :

-Le 1er axe visuel le champ de vision qui maintient l'intersection des voies pour donner une image forte pour le projet.

-Le 2^{ème} axe oriente le projet vers la cité Mkhancha pour assurer la connexion entre le terrain et la cité.



Figure 02 : Les Axes

1.3.2. Zoning :

J'ai décomposé l'assiette du projet en trois (3) entités, le projet occupe le centre de l'assiette et les espaces de services, les espaces verts, les parkings et les espaces de loisir au côté- Pour obtenir une meilleure orientation du projet par rapport l'ensoleillement, protection au vent et une belle vue panoramique on a choisi l'axe Est-ouest (**Recommandation de climatconsultant**)



Figure 03 : Le Zoning

- Transfert et livraison des émotions et des humeurs. ¹
- Confirmer la création de points d'entrée et les zones d'intérêt. ²
- Guide de l'œil à la conception. ³
- Transformer les idées en significations et symboles. ⁴
- Créer un sentiment de mouvement, la texture et la profondeur⁵

Il faut que le designer organise les informations à travers des relations et des intervalles entre les formes géométriques et leur fonction nécessaire afin d'atteindre un projet attrayant et fonctionnel.

D'une autre part La ville de Guelma est un pôle agricole importante en Algérie, Elle a dépassé la production de plusieurs types agricoles Comme les tomates et le blé. Son orientation future agricole est la culture d'olive, les derniers statistiques dit que la production d'olives cette année a été 122180 Q par rapport à l'année dernière qui a été 92580 Q. La production d'olive est dans une évolution continue, Guelma se rapproche sans cesse de Tizi Ouzou

▪ Analyse de Flambeau de Martyr :

La conception de la base, ce qui compose de deux triangles, chaque triangle a des angles aigus qui signifie la détresse et les difficultés qui a été vécue par le peuple pendant la révolution et montre que tous les gens vivaient dans une étroite et a atteint le pic étroit de toutes ces classes

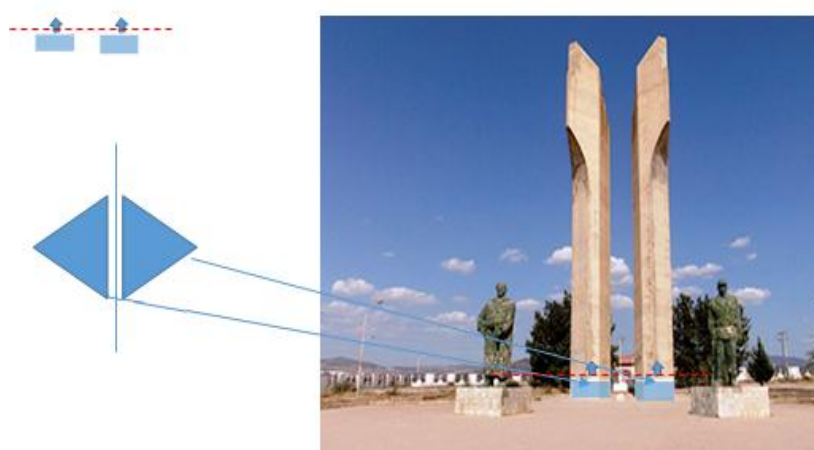


Figure 07 : Le 1^{er} étape (sense de base)

¹ (en ligne) <https://alfange.com/10-formes-signification/>

² ibidem

³ ibidem

⁴ (en ligne) <http://weberclass.weebly.com/>

⁵ (en ligne) ibidem

Ceci est bien sûr, après l'étroite est venu l'explosion et est vu au début de l'augmentation de la forme dans les deux colonnes et l'explosion vécue par le peuple de wilaya, après la réaction de la France est venue par les massacres 8 mai 45 pour répondre à l'explosion qui est vécu par le peuple ; ensuite une nouvelle phase suivante est commencée.

Comme elle dans une colonne rouge symbolisant les tentatives de la France pour éliminer la révolution entre 1945 et 1954, il de supprime les angles aigus du sanctuaire représente l'oppression subie par tous ce qui voulut révolutionner contre elle, il la représenté par suppression de la tête de la base triangulaire

La troisième phase, une phase de la révolution qui incarne la plus importante phase, car les concepts multi-conception Chacun de nous voit le concept de Véronèse, mais le concepteur recueillis parce qu'ils sont liés entre eux

Le 1er concept confirme que la pression génère l'explosion où une nouvelle rafale de l'ancienne forme de plusieurs coins pointus pour sortir, à savoir la résistance et leur propagation dans la patrie

Le 2ème concept, la tête des armes signe de lutte et révolution

Le 3ème Concept le flambeau et les angles obtus qui indiquent la liberté et le vagin

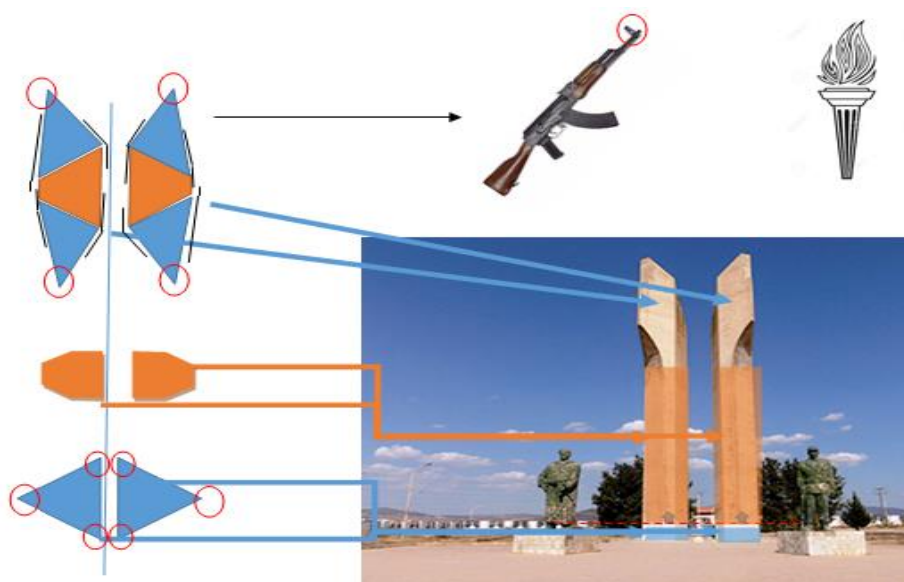


Figure 08 : Le défèrent sens

Le flambeau du martyr est un symbole historique et qui résume ce que le peuple guelmois vivaient de l'étroit et la souffrance au cours de la révolution. Le concepteur a été conçu selon le mode de réalisation de la révolution algérienne dans un seul modèle géométrique

▪ Biomimétisme de la feuille d'olive :

Comme on a dit précédemment la production d'olive est dans une évolution continue, *Signe d'évolution et de progrès.*

Si on met cet feuille sous le microscope, on trouve un grand nombre de pistes et de pores, *Signe d'activité.*

La feuille d'olivier est une bénédiction feuille dans notre religion islamique et elle a plusieurs avantages tels que la prévention des effets du vieillissement, et aussi pour soulager la douleur. *Signe de la force de la jeunesse et analgésique pour la douleur du passé.*



Figure 09 : la feuille d'olive

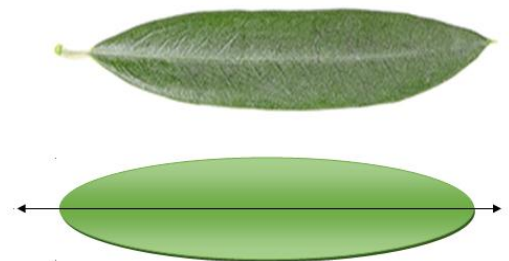
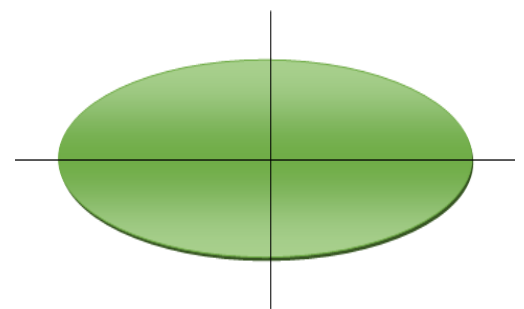


Figure 10 : axe principale

- Selon la recommandation climatique de climat consultant et Autodesk ecotect l'orientation du projet est sur l'axe Est-Ouest avec angle de 182°⁶

- On coupe Les extrémités de la feuille (angle de 90°) Signe de confiance. L'angle 90° signifie quelques idées conceptuelles, qui vise à assurer la stabilité. *Signe de la terre, la sécurité, la structure, le système, la stabilité et l'installation.*



⁶ Analyseclimatique de guelma par l'étudiant utilise l'ecotect et climat et metionorme consultant(chapitre 4)

- On met les extrémités aigues de la feuille avec une ligne droite. *Signe de l'équilibre et la transparence*

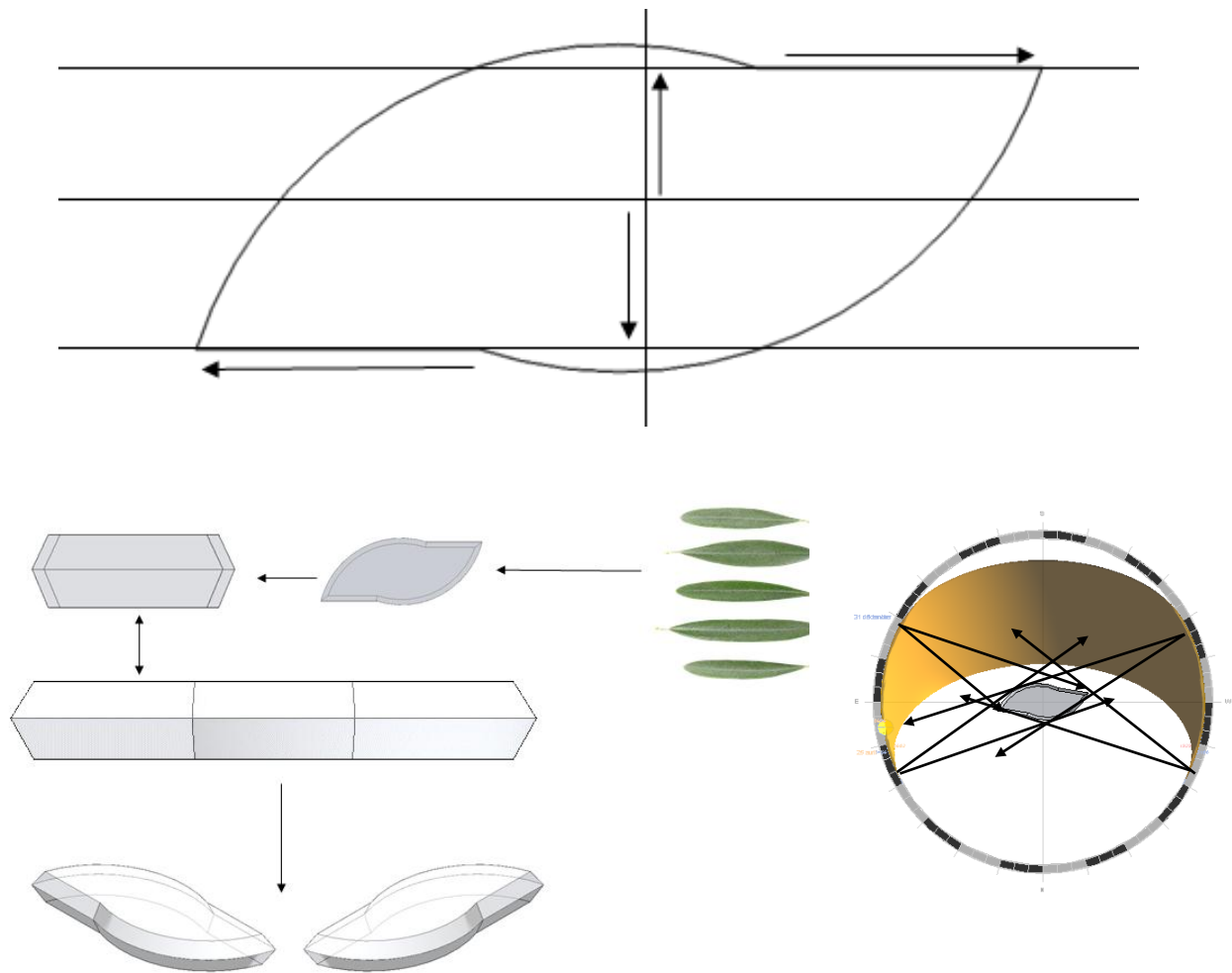


Figure 11 : étape 1 volumétrique

- La forme obtenue assure une meilleure exploitation du soleil et d'heure d'ensoleillement.
- On Coupe les extrémités de la feuille pour assurer l'ensoleillement du plus grand nombre possible de pièces, même dans le nord, et cela par l'orientation de la forme à l'angle 182°

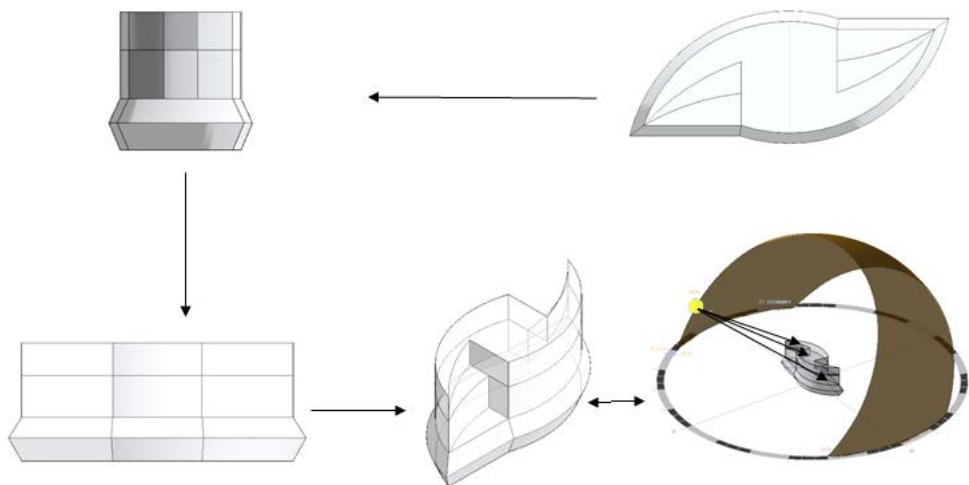
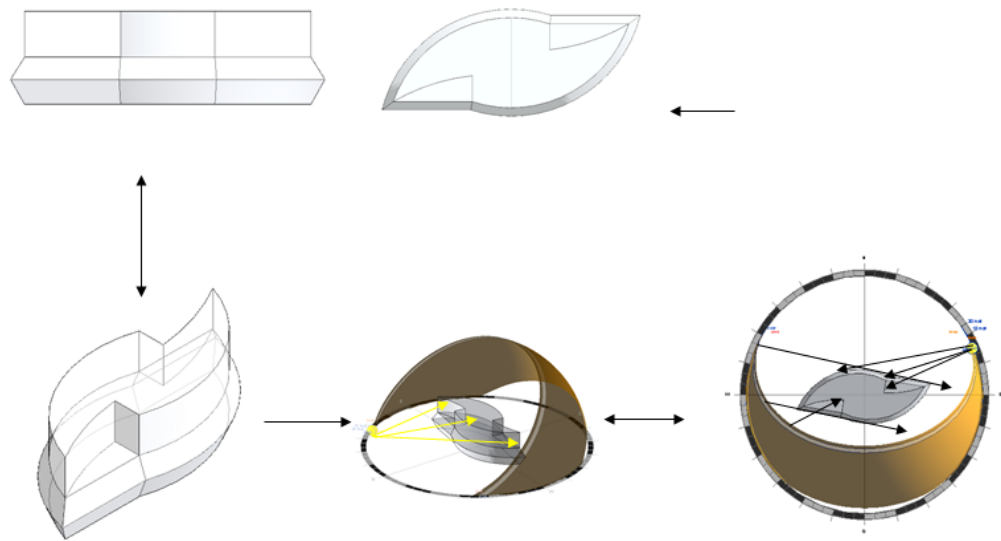


Figure 12 : étape 2 volumétrique



- On répète la même idée précédente pour gagner plus de minute

Métaphore de Flambeau de Martyr :

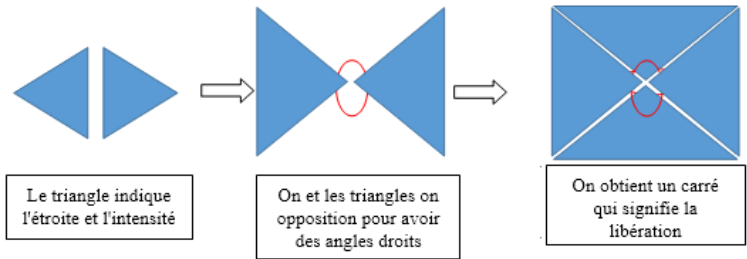


Figure 13 : Méaphore de Flambeau de Martyr

Le Carré suggère la stabilité et la fidélité, ces angles corrects se réfère à l'ordre, la rationalité et les calculs mathématiques, ils sont considérés fermement dans les plus courantes formes géométriques et qu'ils sont stables, familiers et ce sont des formes fiables indiquent la sincérité. Les Carrés sont parmi les formes géométriques les plus courantes.

Carrés et des rectangles indiquent la symétrie et l'appariement, la tranquillité, la dureté, la sécurité, l'égalité et la stabilité, Mais sa popularité pourrait l'ennui et n'attire pas l'attention, Comme solution on peut les faire dévier avec des angles différents pour créer des conceptions nouvelles et innovantes⁷.

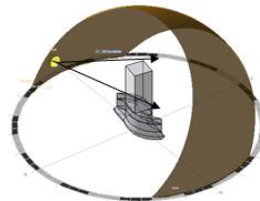
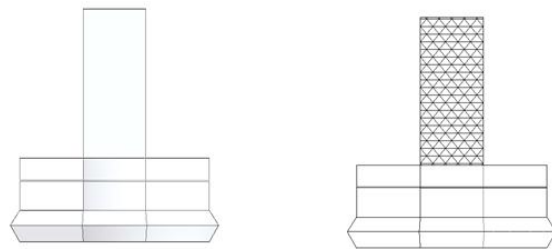
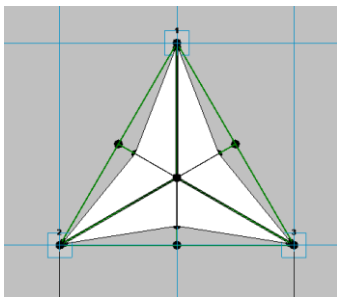


Figure 14 : élément de traitement e façade

Et pour donner au bâtiment une forme officielle on va le couvrir avec le verre, et pour lui donner une future vision et comme un symbole de le développement, nous allons couvrir avec les fenêtres intelligentes (auto-fermeture et auto-ouverture), elles ont été spécialement conçu pour ouvrir automatiquement au besoin pour la lumière, on peut aussi les contrôler. On les a formé comme des triangles pour rendre la dimension historique la base pour le développement et nous vivons dans le confort qui l'assurent ces fenêtres grâce à la lutte..

⁷ (en ligne) <https://alfange.com/10-formes-signification/>

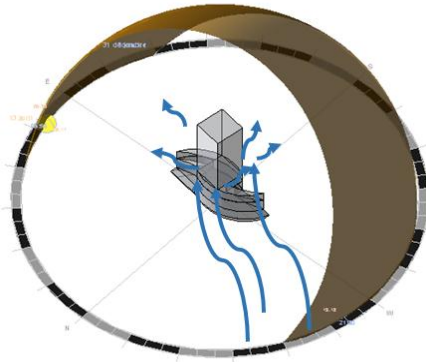


Figure 15 : les vents dans la forme

En général, en plus de l'utilisation optimale du soleil, la forme est avec le vent, et ça nous donne une plus grande chance de construire un bâtiment assure les exigences du bien-être

- Les fonctions principales

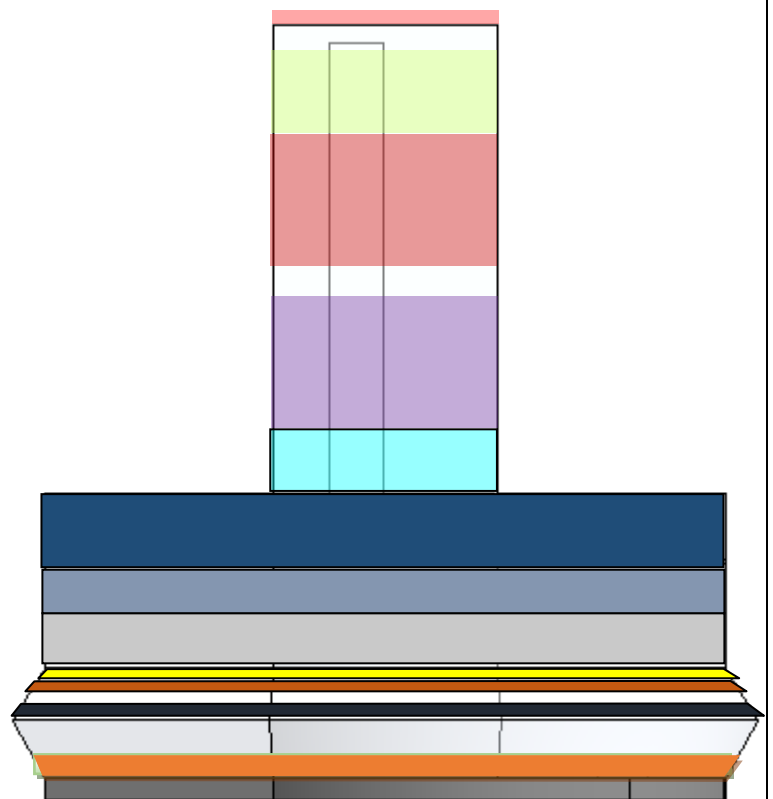


Figure 16 : Fonctionnement dans la tour

2. Formalisation du projet :

2.1. Accessibilité :

Chaque projet se doit d'avoir des multiples accès pour assurer le bon fonctionnement du projet, les différents accès du projet sont :

2.1.1. Accès principal :

Les accès principaux incitant les visiteurs à prendre une direction précise pour accéder au cœur du bâtiment. On a créé 2 accès principaux :

La première donne vers l'hôtel et les entreprises, il est situé sur la façade principale pour assurer sa visibilité.

Le 2ème donne vers l'habitat situé sur la façade postérieure pour la raison d'intimité.

2.1.2. Accès secondaire :

On a créé l'accès secondaire sur la partie qui donne sur Cinéma.

2.1.3. Accès service :

Ces accès restent réservés aux personnes de la maintenance, aux employés, aux services de livraisons ou de chargements ..., ils permettent d'avoir un espace réservé et une circulation fluide, de ce fait notre accès service vient se placer à l'opposé de l'accès principal tout en assurant ses fonctions. Il est au niveau du sous-sol, il mène directement vers les dépôts de stockage et la circulation verticale.

2.1.4. Accès mécanique :

Notre projet est muni d'un accès mécanique menant au parking du sous-sol, et d'un autre à un parking en plein air.

Ces accès ont été créés à partir de deux voies à faible flux mécanique afin d'éviter tout problème de circulation ou d'encombrement.

2.2. Circulation :

2.2.1. Circulation horizontale :

La circulation de la tour se fait au tour d'un noyau central (circulation verticale), donc on a gardé un couloir de circulation qui entoure le noyau central pour relier les différentes entités du projet.

2.2.2. Circulation verticale :

Se trouve au niveau de noyau central de la tour, elle se compose de Escaliers de secours et Ascenseurs et Monte-charge.

2.3. Description formelle :

La conception de la forme du projet se devise en 2 parties :

- **La Base :** c'est une inspiration de feuilles d'arbre d'olive ; le milieu est réservé au noyau de la tour
- **La tour :** c'est est une inspiration de flambeau de martyr puisque on veut créer un élément signalétique (un élément inspiré de l'histoire de la ville) afin d'obtenir la forme de flambeau de Martyr on a dégradé la forme initiale pour obtenir la forme de carré ; Chaque dégradation abrite de fonction.

2.4. Description stylistique :

Ce qui concerne la façade de la tour on a opté pour une façade double peau ventilé avec un mur rideau.

On a animé la façade par un jeu

ANNEXE 03
STRUCTURE DE LA TOUR

Introduction

La conception du projet architectural exige la coordination entre la structure, la forme et la fonction, tout en assurant aux usagers la stabilité et la solidité de l'ouvrage

L'objectif de cette étape est non seulement de faire tenir le projet structurellement mais aussi de lui donner les moyens d'assurer les fonctions qui lui sont assignées, de garantir sa longévité et d'assurer sa sécurité.

1. Les différents types de structures des tours¹

Les structures peuvent être variables, le matériau de construction est souvent choisi par rapport à l'offre présente dans le pays concerné par la construction.

Au début des gratte-ciel, le béton armé était lui-même à ses débuts, les gratte-ciel étaient entièrement réalisés en construction métallique. Mais là aussi, la technique, n'a pas toujours été la même qu'aujourd'hui, tout simplement pour des raisons de technologies.

L'amélioration des liaisons entre éléments a, par exemple, permis de passer de 10-15 étages fin dix-neuvième siècle à 30-40 étages en 1930. Pour atteindre de grandes hauteurs, on essaiera d'utiliser les matériaux les plus légers possibles, ce qui diminuera, la quantité de matériaux à utiliser du fait du gain au niveau des contraintes à supporter, et qui va nous permettre d'atteindre plus de portée pour libérer le plus d'espace possible tout en ayant plus de liberté dans la forme.

1.1. La tour monolithique : Le noyau central

Les gratte-ciel sont traditionnellement construits sous forme d'une tour monolithique organisée autour d'un noyau central généralement en béton, qui assure la rigidité et porte tout le bâtiment. Il comprend notamment les voies de circulation verticale et les conduites.

Selon sa composition et l'armature extérieure à laquelle il est joint, il permet de supporter des immeubles d'environ 70 étages.

1.2. La tour polycentrique :

Ce système propose d'organiser le bâtiment sous forme de modules constitués autour de plusieurs noyaux de circulations verticales. Le concept de la tour polycentrique, grâce à ces multiples entités, est de résoudre les contraintes de la tour monolithique. Les objectifs sont donc basés sur la sécurité des personnes et de l'édifice mais aussi sur la qualité de vie. Cela prend en compte la stabilité du bâtiment, répartir le flux de personnes, accroître la présence de la lumière naturelle mais aussi créer une tour modulable dans le temps. La réalisation se fait donc différemment des autres tours. Grâce

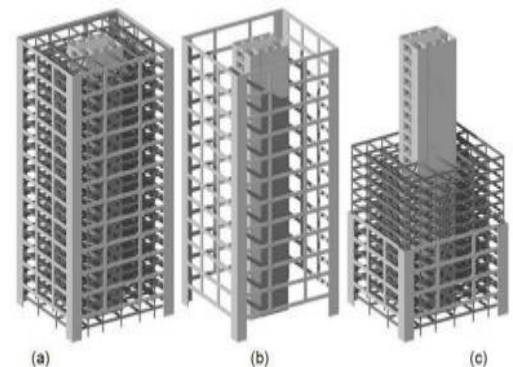


Figure 01 : La tour monolithique

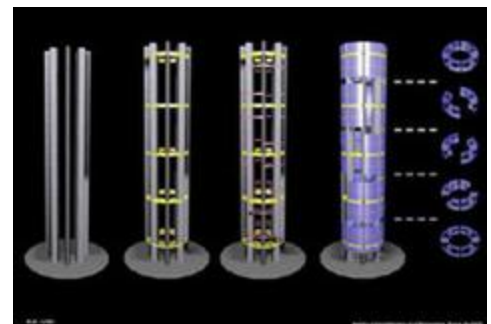


Figure 02 : La tour polycentrique

¹ Mémoire de master en architecture : tour d'habitat écologique. Par Mr Bemmami Abdel Hakim. Année universitaire 2014-2015

à ces piliers répartis à la périphérie de l'édifice, le gratte-ciel regroupe de petits immeubles d'une douzaine d'étages. Ainsi, un espace vide est créé sur chaque bloc ce qui laisse passer la lumière en tout point du gratte-ciel. Les pièces tournées vers l'intérieur en profitent donc elles aussi. La lumière naturelle est donc omniprésente. Le terme de polycentrique vient d'ailleurs de ce vide qui tourne d'un cran à chaque nouveau bloc. Ces espaces vides peuvent être utilisés pour aménager des terrasses, des jardins ou même une piscine ou une crèche. Si un incendie se déclarait dans une entité, les personnes bloquées pourraient en emprunter une autre. Ajouté à l'évacuation plus rapide, le gratte-ciel serait moins susceptible de s'effondrer si une de ces entités était endommagée. Et le feu aurait peu de chance de se propager dans le reste de la tour.

1.3. La structure en tube :

Ce système avec une répartition des forces sur le périmètre extérieur fut mis au point au milieu des années soixante par les ingénieurs M. Goldsmith et F. Khan de l'agence SOM (cf : les deux grandes agences d'architecture). Cette avancée est clairement la plus spectaculaire dans l'histoire des gratte-ciel car elle permet de considérablement augmenter leur hauteur.

Dans la structure en tube le rôle structurel dévolu au noyau est en partie reporté sur l'ossature extérieure de l'édifice : celle-ci n'a plus seulement un rôle d'isolant du milieu intérieur mais aussi celui de rigidifier. En effet, au lieu d'être simplement en aluminium, la façade est ici une sorte de colossal mur porteur d'acier dans lequel passent de nombreux piliers qui prennent pied des centaines de mètres plus bas directement dans le sol.

C'est donc pour cela que ce type de structure est appelé « tube » car le bâtiment se comporte comme un gigantesque tube creux. Rigidifiée, la façade peut donc supporter l'ensemble des forces verticales, c'est à dire la pression du vent, puis, elle transmet ces charges aux fondations.

Libéré des forces horizontales, il n'y a plus qu'à supporter les forces verticales : le poids de l'immeuble. Pour cela, ce sont simplement des piliers métalliques qui soutiennent chacun une partie du poids de l'étage du dessus ; ce qui permet d'avoir une organisation beaucoup plus libre qu'avec un noyau central car la localisation des piliers s'adaptera au plan que l'on veut donner. Néanmoins pour des raisons pratiques, il existe toujours un noyau central qui sert à loger les ascenseurs, cages d'escaliers mais sans rôle physique.

Puis, il n'y a plus qu'à relier les piliers par des poutrelles métalliques et y disposer le plancher une étroite dalle de béton.

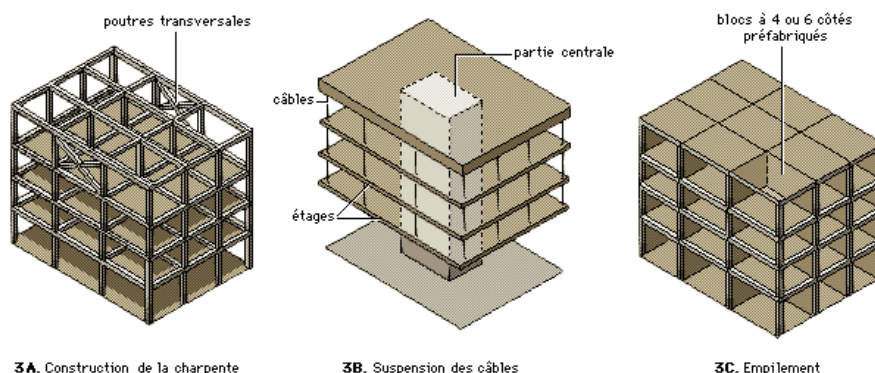


Figure 03 : La structure en cube

1.4. L'exosquelette :

L'exosquelette est un thème très en vogue dans ce début de XXI^e siècle. Il se situe comme une typologie du blob architecture où la peau du bâtiment devient alors structurelle contrairement au système inverse dit « poteaux-poutre » avec murs rideaux où il s'agit d'un endosquelette.

Principe structurel très novateur inspiré des bio-organismes.

Il garantit une résistance de l'ouvrage à des efforts mécaniques particulièrement importants (typhons, tremblements de terre) tout en intégrant une réelle protection face aux agressions extérieures (avions, missiles).

Ce principe structurel nous permet une flexibilité des espaces intérieurs qui garantit une exploitation programmatique et économique long terme. Cette nouvelle approche supprime l'usage des échafaudages pour sa construction.

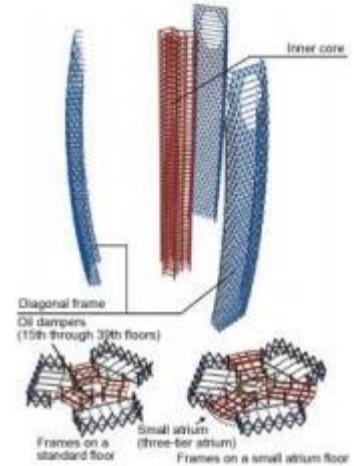


Figure 04 : L'exosquelette

2. Les détails de l'infrastructure :

L'infrastructure représente l'ensemble des fondations et des éléments en dessous du bâtiment, elle constitue un ensemble capable de :

- Transmettre au sol la totalité des efforts.
- Assurer l'encastrement de la structure dans le terrain.
- Limiter les tassements différentiels.

2.1. Les fondations :

Les fondations constituent la partie sur laquelle repose notre ouvrage. Elles jouent le rôle de liaison entre les éléments porteurs et le sol. En raison de l'importance des charges permanentes et surcharges d'exploitations et par précaution parasismique on a choisi les fondations sur pieux parce que la tour atteindra une profondeur importante.

○ Technique d'installation des pieux² :

- La première technique consiste à créer une paroi moulée: (un mur fait la hauteur entre la roche et la surface, entourant la partie du bâtiment qui se trouve dans le sol) ; cette technique convient pour des roches peu profondes. Une fois la roche atteinte, les ouvriers coulent les fondations, puis rebouchent le trou. Ainsi, le building s'élèvera avec pour base une armature solide et directement en contact avec la roche.

- La seconde technique consiste à couler des pieux en béton dans le sol. Il existe différents pieux : les pieux battus (on enfonce le coffrage dans le sol jusqu'à la roche, on met des câbles en fer, on coule le béton, puis on retire le coffrage) pour des terrains alluvionnaires, limons, sables, graviers, argiles et marnes. Et les pieux forés simples (on creuse le sol jusqu'à la roche, on met des câbles en fer, on coule le béton) pour un ancrage dans les terrains durs, secs et cohérents ; à grande profondeur. Cette technique est utilisée dans le cas où la couche de roche est très profonde.

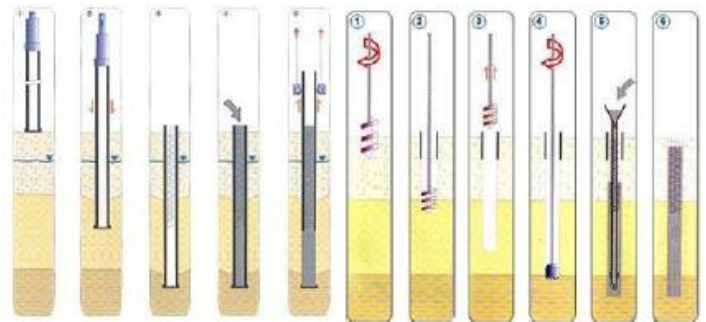


Figure 05 : les fondations en pieux

² (En ligne) <https://www.technopieux.com/fr-CA/professionnels/dessins-techniques/>

Un pieu échangeur de chaleur, également appelé pieu énergétique, est un pieu bifonctionnel dont les deux tâches principales sont non seulement de reporter en profondeur les charges d'une construction, mais aussi de servir d'échangeur de chaleur avec le terrain. Par définition, un pieu énergétique est un pieu de fondation dans lequel un tube ou un réseau de tubes a été installé de manière à faire circuler un fluide caloporteur utilisé pour échanger de l'énergie avec le sous-sol. Ces tubes sont connectés entre eux et raccordés à une pompe à chaleur électrique. En hiver, la chaleur du terrain peut ainsi être prélevée pour satisfaire des besoins de chauffage. A l'inverse, en été, nous pouvons y rejeter des charges thermiques issues des processus de refroidissement³.

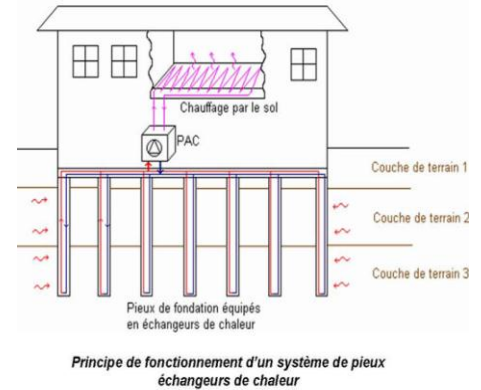


Figure 06 : schéma du pieu échangeur de chaleur

La détermination des performances énergétiques d'un système de pieux échangeurs (quantité d'énergie pouvant être extraite ou injectée dans le sol pour satisfaire tout ou partie des besoins thermiques du bâtiment) nécessite donc la maîtrise des données suivantes :

- les caractéristiques du sol qui déterminent le potentiel énergétique du terrain (propriétés thermiques du terrain et hydrogéologie locale).
- le type, les quantités, dimensions et profondeurs des éléments de fondations.
- les caractéristiques de la (ou des) pompe(s) à chaleur.
- les besoins énergétiques (chaud et froid) annuels du bâtiment et sa conception énergétique.



Figure 07 : pieu échangeur de chaleur

○ Radier :

Le radier est, en règle générale, une base ou une plate-forme stable sur laquelle reposent d'autres éléments. L'architecture de cette plate-forme dépend du contexte où elle est utilisée.

Utilisation : Une fois les pieux enfoncés, on coule une base de béton appelée radier ou dalle précontrainte : C'est-elle qui portera l'ensemble de la charge du gratte-ciel. Ces charges font plusieurs milliers de tonnes, la masse de la dalle doit être conséquente.

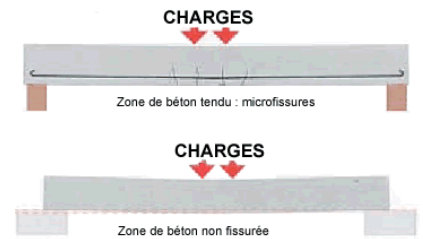


Figure 08 : schéma Du radier

Le radier de la tour supporte le poids de la structure et se déforme : il s'affaisse en son centre et prend la forme d'une cuvette, ce qui peut fragiliser le noyau central du gratte-ciel. Pour éviter ou limiter l'affaissement, la solution a été de remplacer le radier plat par un radier où le centre est légèrement inférieur à la position de ses extrémités. La forme de la dalle ainsi précontrainte réduit la déformation et l'affaissement de la structure.

2.2. Les murs de soutènement⁴ :

La réalisation des sous-sols exige une utilisation des voiles périphériques dans le but de résister à la poussée des terres.

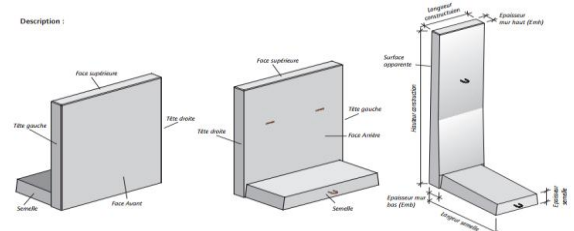


Figure 09 : schéma du mur de soutènement

³ Les pieux énergétiques : étude de faisabilité Ing. D. BOURGEOIS ECAM – Bruxelles

⁴ Les murs de soutènement Eléments de soutènement, Kronimus

3. Les détails de superstructure :

3.1. Les poteaux et les poutres⁵ :

Poteaux tubulaires : Utilisés dans la structure de l'ensemble du bâtiment de section variable en fonction des calculs de génie civil.

Les poteaux sont traités contre la corrosion (un antirouille à base de zinc) ainsi contre le feu par une peinture intumescente.⁶ Leur rôle est :

- De canaliser les forces horizontales à la verticale, ils travaillent essentiellement à la compression
- De résister aux moments de renversement provoqués par le poids des panneaux de façades qui seront reliés à des portions de voiles au moyen de goujons pour le reste des espaces de circulation la section des poteaux sera circulaire pour qu'ils puissent jouer un deuxième rôle esthétique.

Méga colonne :

Il s'agit de colonnes composites composées extérieurement d'un tube et renforcées intérieurement par un profilé ou un tube, le béton adéquat pour sa mise en œuvre est de type autoplaçant.

Ces colonnes travaillent en continu tout au long de la hauteur de la tour en résistant à toutes les charges verticales et latérales.

Poutres alvéolaires : préfabriquées sur commande en usine, elle peut atteindre des portées importantes afin de dégager l'espace et avoir un plan libre sans poteaux intermédiaires. La protection des structures horizontales poutre et poutrelles métalliques se fait par un flocage avec laine minérale.

Poutre en béton armé : utilisé dans la structure des espaces humides.

La protection des structures horizontales poutre et poutrelles métalliques se fait par un flocage avec laine minérale (ou bien flocage avec plâtre)

3.2. Les différents types de planchers⁷ :

Dalles pleines coulées sur place :

Plancher en béton armé de 15 à 20-cm d'épaisseur coulé sur un coffrage plat. Le diamètre des armatures incorporées et leur nombre varient suivant les dimensions de la dalle et l'importance des charges qu'elle supporte. Ce type de plancher est très utilisé dans l'habitat collectif.

⁵(En ligne) <http://www.m-habitat.fr/>

⁶ (En ligne) <http://www.linguee.com/french-english/translation/poteaux+tubulaires.html>

⁷ (En ligne) <http://www.buildingfrance.com/Downloads/04-planchers.pdf>



Figure 10 : poteau tubulaire

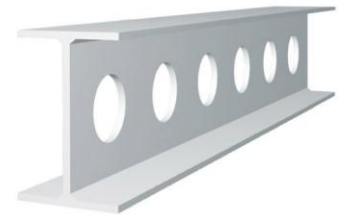


Figure 11 : Poutres alvéolaires

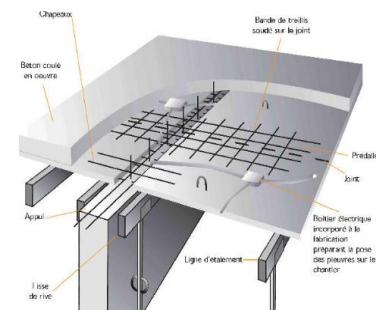


Figure 12 : schéma de prédalle

Prédalles + béton coulé sur place :

Plaque préfabriquée en béton armé ou en béton précontraint de 5-cm d'épaisseur environ, constituant la partie inférieure du plancher. La prédalle participe à la résistance du plancher et fait également office d'élément de coffrage en béton.

Dalles alvéolaires :

Dalle de béton comportant des vides de forme cylindrique sur toute la longueur de la dalle. L'alvéole est enrobée de béton (on parle sinon de dalle nervurée).

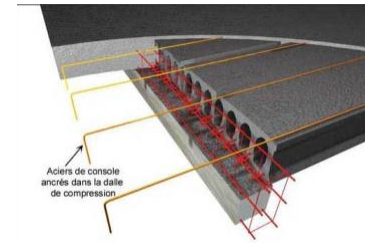


Figure 13 : schéma de dalle alvéolaire

Plancher poutrelles + entrevous :

Dans le cas d'un plancher en béton, les hourdis (entrevous) sont placés entre deux poutrelles porteuses, les poutrelles sont en béton armé de fils d'acier qui peuvent être précontraints ou pas, ou d'un treillis métallique triangulaire. Cet ensemble peut être autoporteur en phase provisoire mais le plus souvent il faut ajouter une file d'étais intermédiaires et aux droits des appuis. Les poutrelles et les hourdis (entrevous) constituent ainsi un fond de coffrage dans lequel on pose une armature en treillis soudé avant d'y déverser du béton. Les hourdis (entrevous) placés le long des murs doivent être fermés d'un côté afin que le béton ne s'écoule pas à l'intérieur de l'ensemble qu'ils forment.

Dans la plupart des cas, l'armature ne sert que de couture entre les différentes poutrelles, il faut néanmoins tenir compte des efforts liés au classement sismique de la zone lors de la conception.

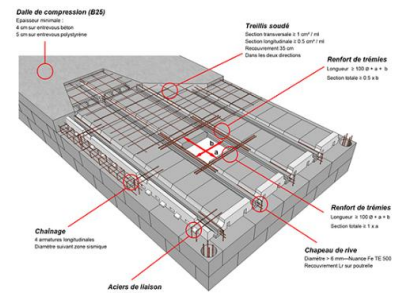


Figure 14 : schéma de plancher poutrelles + entrevous

Plancher métallique :

Il est constitué par des plaques assemblées en tôle d'acier galvanisé d'épaisseur de 2 mm, nervurée permettant de réaliser à la fois un coffrage et une armature pour des dalles pleines en béton armé, coulé sur place.

4. Les cloisons⁸ :

4.1. Les cloisons extérieures⁹ :

Le mur-rideau est un mur de façade légère, qui assure la fermeture mais ne participe pas à la stabilité du bâtiment.

- Il est fixé sur la face externe de l'ossature porteuse du bâtiment (ou squelette).
- Son poids propre et la pression du vent sont transmis à l'ossature par l'intermédiaire d'attaches.

Il est formé d'éléments raccordés entre eux par des joints. On réalise ainsi une surface murale continue, aussi grande qu'on le désire.



Figure 15 : Mur rideaux

⁸ <https://mur.ooreka.fr/comprendre/cloison>

⁹ ibidem

4.2. Les cloisons intérieures¹⁰ :

4.2.1. Les cloisons intérieures : On distingue deux types de cloison intérieure :

- Les cloisons séparatives : Elles séparent les logements entre eux en assurant une isolation acoustique et phonique selon les normes en vigueur (doit permettre un isolement d'au moins 53 dB). Elles peuvent être à simple ou à double parement.

- La cloison séparative à simple parement : se compose de plaques de plâtre de 13 mm d'épaisseur, vissées sur une ossature métallique, généralement constituée de profils en acier galvanisé.

Le confort acoustique apporté ici est correct et peut être optimisé si l'on opte pour des plaques dont l'épaisseur varie entre 18 mm et 25 mm



Figure 16 : cloison séparative

- La cloison séparative à double parement se compose de quatre plaques de plâtre de 13 mm d'épaisseur, cette fois séparées par un isolant. Elle se visse là encore de part et d'autre d'une ossature métallique.

L'isolant inséré dans la structure de la cloison apporte un confort acoustique très supérieur



Figure 17 : cloison séparative double

- Les cloisons de distribution :

Les cloisons de distribution servent à délimiter les espaces à l'intérieur d'un logement. Elles n'ont aucun rôle porteur. En fonction des matériaux qui les composent, elles se divisent en 2 grandes familles, les cloisons sèches et les cloisons dites en matériaux humides (ou pleines) qui définissent leurs propriétés en matière d'isolation phonique, thermique ou de résistance au feu.

- Les cloisons de distribution sèches : se composent de matériaux assemblés mécaniquement et qui ne nécessitent pas de liant entre eux à l'exception d'un enduit pour joints (ou bandes) entre les panneaux. Ces cloisons peuvent être fabriquées en plaques de plâtre (ou placo) qui se montent sur des rails, en panneaux alvéolaires (en carton par exemple) ou bien des panneaux de particules de bois.

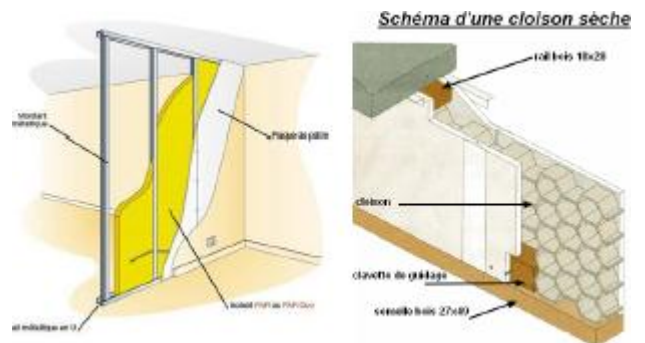


Figure 18 : cloison de distribution sèche

- Les cloisons de distribution humide : Contrairement aux cloisons sèches, les cloisons humides sont constituées d'éléments qu'il faut assembler sur place avec du ciment, du plâtre ou du mortier-colle. C'est le cas des cloisons de distribution en briques plâtrières, en carreaux de terre cuite ou

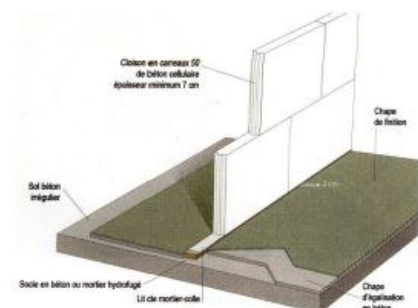


Figure 19 : cloison de distribution humide

¹⁰ ibidem

encore en carreaux de plâtre. Certains peuvent être **hydrofuges** ou **alvéolés** pour être moins lourds.

5. Les faux-plafond¹¹ :

Des faux plafonds insonorisant, démontables, conçus en plaques de plâtre de 10mm d'épaisseur accrochés au plancher, avec un système de fixation sur rails métalliques réglables.

Les faux plafonds sont prévus pour permettre :

- Le passage des gaines de climatisation et des différents câbles (électrique, téléphonique etc.).
- La protection de la structure contre le feu.
- La fixation des lampes d'éclairages, des détecteurs d'incendie et de fumée, des détecteurs de mouvements, des émetteurs et des caméras de surveillance.

6. Les planchers techniques :

Plancher surélever d'une structure temporaire qui donne plus de confort et qui permet surtout de faire passer des câbles techniques en dessous. Ce type de plancher se trouve dans la partie équipements et au niveau des étages techniques.

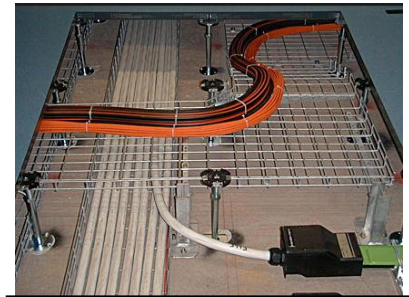


Figure 20 : plancher technique

7. Les revêtements des sols¹² :

L'utilisation d'un dallage en marbre avec une différenciation de couleur pour la variété et la qualification des espaces de chaque activité. Ces recouvrements sont aussi un élément primordial de confort et de décor. Il a été prévu donc :

- Carreaux de marbre pour les espaces intérieurs, et extérieurs, et les espaces de circulation.
- Carreaux de céramique avec motifs pour les boutiques, cafétérias, restaurants ...etc.
- Plaques de granits pour escaliers de secourt.
- Plaques de marbre pour les escaliers publics.
- Carreaux antidérapants pour les blocs sanitaires



Figure 21 : revêtement du sol

8. Les terrasses et les toits jardin¹³ :

Les toitures étanchées permettent d'obtenir des bâtiments compacts qui limitent les volumes à chauffer. Une très forte isolation thermique de ces parois réduit considérablement la consommation énergétique des bâtiments. Les solutions d'isolation des toitures étanchées sur acier & bois répondent à toutes les configurations et aux différents choix architecturaux des bâtiments.

Les logements bénéficient de terrasses jardins qui vont apporter la



Figure 22 : Terrasse Jardin

¹¹ (En ligne) <http://www.buildinginfrance.com/Downloads/04-planchers.pdf>

¹² Ibidem

¹³ Ibidem

fraicheur de l'air et qui réduisent la quantité du CO2 mené par le bâtiment ce qui réduira le bilan énergétique de la tour.

9. La conception parasismique¹⁴:

- Une construction parasismique est une construction qui est capable de résister à un niveau d'agression sismique défini réglementairement pour chaque zone de sismicité. Pour ce niveau elle peut alors subir des dommages irréparables mais elle ne doit pas s'effondrer sur ses occupants.
- L'objectif principal des règles de construction parasismique est la sauvegarde du maximum de vies humaines.
- En cas de secousse plus modérée, l'application des règles parasismiques doit aussi permettre de limiter les pertes économiques.
- La structure résiste aux efforts appliqués et les transmet aux appuis (fondations).

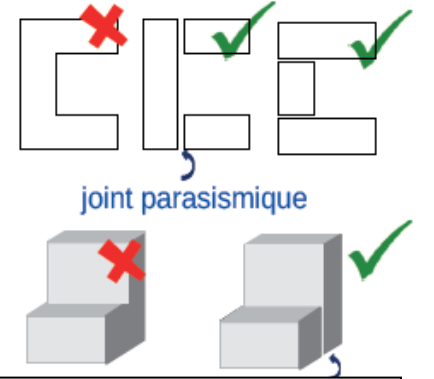


Figure 23 : joint parasismique

10. Gaine technique¹⁵ :

Espace réservé dans une construction où sont rassemblées les colonnes verticales d'alimentation ou d'évacuation (eau, gaz, électricité, téléphone, eaux usées, eaux vannes). Elle doit être accessible à tout moment, pour ces interventions de la maintenance.

Isolation de la gaine :

La présence de ce réseau pouvant générer du bruit (descente d'eau) ou faciliter le passage du feu d'un étage à un autre, la paroi de la gaine ou du soffite doit avoir des performances d'isolation acoustiques et de résistance au feu selon la situation.

L'isolation des gaines techniques est obligatoire aujourd'hui. Elle a pour but de réduire les bruits transmis par les colonnes verticales reliant souvent plusieurs étages sur la hauteur d'un bâtiment.

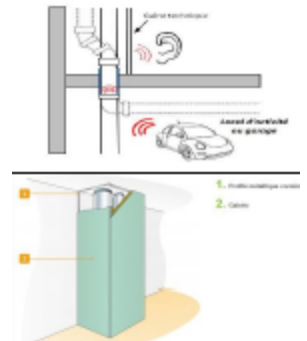


Figure 24 : gaine technique

11. La menuiserie :

11.1. Les portes d'intérieurs¹⁶ :

La porte d'entrée reste le premier élément de décoration qui fait office d'accueil dans nos logements, elle peut être en bois, en verre, en métal ou même en PVC.

Ces portes requièrent d'autres caractéristiques sécuritaires et de confort, chose qui nous a poussés à choisir les portes techniques, ce sont des portes ayant des caractéristiques et des performances supérieures à la porte standard, elles sont soumises



Figure 25 : portes d'intérieurs

14 (En ligne) http://www.planseisme.fr/IMG/pdf/Polycopie_de_conception_niveau_technicien.pdf

15 file:///Lampadairesolairesurbains-hybrides EclairagesolaireprofessionnelObjetsolaire.html

16(En ligne) <http://www.m-habitat.fr/portes/types-de-portes/>

à des réglementations et obéissent à des normes.

Exemples :

- les portes blindées
- les portes coupe-feu
- les portes blindées coupe-feu
- les portes isothermes
- les portes acoustiques
- les portes palières

Comme porte technique, la porte palière reste le meilleur choix adapté à nos logements, car elle obéit à la réglementation en vigueur qui régit les habitations collectives soit :

- résistance au feu
- étanche aux flammes
- pas d'émission de gaz inflammables
- bonne résistance mécanique
- isolante au niveau thermique
- isolante acoustique (fixé par la loi dans les bâtiments neufs, entre 28 et 45dB)
- répond aux normes sécuritaires

11.2. Les portes coupe-feu¹⁷ :

La porte coupe-feu est dans le cas de notre projet obligatoire, elle est notifiée à des réglementations relatives à la protection contre l'incendie. Elle permet d'assurer la sécurité des habitants en attendant leur évacuation par les secours.

La porte coupe-feu est composée de plusieurs matériaux :

- Une âme composite incombustible
- Du métal
- Deux parements en bois dur

Pour une porte coupe-feu, deux critères sont pris en considération :

- La résistance au feu : indique le temps pendant lequel les éléments de l'habitat (porte, plancher, mur, etc.) jouent leur rôle de protection, en évitant la propagation du feu et des fumées ;
- la réaction au feu : concerne la capacité des matériaux employés à s'enflammer et à alimenter le feu.

Durée de résistance au feu :

- C'est l'épaisseur de la porte qui influe sur la durée de résistance au feu :
- porte coupe-feu de 40mm = résistance au feu de 30mn
- porte coupe-feu de 50 mm = résistance au feu d'une heure



Figure 26 : porte technique

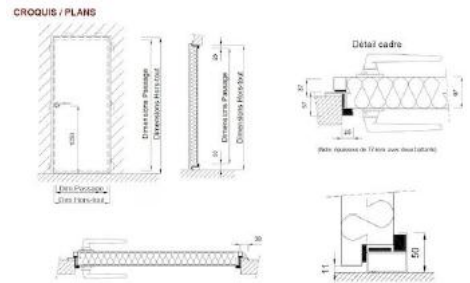


Figure 27 : schéma de porte coupe-feu



Figure 28 : Porte coupe-feu

¹⁷ Ibidem

- porte coupe-feu de 15 cm = résistance au feu de 2 heures
- Les paumelles, gongs et charnières, doivent résister à une température de 800 °C sans fondre. Vous ne trouvez donc pas d'aluminium ni de laiton dans une porte coupe-feu, à cause de leur épaisseur et composition, les portes coupe-feu assurent également une bonne isolation thermique et phonique. De ce fait, on a choisi des portes coupe-feu de 15 cm d'épaisseur pour une résistance au feu avoisinant les 2 heures, au niveau des cages d'escaliers de secours se trouvant dans le noyau central de la tour, et au niveau des équipements commerciaux et de loisirs.

11.3. Les portes iso phoniques¹⁸ :

La porte acoustique est aussi appelée porte isophonique. Comme son nom l'indique, son rôle est de garantir l'isolation phonique. Peuvent être acoustiques, tous les types de portes (les portes isothermes, palières, blindées, coupe-feu etc.).

Pour posséder de bonnes propriétés isolantes et préserver du bruit, une porte acoustique doit détenir une masse importante ainsi qu'une certaine densité (puisque les portes creuses font office de caisse de résonance). De plus, la paroi sur laquelle est posée la porte isophonique, doit posséder un indice d'affaiblissement acoustique, supérieur à celui de la porte



Figure 29 : Porte isophonique

11.4. Les portes tambours¹⁹ :

Une porte tambour est une porte fonctionnant selon le principe du tourniquet. Elle fut créée en 1888 par Theophilus Van Kannel.

Ces portes sont constituées de plusieurs ailes, généralement quatre ailes vitrées, qui tournent dans le même sens au sein d'une cellule cylindrique circulaire. Le sens de rotation de ces portes est dans la plupart des cas contraire au sens des aiguilles d'une montre.

On en trouve souvent aux entrées des centres commerciaux ou des gratte-ciel. Elles présentent l'avantage de jouer un rôle de sas limitant les échanges d'air entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment.



Figure 30 : Porte tambours

18 I <http://www.lamy-expertise.fr/expertise-immobiliere/porte-technique/porte-acoustique.html>

19 https://fr.wikipedia.org/wiki/Porte_tambour

La Structure du Projet²⁰

Plan de repérage structurel :

La figure ci-dessous représente un plan de référencement global des structures choisies dans le cadre de notre projet.

Ce choix s'est basé sur l'analyse des types de structures, les différentes techniques, les nouvelles technologies ainsi que sur nos besoins spécifiques, le tableau suivant les énumère :

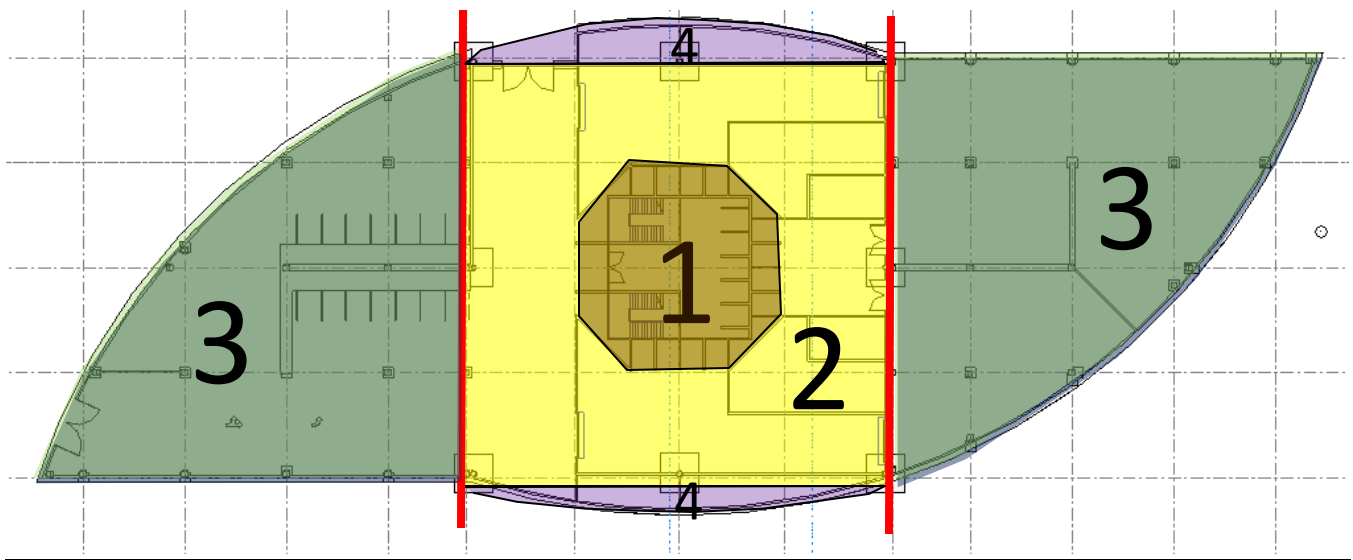


Figure 31 : plan de repérage structure (plan de fondation)

<u>Référence</u>	<u>Type de structure choisi</u>
<u>1</u>	- Noyau central
<u>2</u>	- Noyau central - Méga colonne - Poteau incliné

²⁰ Travail de l'étudiant, Revit 2016

<u>3</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Fondation en radier sur pieux - Poteau mixte en béton armé - Dalle pleine - Fondation sur radier - Poteau incliné - Voiles périphériques
<u>4</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Poteau incliné
-----	<ul style="list-style-type: none"> - Joint de structure

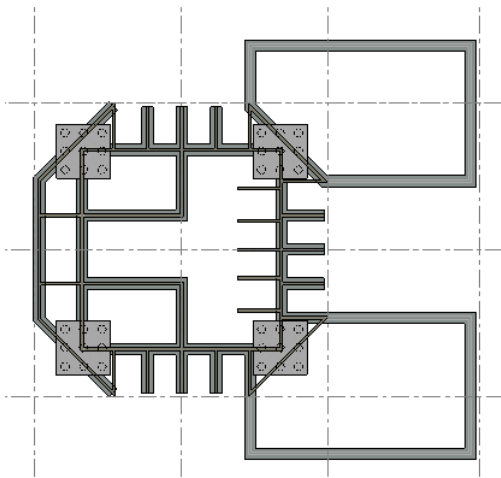


Figure 32 : Noyau central (plan)

1. Le noyau central :

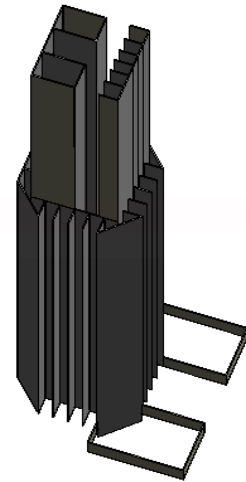


Figure 33 : Noyau central (3D)

2. Les méga colonnes

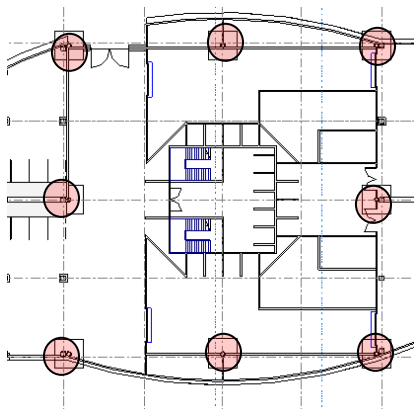


Figure 34 : méga colonnes (plan)

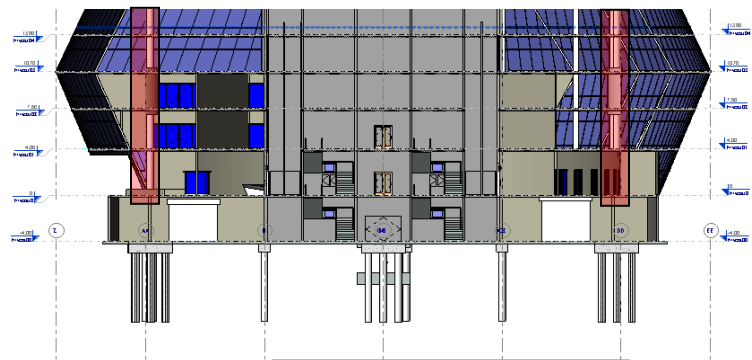


Figure 35 : méga colonnes (3D)

3. Les poteaux inclinés Et La structure métallique

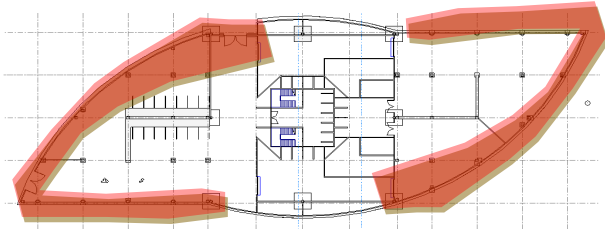


Figure 36 : structure métallique (plan)

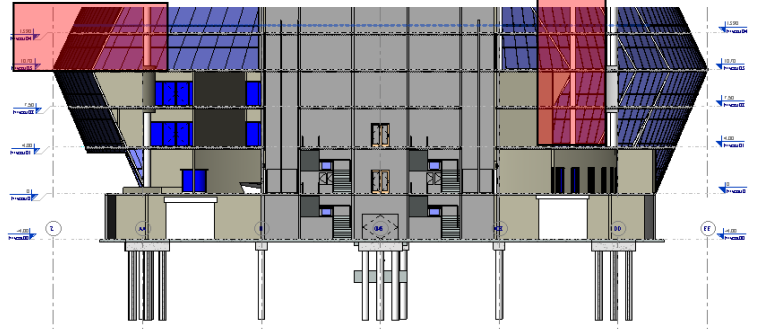


Figure 37 : structure métallique (3D)

4. La structure mixte

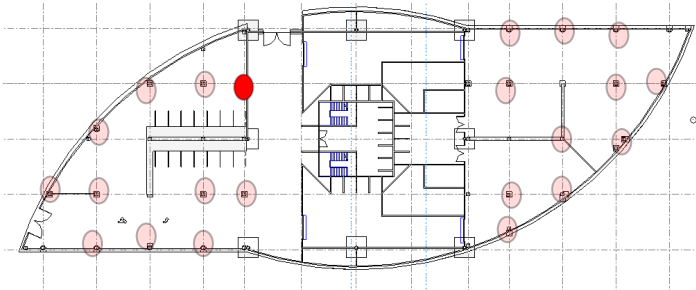


Figure 38 : structure mixed (plan)

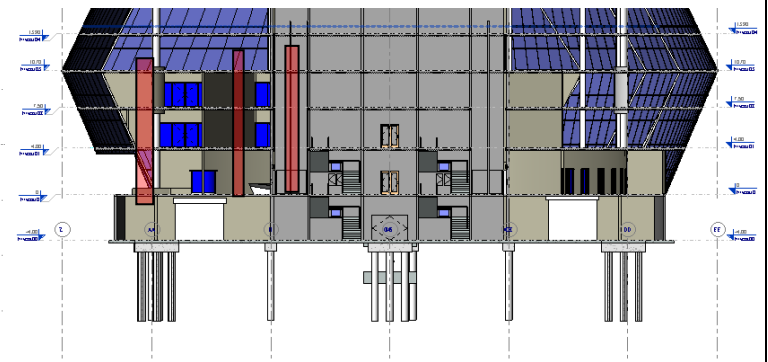


Figure 39 : structure mixed (3D)

ANNEXE 04
ECOLOGIE ET TECHNOLOGIE

1. Eclairage :

1.1. Eclairage solaire¹ :

Le lampadaire solaire ou candélabre solaire est un type de lampadaire qui est alimenté par l'énergie solaire, c'est-à-dire qu'il est équipé de panneaux solaires qui captent la lumière du soleil pendant la journée, ce qui permet de produire de l'électricité, qui est stockée dans des batteries, puis restituée la nuit pour l'éclairage. Le lampadaire devient ainsi autonome en énergie. S'il est asservi à un système de détection de présence et une cellule photovoltaïque, il peut contribuer à diminuer la pollution lumineuse.



Figure 0 : éclairage solaire

1.2. Éclairage artificiel :

Dispositif permettant d'émettre de la lumière grâce à la conversion d'électricité en lumière, permettant de s'éclairer sans avoir recours à la lumière naturelle. Ce dispositif doit être le plus économique que possible, pour cela certains types de lampes doivent être utilisées tel que :

- ampoules à incandescence, une ampoule fluo compacte consomme 5 fois moins d'électricité et possède une durée de vie bien supérieure.
- Les lampes ionisantes qui permettent d'assainir l'environnement en dépolluant l'air, elles utilisent la même technologie d'éclairage que les lampes fluo compactes.
- Les lampes LED, ayant comme avantages une durée de vie très importante (jusqu'à 100 000h), une faible consommation ainsi qu'une durée d'allumage rapide.

Ces types d'éclairages seront utilisés dans l'ensemble du projet.



Figure 02 : La lampe LED

1.3. Eclairage de sécurité² :

Une installation d'éclairage de sécurité est obligatoire dans tous les établissements recevant du public (ERP) et/ou des travailleurs (ERT).

En cas de coupure générale, il est nécessaire de disposer d'un système d'éclairage de sécurité permettant d'indiquer les cheminements d'évacuation. Cette signalisation visuelle doit être éclairée comme le stipule la réglementation.

L'éclairage de sécurité a deux fonctions :

- L'éclairage d'évacuation
- L'éclairage d'ambiance ou anti-panique



Figure 03 : éclairage de sécurité

¹ https://fr.wikipedia.org/wiki/Lampadaire_solaire

² https://www.legrand.fr/pro/normes/Normes_obligatoires_%C3%A9clairage_s%C3%A9curit%C3%A9_%C3%A9tablissements_publics

1.4. Eclairage zénithal :

Les choix en matière d'éclairage zénithal doivent prendre en compte simultanément quatre impératifs.

- Premier impératif, il faut assurer un éclairage naturel suffisant dans les locaux de moyenne et de grande hauteur. Pour atteindre cet objectif, la surface des parties transparentes ou translucides est l'élément essentiel.

- Deuxième impératif, il faut éviter les effets négatifs de l'éblouissement et du rayonnement solaire. Les sheds 160 exposés au nord sont préférables aux dômes et verrières qui présentent des inconvénients.

- Il faut prévoir également le nettoyage intérieur et extérieur dans des conditions de sécurité satisfaisantes par un choix approprié des matériaux (vieillesse, résistance...) et des accès aux faces intérieures et extérieures.

- Enfin, il faut assurer l'évacuation des fumées en cas d'incendie. La surface minimale des exutoires de fumée doit être de 1 % de la surface du local et ne doit pas être située exclusivement sur la toiture.

Les éclairages Zénithal sont principalement :

- Les sheds

Le vitrage sera orienté au nord. Ils peuvent être verticaux, inclinés à 45 °- 60 ° par rapport à l'horizontale.

- Les dômes

Économiques ils ne nécessitent pas de structure lourde et ils permettent d'atteindre l'objectif en termes de facteur de lumière du jour direct avec une surface d'environ 10 % d'indice de vitrage. Cependant, ils n'évitent pas la pénétration solaire et, en conséquence, l'éblouissement. Pour éviter l'éblouissement des opérateurs, les prises de jour ne doivent pas être dans un angle de 30° au-dessus de l'horizontale (voir figure 2). Ceci peut être obtenu en équipant les dômes de costières surélevées et munies de garde-corps

- Les verrières

L'architecture moderne utilise abondamment les verrières (exemple, les pyramides), notamment pour les halls d'accueil. Cette solution présente de nombreux inconvénients, notamment un apport solaire important, lié à la surface de ces verrières et une difficulté de nettoyage (extérieur et intérieur).



Figure 04 : L'éclairage zénithale

2. Le corps d'état secondaire :

Ce sont les systèmes de contrôle d'ambiance : le chauffage, la ventilation, le conditionnement d'air, l'éclairage et l'isolation acoustique.

2.1. Climatation et chauffage :

2.1.1. Chauffage solaire : L'énergie solaire a fait son entrée dans la maison depuis bien des années, notamment pour réchauffer l'eau chaude sanitaire : chauffe-eau solaire.

L'énergie solaire peut également être utilisée pour le chauffage, mais ne satisfera pas plus de 30 à 60 % des besoins en chauffage d'un foyer.

Fonctionnement de système³

Ballon en série de votre chaudière : facile à installer

C'est un système simple qui vient s'intégrer à l'installation de chauffage central existante. Le chauffe-eau solaire sert à préchauffer l'eau. L'eau modérément chaude est transmise à la chaudière qui achève de chauffer l'eau, à température élevée cette fois-ci. Ce système n'impose pas de changer de chaudière ni de radiateurs.

Pour assurer un chauffage suffisant et constant, il faut le compléter par un chauffage fonctionnant avec une autre énergie. On parle alors de systèmes bi-énergie 2 solutions :

- Compléter par un procédé de chauffage à eau chaude : chaudière gaz, électrique, pompe à chaleur...
- Compléter par des poêles ou des radiateurs électriques indépendants, dans les pièces où il fait plus froid : chauffage d'appoint.⁴

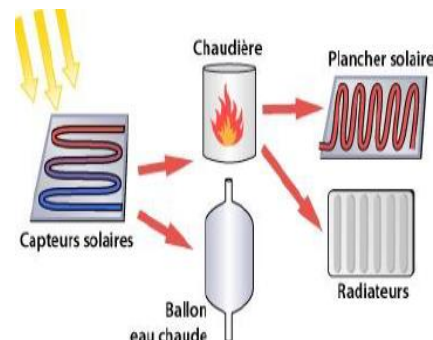


Figure 05 : schéma de chauffage solaire

2.1.2. Climatisation⁵

L'utilisation d'un système de climatisation réversible. Des évaporateurs réversibles intégrés dans un faux plafond pour assurer une meilleure diffusion de l'air.

Les Planchers sont équipés de résistances chauffantes et d'une tôle aluminium en surface pour une diffusion plus homogène et un confort accru.

La climatisation réversible fonctionne sur le même principe qu'une pompe à chaleur air-air réversible.⁶

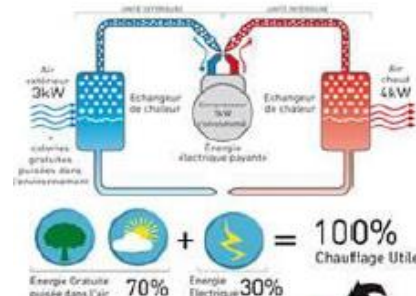


Figure 06 : schéma de climatisation

2.2. Système de ventilation :

2.2.1. La ventilation naturelle :

L'air sous pression du vent passe dans le bâtiment à travers un Système de ventilation naturelle, qui est incorporée par une double peau.

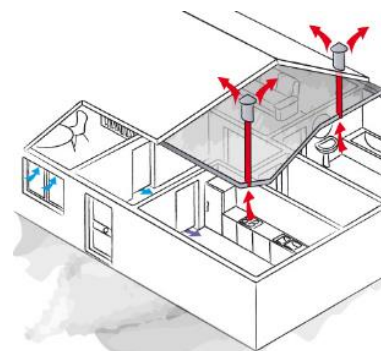


Figure 07 : schéma de Ventilation Naturel

2.2.2. Ventilation mécanique contrôlé :

C'est une ventilation double flux haute performance où l'air chaud extrait des pièces humides, traverse un échangeur de chaleur avant d'être rejeté vers l'extérieur, via un réseau de conduits relié à un caisson. L'air froid provenant de l'extérieur est amené dans la maison à l'aide d'un réseau de gaines. Filtré, l'air neuf traverse l'échangeur et récupère jusqu'à 90 % de

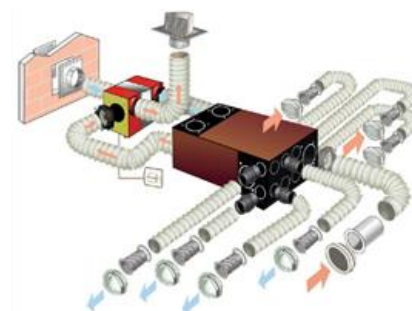


Figure 08 : schéma de VMC

³ (En ligne) https://chauffage.ooreka.fr/comprendre/chauffage_solaire

⁴ Ibidem

⁵ En ligne <http://www.climatisationreversible.net/fonctionnement-des-climatiseurs.htm>

⁶ (En ligne) <http://www.climatisationreversible.net/fonctionnement-des-climatiseurs.htm>

la chaleur de l'air expulsé avant d'être redistribué dans les pièces de vie de la maison.

Cet ensemble VMC double flux compact comporte 2 circuits d'air (air neuf et air vicié), équipé de ventilateurs centrifuges et d'un échangeur à plaques air/air intercalé entre les 2 flux d'air⁷

3. Alimentation en eau :

-Une bache à eau est prévue en cas de coupure d'eau ou d'incendie, elle sera équipée d'un supprimeur. Le tiers de cette réserve sera utilisé en cas de coupure d'eau, et les deux tiers en cas d'incendie.

-On a prévu des citernes dans chaque étage technique pour l'alimentation quotidienne de la tour.

3.1. Récupération des eaux de pluies :

Comme le principe de récupération des eaux de pluies de la tour vivante : Après filtration, les eaux de pluie sont réutilisées pour les équipements sanitaires des bureaux et logements et l'arrosage des cultures hydroponiques. Les eaux de pluie sont collectées, pompées par les éoliennes puis stockées dans des baches à eau au niveau du dernier sous-sol.

3.2. Recyclage des eaux usées :

La réutilisation des eaux usées, ou recyclage, consiste à récupérer les eaux usées après plusieurs traitements destinés à en éliminer les impuretés et éventuellement les micropolluants d'employer cette eau à nouveau généralement pour l'irrigation.⁸

4. La protection⁹

4.1. Protection de personne

Nous avons prévu dans notre projet des issues de secours ainsi que des escaliers de secours. Issues et les escaliers de secours

4.2. Sécurité incendie :

➤ Règlementation :

- Tout immeuble de grande hauteur dispose d'un poste central de sécurité incendie à usage exclusif des personnels chargés de la sécurité incendie.
- Un système de détection automatique avec alarme ainsi qu'un système d'extinction automatique de type sprinkleur doivent couvrir l'ensemble de l'immeuble.
- Des dispositifs phoniques permettant de donner l'alerte au poste central de sécurité incendie sont installés à tous les niveaux de l'immeuble.
- Il y a à chaque niveau autant de robinets d'incendie armés DN 25/8 que d'escaliers.
- Un immeuble de grande hauteur est isolé des constructions voisines par un mur ou une façade verticale coupe-feu, ou par un volume de protection.
- Les circulations horizontales communes sont enclouées par des parois verticales et horizontales coupe-feu.

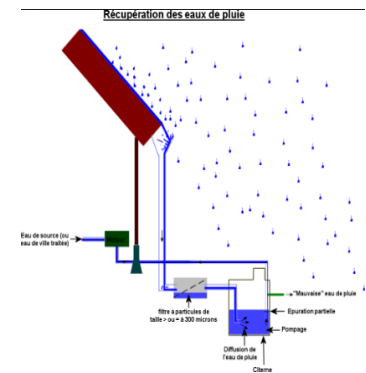


Figure 09 : schéma récupération des eaux pluviales

⁷ En ligne <https://vmc.ooreka.fr/comprendre/ventilation-mecanique-controlee>

⁸ En ligne https://fr.wikipedia.org/wiki/Traitement_des_eaux_us%C3%A9es

⁹ Thèse : TOUR D'HABITAT ECOLOGIQUE ; l'auteur : BEMMAMI Abdelhakim ; encadrer par : Mr BABA HAMED hadj Ahmed, soutenue : juin 2015

- Les immeubles d'une hauteur supérieure à 50 mètres sont équipés sur toutes leurs hauteurs de colonnes en charge.

Compte tenu de la réglementation, notre tour sera équipé de tous les équipements et procédés nécessaires pour répondre à l'aspect sécuritaire des occupants.

➤ **Détection :**

Notre projet sera équipé de :

- Détecteurs thermo vélocimétrique
- Détecteur de fumée
- Détecteur de monoxyde de carbone
- Centrale incendie
- Alarme incendie.

4.3. Les circulations :

Des issues de secours facilement accessibles ont été prévues dans le centre commercial, le centre de loisirs ainsi que la tour assurant l'évacuation rapide des personnes vers l'extérieur.

Des escaliers de secours ont été prévus également, assurant une stabilité et une résistance au feu de deux heures.

➤ **Les ascenseurs :**

Pour chaque bâtiment la circulation représente un réseau essentiel pour son fonctionnement et sa capacité à répondre aux besoins des utilisateurs. Dans les bâtiments à grande hauteur les circulations verticales représentent un aspect vital de la construction.

Critères de choix d'un ascenseur :

Les critères de choix pour équiper un immeuble d'un ou de plusieurs ascenseurs relèvent principalement d'éléments :

- constructifs tels que la hauteur de bâtiment, l'espace disponible au niveau des étages, la possibilité de placer une salle des machines au sommet de la gaine, stabilité du terrain, ...
- organisationnels comme le type de fonction du bâtiment, son occupation et son type de fonctionnement en garantissant une performance de confort et de trafic (rapport charge/vitesse),
- de sécurité,
- énergétique en considérant que la consommation et les appels de puissance doivent être limités,

De ce fait notre choix s'est porté sur **des ascenseurs à traction**, car ce tout nouveau système utilise une technologie de motorisation sans réducteur « gearless », permettant d'éviter la conception de salle des machines au sommet de la gaine tout en atteignant de grande vitesse, un confort optimal et plus important un système de sécurité avec des configurations innovantes.

4.4. Système de sécurité :

➤ **Immeuble intelligent :**



Figure 11 : appareil de détection du feu

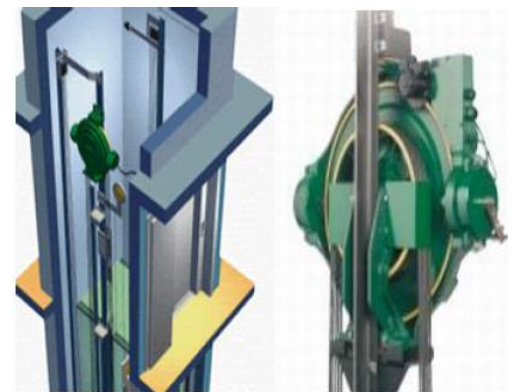


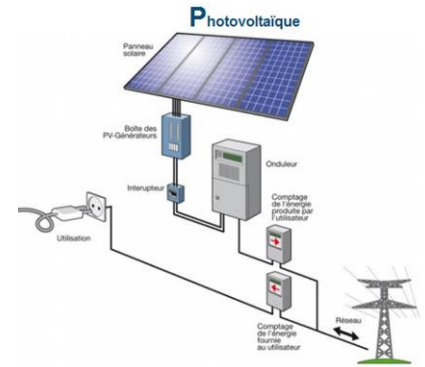
Figure 12 : types d'ascenseur

On prévoit un immeuble doté d'un service et d'une gestion informatisée.

Une surveillance peut être assurée par une installation automatique à l'aide de :

➤ **Caméras de surveillance :**

- Le bâtiment possède un système de Télévision à circuit fermé.
- Le système comporte des caméras en couleurs et des moniteurs. Les moniteurs sont placés au
- Centre de sécurité au niveau du Rez-de-chaussée.



5. Recyclage des déchets organique :

5.1. La valorisation organique : elle permet de produire, à partir de déchets organiques :

• Recyclage de déchet et les convertir en du biogaz (à travers un processus de méthanisation), dont la combustion produit de la chaleur, de l'électricité, ou peut être utilisé comme carburant.

✓ L'opération demandé d'abord un tri sélectif des déchets au niveau de sous-sol pour faciliter le recyclage afin d'obtenir le biogaz qui va être utilisé pour les chaufferies et la production de l'électricité et les engrains qui vont être utilisés pour les jardins.

✓ Le recyclage se fait au niveau de sous-sol



Figure 14 : cycle de matière organique

5.2. Définition de la méthanisation

La méthanisation (ou fermentation anaérobie) est un procédé biologique permettant de valoriser des matières organiques en produisant du biogaz qui est source d'énergie renouvelable et un digestat utilisé comme fertilisant.

La production de biogaz s'effectue dans l'environnement de façon naturelle (ex. le gaz de marais – lieu de décomposition de matières végétales et animales où l'on peut observer la formation des bulles à la surface de l'eau.)

6. La production de l'énergie :

6.1. Les panneaux photovoltaïques :

Les panneaux solaires photovoltaïques sont composés de cellules photovoltaïques et de semi-conducteurs qui permettent de transformer l'énergie solaire en énergie électriques.

L'énergie produite est traitée par des convertisseurs statiques. Un poste de transformation est prévu au niveau du local Technique, les câbles d'alimentation seront acheminés dans des coffrets de distribution dans les faux plafonds et connectés sur des boîtes de dérivation.

6.2. Les éoliennes¹⁰ : Le vent entraîne une génératrice qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique.

Situées sur la façade de la tour dans sa partie haute, des grandes éoliennes orientées vers les vents dominants Produisent de l'électricité facilitée par la hauteur de la tour.

Rendement Une éolienne de type « 5 MW offshore » produit environ 15 GWh d'électricité par an, soit à titre d'exemple de quoi permettre à 10 000 voitures électriques standards de parcourir chacune 10 000 kilomètres par an.

Power flower ou arbre à vent :

D'après les de NL Architect qui se base sur les données du constructeur – l'assemblage de trois de ces turbines permettrait de produire 13000 kWh d'électricité par an avec un vent de 5m/s.

Premier bon point, les pales d'une forme atypique sont conçues pour fonctionner dans des conditions de vents instables et variables.

Deuxième atout, une prise au vent réduite qui permettrait une diminution notable des vibrations et donc du bruit par rapport aux autres modèles. Les constructeurs assurent ainsi qu'en fonctionnement normal, son modèle « Eddy » ne dépasse pas les 43db, soit le bruit d'un lave-vaisselle.

La production électrique de l'arbre à vent repose sur des mini turbine appelées Aeroleaf. Elles sont au nombre de 72 sur l'Arbre à vent. Elles intègrent un générateur à flux axial, à aimants permanents et à en trainement direct : c'est un peu comme la dynamo d'un vélo. Elles ne produisent pas de bruit aérodynamique ni de cisaillement du vent. Construites en ABS (Acrylonitrile Butadiène Styrène) et tropicalisées (trempées dans un bain de résine) elles sont conçues pour supporter les pires conditions climatiques (humidité, air salin, etc...). Ces mini-turbines pourront également être utilisées séparément sur les toits, les balcons ou le long des routes. Le projet est aujourd'hui en cours de développement.

7. La façade double peau :

Une façade double peau (FDP) peut être définie comme une façade simple traditionnelle doublée à l'extérieur par une façade essentiellement

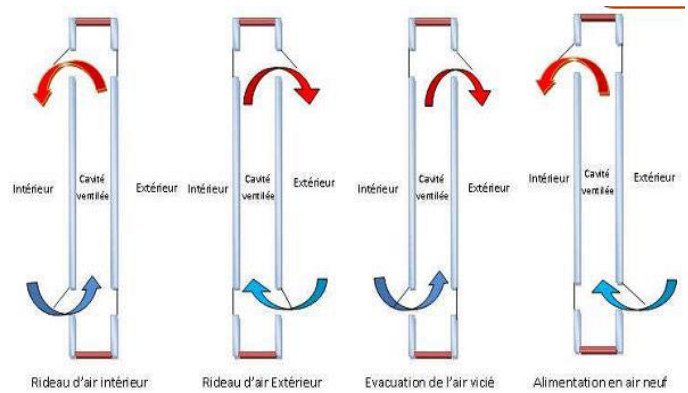


Figure 15 : svstème de banneaux solaire photovoltaïque



Figure 16 : éolienne



Figure 17 : arbre à vent 1

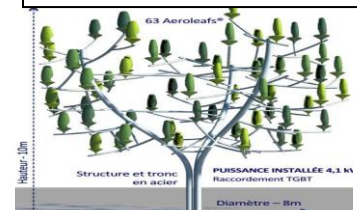


Figure 18 : arbre à vent 2

¹⁰ [file:///DiaporamaPowerflower, unélégantprojetdeparcséoliensurbainsleantechRepublic.html](file:///DiaporamaPowerflower,unélégantprojetdeparcséoliensurbainsleantechRepublic.html)
- <file:///DIAPORAMA-PowerFlowerdesarbreséoliensdanslesvillesTechniquesdel'ingénieur.html>
- <http://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/diaporama-power-flower-des-arbres-eoliens-dans-les-villes-5996/>

vitree. L'objectif d'une telle façade est multiple, soit comme cité ci-dessus : diminuer les déperditions thermiques, créer une isolation phonique. Mais la principale utilisation est en général l'utilisation de l'effet de serre générée par la façade vitrée pour réchauffer les pièces et créer une ventilation naturelle du bâtiment.

Une façade double peau est assimilable aux espaces tampons habituellement utilisés dans la conception bioclimatique. Ces espaces, comme leur nom l'indique, ont pour objet de venir « absorber » les variations du climat pour réguler la température intérieure des espaces. Ils permettent ainsi au bâtiment d'économiser de l'énergie, soit parce qu'ils protègent du froid et du vent, soit parce qu'ils stockent de la chaleur comme les serres solaires passives.

De la même manière, la façade double peau a pour fonction la régulation thermique du bâtiment. Elle le protège des contraintes météorologiques. Par rapport aux rayonnements directs du soleil, elle évite les surchauffes en été et limite le recours à la climatisation. En évitant l'action directe du vent, elle supprime l'effet de paroi froide en hiver, qui produit un inconfort intérieur. Elle permet aussi d'apporter une température et une humidité de l'air agréable.



Figure 19 : schéma façade à double peau

8. Le jardin vertical¹¹ :

8.1. Principe de mur végétal :

Il s'agit du système inventé par le précurseur du mur végétal, à savoir Patrick Blanc (chercheur botaniste au CNRS de Versailles).

Les végétaux sont insérés entre deux couches de feutre imputrescible non tissé, appelé aqua nappe ou hortinappe. Ce feutre est irrigué régulièrement par une solution nutritive (eau + sels nutritifs) qui retombe par gravité et capillarité dans un bac de stockage/récupération. Cette solution est de nouveau pompée via une pompe et des tuyaux vers la partie haute des couches de feutre, coule le long et retombe dans le bac...c'est un arrosage en circuit fermé (le circuit ouvert est possible dans certains cas). Tout le système d'arrosage (tuyau, goutteurs, raccords) peut être caché sous la première couche de feutre. Le feutre joue le rôle de substrat. Les racines se divisent, s'ancrent, puisent l'eau et les sels nutritifs dans les couches de feutre.

Les couches de feutre sont agrafées directement sur une plaque de PVC expansé (rigide, étanche) ou encore sur un panneau de bois.

Les panneaux sont fixés au mur via des tasseaux en bois ou des profilés métalliques.

8.2. Avantage :

- léger.
- facile à mettre en œuvre, auto-construction possible.
- Prix abordable quand les produits sont achetés aux bons endroits.



Figure 20 : Mur végétale

¹¹ file:///JardinVertical%20ouMurvégétalLesconceptsdemursvégétalisés.MurVEGETAL.html

8.3. Les solutions modulaires pour les murs végétaux :

Aujourd'hui, il existe des modules en plastiques injectés dans lesquels les alvéoles de plantation sont déjà préformées et extrêmement facile à poser. C'est une évolution dans les concepts de murs végétaux. Ces modules sont conçus par des industriels prenant en compte la finition, la robustesse ; la fiabilité et la simplicité de pose.

Les modules se juxtaposent les uns aux autres en fonction de la façade à végétaliser. Les modules sont remplis d'un mélange bien spécifique à la situation verticale et équipé d'un système de ferti-irrigation intégré. C'est probablement l'un des systèmes le plus adapté aux grands projets de végétation de bâtiments.

9. Le treepod¹² :

Le treepod retire le dioxyde de carbone présent dans l'air de la ville par un processus innovateur créé par le Dr Klaus Lackner, Directeur du Lanfeust Center for Sustainable Energy à l'université de Columbia, New York, USA. Le système de filtration utilisé est basé sur la découverte d'une technologie appelée « humidity swing » qui permet de capter le dioxyde de carbone et d'en créer un produit récupérable .

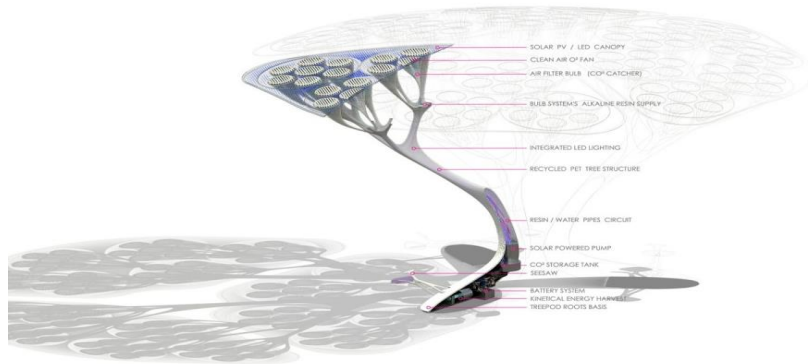


Figure 23 : schéma de TreePod



Figure 22 : Le TreePod

¹² <http://www.actinnovation.com/innovation-environnement/treepods-concept-des-arbres-artificiels-qui-filtrent-le-co2-de-nos-megapoles-2011.html>