

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث 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 : **MEDJELDI Zineb**

Titre :

**Pour une démarche Haute Performance Énergétique des
équipements sanitaires à Guelma.**

Sous la direction de : **MEDDOUR Larbi**

Juin 2018

Dédicace

Je dédie ce modeste travail avec un grand amour, une profonde sincérité et immense fierté :

A mes chers parents sources de tendresse, de noblesse, de patience et d'encouragements.

Mes frères : Ali, Walid et Mohamed et mes sœurs : Amina et Meriem.

Sans oublier mes amies et camarades pour leur soutien, et leurs compréhensions.

Enfin, je voudrais dédier ce mémoire à toute personnes ayant Participé de près ou de loin à la Réalisation de ce travaille.

REMERCIEMENT

*Je remercie **Dieu** le tout puissant pour m'avoir donné toute cette force et ce courage, Pour faire aboutir ce travail.*

*En premier lieu, Je tiens à remercier mes encadreurs, Mr. **DECHAICHA Assoul** et Mr. **MEDDOUR Larbi** , pour avoir accepté de m'encadrer tout au long de ce travail, pour leurs patiences, leurs aides, leurs disponibilités et leurs conseils et suggestions qui ont beaucoup contribué à alimenter ma réflexion et aidé à atteindre mon objectif.*

Mes remerciements vont également aux membres du jury, pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail, et qui m'ont fait l'honneur d'accepter l'évaluation de ce travail.

Mes remerciements vont enfin aux tous mes enseignants du département et tous les personnes qui ont contribué, par la mise à ma disposition des informations, à l'élaboration de ce travail.

Il me reste à ne pas oublier de remercier tant de personnes, que je ne peux nommer, de peur d'en oublier ; que toutes sachent qu'elles sont bien présentes dans mon esprit et dans mon cœur.

RÉSUMÉ

Le contexte énergétique et environnemental mondial, enregistré depuis le début de XXe siècle est marqué par un déséquilibre frappant entre une production énergétique dépendante des sources épuisables, et une consommation en forte évolution. Le secteur du bâtiment est considéré comme l'un des facteurs principaux, qui affectent la dépense énergétique, et les émissions des gaz à effet de serre. Il est donc urgent pour l'humanité de s'inscrire dans une nouvelle vision basée sur la rationalisation de la consommation énergétique comme , l'intégration des énergies renouvelables, et l'atténuation des impacts climatiques.

A cette égard , notre travail de recherche consiste à mettre en évidence, les tendances visant à réduire la consommation énergétique, afin de minimiser l'impact des projets d'architecture sur l'environnement, à travers une démarche Haute Performance Énergétique, qui constitue une alternative écologique qui vise à concevoir des bâtiments plus adaptés, avec leurs environnements climatiques et physiques, en offrant des conditions de confort passives et moins consommatrices d'énergie.

Mots clés : Environnement, consommation énergétique, Architecture bioclimatique, performance énergétique, bâtiment HPE.

Abstract

The global energy and environmental context, recorded since the beginning of the 20th century, is marked by a striking imbalance between energy production dependent on exhaustible sources, and consumption in strong evolution. The building sector is considered one of the main factors affecting energy expenditure and greenhouse gas emissions. It is therefore urgent for humanity to embark on a new vision based on the rationalization of energy consumption such as the integration of renewable energies and the mitigation of climate impacts.

In this respect, our research work consists in highlighting the trends aimed at reducing energy consumption, in order to minimize the impact of architectural projects on the environment, through a High Energy Performance approach, which constitutes a ecological alternative that aims to design more suitable buildings, with their climatic and physical environments, by offering passive comfort conditions and less energy consuming.

Keys words : Environment, energy consumption, bioclimatic Architecture, energy performance, HPE building.

ملخص

يتميز السياق العالمي للطاقة والبيئة ، المسجل منذ بداية القرن العشرين ، باختلال التوازن الملحوظ بين إنتاج الطاقة الذي يعتمد على مصادر قابلة للاستهلاك. يعتبر قطاع البناء أحد العوامل الرئيسية التي تؤثر على نفقات الطاقة وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري. ولذلك فمن الملح أن تشرع الإنسانية في رؤية جديدة تقوم على ترشيد استهلاك الطاقة مثل تكامل الطاقات المتجددة وتخفيف آثار المناخ.

في هذا الصدد ، يتكون عملنا البحثي من إبراز الاتجاهات التي تهدف إلى الحد من استهلاك الطاقة ، من أجل تقليل تأثير المشاريع المعمارية على البيئة ، من خلال نهج أداء الطاقة العالية ، والذي يشكل بديل إيكولوجي يهدف إلى تصميم أبنية أكثر ملائمة ، مع بيئاتها المناخية والمادية ، من خلال توفير ظروف راحة سلبية واستهلاك أقل للطاقة.

كلمة رئيسية : البيئة , استهلاك الطاقة ، العمارة المناخية الحيوية، أداء الطاقة ، مبنى عالي الأداء.

TABLE DE MATIERE

Dédicace	i
REMERCIEMENT.....	ii
RÉSUMÉ.....	iii
Abstract.....	iv
ملخص	v
LISTE DE FIGURES	V
LISTE DES TABLEAUX	X
INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
Problématique.....	2
Hypothèses	3
Objectifs	3
Structure de mémoire	4
Méthodologie.....	4
Chapitre I : Environnement, consommation énergétique et bâtiment	5
Introduction	5
I.1. Environnement : définition de concepts.....	5
I.1.1. Environnement: Plusieurs de définition.	5
I.1.2. Aperçu sur les énergies	6
I.1.3. Problématique et enjeu énergétique.....	7
I.1.4. Les activités humaines, leurs impacts, la crise environnementale	8
I.1.4.1. La pollution.....	8
I.1.4.2. Le réchauffement climatique : une urgence écologique	10
I.1.4.3. L'effet de serre	17
I.1.5. Changement climatique en Algérie	20
I.1.6. Critères environnementaux	21

I.1.6.1. Impact du bâtiment	21
I.2. Consommation énergétique et Bâtiment	22
I.2.1. Les différents systèmes énergétiques	23
I.2.2. Contexte énergétique et la consommation mondiale	24
I.2.2.1. Consommation énergétique mondial: Par type d'énergie	25
I.2.2.2. Consommation énergétique mondial: Par région	25
I.2.2.3. Consommation énergétique mondial: Par Secteur	26
I.2.3. Consommation énergétique en Algérie	27
I.2.3.1. Consommation globale	27
Conclusion	30
Chapitre II : L'architecture HPE: alternative, démarche et méthodes.....	31
Introduction	31
II.1. Le développement durable	31
II.1.1. Définition du concept	31
II.1.2. Les principes de développement durable	32
II.1.3. La Stratégie de développement durable en Algérie	33
II.2.1. La démarche bioclimatique	34
II.2.2. Définition de l'Architecture bioclimatique	35
II.2.4. Les principes de la conception bioclimatique	35
II.2.4.1. Capter / se protéger de la chaleur	35
II.2.4.2. Transformer, diffuser la chaleur	36
II.2.4.3. Conserver la chaleur ou la fraîcheur.....	36
II.3. Le bâtiment à Haute Performance Énergétique	37
II.3.1. Le bâtiment et sa performance énergétique: définition.....	37
II.3.1.1. La typologie des bâtiments performants dans le domaine énergétique	37
II.3.2. Les principaux labels et réglementations	39
II.3.2.1. La réglementation thermique	39
II.3.2.2. Les principaux labels de la performance énergétique :	44

II.4.3. Le Bâtiment à Haute Performance Énergétique	52
II.4.3.1. Qu'est-ce que les bâtiment à Haute Performance	52
II.4.3.2. Quels sont les bâtiments à Haute Performance Énergétique	53
II.4.3.3. Conception architecturale des bâtiment à Haute Performance Énergétique	53
Conclusion	58
Chapitre III : Exemple, cas d'étude et simulation	59
Introduction	59
III.1. Analyse des exemples labellisés en HPE	59
III.1.1. Tour Majunga: Un bâtiment HPE en projet.....	59
III.1.1.2. L'hôpital pour enfants Dell Children's Médical Center	63
III.2. La simulation en Architecture	65
III.2.1. Définition de la simulation	65
III.2.2. Objectifs.....	65
III.2.3. Méthodes de simulation.....	65
III.2.3.1. Méthode de simulation thermique	65
III.2.3.2. Climat, données et analyse	66
III.2.3.3. Accès solaire, ombrages	66
III.3. Simulation thermique : chauffage / climatisation.....	66
III.3.1. Le logiciel TRNSYS : un outil de simulation thermique et énergétique	67
III.3.1.1. Présentation du logiciel	67
III.3.1.2. Avantages	68
III.3.1.3. Limites	68
III.3.1.4. Fonctionnalités	68
III.3.1.5. Déroulements de la simulation par le logiciel <i>TRNSYS</i>	68
III.3. Cas d'étude et application	69
III.3.1. Présentation du cas d'étude : l'hôpital mère et enfant de Guelma.....	69
III.3.1.1. Situation	69
III.3.1.2. Plan de masse	69

III.3.2. Evaluation énergétique : modélisation et simulation architecturale	70
III.3.2.1. Déroulement de simulation par le logiciel <i>TRNSYS</i>	70
III.3.3. Aspect énergétique : simulation et évaluation	72
Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.	75
Introduction	75
IV.1. Analyse de terrain d'intervention	75
IV.1.1. Motivation de choix	75
IV.1.2. Présentation du site	75
IV.1.2.1. Présentation de la nouvelle ville	75
IV.1.3. Analyse de terrain	78
IV.1.3.1. Présentation et limitation de terrain	78
IV.1.3.2. Analyse climatique et bioclimatique de la ville de Guelma.....	81
IV.1.3.3 . Analyse microclimatique du terrain.....	85
IV.1.4. Synthèse	87
IV.2. Analyse des exemples	88
IV.2.1.L'établissement public hospitalier: Krin Ammar.....	88
IV.2.2. L'exemple livresque: centre hospitalier intercommunal de Toulon.....	103
IV.3. Programmation spatiale et fonctionnelle.....	114
IV.4. Genèse et démarche de projet	133
IV.5. Schéma de principe	133
CONCLUSION GÉNÉRALE	137
Bibliographie	139

LISTE DE FIGURES

Figure 1 : Schéma de structure de mémoire (Source: Auteur.)	4
Figure 2 : Graphique des anomalies des températures globales moyennes de surface par rapport à la moyenne 1951-1980. (Source: NASA Goddard Institute for Space Studies) ...	12
Figure 3 : Evaluation des variations de température et de niveau des mers autour des niveaux moyens, évolutions des rejets de CO ₂ . (Source: NASA, SHOM, CNRS.)	14
Figure 4 : Causes et effets du réchauffement dû aux gaz à effet de serre. (Source: livre, traité de l'architecture et de l'urbanisme.)	14
Figure 5 : Rapport au Club de Rome, trente ans après, réalité et prospective de 1972. (Source: les scénarios de la durabilité.)	17
Figure 6 : le phénomène de L'effet de serre naturel. (Source: climate challenge.wwf.)	18
Figure 7 : Évolution des émissions totales de GES par secteur.	20
Figure 8 : Cycle de vie d'un bâtiment (d'après E.Dufrasnes). (Source: A.Liébard et A.de Herde 2004.)	22
Figure 9 : Les différentes sources énergétiques dans le monde . (Source): A.Liébard et A.de Herde 2004.)	23
Figure 10 : Consommation mondiale totale par le carburant. (Source): Key World Energy Statistics 2017.)	25
Figure 11 : Consommation mondiale totale par région. (Source): Key World Energy Statistics 2017.)	25
Figure 12 : Consommation mondiale totale par secteur. 2014.	26
Figure 13 : Consommation finale par produit (Source: Ministère de l'énergie, et des mines, la situation énergétique nationale, 2016).	28
Figure 14 : Répartition de la consommation d'énergie de la nationale par secteur (Source: Ministère de l'énergie, et des mines, la situation énergétique nationale, 2016).	29
Figure 15 : Evolution de l'énergie par secteur de la nationale (Source: Ministère de l'énergie, et des mines, la situation énergétique nationale, 2013).	29
Figure 16 : Les piliers de DD (source : Fédération Française de Canoé-kayax, 2016).	32
Figure 17 : Principes de base d'une conception bioclimatique (implantation et organisation spatial) (source : e-rt2012, 2017).	34
Figure 18 : Performance énergétique du bâtiment selon la RT2005 .(Source: Livre Bâtiments et performance énergétique.)	43

Figure 19 : Evolution de la réglementation thermique .(Source: Comité Français du Butane et du Propane.).....	44
Figure 20 : Principes de la conception et techniques constructifs d'un bâtiment passif. (Source: Wikimedia Commons.).....	48
Figure 21 : Principes de la conception et techniques constructifs d'un nette zéro énergie du bâtiment. (Source: Green energy, CDL groupe.).....	49
Figure 22 : Exigence des standards MINIERGIE ,MINERGIE P, et MINIERGIE A. (Source: STAUFFACHER CHARPENTES.).....	51
Figure 23 : Exigence Le diagnostic de performance énergétique (DPE),(Source: Guide de la maison écologique,2015.).....	53
Figure 24 : Exemple de déperditions comparées de l'enveloppe de différents logements.(source: Energieinfo, 2014).	54
Figure 25 : La course du soleil suivant la saison (Source : Extrait du guide « Réussir un projet de bâtiment à basse consommation).....	54
Figure 26 : Les types de ventilation naturelle. (Source : mémoire étude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment d'habitation à l'aide d'un logiciel de simulation.	56
Figure 27 : Ponts thermique d'un plancher	57
Figure 28 : La tour Majunga.....	59
Figure 29 : La situation de La tour Majunga.(Source: a. Google Earth, b. Google maps)..	60
Figure 30 : Plan de masse de La tour Majunga.(Source: ministère de l'écologie).	60
Figure 31 : Les façades de La tour Majunga.(Source:Tour-Majunga.com).	61
Figure 32 : une vue de projet L'hôpital pour enfants Dell Children's Médical Center (source http://healthcare.wsp-pb.com).	63
Figure 33 : situation de projet l'hôpital pour enfant (source : Google Maps ;Google earth réadapté par l'auteur).....	64
Figure 34 : Logiciel de calcul d'ombrage.....	66
Figure 35 : Une vue sur le complexe mère et enfant (source : l'auteur).	69
Figure 36 : La situation du complexe mer et enfant (Source : Google earth).	69
Figure 37 : Le plan de masse du projet (Source : bureau d'étude de Boumahra.K réadapte par l'auteur).	69
Figure 38 :Données des températures b. Données des précipitations c. Données de durée d'insolation (source Métronome).....	71
Figure 39 : Le plan de 2eme étage, partie A de complexe mère et enfant.	71

Figure 40 : La façade principale et postérieure du complexe mère enfant (source : bureau d'étude de Boumahra.K).....	71
Figure 41 : Le plan de masse du projet (Source : bureau d'étude de Boumahra.K réadapté par l'auteur).	72
Figure 42 : Interface de simulation (source :TRNSYS).	73
Figure 43 : Liaison entre éléments de projet (source :TRNSYS).....	73
Figure 44 : Le temps de simulation de projet (source: TRNSYS).	73
Figure 45 : Le résultat de simulation de projet (source:TRNSYS).	74
Figure 46 : Le résultat de simulation de projet (source: TRNSYS).	74
Figure 47 : Classification de la chambre	74
Figure 48 : Situation de la nouvelle ville par rapport à. la ville de Guelma (Source: Google earth réadapté par l'auteur).....	76
Figure 49 : Situation du terrain par rapport à : a. la ville b. le quartier (Source: a. Google earth b. POS SUD réadapté par l'auteur).	78
Figure 50 : Limites de terrain: (Source: b. Google earth a. POS SUD réadapté par l'auteur).	78
Figure 51 : Le tissu urbain: (Source: Google earth réadapté par l'auteur).....	79
Figure 52 : Coupe longitudinale : (Source: Google earth réadapté par l'auteur).	79
Figure 53 : Coupe Transversale : (Source: Google earth réadapté par l'auteur).....	80
Figure 54 : Accessibilité de terrain (Source : POS SUD Guelma réadapté par l'auteur).....	80
Figure 55 : Variation des températures mensuelles (période 2016) (source : auteur.	81
Figure 56 : Variation des précipitation mensuelles (période 2016) (source : auteur)..	81
Figure 57 : Variation de vitesse des vents mensuelle.....	82
Figure 58 : Variation de durée d'insolation mensuelle.(source: Météo, 2008)	82
Figure 59 : Diagramme ombrothermique de Guelma (Source : Auteur).....	83
Figure 60 : Diagramme polaire de Guelma (présentation de la zone de surchauffe en noir).	83
Figure 61 : Diagramme psychrométrique de Guelma (Source: Auteur).	84
Figure 62 : Calcul de la position du soleil dans le ciel dans le mois de: a. Décembre b. Mars	85
Figure 63 : Calcul de la position du soleil dans le ciel dans le mois de: Juin (Source : SunEarthTools.com 2018).....	86
Figure 64 : Vents dominants (Source : POS SUD, réadapté par l'auteur)	86

Figure 65 : Situation d'EHP El-Hadjar (Source: Google earth réadapté par l'auteur/2018).	88
Figure 66 : L'environnement immédiat (Source: Google earth réadapté par l'auteur/2018).	89
Figure 67 : L'accessibilité (Source: Google earth réadapté par l'auteur/2018).	89
Figure 68 : Plan de masse (Source: Google earth réadapté par l'auteur/2018).	90
Figure 69 : Service de l'hôpital (Source: Google earth réadapté par l'auteur/2018).	90
Figure 70 : Les entrées(Source: Google earth réadapté par l'auteur/2018).	91
Figure 74 : Façade principale Bloc D.	
Figure 75 : Façade principale Bloc A et B.	91
Figure 76 : Façade principale Bloc C.	92
Figure 77 : Façade postérieure Bloc B.	92
Figure 78 : La volumétrie (Source: Google earth réadapté par l'auteur/2018).	93
Figure 79 : Les principes unités fonctionnelles de l'hôpital au niveau de RDC (Source: Google earth réadapté par l'auteur/2018).	93
Figure 80 : Les principes unités fonctionnelles de l'hôpital des différents niveaux (Source: Google earth réadapté par l'auteur/2018).	93
Figure 81 : Organigramme spatiale de l'hôpital.	94
Figure 82 : Plan de RDC, Bloc A	94
Figure 83 : Organigramme spatial de RDC Bloc A.	95
Figure 84 : Plan de RDC, Bloc B.	95
Figure 85 : Organigramme spatial de RDC Bloc B.	95
Figure 86 : Plan de RDC, Bloc C.	96
Figure 87 : Organigramme spatial de RDC Bloc C.	97
Figure 88 : Plan de RDC, Bloc D	97
Figure 89 : Plan de Premier étage, Bloc A	98
Figure 90 : Organigramme spatial de premier étage Bloc A.	98
Figure 91 : Plan de Premier étage, Bloc B.	99
Figure 92 : Organigramme spatial de premier étage Bloc B.	99
Figure 93 : Plan de Premier étage, Bloc C.	99
Figure 94 : Organigramme spatial de premier étage Bloc C.	100
Figure 95 : Plan de deuxième étage, Bloc A.	100
Figure 96 : Organigramme spatial de deuxième étage Bloc A.	100
Figure 97 : Plan de deuxième étage, Bloc B.	101

Figure 98 : Organigramme spatial de deuxième étage Bloc B.....	101
Figure 99 : Plan de troisième étage, Bloc A.....	102
Figure 100 : Occupation d'espace Bâti/non bâti.....	103
Figure 101 : Situation d'hôpital Seyne de la mer(Source: Google earth/2018).....	103
Figure 102 : L'accessibilité (Source: Google earth réadapté par l'auteur/2018).....	104
Figure 103 : Les entrées (Source: Google earth réadapté par l'auteur/2018).....	105
Figure 104 : Plan de masse (Source: Google earth réadapté par l'auteur/2018).....	105
Figure 105 : La volumétrie (Source : bbg architectes sante/hôpital-la-Seyne-sur-mer 2018).	106
Figure 106 La façade (Source : bbg architectes sante/hôpital-la-Seyne-sur-mer 2018)....	107
Figure 107 : Façade principale (Source : bbg architectes sante/hôpital-la-Seyne-sur-mer 2018).....	108
Figure 108 : Façade principale (Source : bbg architectes sante/hôpital-la-Seyne-sur-mer 2018).....	108
Figure 109 : Plan de RDC de l'hôpital Seyne sur mer.....	109
Figure 110 : Organigramme spatial de RDC.....	110
Figure 111 : Organigramme fonctionnel de RDC.....	110
Figure 112 : Plan de premier étage de l'hôpital Seyne sur mer.....	111
Figure 113 : Organigramme spatial et fonctionnel de premier étage.....	111
Figure 114 : Plan de deuxième étage de l'hôpital Seyne sur mer.....	112
Figure 115 : Organigramme spatial et fonctionnel de 2eme étage.....	112
Figure 116 : Occupation d'espace Bâti/non bâti.....	113
Figure 117 : La méthode de conception (Source:, auteur)......	134
Figure 118 : Schéma indiquant les axes principaux. (Source : auteur).....	134
Figure 119 : Schéma indiquant les principaux accès (Source : auteur).....	135
Figure 120 : Schéma indiquant les principaux accès (Source : auteur).....	135
Figure 121 : Schéma de principe du projet.....	136

LISTE DES TABLEAUX :

Tableau 1 : Principaux polluants de l'atmosphère (Source: Microsoft ® Encarta ® 2007. (c)	10
Tableau 2 : Consommation nationale par agrégat (Source: Ministère de l'énergie, Bilan_Energetique_National_2016_edition_2017).....	27
Tableau 3 : Consommation finale par produit (Source: Ministère de l'énergie, Bilan_Energetique_National_2016_edition_2017).....	28
Tableau 4 : Typologie des bâtiments performants (Source : [Thiers, 2008).....	38
Tableau 5 : Comparaison RT 2000 et RT 2005 (Source : RT 2005, BE H3C-Energies de Meylan).....	42
Tableau 6 : Exemple d'exigence de deux niveaux de label. (Source: livre bâtiment et performance énergétique.).....	51
Tableau 7 : Les épaisseurs d'isolants (Source : l'AGEDEN).....	56
Tableau 8 : Type d'isolant et épaisseur.(source: guide bâtiment à base consommation)	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 9 : Reprend les principaux ponts thermiques et indique quelques possibilités de traitement selon le label BBC (source : http://www.promotelec.com).....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 10 : Le programme des équipements (Source: POS SUD, Service technique).	77
Tableau 11 : Variation de vitesse des vents mensuelle(source auteur).	82
Tableau 12 : Variation d'insolation.(source auteur).	82
Tableau 13 : Synthèse (source: auteur).....	87
Tableau 14 : Surface des différents services de l'hôpital.....	103
Tableau 15 : Surface des différents services de l'hôpital.....	113
Tableau 16 : Programme retenu (source: auteur).	133

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les bilans environnementaux lourds, remarquablement enregistrés depuis les années 70 du dernier siècle, ont indéniablement conduit l'humanité à s'inquiéter sur la situation de l'environnement à l'échelle de notre biosphère. Un constat alarmant : dégradation progressive des écosystèmes, surexploitation des ressources naturelles et consommation excessive des énergies fossiles. Cette dernière est consensuellement constatée responsable principale des problèmes environnementaux inédits que connaissait notre planète durant ces dernières décennies : pollutions, émissions des GES, réchauffement climatiques ainsi que les déséquilibres générés.

Actuellement, les enjeux énergétiques constituent, en effet, des préoccupations majeures omniprésentes dans les débats portant sur le développement urbain. Face à la demande, qui est en perpétuelle montée, de l'énergie qui s'appuie principalement sur les ressources fossiles qui sont devenues de plus en plus rares et tendent vers l'épuisement, l'humanité s'est orientée au développement de nouvelles approches visant à réduire cette consommation écologiquement irresponsable.

Plusieurs stratégies sont envisagées pour faire face à ces enjeux, parmi lesquelles, la réduction de la consommation énergétique et le recours à des énergies propres, renouvelables et locales. C'est dans cette optique que les acteurs internationaux et régionaux se sont engagés pour la lutte contre la dégradation de l'environnement en fixant des objectifs à atteindre. À ce sujet, on peut citer l'exemple du Conseil Européen qui, en 2008, a défini des seuils précis dans des délais relativement courts : réduction de 20% de la consommation d'énergie, réduction de 20% des émissions de gaz à effet de serre, et équivalant de 20% des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie à l'horizon 2020.

Le secteur du bâtiment, l'un des plus gros consommateurs d'énergie au niveau mondial, est bien évidemment concernées par ces nouvelles stratégies de réduction de la consommation énergétiques pour, quant à lui, minimiser son impact sur l'environnement. En Algérie les secteurs résidentiel et tertiaire représentent 40% de la consommation d'énergie finale constituant de ce fait le gisement le plus important en termes d'économies d'énergie.

Concevoir et réaliser des bâtiments moins énergivores est une de finalité essentielle de l'architecture écologique qui cherche à minimiser les surcharges environnementales du projet architecturale. Dans cette optique, plusieurs démarches ont progressivement été développées pour caractériser et évaluer la performance énergétique des bâtiments, parmi les quelles on trouve : les Bâtiment de Basse Consommation énergétique BBC, les bâtiments à Zéro énergie, les bâtiments à énergie positive, les Bâtiments HPE ; ces derniers nous ont intéressé et faisant objet de notre présente étude.

Dans une démarche HPE, deux aspects complémentaires sont à rechercher. D'une part, l'amélioration des qualités thermiques et énergétiques de l'enveloppe architecturale. D'autre part, l'amélioration du rendement des équipements énergétiques (chauffage, rafraîchissement, éclairage, électroménager, etc.).

Dans cette perspective, notre travail de recherche consiste à mettre en évidence les tendances visant à réduire la consommation énergétique afin de minimiser l'impact des projets d'architecture sur l'environnement, en se focalisent sur la démarche HPE comme approche écologique cherchant à mettre l'aspect énergétique comme enjeu primordial à prendre en compte dans la conception architecturale des équipements publics à Guelma, particulièrement le secteur sanitaire.

Problématique

La dégradation de l'environnement, largement constatée pendant ces dernières décennies à conduit les décideurs et les acteurs sur les différents niveaux à être mis en garde contre l'épuisement des ressources naturelles, et pour la lutte contre l'augmentation des pollutions urbaines qui risquent l'équilibre écologique à l'échelle planétaire.

Dans ce contexte, la consommation énergétique, étant un volet nécessaire et d'un grand intérêt dans tous les projets de développement urbain, constitue actuellement un défi majeur pour envisager toute démarche visant une meilleure réconciliation avec l'environnement physique, naturel et humain.

À cet égard, le secteur de la construction, considéré comme consommateur important en matière d'énergie (à l'origine de 40% de la demande finale en énergie et de 19% des rejets de CO₂ dans l'atmosphère), pose globalement une problématique majeure et d'actualité autour des soucis de réduction de la consommation énergétique. À ce propos, les acteurs,

notamment les architectes, sont appelés à prendre leurs parts pour développer une démarche écologique visant à réduire l'impact environnemental dans la production du cadre bâti.

Dans cette perspective, notre questionnement qui découle d'une problématique globale portant sur l'amélioration de la performance énergétique des constructions, va se focaliser sur la démarche à adopter en Architecture en précisant la question suivante:

Questions de recherche :

Comment envisager la performance énergétique dans le processus de conception architecturale, notamment les équipements sanitaires à Guelma?

Hypothèses :

L'optimisation de la consommation énergétique peut être envisagée à travers une démarche HPE qui devrait être intégrée dans la conception architecturale.

Objectifs :

- ✓ Montrer l'importance de la démarche HPE dans la production architecturale en Algérie.
- ✓ Concrétiser la démarche écologique pour contribuer à la protection et à la promotion de l'environnement.

Structure de mémoire :

Notre mémoire est structurée en deux parties : partie théorique et partie analytique.

La première partie consiste à une analyse conceptuelle des différentes notions et concepts clé énoncés dans l'hypothèse. La seconde partie est une étude analytique mettant en examen notre cas d'étude. Globalement, cette étude est structurée en quatre chapitres .

La structure de notre mémoire peut se résumer dans l'illustration qui suit :

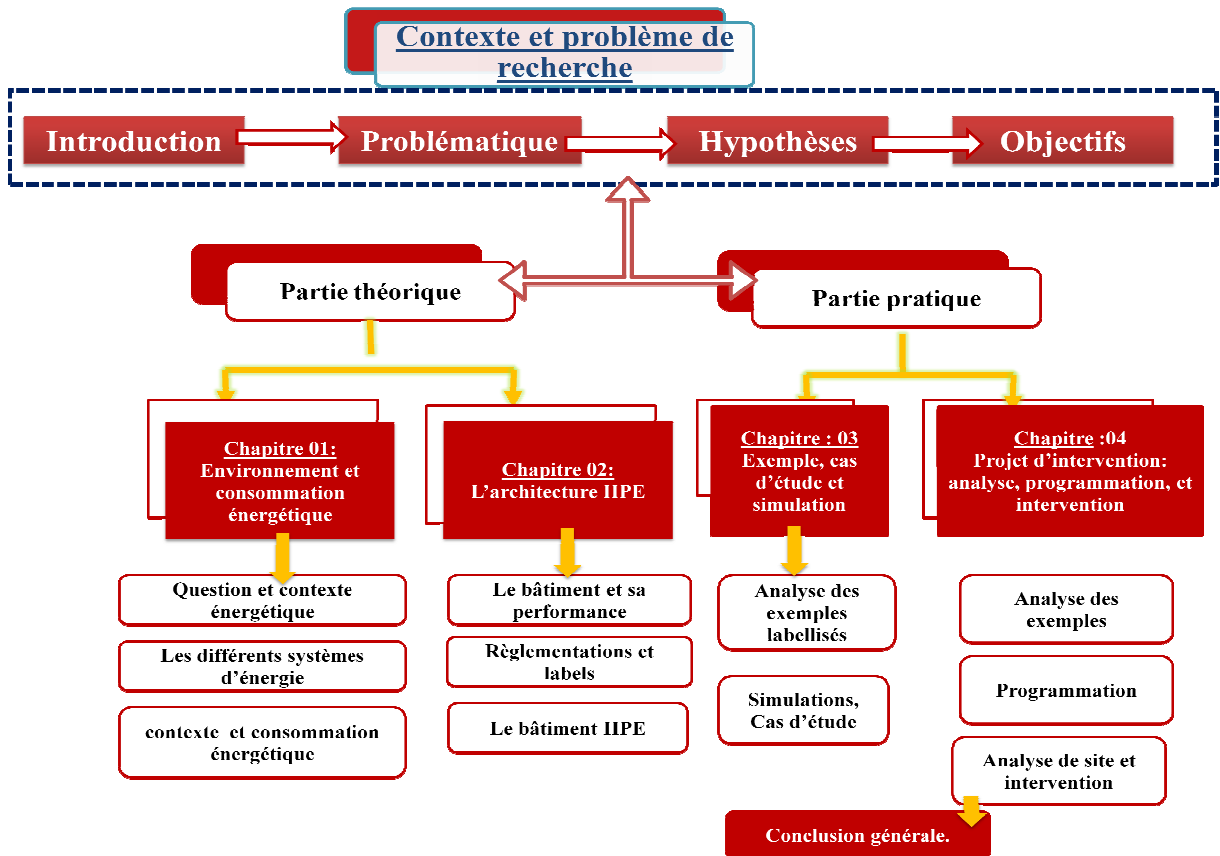


Figure 1 : Schéma de structure de mémoire (Source: Auteur.)

Méthodologie

Après une recherche conceptuelle et théorique, nous avons développé une méthodologie qui s'appuie sur la modélisation et la simulation architecturale comme outil d'aide à l'évaluation et à l'estimation énergétique et environnemental en mobilisant le logiciel *Transys* comme outil d'analyse et d'évaluation de la performance énergétique des bâtiments.

Chapitre I : Environnement, consommation énergétique et bâtiment.

Introduction :

Au cours des années 1960, l'environnement est apparu comme une question de plus en plus préoccupante. L'utilisation et la production d'énergie conduisent à des déchets et à l'émission de gaz polluants, Ces derniers sont pour leur grande majorité, rejetés dans l'atmosphère. compte tenu des quantités mises en jeu, ils sont impliqués dans la dégradation de l'environnement. Mais si l'énergie contribue pour une part importante aux émissions, d'autres secteurs comme l'industrie, l'agriculture, Et la construction... émettent aussi de grandes quantités de gaz dommageables pour l'environnement.¹

Dans ce chapitre, nous nous intéresserons tout d'abord à l'état du monde actuel : Réchauffement climatique, Pollution, effet de serre ainsi que les impacts négatifs sur l'environnement. Par la suite on parlera sur la consommation énergétique, sur les enjeux envisagés et les politiques abordées pour maîtriser l'énergie au niveau mondiale et dans le contexte algérien. En fin on parlera sur la consommation énergétique dans le secteur de bâtiment.

I.1. Environnement : définition de concepts

I.1.1. Environnement: Plusieurs de définition.

L'environnement est l'ensemble des conditions naturelles ou artificielles (physiques, chimiques et biologiques) et culturelles (sociologiques) dans lesquelles les organismes vivants se développent (dont l'homme, les espèces animales et végétales). En France, la définition s'y rapproche : l'environnement est défini comme l'ensemble des éléments qui entourent un individu ou une espèce et dont certains contribuent directement à subvenir à ses besoins, ou encore comme « l'ensemble des conditions naturelles (physiques, chimiques, biologiques) et culturelles (sociologiques) susceptibles d'agir sur les organismes vivants et les activités humaines. Le mot anglais environment signifie milieu.

¹ C, NGÔ; (2002-2008). *L'énergie ressources, technologies et environnement*, Paris :édition Dunod, 189P.

Il n'existe pas une définition unique de l'environnement, mais plusieurs conceptions ou représentations en fonction des individus, des pays, de l'environnement disciplinaire dans lequel ils évoluent :

- Les géologues appréhendent l'environnement par l'étude des sols.
- Les écologues le font par la dynamique des êtres vivants.
- Les géographes par l'occupation du territoire, la gestion du territoire.
- Les ingénieurs et techniciens en fonction de leurs domaines d'expertise : eau, air, sol, énergie ...
- Les économistes par la gestion des ressources naturelles.
- Les juristes sous l'angle des contraintes réglementaires.
- Les philosophes par la morale et l'éthique ...
- En Architecture, l'environnement désigne le contexte dans lequel le bâtiment est implanté. Il est constitué par le cadre bâti et non bâti.

Selon le lexique des termes d'environnement. L'environnement est: "l'ensemble des facteurs biotiques (vivants) et abiotiques (physico-chimiques) de l'habitat, susceptibles d'avoir des effets directs ou indirects sur les êtres vivants, y compris sur l'homme. Ensemble des éléments naturels et artificiels qui entoure un individu humain, animal, végétal, ou une espèce."²

I.1.2. Aperçu sur les énergies :

Depuis toujours, l'homme a consommé de l'énergie. Cette consommation était relativement linéaire et l'origine presque exclusivement renouvelable (biomasse, énergie hydroélectrique, énergie animale, ...) jusqu' à la révolution industrielle. C'est durant cette période, marquée par des développements industriels toujours plus énergivores, que l'essor des énergies fossiles (essentiellement le charbon à l'époque) a vu le jour. Leur consommation commença alors à augmenter de façon exponentielle. La découverte du charbon, si abondant dans la nature et les avancées technologiques dans son utilisation sont à l'origine de la révolution industrielle. La prospérité et l'expansion postindustrielle de l'après-guerre sont indéniablement liées à l'usage du pétrole et puis après le gaz naturel. L'un de ses fruits ; l'énergie électrique.

² Y.BEAULIEU et G.GILET; (1998). *lexique des termes d'environnement*, Paris: 60P.

Une grande proportion de l'électricité produite dans le monde provient du charbon et du gaz naturel et ceci pour plus d'un siècle. L'électricité est la forme « première » de l'énergie, grâce à la facilité de son usage et de sa distribution. La demande est en croissance permanente, due à l'usage de plus en plus grand d'appareils électriques et électroniques par les consommateurs, par l'augmentation de l'activité industrielle associée et par son élargissement au monde entier.

Pour l'homme moderne, le rêve de domination de la nature s'est traduit essentiellement par une tension obsessionnelle vers une production et une consommation toujours plus grandes et plus excessives. Extraire de la nature un maximum de bien-être matériel a été, et demeure pour une large part, l'idéal des sociétés industrielles et a fortiori des pays en développement. Chacun dès lors garde les yeux rivés sur le taux de croissance du PIB, qui de simple indicateur économique est devenu une véritable religion, l'idole des temps modernes. Malheureusement, avec la révolution industrielle, l'économie va s'affirmer comme science mécaniste, désincarnée de la nature et d'un homme réduit à l'état d'homo oeconomicus. En perdant toute référence éthique, l'économie se coupe des motivations de conservation, de solidarité et de transmission aux générations futures d'un patrimoine naturel.³

I.1.3. Problématique et enjeu énergétique:

Toute activité génère des nuisances. La production, le transport, le stockage et l'utilisation de l'énergie n'échappent pas à cette règle. Dès que l'on a besoin de grandes quantités d'énergie, comme c'est le cas dans les pays développés, il est difficile, quelle que soit la source utilisée, de les satisfaire sans un impact sur l'environnement. En plus des pollutions locales et régionales, il faut maintenant prendre en compte la pollution globale liée à l'émission de gaz contribuant au réchauffement climatique. Parmi les gaz émis lors de l'utilisation de l'énergie, on constate que ceux sont réactif, donc toxique, disparaissent rapidement mais contribuent fortement aux pollutions locales. Ceux qui ne sont pas toxique, comme le CO₂, ont en revanche une longue durée de vie dans l'atmosphère.

Le monde est entré dans une ère de transition énergétique qui impose la réduction de la consommation d'énergie et l'utilisation des ressources renouvelables.⁴

³ L, FRERIS et D, INFELD; (2013). *les énergies renouvelables pour la production d'électricité*, édition Dunod, 328P.

⁴ C, NGÔ, *L'énergie ressources*, (voir chapitre I, note de bas de page 1)

I.1.4. Les activités humaines, leurs impacts, la crise environnementale:

Il existe des liens entre les activités humaines et notre culture moderne, les différents types d'impacts que ces activités induisent, les crises environnementales majeures qui frappent la Terre et les impacts sur les populations. Ces liens nous font comprendre que nous devons adopter au plus vite de nouveaux modes de vie qui respectent le fonctionnement des processus terrestres et l'intégrité de la nature.

Les activités humaines sont à l'origine des problèmes environnementaux qui affligent la planète et les êtres humains. Ces activités ont trois catégories principales d'impacts (ou conséquences directes), soient :

- L'épuisement des ressources
- La pollution
- Le réchauffement climatique..⁵

I.1.4.1. La pollution:

A. Définition:

La pollution est toute modification anthropogénique d'un écosystème se traduisant par un changement de concentration des constituants chimiques naturels, ou résultant de l'introduction dans la biosphère de substances chimiques artificielles, d'une perturbation du flux de l'énergie, de l'intensité des rayonnements, de la circulation de la matière ou encore de l'introduction d'espèces exotiques dans une biocénose naturelle.

B. La pollution urbaine: définition

La pollution est la contamination de l'air, de l'eau ou du sol par des substances qui altèrent le fonctionnement naturel des écosystèmes, ainsi que la qualité de vie et la santé humaine. C'est la conséquence des progrès techniques de l'humanité et de la concentration des activités.

C:Types de pollutions:

- **Pollution de l'air:** La pollution atmosphérique peut être définie comme la présence d'impuretés dans l'air pouvant provoquer un gêne notable pour les personnes et un

⁵ Thierry LEFEVRE , Planète viable l'économie d'accord, l'écologie d'abord, <http://planeteviable.org/activites-humaines-impacts-crise-environnementale-globale-crisis-humaines/>, Consulter le 03-01 2018 18:20:27.

Chapitre I : Environnement, consommation énergétique et bâtiment.

dommage aux biens. La pollution atmosphérique est donc fortement influencée par le climat et tout particulièrement par le vent, la température, l'humidité et la pression atmosphérique.

➤ Principaux polluants:

Polluant	Sources principales	Observations
Particules en suspension	Gaz d'échappement; industries; incinération des déchets; production de chaleur et d'électricité; réactions des gaz polluants dans l'atmosphère	Doses admissibles : 75 mg/m ³ sur une année; 260 mg/m ³ en 24 h (composés de carbone, nitrates, sulfates et nombreux métaux dont le plomb, le cuivre, le fer et le zinc)
Plomb (Pb)	Gaz d'échappement; fonderies	Doses admissibles : 1,5 mg/m ³ sur 3 mois
Oxydes d'azote (NO, NO₂)	Gaz d'échappement; production de chaleur et d'électricité; acide nitrique; explosifs; usines d'engrais	Doses admissibles : 100 mg/m ³ (0,05 ppm) sur une année pour le NO ₂ ; réagit avec les hydrocarbures et la lumière pour former des oxydants photochimiques
Gaz carbonique, ou dioxyde de carbone (CO₂)	Toute forme de combustion	Nocif pour la santé à des concentrations de plus de 5 000 ppm pendant plus de 2 h; le taux atmosphérique est passé d'environ 280 ppm il y a un siècle à plus de 350 ppm aujourd'hui; cette tendance Pourrait contribuer à l'augmentation de l'effet de serre
Oxydants photochimiques (principalement Ozone - O₃ -	Formés dans l'atmosphère par réaction des oxydes d'azote, des hydrocarbures et de la lumière	Doses admissibles : 235 mg/m ³ (0,12 ppm) en 1 h

<p>Hydrocarbures autres que le méthane, éthylène, propane, pentanes, acétylène)</p>	<p>Gaz d'échappement; évaporation des solvants; procédés industriels; élimination des déchets solides</p>	<p>Réagit avec les oxydes d'azote et la lumière pour former des oxydants photochimiques.</p>
--	---	--

Tableau 1 : Principaux polluants de l'atmosphère (Source: Microsoft ® Encarta ® 2007. (c))

• **Pollution des sols:**

La pollution du sol peut être diffuse ou locale, d'origine industrielle, agricole (suite à l'utilisation massive d'engrais ou de pesticides qui s'infiltrent dans les sols). Ces pollutions agricoles peuvent avoir plusieurs impacts sur la santé humaine, en touchant des nappes phréatiques d'une part et en contaminant par bioaccumulation les cultures poussant sur ces sols d'autre part.

• **Pollution de l'eau:**

La pollution de l'eau peut avoir diverses origines parmi lesquelles :

- les exploitations agricoles industrielles: qui rejettent divers produits présents dans les engrais (comme des ions nitrates : NO_3^-) ou les produits phytosanitaires peuvent polluer les nappes phréatiques et entraîner la fermeture de points de captages d'eau potable si leur présence est trop importante.
- l'industrie: Il s'agit essentiellement de produits chimiques et d'hydrocarbures (dégazage).
- les eaux usées: C'est un milieu favorable pour la mise en place d'une microfaune bactérienne (développement des bactéries) qui si elles ne sont pas traitées correctement peuvent être une source de pollution de l'eau. La demande chimique et biologique en oxygène (DCO et DBO) seront utiles pour évaluer la teneur de la pollution dans le l'eau.⁶

I.1.4.2. Le réchauffement climatique : une urgence écologique:

A. Définition du réchauffement climatique:

⁶ Wassim GUERMAZI, « Cours de pollution et nuisance », faculté de science de Gabes, 2016.

Le réchauffement climatique, également appelé réchauffement planétaire, ou réchauffement global, est un phénomène d'augmentation de la température moyenne des océans et de l'atmosphère, à l'échelle mondiale sur plusieurs années. Dans son acception commune, ce terme est appliqué à une tendance au réchauffement global observé depuis les dernières décennies du XXe siècle.⁷

De façon plus précise, lorsque l'on parle du réchauffement climatique, on parle de l'augmentation des températures liées à l'activité industrielle et notamment à l'effet de serre : on parle donc parfois du réchauffement climatique dit « d'origine anthropique » (d'origine humaine). Il s'agit donc d'une forme de réchauffement climatique dont les causes ne sont pas naturelles mais économiques et industrielles.

De nombreux scientifiques étudient ce phénomène et tentent de comprendre comment les activités des sociétés humaines provoquent ce réchauffement. Ces scientifiques sont regroupés au sein du GIEC (Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat),⁸ et ils publient régulièrement des rapports étudiant l'évolution du réchauffement climatique

Le réchauffement climatique globale est entre temps devenu une menace et place la population mondiale dans une situation inédite. Pour empêcher les effets incontournables d'une modifications des températures. Avec la publication du quatrième rapport de synthèse sur les changements climatiques du GIEC, en 2007. L'accélération du réchauffement climatique et l'augmentation des émissions de GES⁹ (Gaz à Effet de Serre) causées par les activités humaines.¹⁰

⁷ A, IIEBERD ;(2006). *traité d'architecture et urbanisme, éd observatoire des énergies renouvelable*, France: édition le moniteur, 768P.

⁸ Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a été créé en 1988 en vue de fournir des évaluations détaillées de l'état des connaissances scientifiques, techniques et socio-économiques sur les changements climatiques, leurs causes, leurs répercussions potentielles et les stratégies de parade.

Depuis lors, le GIEC a établi cinq rapports d'évaluation multivolume, accessibles depuis l'onglet Publications. Il a entamé son sixième cycle d'évaluation. Source : <http://www.ipcc.ch/>, Intergovernmental Panel on Climate Change.

⁹ Les gaz à effet de serre (GES) sont des composants gazeux qui absorbent le rayonnement infrarouge émis par la surface terrestre et contribuent à l'effet de serre. L'augmentation de leur concentration dans l'atmosphère terrestre est l'un des facteurs à l'origine du réchauffement climatique, Source: ADEME.

¹⁰ MANFRED Hegger, THOMAS Stark, 'construction et énergie 'architecture et développement durable, Suisse, édition française 2011/279p.

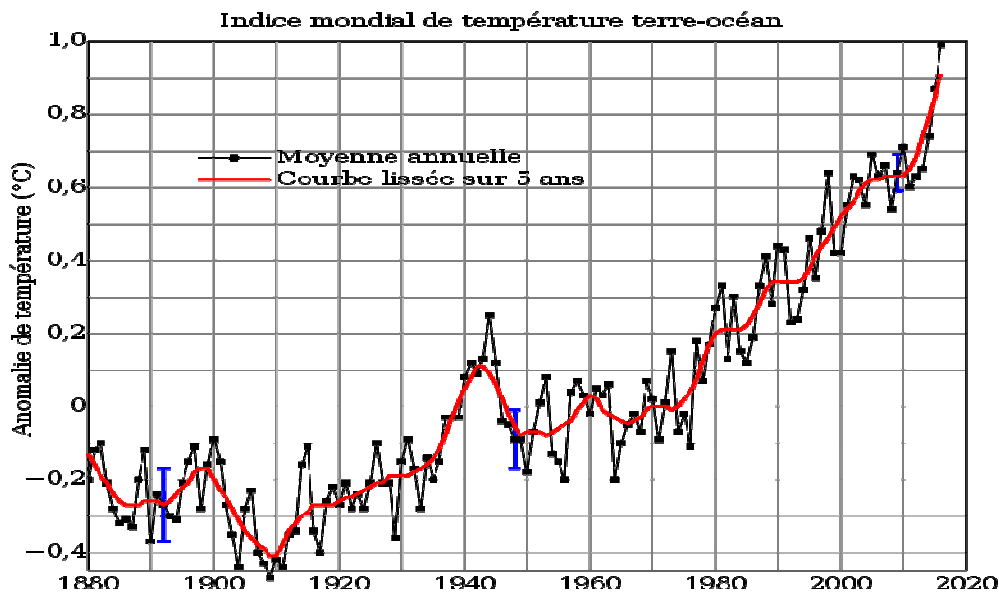


Figure 2 : Graphique des anomalies des températures globales moyennes de surface par rapport à la moyenne 1951-1980. (Source: NASA Goddard Institute for Space Studies)

Les projections des modèles climatiques présentées dans le dernier rapport du GIEC indiquent que la température de surface du globe est susceptible d'augmenter de 1,1 à 6,4 °C supplémentaires au cours du XXI^e siècle. Les différences entre les projections proviennent de l'utilisation de modèles ayant des sensibilités différentes pour les concentrations de gaz à effet de serre et utilisant différentes estimations pour les émissions futures. La plupart des études portent sur la période allant jusqu'à l'an 2100. Cependant, le réchauffement devrait se poursuivre au-delà de cette date même si les émissions s'arrêtent en raison de la grande capacité calorifique des océans et de la durée de vie du dioxyde de carbone dans l'atmosphère.¹¹

b. Conséquences du réchauffement climatique:

Les conséquences du réchauffement planétaire sont nombreuses et variées. Le réchauffement de la planète a des répercussions tant négative que positive.

b.1. Conséquences environnementales :

1. Fréquence de désastres naturels : depuis quelques décennies, l'on a commencé à vivre dans toutes les régions de la terre des désastres naturels comme les ouragans, les éruptions volcaniques, les inondations, les tremblements de terre, les changements climatiques

¹¹ Le Changement Climatique et le Cycle du Carbone, Programme régional pour l'environnement, http://fr.carpe.umd.edu/forest_monitoring/carbon.php/, consulter le 03-01 2018 23:50:06.

brutaux. L'origine climatique de ces désastres particulièrement dramatique est certifiée par de nombreuses études.

2. Perturbation du climat à l'échelle planétaire : l'on observe de plus en plus que les zones tropicales se refroidissent. En effet de nombreuses mesures des températures de l'air au voisinage du sol et aussi de la couche superficielle des océans effectuées par les académies des sciences sur la question climatique pour le sommet du G8 en Juillet 2005 ont attesté que le réchauffement planétaire est à l'origine de la variation complexe du climat dans le monde.

3. La disparition de la biodiversité : plus de la moitié des plantes de la planète seraient menacées de disparition à cause du réchauffement global à l'horizon de 2080 selon des chercheurs environnementalistes. De nombreux animaux arctiques, dont les ours polaires et certains types de phoques pourraient disparaître d'ici 20 ans du fait du réchauffement climatique, selon le World Wild Fund ¹²(WWF) en 2015.

4. La montée du niveau des mers et le problème de manque d'eau : lors de la fonte des glaces et de la dilatation thermique des eaux dû aux réchauffement, on assiste à une montée du

niveau des mers, avec ses effets néfastes sur les terres basses côtières (inondation, vulnérabilité aux tempêtes). Les chercheurs ont évalués que le niveau marin s'est élevé de 12 cm depuis 1880 dont 5 cm seraient dus aux dilatations thermiques et les 7 cm autres à la montée des eaux depuis 1880.¹³

La montée du niveau des océans a été revue à la hausse. En 2007, elle était estimée entre 18 et 59 cm d'ici la fin du siècle. Le rapport 5 de GIEC 2013, précisant l'impact de la fonte du Groenland et de l'Antarctique, prédit une augmentation de 26 à 82 cm, selon les scénario. A partir d'un mètre, une personne sur dix sera concernée par cette hausse, soit 600 à 700 millions de personnes.

¹² Le WWF (de l'anglais : World Wide Fund for Nature) ou Fonds mondial pour la nature est une organisation non gouvernementale internationale (ONGI) créée en 1961, dédiée à la protection de l'environnement et fortement impliquée en faveur du développement durable.

¹³ Dr AMARA, « Cours Sociologie de l'Environnement, le réchauffement planétaire », université de Bouaké Côte d'Ivoire, 2014. https://www.memoireonline.com/08/09/2562/m_-sur-le-rechauffement-planetaire0.html.

Chapitre I : Environnement, consommation énergétique et bâtiment.

5. La dégradation de la qualité de l'air : le réchauffement climatique du globe entraîne la dégradation des sols. Or de nombreuses études ont¹⁴ montré que le sol de la terre contient environ 300 fois de gaz à effet de serre (notamment le carbone)¹⁵ que nous n'en émettons chaque année en brûlant des combustibles fossiles. Ce carbone « stocké » est libéré avec la dégradation du sol dû au réchauffement. L'accumulation de ces gaz dans l'atmosphère pollue l'air pour les espèces qui les consomment. Ce phénomène de dégradation de l'atmosphère pourrait se poursuivre et s'accélérer de plus en plus.¹⁶

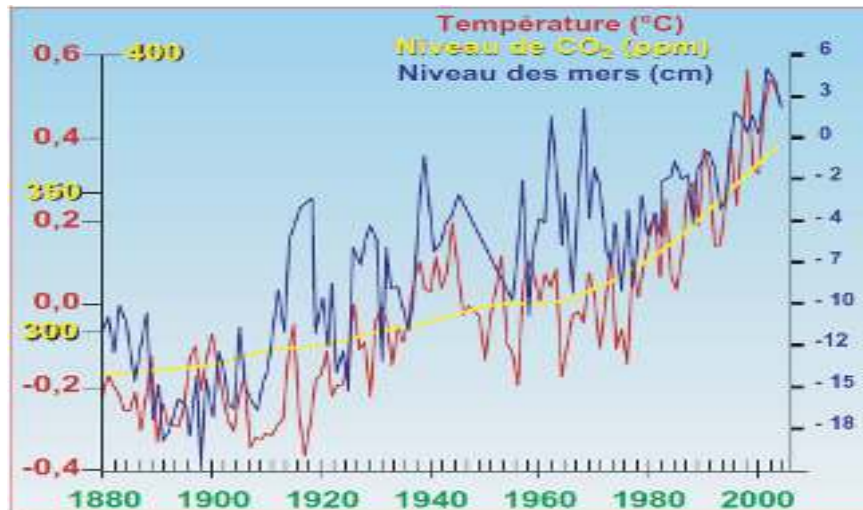


Figure 3 : évaluation des variations de température et de niveau des mers autour des niveaux moyens, évolutions des rejets de CO₂. (Source: NASA, SHOM, CNRS.)



Figure 4 : causes et effets du réchauffement climatique par les gaz à effet de serre. (Source: livre, traité de l'architecture et de l'urbanisme.)

¹⁶ Agence locale de l'énergie et du climat, Les conclusions du 5ème rapport du GIEC sur le changement climatique, <http://www.ale08.org/Les-conclusions-du-5eme-rapport-du.html?lang=fr>, consulté le 04-01 2018 13:29:08.

La figure 3 donne quelques illustrations des causes et effets du réchauffement du aux gaz à effet de serre : 1. Déforestation (foret amazonienne); 2. Assèchement des sols (Burkina-Faso); 3. Débâcle glaciaire (pole Sud) ;4. Pollution atmosphérique dans les grands centres urbains (Cuba tao au Brésil).

b.2. Conséquences sur l'Homme:

1. Les conséquences économiques : Les conséquences économiques sont essentiellement liées aux incidences de la crise climatique sur la vie économique. En effet, avec le réchauffement planétaire, vont à un rythme très accéléré la désertification, la déforestation, la dégradation de la diversité biologique, l'appauvrissement des sols. Or l'ensemble des matières premières qui alimentent les industries constitue ce patrimoine que le réchauffement décime à sa suite. Et le manque de ces ressources naturelles renouvelables entraînerait des difficultés dans les activités économiques. Aussi les investissements consacrés aux travaux liés à la lutte contre ce défi planétaire s'avèrent-ils fort coûteux mais insuffisants pour leur succès.

2. Les conséquences politiques : Le réchauffement climatique au delà des yeux scientifiques portées sur lui a atteint ceux des politiques. Ce phénomène a suscité la création de plusieurs groupes d'études sur la question du réchauffement et cela en vue de prendre des mesures adéquates. L'irresponsabilité de certains politiques, le manque de rigueur dans les prises de décisions et dans l'application de ces décisions a crée des dissensions des classes sociaux politiques à l'échelle mondiale. Ce qui a engendré l'émergence des groupes et organisations ,gouvernementaux ou non gouvernementaux internationaux engagés dans les questions environnementales (GIEC, WWF, Antimondialiste, etc.).

3. La crise alimentaire : La crise alimentaire et la flambée des prix sur le marché mondial sont pour une grande part liées à la perte de la biodiversité et le changement climatique. En effet, les sols se dégradent et s'appauvrissent. Aussi les espèces végétales indispensables au développement de l'agriculture biologique deviennent rares t de mauvaises qualités du fait de l'excès du CO₂ émis dans l'atmosphère. Tous ce facteurs engendrent le manque de ressources alimentaires sur le marché international.

4. Les activités industrielles : Les régions industrielles du globe émettent environ 90% de gaz anthropiques où a effet de serre selon une étude du GIEC en Février 2007. La force économique de ces pays étant ainsi critiquée, il s'impose à eux le recours à de nouvelles

sources d'énergie, lesquelles ne sont pas suffisamment disponibles et accessibles à tous les opérateurs industriels. Ce qui entraînerait inévitablement la baisse de leur productivité, donc de la production mondiale.

5. Les conséquences démographiques: Selon des experts environnementalistes, de nombreux mouvements des populations des zones à risque ou encore les plus touchées, vers des espaces plus accueillants et hospitalières sont et seront observés. Mais avec la graduelle montée des eaux sur le globe et les changements climatiques, les mouvements migratoires se multiplieront encore plus, entraînant quelque fois des conflits fonciers, des guerres, de la xénophobie et bien d'autres maux existent dans les relations humaines. Ce fût le cas des populations étrangères et surtout zimbabwéennes victime de xénophobie en Afrique du Sud et tous ceci à cause des difficultés liées à la faim, à la sécheresse bref au réchauffement climatique. Aussi, les famines engendrées par le réchauffement et le manque de ressources renouvelables peuvent entraîner des problèmes sur la santé publique, la destruction massive de vies humaines.¹⁷

6. Les questions sanitaires : Le réchauffement climatique risque d'avoir un impact fort et direct sur la santé humaine. Ce sont les régions qui ont le moins contribué au réchauffement climatique qui sont les plus vulnérables aux maladies causées par la hausse des températures et qui risquent de voir le nombre de décès augmenter. En clair l'on observe l'apparition fréquente de maladies dangereuses telles que la tuberculose, le choléra, et bien d'autres maladies liées à l'eau, Les côtes qui bordent l'Océan Pacifique, l'océan Indien et l'Afrique subsaharienne sont les plus menacées par les effets du réchauffement climatique. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) rapporte que le changement climatique est responsable d'au moins 150 000 décès par an, chiffre qui devrait doubler d'ici à 2030. Parmi les conséquences graves dues au réchauffement climatique.¹⁸

¹⁷ ibid. Dr AMARA, Cours Sociologie de l'Environnement, page: 13.

¹⁸ Le magazine des Nations Unies, Les effets du réchauffement climatique sur la santé : Les pays en développement sont les plus vulnérables, <https://unchronicle.un.org/fr>, consulter le 04-01 2018 14:35:19.

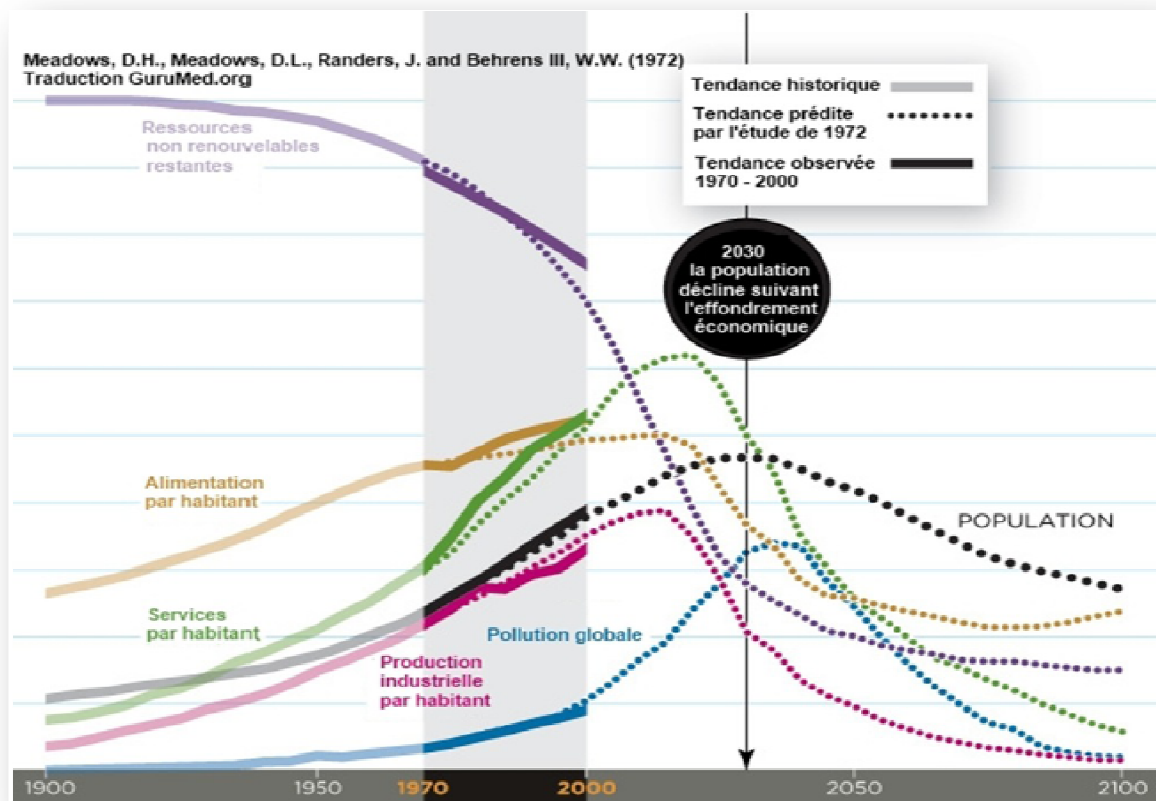


Figure 5 : Rapport au Club de Rome, trente après, réalité et prospective de 1972. (Source: les scénarios de la durabilité.)

I.1.4.3. L'effet de serre :

Les premières suppositions sur l'effet de serre sont faites par le scientifique Jacques Fourier en 1824. Plusieurs scientifiques après lui vont étudier et tenter de quantifier le phénomène, comme Claude Pouillet et John Tyndall. Mais la première expérience de validation et de quantification précise de l'effet de serre est faite par le scientifique Svante Arrhenius à la fin du XIX^{ème} siècle. Dans les années 1890, il découvre qu'un air riche en gaz carbonique retient plus la chaleur des rayonnements solaires, ce qui conduit à une augmentation de la température de l'air.

L'effet de serre est un phénomène naturel de réchauffement qui permet de maintenir une température moyenne de la terre à 15°C. A l'origine de cette manifestation, on trouve les gaz à effet de serre. Mais leur émission en excès par les activités humaines favorise le réchauffement climatique.¹⁹

¹⁹ Maryam RAHOU, « Rapport d'étude: réchauffement climatique, l'effet de serre », Doctissimo.fr, 2012/59p.

A. Qu'est-ce que l'effet de serre naturel :

La Terre reçoit l'énergie du soleil sous forme de lumière et de chaleur. Environ la moitié de ce rayonnement de courtes longueurs d'onde est réfléchi par l'atmosphère et la surface

terrestre. C'est l'effet albédo. L'autre moitié est absorbée par la surface terrestre et réchauffe la Terre. Cette chaleur est ensuite renvoyée sous forme de rayonnement ascendant de grandes longueurs d'onde. Une partie de cette chaleur part dans l'espace, mais une autre est absorbée dans l'atmosphère par les gaz à effet de serre et renvoyée vers la Terre.

Il se produit ainsi un échange continu de rayons de grandes longueurs d'onde entre la surface du globe et l'atmosphère. Ceci provoque un réchauffement. Autrement dit, l'atmosphère fait office d'isolant thermique : ce phénomène s'appelle l'effet de serre naturel.

Il se produit un équilibre caractérisé par un aussi grand rayonnement de courtes longueurs d'onde entrant que de rayonnement de grandes longueurs d'onde sortant. On appelle cela le bilan radiatif de la Terre. Grâce à cet équilibre, la température moyenne sur Terre est plus ou moins constante dans le temps.²⁰



Figure 6 :le phénomène de L'effet de serre naturel. (Source: climate challenge.wwf.)

B. Les Gaz à Effet de Serre GES :

Les émissions des six premiers gaz à effet de serre répertoriés ici sont contrôlées par le protocole de Kyoto.

²⁰Climate challenge, <http://www.climatechallenge.be/fr/des-infos-en-mots-et-en-images/le-changement-climatique/leffet-de-serre/leffet-de-serre-naturel.aspx>, consulter le 04-01 2018 15:45:47.

1. La vapeur d'eau (H₂O) : La vapeur d'eau est le gaz qui a la plus grosse influence sur l'effet de serre (60 à 70 % de l'effet). Néanmoins, la quantité rejetée par l'homme ne fait pas varier de façon sensible sa concentration dans l'atmosphère et le cycle de l'eau est très rapide.

2. Dioxyde de carbone (CO₂) : La moitié du réchauffement climatique est causée par le CO₂, dont 6,000 millions de tonnes sont rejetées dans l'atmosphère chaque année résultat de la combustion de combustibles fossiles, pour produire de l'énergie dans la puissance stations, usines, voitures et maisons.

3. Méthane (CH₄) : Le méthane est le deuxième gaz à effet de serre le plus important, est 20 fois plus puissant que le CO₂, mais émis en moindre quantités. C'est le gaz résultant de l'utilisation du carbone systèmes métaboliques et est produite par des légumes pourris matière également trouvée dans les sites d'enfouissement, digestive des ruminants systèmes, ou dans les zones gorgées d'eau telles que les marécages ou le riz rizières.

4. Oxyde nitreux (N₂O) : Un puissant gaz à effet de serre représentant 10% de Effet de serre. Il a une vie de 200 ans. Il est produit à travers la combustion de combustibles fossiles et la dégradation des produits chimiques, les engrais. L'oxyde nitreux contribue également aux pluies acides.

5. Hexafluorure de soufre (SF₆): Gaz avec une vie de 3200 ans.

6. Les gaz fluorés:

6.1. Hydrofluorocarbures (HFC) : Les HFC sont de puissants gaz à effet de serre. Ils ont remplacé CFC dans la fabrication d'isolants et de réfrigérants ils ont un effet réduit d'appauvrissement de la couche d'ozone par rapport à CFC.

6.2. Perfluorocarbure (PFC): Le perfluorométhane et le perfluorométhane sont les plus des PFC importants en termes de réchauffement de la planète. Ils ont une vie de 50,000 et 10,000 ans respectivement.

6.3. Chlorofluorocarbones (CFC) : Ils sont responsables pour une bonne part de la destruction de la couche d'ozone. Un atome de chlore issu de la décomposition de ces molécules, détruirait en

moyenne 100 000 molécules d'ozone. Ils modifient les molécules d'ozone de l'atmosphère (O₃) en enlevant un atome d'oxygène.²¹

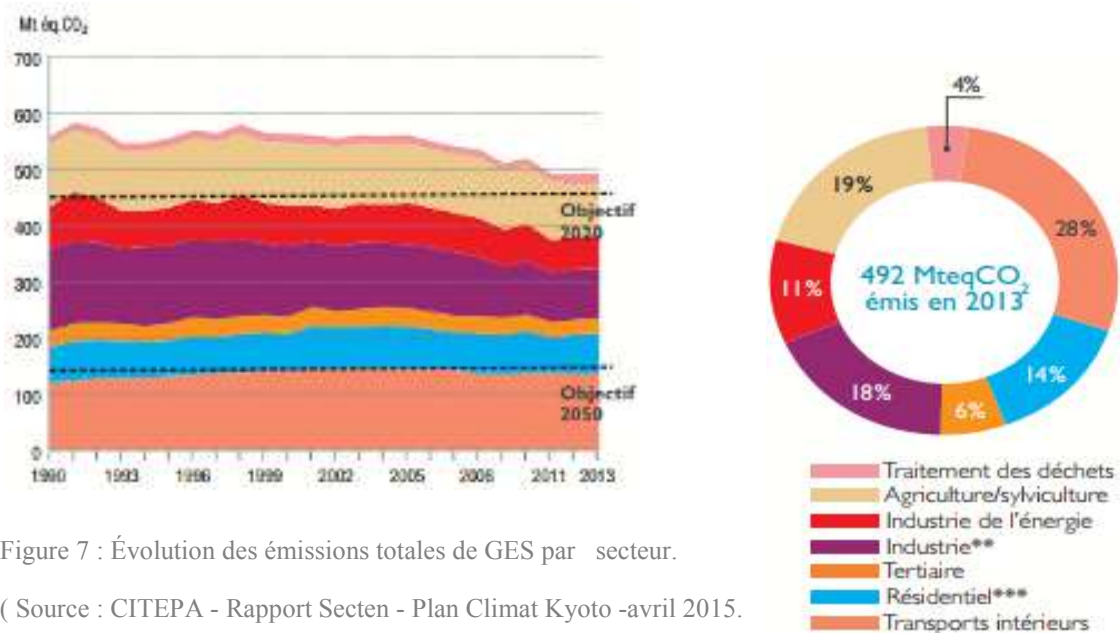


Figure 7 : Évolution des émissions totales de GES par secteur.

(Source : CITEPA - Rapport Secten - Plan Climat Kyoto -avril 2015.

Tandis qu'une petite quantité de gaz à effet de serre est produite naturellement, la majorité est émise par des activités humaines. L'utilisation massive de combustibles fossiles (les hydrocarbures : charbon, gaz, pétrole), la déforestation, l'élevage et l'agriculture intensifs produisent de grandes quantités de gaz à effet de serre qui s'échappent et se concentrent dans l'atmosphère.²²

I .1.5. Changement climatique en Algérie :

L'avenir sur le plan climatique n'augure rien de bon pour l'Algérie. Des experts dans le domaine de la météorologie de l'institut hydrométéorologique de formation et de recherche d'Oran, ont dressé un tableau noir de ce que seront les prochaines années dans notre pays. Du fait qu'elle soit située dans le bassin méditerranéen, l'Algérie reste une région très vulnérable aux changements climatiques et catastrophes naturelles. S'appuyant sur des études scientifiques, les mêmes experts estiment que des pluies et des orages comme ceux qui ont caractérisé les régions de Ghardaïa ou Béchar seront de plus en plus fréquents.

Ils soutiennent qu'il faut s'attendre à l'accentuation de ces phénomènes météorologiques, qui seront de plus en plus violents et dangereux. « Des études ont démontré qu'il y aura une aggravation de la désertification, des orages, de la pollution et autres phénomènes sur notre

²¹ P, SASSI; (2006). *Strategies for Sustainable Architecture*, édition; Taylor & Francis e-Library, 312P.

²² Commission européenne.

planète ». « Il faut s'attendre à une réduction de l'ordre de 20% en termes de précipitation dans les prochaines années », selon les mêmes sources.²³

Parmi les impacts potentiels en Algérie, on peut citer les phénomènes violents (cyclogenèse, vagues de chaleur, tempêtes de sable), les impacts sur les ressources en eau, sur la production agricole et sur la santé. Les experts préconisent de mettre le paquet sur la prévention. Pour ce qui est des aspects à résoudre, de passer à la variabilité climatique régionale et locale.²⁴

De plus l'exploitation importante des hydrocarbures, en Algérie est responsable en grande partie des émissions de gaz à effet de serre. Cependant, la prédominance du gaz naturel dans le bilan énergétique national constitue déjà une mesure d'atténuation des émissions des GES.

I.1.6. Critères environnementaux :

A la fin des années quatre-vingt et avec l'apparition et la diffusion du concept de « développement durable », on en vient à une approche plus globale : l'architecture devient écologique, verte et environnementale. Il ne s'agit plus seulement d'économiser l'énergie et de favoriser le confort mais de penser également à la santé des occupants, de gérer les ressources (énergie et matières) grâce notamment à l'étude des cycles de vie, tout en limitant les pollutions.

I.1.6.1. Impact du bâtiment :

Pour préserver notre environnement, le secteur du bâtiment doit jouer un rôle primordial, car il est responsable d'un large impact environnemental (les données suivantes diffèrent d'un pays à un autre) :

- 50% des ressources naturelles exploitées ;
- 45% de la consommation totale d'énergie ;
- 40% des déchets produits (hors déchet ménager) ;
- 30% des émissions de gaz à effet de serres ;
- 16% de la consommation d'eaux dont 1 à 2% pour l'alimentation humaine ;

²³ IHFR : institut hydrométéorologique de formation et de recherche d'Oran, revue « PROPAL », n°2 novembre 2007.

²⁴ Azouz KABOUCHE; *ARCHITECTURE ET EFFICACITE ENERGETIQUE DES PANNEAUX SOLAIRES*, mémoire de magister, DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME, univ. Constantine, 2012, p. 18-19

Chapitre I : Environnement, consommation énergétique et bâtiment.

Conscient de l'importance du déficit à relever, il faut se mobiliser de plus en plus pour maîtriser et réduire autant que possible ces impacts environnementaux en cherchant à prendre en considération l'ensemble des différentes phases du cycle de vie des produits de construction et plus largement du bâtiment.²⁵

Cependant, c'est au cours de sa vie que le bâtiment (voir illustration ci-dessous) sera réellement le plus pénalisant pour l'environnement. La phase d'exploitation-maintenance contribue pour une large part aux impacts environnementaux d'un bâtiment : consommation de fuel, de gaz ou d'électricité pour le chauffage, le rafraîchissement, ou l'éclairage, d'eau potable pour l'alimentation ou les sanitaires, production de déchets ménagers, rejets d'eaux usées, émission de gaz à effet de serres émis par les systèmes de chauffage (NOX, CO2, SO2, poussières)...

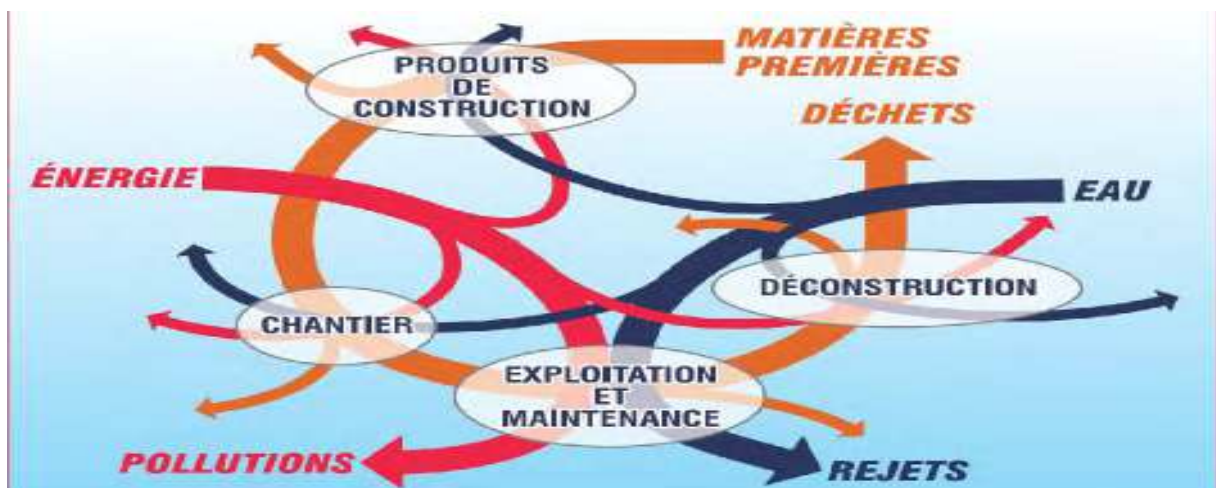


Figure 8 : Cycle de vie d'un bâtiment (d'après E.Dufrasnes). (Source: A.Liébard et A.de Herde 2004.)

I.2. Consommation énergétique et Bâtiment :

« Si chacun utilisait l'énergie et les ressources comme nous le faisons dans le monde occidental, nous aurions besoin d'au moins trois Terres de plus. Or nous n'en avons qu'une. »²⁶

Mona Sahlin, ex-ministre du Développement durable de la Suède,
Institutionnalising Sustainable Development.

²⁵ Ibid. Alain LIEBARD, traité d'architecture, page: 11

²⁶ T,STRANGE, A,BAYLEY; (2008). *le développement durable, À la croisée de l'économie, de la société et de l'environnement* , OCDE, 164P.

I.2.1. Les différents systèmes énergétiques :

Le maintien et le développement des activités humaines sur la terre reposent sur l'existence d'énergie 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" . La figure 8 présente les principales filières énergétiques actuellement utilisées.

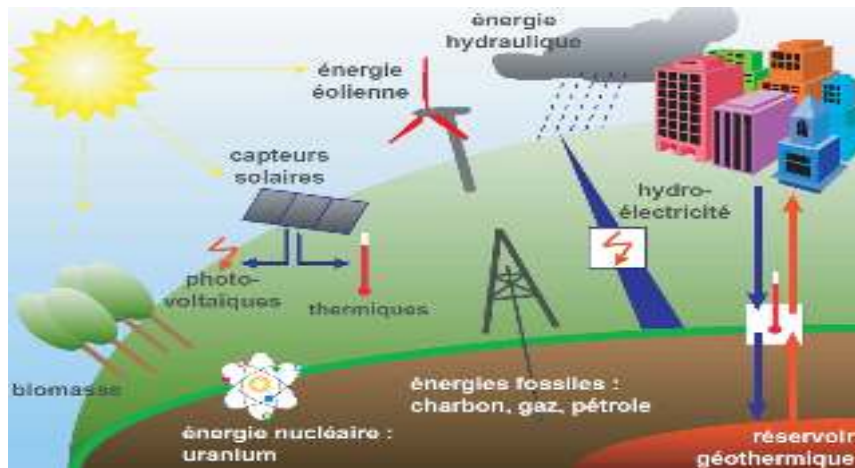


Figure 9 : Les différentes sources énergétiques dans le monde . (Source): A.Liébard et A.de Herde 2004.)

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 atmosphérique et la photosynthèse.²⁷ 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 par les capteurs solaires et peut 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 températures et de pression, produisent l'énergie éolienne;
- L'énergie hydraulique est alimentée par l'eau, restitué au cycle naturel par les précipitations après évaporation à la surface des océans;

²⁷ La photosynthèse est le processus bioénergétique qui permet à des organismes (comme les bactéries photoautotrophes) de synthétiser de la matière organique en utilisant l'énergie lumineuse.

- La biomasse végétale est le résultat de la transformation par photosynthèse du rayonnement solaire: elle peut être considérée comme un énergie flux (exploitation avec replantation) ou comme un énergie stock (déforestation sans replantation);

- L'énergie géothermique, chaleur stockée dans la masse terrestre, peut également être exploitée pour , entre autre, le chauffage des édifices.

Par ailleurs, les énergies non renouvelables sont elles mêmes des sous produits fossiles végétaux ou animaux de l'énergie solaire (charbon, gaz, pétrole, etc.) ou des gisements naturel (uranium). Ces énergies sont disponibles en quantités limitée, mais leur exploitation permet d'obtenir des installations à haute puissance (centrale thermique ou nucléaire) capables de faire face à des applications industrielles.²⁸

Les combustibles fossiles sont une ressource limitée. Il semble possible que le pétrole bon marché (qui fait avancer nos voitures et nos camions) et le gaz naturel bon marché (avec lequel nous chauffons beaucoup de nos immeubles) seront épuisés de notre vivant. Nous cherchons donc des sources d'énergie alternatives. En effet, puisque les combustibles fossiles sont une ressource de valeur, qu'ils servent à fabriquer des plastiques et bien d'autres choses créatives encore, peut-être devrions nous les conserver pour en faire un meilleur usage que simplement de les brûler.²⁹

I.2.2. Contexte énergétique et la consommation mondiale.

Toutes les activités humaines, et notamment celles qui concourent au développement économique et social, font appel à l'énergie, sauf que, la consommation mondiale d'énergie est restée très longtemps stable lorsque l'homme n'utilisait l'énergie que pour sa survie et ses besoins alimentaires. Néanmoins à partir de 1850, la révolution industrielle a provoqué une augmentation brutale des besoins en énergie .

Selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE)³⁰, la consommation mondiale d'énergie va augmenter de 50 % entre 2004 et 2030, pour accompagner la croissance démographique et économique , le taux de consommation diffère d'un pays à un autre, il est déterminé par les

²⁸ Ibid. A,LIEBARD, traité d'architecture, page : 11

²⁹ JC,MACKEY; (2011). *L'énergie durable — Pas que du vent !*, Paris: Édition basse résolution, 443P.

³⁰ L'Agence internationale de l'énergie (AIE): (International Energy Agency en anglais, ou IEA) est une organisation internationale fondée à l'OCDE en 1974, basée à Paris. L'AIE est reconnue mondialement pour la publication de son rapport annuel, le World Energy Outlook (WEO), ainsi que ses rapports Energy Technology.

Chapitre I : Environnement, consommation énergétique et bâtiment.

conditions climatiques, le taux de croissance économique et le développement technologique.³¹

I.2.2.1. Consommation énergétique mondiale: Par type d'énergie :

La consommation mondiale est répartie par type d'énergie comme suit :

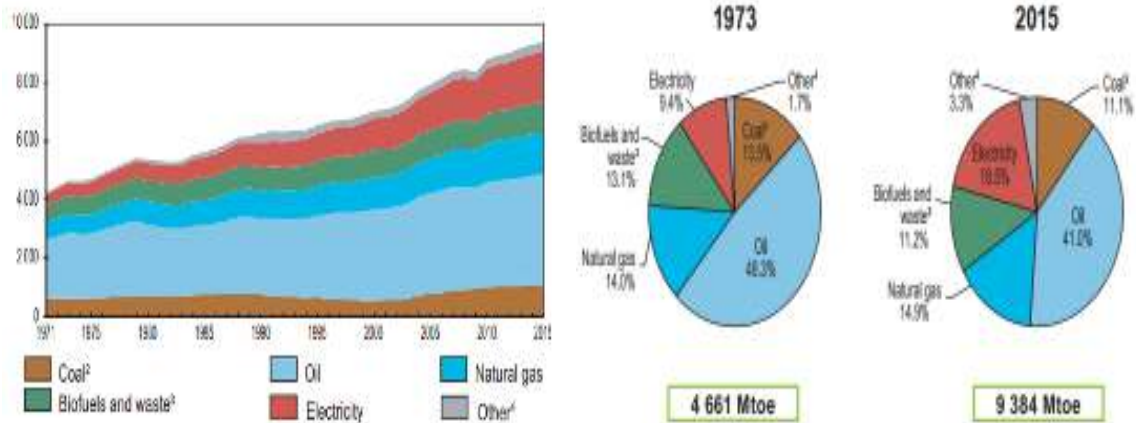


Figure 10 : Consommation mondiale totale par le carburant. (Source): Key World Energy Statistics 2017.)

La consommation totale d'énergie (commerciale et non commerciale) dans le monde a été, en 2004 11.2 tep³². Les combustibles fossiles (pétrole, charbon, gaz) couvraient plus de 80% des besoins.

I.2.2.2. Consommation énergétique mondiale: Par région :

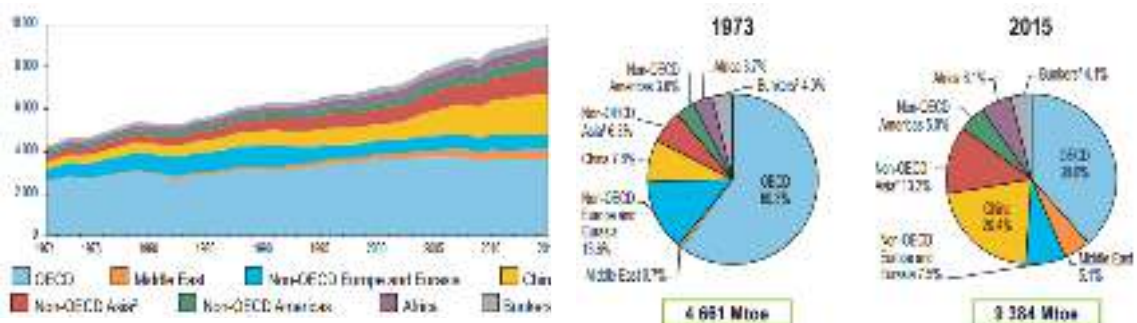


Figure 11 : Consommation mondiale totale par région. (Source): Key World Energy Statistics 2017.)

³¹ M, SANTAMONIS; (2001). *Energy and climate in the urban built environment* , New York :Edition Routledge , 410P.

³²TEP: La tonne d'équivalent pétrole est une unité de mesure de l'énergie. Elle est notamment utilisée dans l'industrie et l'économie

I.2.2.3. Consommation énergétique mondiale: Par Secteur :

Comme le montre la Figure 11:
la consommation énergétique du
secteur se répartit comme suit :

- Bâtiment résidentiel, tertiaire : 44 %,
- Transports: 32%,
- Industrie : 21%,
- Agriculture : 3%,

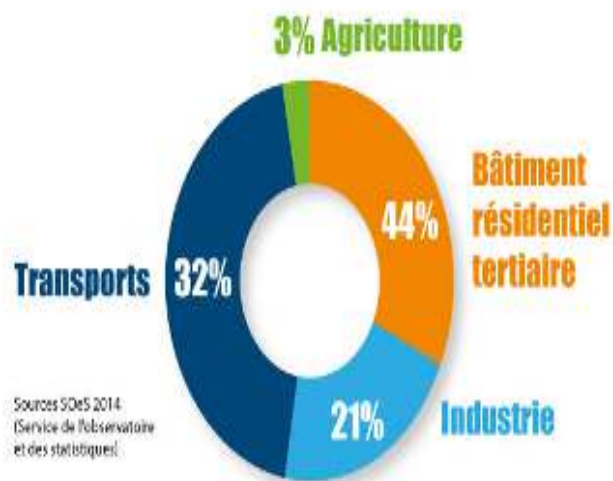


Figure 12 : Consommation mondiale totale par secteur. 2014.

I.2.2.3.1. Dans le secteur de bâtiment.

Le Grenelle de l'environnement³³ n'a cessé de souligner l'impérieuse nécessité de s'attaquer au secteur du bâtiment, à l'origine de 40% de la demande finale en énergie au niveau national, contre 46%, et de 19% des rejets de CO₂ dans l'atmosphère, contre 25% ailleurs. Peu importe les chiffres énoncés par les différents organismes, ce qui est sûr, c'est que ce secteur représente un potentiel énorme d'efficacité énergétique et de réduction des gaz à effet de serres, il est bien de savoir que pendant la durée de vie d'un bâtiment, l'énergie produit 70 à 80% des impacts environnementaux, c'est comme même très important.

Le Résidentiel et Tertiaire Ce secteur est le premier consommateur d'énergies commerciales dans le monde, et absorbe la quasi-totalité des 1 000 millions de tep d'énergies traditionnelles (bois de feu, déchets végétaux et animaux), seules ressources des populations les plus pauvres. La répartition des usages énergétiques dans le résidentiel et tertiaire peut être estimée à 80 % d'usages thermiques (chauffage, eau chaude, cuisson) et 20 % d'usages spécifiques de l'électricité (éclairage, électroménager, audiovisuel).³⁴

³³ Le Grenelle Environnement :est un ensemble de rencontres politiques organisées en France en septembre et décembre 2007, visant à prendre des décisions à long terme en matière d'environnement et de développement durable,

³⁴ Le bilan énergétique mondial, <http://colleges.acrouen.fr/lagrange/img/IDDEDD/consommationenergie.pdf>, consulter le 05-01 2018 02:00:00.

I.2.3. Consommation énergétique en Algérie :

La forte demande actuelle de consommation énergétique en Algérie est due principalement à l'augmentation du niveau de vie de la population et du confort qui en découle, ainsi qu'à les activités industrielles.³⁵

D'après le Ministère de l'Énergie dans son Bilan Énergétique National sur la consommation énergétique finale de l'Algérie, pour l'année 2016. La consommation nationale d'énergie a atteint 58,3 M Tep³⁶ en 2016, soit pratiquement le même niveau (+0,1%) qu'en 2015. Elle représente plus d'un tiers (35,1%) de la production totale; La consommation finale d'énergie a enregistré une légère augmentation (+1,0%) pour atteindre 42,9 M Tep, tirée notamment par l'électricité (+4,3%) et le gaz naturel (+3,3%). Par contraste, celle des produits pétroliers a connu une baisse sensible de (-2,8%).³⁷

Unité : K Tep	2015	2016	Evolution	
			Quantité	(%)
► Consommation finale	42 458	42 883	+425	+1,0
► Consommations non-énergétiques	4 077	4 330	+254	+6,2
► Consommations des industries énergétiques	7 841	7 439	-402	-5,1
► Pertes	3 890	3 690	-200	-5,1
CONSOMMATION NATIONALE	58 265	58 341	+76	+0,1

Tableau 2 : Consommation nationale par agrégat (Source: Ministère de l'énergie, Bilan_Energetique_National_2016_edition_2017).

La consommation nationale par agrégat se caractérise par une forte croissance des consommations non-énergétiques³⁸ (+6,2%) d'une part, et une baisse importante des industries énergétiques³⁹ et des pertes (-5,1%) d'autre part, donnant la structure illustrée par le tableau ci-dessus.

I.2.3.1. Consommation globale :

La consommation globale est passée de 42,5 M Tep en 2015 à 42,9 M Tep en 2016, reflétant une légère hausse de 1,0%, tirée par celles de l'électricité et du gaz naturel qui ont plus que compensé la baisse des produits pétroliers et GPL⁴⁰.

I.2.3.1.1. Par produit : L'évolution par produit est détaillée ci-après :

³⁵ MHU , « *La revue de l'habitat* » , revue d'information du ministère de l'habitat et de l'urbanisme N° 03-Mars 2009, Alger, 74p.

³⁶ Mtep : Million tonne équivalent pétrole.

³⁷ Ministère de l'énergie, Bilan_Energetique_National_2016_edition_2017.

³⁸ La consommation non-énergétique se rapporte aux quantités consommées comme matière première dans l'industrie pétrochimique et d'autres industries.

³⁹ La consommation des industries énergétiques regroupe celles des industries de transformation et de transport (raffineries, centrales électriques, unités GNL & GPL, Oléoducs et Gazoducs).

⁴⁰ Gaz de pétrole liquéfié.

Chapitre I : Environnement, consommation énergétique et bâtiment.

Produit	Unités	2015	2016	Evolution	
				Quantité	(%)
Produits pétroliers*	K Tep	15 975	15 527	-448	-2,8
	K Tonnes	15 270	14 842		
Gaz naturel	K Tep	12 248	12 654	+405	+3,3
	10 ⁶ m ³	12 961	13 390		
Electricité	K Tep	11 966	12 476	+510	+4,3
	GWh	50 152	52 289		
GPL	K Tep	2 239	2 220	-19	-0,8
	K Tonnes	1 897	1 881		
Coke sidérurgique	K Tep	23	-	-23	-
	K Tec	33	-		
Autres : Bois	K Tep	6	6	-	-2,0
	K Tec	32	31		
Total	K Tep	42 458	42 883	+425	+1,0

Tableau 3 : Consommation finale par produit (Source: Ministère de l'énergie, Bilan_Energetique_National_2016_edition_2017).

Du tableau ci-dessus, il ressort ce qui suit :

- Baisse de 2,8% de la consommation des produits pétroliers à 15,5 M Tep, tirée par celle de la demande de gasoil et des essences, suite notamment à l'augmentation des prix.
- Hausse de 3,3% de la demande de gaz naturel à 12,7 M Tep, induite par les besoins croissants des clients de la basse pression (+3,0%) dont le nombre a augmenté de 7,4% pour atteindre 4,9 millions d'abonnés en 2016.
- Croissance de la consommation d'électricité (4,3%) pour atteindre 12,5 M Tep, suite notamment à la hausse de la demande des clients de la basse tension (essentiellement les ménages), dont le nombre est passé de 8,5 millions d'abonnés en 2015 à 8,8 millions d'abonnés à fin 2016.
- Légère baisse de la consommation finale des GPL (-0,8%) à 2,2 M Tep, qui s'explique par la poursuite de la pénétration du gaz naturel citée ci-dessus et un hiver relativement doux.

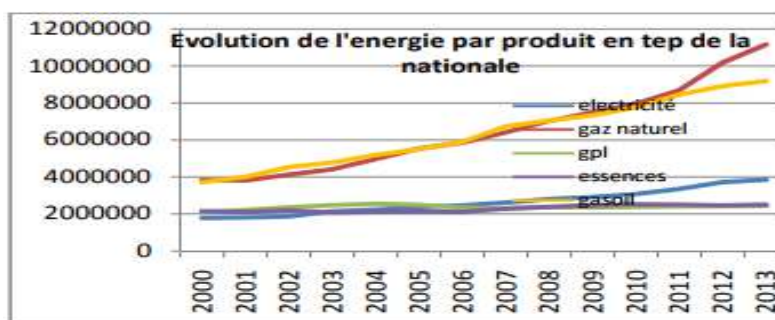


Figure 13 : Consommation finale par produit (Source: Ministère de l'énergie, et des mines, la situation énergétique nationale, 2016).

I.2.3.1.1. Par secteur :

La consommation par secteur est détaillée dans la figure ci-dessous:

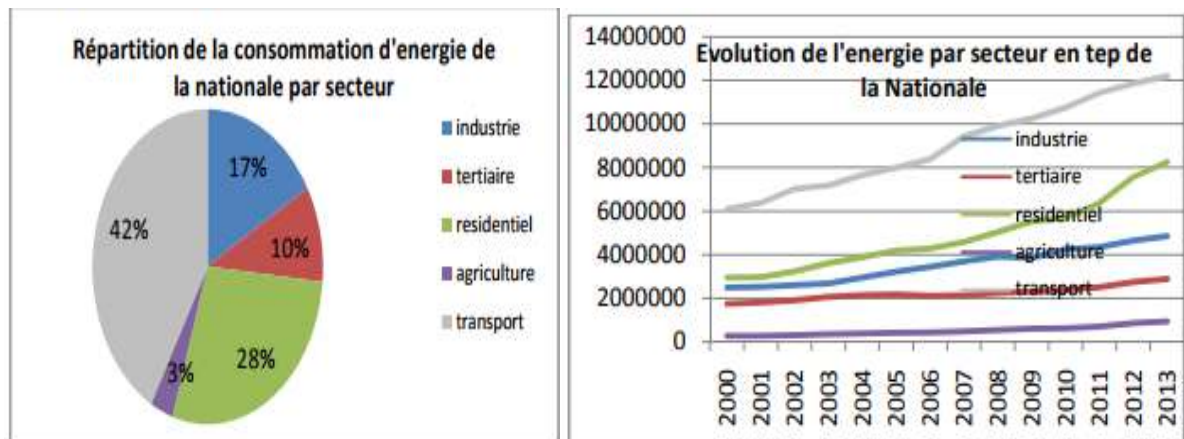


Figure 14 : Répartition de la consommation d'énergie de la nationale par secteur (Source: Ministère de l'énergie, et des mines, la situation énergétique nationale, 2016).

Figure 15 : évolution de l'énergie par secteur de la nationale (Source: Ministère de l'énergie, et des mines, la situation énergétique nationale, 2013).

La structure de la consommation finale reste dominée par la demande du secteur des « Bâtiment, transport » (42%, 40%) suivi par le « industrie » (17%) et enfin le secteur de « l'agriculture » avec une part de 3%. Cependant, il est à signaler le recul de près de 2 points de la part du secteur des transports comparativement à 2015, suite à la baisse de la consommation de carburants, au profit des deux autres secteurs.⁴¹

I.2.3.3.1.1. Dans le secteur de bâtiment :

Le domaine du bâtiment, très énergétivore, apparaît au premier plan de cette tendance. Bien que les consommations traditionnelles du bâtiment, en chauffage, soient en diminutions constantes depuis le premier choc pétrolier, d'autres postes de consommations dus aux besoins de confort toujours grandissant des populations, tels que les climatisations, se développent et masquent les effets de diminution du chauffage.

La surconsommation de l'énergie fossile accentuant les émissions atmosphériques de gaz à effet de serre (GES) mais également le fait que le bâtiment soit le premier poste de consommation de l'énergie, plus de 40% du bilan énergétique annuel est consommé par ce secteur. Cette consommation, qui a triplé durant les trois dernières décennies dans le bassin méditerranéen et il est prévu sa multiplication par le même facteur d'ici l'an 2025, a impulsé chez les chercheurs, algériens cette fois, l'idée de repenser la maison de demain.⁴²

⁴¹ Ministère de l'énergie, et des mines, la situation énergétique nationale, 2016

⁴² Ibid, Azouz KABOUICHE: *ARCHITECTURE ET EFFICACITE ENERGETIQUE*, page : 21.

Donc, l'investissement la plus important doit être à la conception architecturale performante du bâtiment qui est inscrit harmonieusement dans son environnement (site, climat, matériaux,...).

Conclusion :

Le premier constat est que l'accélération du changement climatique est brutale, profonde, définitive. L'effet de serre inaugure une période nouvelle sur toute la surface de la terre et pour tous les peuples, l'Algérie pays appartenant au bassin méditerranéen, considéré comme vulnérable ne sera pas à l'abri. L'immobilisme est interdit, les effets de cette menace sont prévisibles, calculés, dévastateurs, ces changements climatiques se déroulent sous nos yeux : des perturbations considérables, des catastrophes multipliées, dont les images devraient affoler les plus incrédules, mais une chose est certaine, la machine climatique a une inertie très forte. Nos sociétés ont atteint une étape particulière dans la maturité de leur organisation, nous sommes dans des temps très modernes. Cette modernité, cet accaparement du progrès, cette obsession quantitative de besoins non réfrénés, voilà qu'il va falloir en briser l'agencement. Cette nécessité est là, tout à fait nouvelle dans son affirmation internationale officielle, d'une double solidarité : solidarité entre tous les peuples de la planète et solidarité entre les générations. Chaque acteur de chaque secteur de la vie économique se trouve donc confronté à la responsabilité qui lui incombe dans la gestion globale des ressources et de l'environnement⁴³

Il faut cependant, savoir que le bâtiment et son usage peuvent présenter de nombreux inconvénients, particulièrement pour l'environnement. Le secteur du bâtiment (constitué par le résidentiel et le tertiaire) est l'un des principaux consommateurs d'énergie, et l'un des principaux émetteur des gaz à effet de serre (GES) au monde. A cet égard, il apparaît bien que le secteur du bâtiment est l'un des acteurs majeurs de l'intégration du développement durable et présente un très fort potentiel d'amélioration d'efficacité énergétique.

⁴³ P,FERNANDEZ , P,LAVIGNE; (2009). *Concevoir des bâtiments bioclimatiques* , New York: Édition LE MONITEUR , 430P.

Chapitre II : L'architecture HPE: alternative, démarche et méthodes.

Introduction :

Dans le cadre des problématiques énergétiques mondiale, le premier axe d'économie d'énergie reste celui d'une meilleure maîtrise des consommations. Comme nous l'avons étudié dans le chapitre précédant, l'amélioration des pratiques dans le domaine du bâtiment constitue un gisement d'économie d'énergie important.

Aujourd'hui, Les concepteurs plutôt que de considérer l'environnement comme étant hostile au confort de l'être humain, le considèrent comme la source potentielle de son confort, et recherchent une symbiose de manière à le préserver pour les générations futures. Ainsi dans la pratique la conception bioclimatique est accompagnée de réflexions et de démarches plus larges sur le respect de l'environnement et de la biosphère, et a donc une dimension écologique et s'inscrit dans les principes du développement durable. Plusieurs recherches et travaux ont été poussés sur les bâtiments énergétiquement performants. Ces derniers connaissent actuellement un grand intérêt, grâce au rôle important qu'ils jouent : d'une part, leur contribution à la réduction des émissions des gaz à effet de serre par la réduction des besoins énergétiques, et d'autre part, leur garanti de bien être des occupants (notamment le confort thermique).

Dans ce chapitre on va étudier l'approche écologique dans le volet bioclimatique et énergétique ainsi que, l'évolution des bâtiments performants, les définitions des concepts et leurs principaux caractéristiques, ainsi sur les principales réglementations thermiques et les labels d'efficacités énergétiques.

II.1. Le développement durable :

II.1.1. Définition du concept :

Selon Mme Gro Harlem Brundtland dans son rapport "Notre avenir à tous "Le développement durable est définit comme: *«un développement qui répond aux besoins des générations du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs »*.

Le développement durable indique une façon réfléchie de concevoir le présent en tenant compte des effets à long terme, tant au niveau économique, environnemental et social.

Le développement durable est synonyme d'intégration. Cela signifie que le développement doit s'opérer d'une manière qui profite au plus grand nombre de domaines possible, au-delà des frontières et même entre les générations. Autrement dit, nous devons prendre des décisions en tenant compte de leurs répercussions potentielles sur la société, l'environnement et l'économie, tout en gardant à l'esprit que nos actions auront des effets dans d'autres lieux et dans le futur.⁴⁴

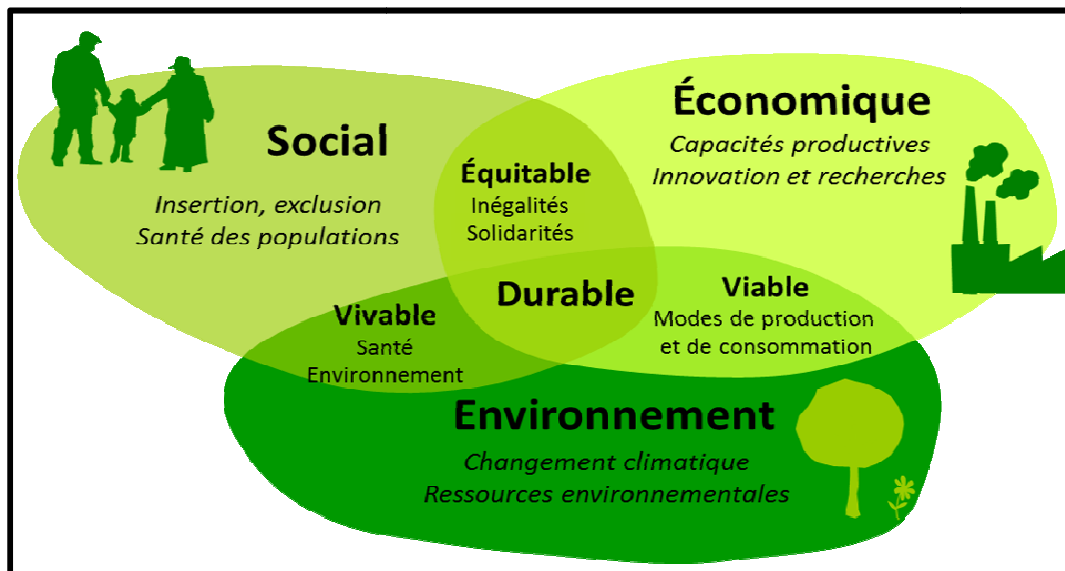


Figure 16 : Les piliers de DD (source : Fédération Française de Canoé-kayax, 2016).

II.1.2. Les principes de développement durable :

La Loi sur le développement durable définit 16 principes qui doivent être pris en compte par l'ensemble des ministères et des organismes publics dans leurs interventions. Ces principes sont en quelque sorte un guide pour agir dans une perspective de développement durable. Ils reflètent d'une manière originale les principes de la Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement.⁴⁵

A. Principe de précaution :

Le principe de précaution relève, en premier lieu, des autorités publiques et s'applique dans des situations précises pour faire face à des risques importants. Il concerne en effet les situations qui présentent un risque potentiel de dommages graves ou irréversibles

B. Principe de prévention :

⁴⁴ T, STRANGE, A, BAYLEY; (2008). *LE DÉVELOPPEMENT DURABLE, À la croisée de l'économie, de la société et de l'environnement* , édition OECD Insights, 164P.

⁴⁵ Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, www.mddelcc.gouv.qc.ca, date de consultation le 10-01-2018, 12:14:08.

Le principe de prévention s'applique pour toute situation à risque connu et comportant des dommages prévisibles. La prévention est un des moyens d'intervention privilégiés de l'action publique notamment dans les domaines de l'environnement, de la santé, de la sécurité routière ou de l'action sociale..

C. Principe de responsabilité :

La responsabilité, au sens commun, est le fait que chaque personne soit tenue de répondre juridiquement ou moralement de ses actes et décisions et d'en assumer les conséquences. Le principe de responsabilité au sens de cet article, s'applique au domaine environnemental et a notamment été précisé juridiquement au niveau européen.

D. Principe pollueur-payeur :

Ce principe est, à la source, un concept économique. Il vise à faire prendre en compte, par les acteurs économiques, les coûts «externes» pour la société, des atteintes à l'environnement générées par leurs activités. Ce principe vise :

- l'efficacité: pour que les prix reflètent l'intégralité et la réalité des coûts de production et favorisent économiquement, à terme, les activités les moins polluantes,
- L'équité: en effet, à défaut d'équité, le contribuable, qui n'est pas nécessairement l'utilisateur ni le consommateur des services ou des biens produits, finit par payer l'addition au niveau des impôts.
- La responsabilité: l'identification du pollueur et le prix à payer doit l'inciter à minimiser les pollutions produites.⁴⁶

II.1.3. La Stratégie de développement durable en Algérie :

Face à la gravité des problèmes écologiques, économiques et sociaux, l'Algérie a élaboré à partir de l'année 2000, une Stratégie Nationale du développement durable, dont les principaux objectifs inscrits dans les différents programmes de développement : le programme de soutien à la relance économique (2001/ 2004) et les programmes complémentaires de consolidation et de soutien à la croissance (2005/2009-2010/2014).

Les principaux objectifs inscrits dans les différents programmes de développement :

⁴⁶AFD, « COURS-AFD-les-principes-du-DD-Finale », mai2012.pdf,<http://www.ente-aix.fr/documents/149>,
Mercredi 13-01 2018 18:20:27.

- De la restauration des cadres et milieux de vie,
- Du traitement des disparités et déséquilibres territoriaux,
- De la dynamisation des activités productives agricoles, du renforcement des services publics dans les domaines de l'hydraulique, des transports, des infrastructures du développement local.⁴⁷

II.2.1. La démarche bioclimatique :

L'Architecture écologique a déjà une histoire : on l'a appelée auparavant : Architecture solaire, bioclimatique, on l'appellera Architecture durable peut être demain.⁴⁸

Le terme bioclimatique fait référence à une partie de l'écologie qui étudie plus particulièrement les relations entre les êtres vivants et le climat. En Architecture, cette expression vise principalement l'amélioration du confort qu'un espace bâti peut induire de manière naturelle, c'est-à-dire en minimisant le recours aux énergies non renouvelables, les effets pervers sur le milieu naturel et les coûts d'investissement et de fonctionnement.⁴⁹

Le choix d'une démarche de conception bioclimatique favorise les économies d'énergies et permet de réduire les dépenses de chauffage et de climatisation, tout en bénéficiant d'un cadre de vie très agréable.

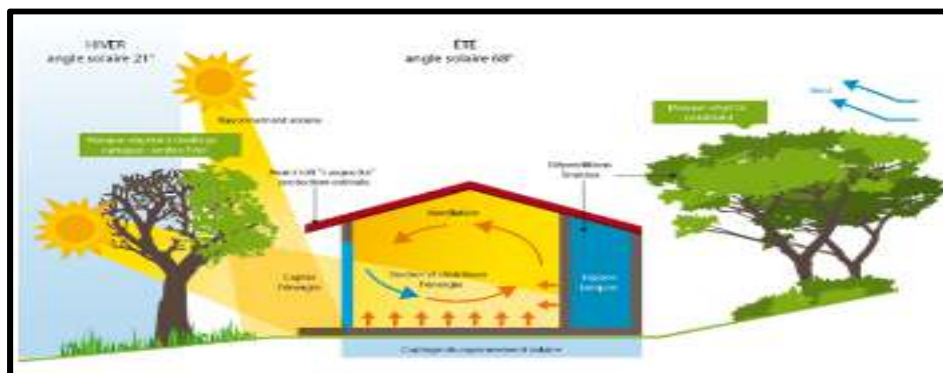


Figure 17 : principes de base d'une conception bioclimatique(implantation et organisation spatiale) (source : e-rt2012, 2017).

⁴⁷ Amira TOURKI, AOUN ALLAH Meriem « Conception d'un projet architectural à usage d'habitat vers une haute performance énergétique », mémoire de master option architecture et durabilité architectural, 2009.

⁴⁸ A, LIEBARD, A, De Herde; (2005). *Traite d'architecture et d'urbanisme bioclimatique*, Paris - France :179P.

⁴⁹ L, FRERIS et D, INFIELD; (2009). *les énergies renouvelables pour la production d'électricité*, édition DUNOD, 215P.

II.2.2. Définition de l'Architecture bioclimatique :

On parle de conception bioclimatique lorsque l'Architecture du projet est adaptée en fonction des caractéristiques et particularités du lieu d'implantation, afin d'en tirer le bénéfice des avantages et de se prémunir des désavantages et contraintes. L'objectif principal est d'obtenir le confort d'ambiance recherché de manière la plus naturelle possible en utilisant les moyens architecturaux, les énergies renouvelables disponibles et en utilisant le moins possible les moyens techniques mécanisés et les énergies extérieures au site.

Ces stratégies et techniques architecturales cherchent à profiter au maximum du soleil en hiver et de s'en protéger durant l'été. C'est pour cela que l'on parle également d'Architecture «solaire» ou «passive».⁵⁰

L'Architecture bioclimatique est une architecture qui profite au maximum des apports naturels du soleil par des aménagements et une conception adéquate c'est-à-dire la conception bioclimatique vise principalement l'amélioration du confort qu'un espace bâti peut induire de manière naturelle en minimisant le recours aux énergies non renouvelables, les effets pervers sur le milieu naturel et les coûts d'investissement et de fonctionnement.⁵¹

II.2.4. Les principes de la conception bioclimatique :

La conception bioclimatique s'articule autour des 3 axes suivants :

II.2.4.1. Capter / se protéger de la chaleur :

Dans l'hémisphère nord, en hiver, le soleil se lève au Sud Est et se couche au Sud-Ouest, restant très bas (22° au solstice d'hiver). Seule la façade Sud reçoit un rayonnement non négligeable durant la période d'hiver. Ainsi, en maximisant la surface vitrée au sud, la lumière du soleil est convertie en chaleur (effet de serre), ce qui chauffe le bâtiment de manière passive et gratuite.

Dans l'hémisphère nord, en été, le soleil se lève au Nord Est et se couche au Sud-Ouest, montant très haut (78° au solstice d'été). Cette fois ci, ce sont la toiture, les façades Est (le matin) et Ouest (le soir) qui sont le plus irradiées. Quant à la façade Sud, elle reste fortement irradiée mais l'angle d'incidence des rayons lumineux est élevé. Il convient donc de protéger

⁵⁰RT,2012, explication-architecture-bioclimatique, <https://www.e-rt2012.fr>, Mercredi 12-01 2018 23:20:27

⁵¹P,LAVIGNE, et P,FERMANDS; (2009). *Concevoir des bâtiments bioclimatiques : fondements et méthodes* , Paris: Le moniteur, 410P.

les surfaces vitrées orientées Sud via des protections solaires horizontales dimensionnées pour bloquer le rayonnement solaire en été. Sur les façades Est et Ouest, les protections solaires horizontales sont d'une efficacité limitée car les rayons solaires ont une incidence moins élevée. Il conviendra d'installer des protections solaires verticales, d'augmenter l'opacité des vitrages (volets, vitrage opaque) ou encore de mettre en place une végétation caduque.

II.2.4.2. Transformer, diffuser la chaleur :

Une fois le rayonnement solaire capté et transformé en chaleur, celle-ci doit être diffusée et/ou captée. Le bâtiment bioclimatique est conçu pour maintenir en équilibre thermique entre les pièces, diffuser ou évacuer la chaleur via le système de ventilation.

La conversion de la lumière en chaleur se fait principalement au niveau du sol. Naturellement, la chaleur a souvent tendance à s'accumuler vers le haut des locaux par convection et stratification thermique, provoquant un déséquilibre thermique. Afin d'éviter le phénomène de stratification, il conviendra de favoriser les sols foncés, d'utiliser des teintes variables sur les murs selon la priorité entre la diffusion de lumière et la captation de l'énergie solaire (selon le besoin) et de mettre des teintes claires au plafond.

Les teintes les plus aptes à convertir la lumière en chaleur et l'absorber sont sombres (idéalement noires) et celles plus aptes à réfléchir la lumière en chaleur sont claires (idéalement blanches). Il est également à noter que les matériaux mats de surface granuleuse sont plus aptes à capter la lumière et la convertir en chaleur que les surfaces lisses et brillantes (effet miroir).

II.2.4.3. Conserver la chaleur ou la fraîcheur :

En **hiver**, une fois captée et transformée, l'énergie solaire doit être conservée à l'intérieur de la construction et valorisée au moment opportun. En **été**, c'est la fraîcheur nocturne, captée via une sur-ventilation par exemple, qui doit être stockée dans le bâti afin de limiter les surchauffes pendant le jour. De manière générale, cette énergie est stockée dans les matériaux lourds de la construction. Afin de maximiser cette inertie, on privilégiera l'isolation par l'extérieur.⁵²

⁵²RT, 2012, explication-architecture-bioclimatique,<https://www.e-rt2012.fr>, consulté le 12-01 2018 23:20:27

II.3. Le bâtiment à Haute Performance Énergétique:

II.3.1. Le bâtiment et sa performance énergétique: définition

Au sens commun, le bâtiment peut être défini comme une construction humaine destinée à protéger les personnes, les biens et les activités des intempéries. De manière plus particulière dans le contexte de ce travail, sur la performance énergétique des bâtiments décrit le bâtiment comme une construction dotée d'un toit et de murs, dans laquelle de l'énergie est utilisée pour réguler le climat intérieur.

La directive européenne 2010/31/UE définit la performance énergétique d'un bâtiment comme la quantité d'énergie nécessaire pour répondre aux besoins énergétiques liés à une utilisation normale du bâtiment, ce qui inclut l'énergie utilisée par ses systèmes techniques. Les systèmes techniques représentant les sources de consommation énergétique à considérer selon la directive européenne.⁵³

II.3.1.1. La typologie des bâtiments performants dans le domaine énergétique :

Concept énergétique	Modèle de bâtiment	Description	Objectif principal	Principaux types de bâtiments concernés
Concept de bâtiment performant purement énergétique	« Basse consommation d'énergie »	Besoins énergétiques plus faibles que les bâtiments standards	Obtenir une baisse significative de la consommation induite par le bâtiment	Bâtiments exposés à des conditions climatiques rigoureuses
	« Passif »	Consommation énergétique très faible liée à l'absence de systèmes de chauffage ou de rafraîchissement actif		
	« Producteur d'énergie »	Dotation de moyens locaux de production d'énergie	Atteindre un gain en consommation énergétique à partir d'un mode	Bâtiments résidentiels de pays, confrontés à des effets de

⁵³ La directive européenne 2010/31/UE.

Chapitre II : L'architecture HPE: alternative, démarche et méthodes.

	« zéro énergie » ou « zéro net »	Combinaison de faibles besoins énergétiques à des moyens locaux de production d'énergie	de production fondée sur le recours aux énergies renouvelables	saturation et cherchant à éviter les pics de consommation en électricité
	« A énergie positive »	La production d'énergie est globalement supérieure à la consommation		
	« Autonome »	La fourniture énergétique ne dépend d'aucune ressource distante		
Concept de bâtiment performant élargi	« zero utility cost house »	La facture énergétique est nulle		
	Maison neutre en carbone	Le fonctionnement ne génère aucune émission de CO2		
	« vert », « durable », « soutenable » ou « écologique »	Le fonctionnement induit très peu de perturbation pour l'environnement (libellé symbolique)	Atteindre des cibles énergétiques parmi d'autres cibles écologiques	Bâtiments tertiaires (activité de bureau) respectant une exigence particulière de confort (sanitaire et social) de travail
	« Intelligent »	Présence de systèmes informatiques de supervision optimisant la gestion de certaines fonctions du bâtiment		

Tableau 4 : typologie des bâtiments performants (Source : [Thiers, 2008]).

- **La relation entre la performance énergétique et l'efficacité énergétique :**

Selon La Fédération des Industries Electriques, Electroniques et de Communication, l'efficacité énergétique peut se définir comme le rapport entre le service délivré au sens large (performance, produit, énergie, confort, service) et l'énergie qui y a été consacrée.

En d'autre terme l'efficacité énergétique d'un bâtiment est sa propension à gérer sa propre énergie, à optimiser les flux, à en produire pour la renouveler, à la mesurer, la répartir, l'optimiser. Un bâtiment justifiant d'une bonne efficacité énergétique est un bâtiment qui vise l'équilibre entre production et consommation d'énergie.⁵⁴

La notion de performance énergétique vise le confort thermique avec une exploitation annuelle optimisée des énergies consommées. L'intégration des énergies renouvelables, le solaire thermique et photovoltaïque, la pompe à chaleur, le puits canadien, octroie une performance énergétique meilleure.⁵⁵

II.3.2. Les principaux labels et réglementations:

II.3.2.1. La réglementation thermique :

La réglementation thermique, souvent abrégée « RT », est un dispositif qui encadre les caractéristiques thermiques des bâtiments neufs. Elle fixe la quantité maximale d'énergie que peut consommer un bâtiment pour être chauffé, éclairé, produire de l'eau chaude sanitaire, être climatisé et ventilé. Cinq RT se sont déjà succédé : la RT 1974, la RT 1988, la RT 2000, la RT 2005 et la RT 2012, actuellement en vigueur. Chacune de ces réglementations thermiques apporte des exigences croissantes en matière d'économie d'énergie, d'isolation du bâti et d'écologie, avec l'utilisation de matériaux et d'énergies renouvelables. À la fin des travaux, une attestation d'application est effectuée par un contrôleur technique, un diagnostiqueur, un architecte ou un organisme certificateur.

1. **La RT 1974** s'applique à l'ensemble des bâtiments neufs d'habitation. Elle fixe, de façon relativement simple comparativement aux futures RT, un objectif de réduction de 25% de la consommation énergétique des bâtiments, par rapport aux normes en vigueur depuis la fin des années 1950, en tenant compte de l'isolation des parois extérieures et du renouvellement de l'air afin de limiter les déperditions de chaleur.

⁵⁴FIEEC, 2011, Efficacité énergétique des bâtiments, septembre 2011.

⁵⁵ Journal officiel de l'Union européenne, DIRECTIVE 2010/31/UE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 19 mai 2010 sur la performance énergétique des bâtiments.

S'agissant de l'isolation des parois, elle introduit un coefficient de transmission thermique K^{56} qui mesure la quantité d'énergie qui s'échappe à travers les parois. Son mode de calcul sera finalisé en 1977 et subira plus d'une dizaine de modifications jusqu'au milieu des années 2000.

2. **La RT 1976** Premières réglementations thermiques pour les bâtiments à usage autres que d'habitation.

3. **La RT 1982** 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. Mise en place du coefficient B^{57} exprimant les besoins de chauffage annuel en W/K défini dans concernant les équipements et les caractéristiques thermiques des bâtiments d'habitation.

4. **La RT 1988** Deuxièmes réglementations avec des exigences de performances minimales de l'enveloppe et des systèmes mis en place. La RT 1988 est étendue aux bâtiments non résidentiels. Création du coefficient C représentant les consommations de chauffage et d'eau chaude sanitaire.

5. **La RT 2000** Troisième réglementation, la RT2000 voit l'apparition d'une exigence de performance globale du bâtiment mais aussi de confort d'été. Elle est constituée du décret no 2000-1153 du 29 novembre 2000 et de divers arrêtés qui fixent principalement :

- La consommation d'énergie primaire « Cep » doit être inférieure à une consommation de référence exprimée en kW hep/an pour laisser toute liberté de conception aux architectes et aux bureaux d'études. Par conséquent la densité du bâtiment n'est pas prise en compte ;
- La température atteinte en été doit être inférieure à une température de référence.
- Des performances minimales sont requises pour une série de composants (sécurité).

Cette réglementation prend en compte les consommations de chauffage, la ventilation, la climatisation, la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage des locaux.⁵⁸

⁵⁶ K: est un coefficient quantifiant le flux d'énergie traversant un milieu

⁵⁷ Coefficient de réduction de température

⁵⁸ eRT2012, <https://www.e-rt2012.fr/>, Samedi 13-01 2018 13:25:07.

Domaine d'application	RT2000	RT2005
Consommation énergétique totale	Exprimé en KWH/an d'énergie primaire Cs Créf	Exprimé en KWH/an d'énergie primaire Cs Créf
Consommation énergétique pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire	-	Exprimé en KWH/m2.an d'énergie primaire C chauffage +Cecs
Energie renouvelables	-	Intégrée et valorisées
Conception bioclimatique	-	Valorisée
Fiche de synthèse	-	Mise en place
Climatisation	-	Intégrée
Etanchéité a l'air	Forfaitaire (meilleurs valeur possible résultant de mesures pour chaque ouvrage	Forfaitaire (meilleurs valeur possible résultant de mesures sur échantillonnage de construction
parois	Valeurs de garde-fous et de référence	Renforcement d'environ 10 pour cent de la performance des parois
ponts thermique	Valeurs de garde-fous et de référence	Diminution d'environ 20 pour cent des pertes par ponts thermique
Compensation entre enveloppe et systèmes	Maison individuel : 30% Logement collectif :30%	Maison individuel :20 Logement collectif :25

	Tertiaire : non définie	Tertiaire : 50
Zone climatique	H1	H1a ; H1b, H1c
	H2	H2a, H2b, H2c, H2d
	H3	H3

Tableau 5 : Comparaison RT 2000 et RT 2005 Source : RT 2005, BE H3C-Energies de Meylan).

6. **La RT 2005** : s'inscrit dans la continuité des précédentes réglementations et son objectif par rapport à la RT 2000 est de diminuer de 15 à 20% le niveau de la consommation des bâtiments, s'applique aux bâtiments neufs résidentiels et non résidentiels ainsi qu'aux additions ou surélévations de bâtiments existants dès lors que leur température normale d'utilisation est supérieure à 2°C. Elle poursuit ces 5 objectifs :

- réduire les consommations d'énergie des bâtiments neufs,
- maîtriser les dépenses,
- prendre en compte le confort d'été,
- diminuer les émissions de gaz à effet de serre,
- se conformer aux normes européennes.

Parmi les grands principes de la RT2005, on retrouve notamment des objectifs de performance pour le bâtiment à construire en termes de ses consommations d'énergie et de confort thermique, sans pour autant fixer les moyens technique pour les atteindre. Ces performances minimales sont celles d'un bâtiment dit de référence et dont les caractéristique thermique de l'enveloppe est celle des équipements sont imposées en fonction de la zone climatique à la même géométrie que le bâtiment a construire. Il est donc spécifique à un projet de construction.

Cependant, la réglementation autorise l'emploi de matériaux ou d'équipement ayant des performances inférieures à celle de référence dans la limite de valeurs garde-fous, sous réserve d'être plus perforant dans les autres domaines: c'est le principe de compensation.⁵⁹

⁵⁹G, Durand, J, Bertin; (2011). *Bâtiments et performance énergétique: données techniques, contrats, responsabilité*, France: édition Lamy, 384P.

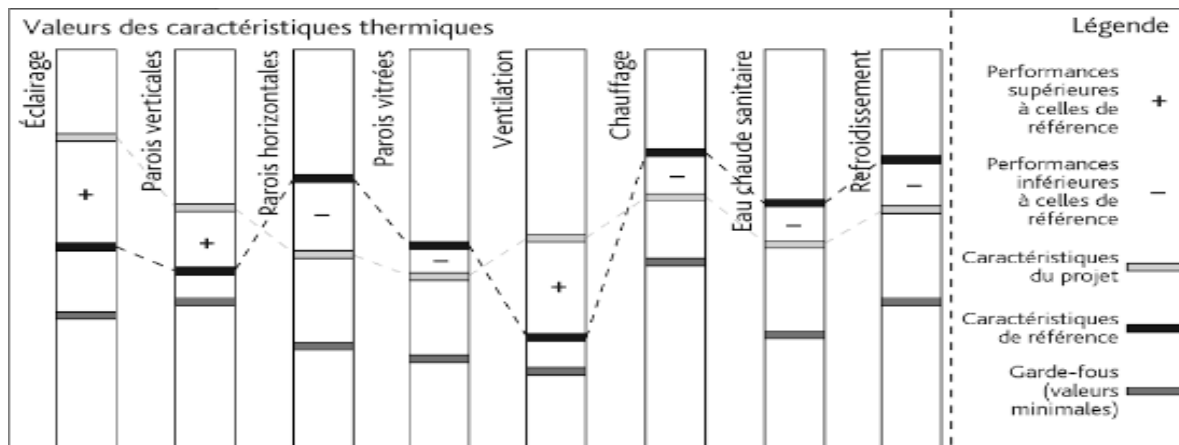


Figure 18 : performance énergétique du bâtiment selon la RT2005. (Source: Livre Bâtiments et performance énergétique.)

7. **La RT 2012** a pour objectif de limiter la consommation d'énergie primaire des bâtiments neufs à un maximum de 50 kWhEP/ (m².an) en moyenne. Article 4 de la loi Grenelle 1

Outre une exigence de consommation maximale, la RT2012 a également pour objectif d'inciter toutes les filières du bâti et des équipements à une évolution technologique et industrielle et d'obliger les concepteurs à opter pour **l'architecture bioclimatique**.

C'est le décret n° 2010-1269 du 26 octobre 2010 ainsi que l'arrêté du 26 octobre 2010 qui définit les **exigences de la RT2012**. Complétée et précisée par plusieurs nouveaux décrets et arrêtés, la RT2012 est entrée en vigueur le 1^{er} janvier 2013 pour les logements collectifs et les maisons individuelles.⁶⁰

Au 1er janvier 2013 son champ d'application s'étendra à toutes les habitations. Elle impose :

- Une exigence d'efficacité énergétique minimale du bâti : Bbio⁶¹. Il est exprimé en points et il permet d'apprécier par rapport aux besoins de chauffage, de refroidissement et de consommations d'éclairage artificiel,

- Une exigence de consommation énergétique : Cep. Ce coefficient est exprimé en kWh/m² d'énergie primaire et représente les consommations d'énergie des 5 postes de consommations de la RT 2000 et 2005.

⁶⁰ Décret n° 2010-1269 du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des constructions.

⁶¹ Coefficient besoin bioclimatique sert à évaluer l'efficacité énergétique d'une construction. Pour mesurer la qualité de conception d'un bâtiment, il prend en compte son besoin en chauffage, en climatisation et en éclairage artificiel. L'indice Bbio d'un bâtiment ne doit pas dépasser une valeur maximale appelée Bbiomax. Les deux autres indicateurs de performance de la RT 2012 sont la Cep (Consommation d'énergie primaire) et la TiC (Température intérieure de consigne).

- Une exigence sur la température maximale atteinte : Tic. Elle est exprimé en °C et c'est la température opérative (correspondant au ressenti de l'occupant) maximale horaire calculée en période d'occupation pour un jour chaud d'été conventionnel, associée à une séquence chaude représentative.

8. La RT 2018/2020 mettra en œuvre des bâtiment à énergie positive (BEPOS) dans l'esprit du Plan Bâtiment Durable, Ces réglementations laisseront une liberté totale de conception tout en limitant la consommation d'énergie. Les bâtiments à énergie positive et les maisons passives produiront plus d'énergie qu'ils n'en consomment.⁶²

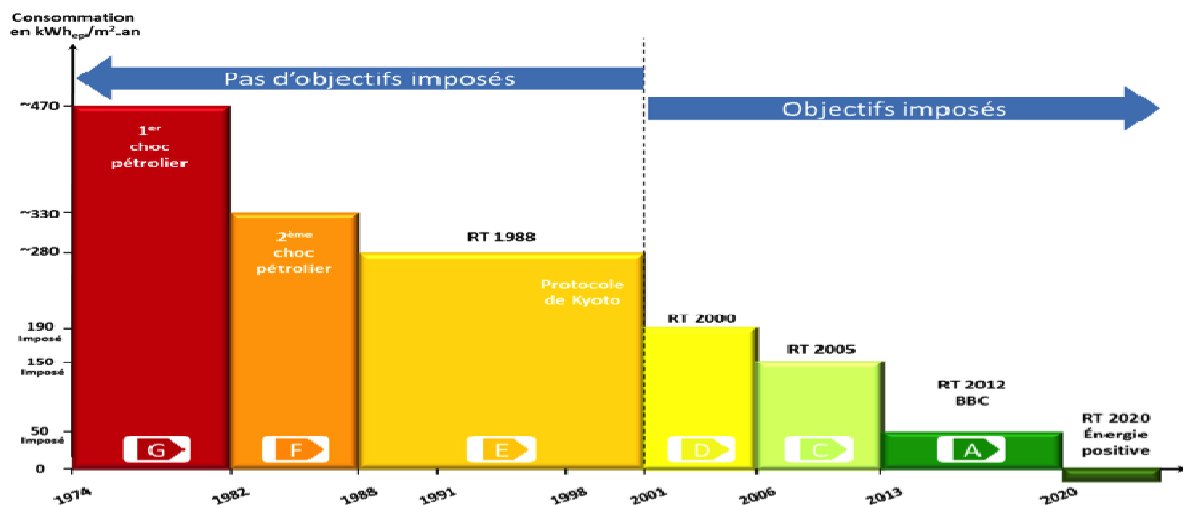


Figure 19 : évolution de la réglementation thermique. (Source: Comité Français du Butane et du Propane.)

II.3.2.2. Les principaux labels de la performance énergétique :

Les labels sont des indicateurs en termes de confort, de performance énergétique et de respect de l'environnement, afin de réaliser des bâtiments à faibles consommation d'énergie, Ils s'appuient sur des référentiels et sont soumis à des procédures d'audit et d'évaluation. Les principaux labels -notamment européens- sont les suivants :

II.3.2.2.1. Les labels Français :

a. Les labels Haute Performance Énergétique:

Dans le cadre de son engagement dans la lutte contre le réchauffement climatique et la promotion des énergies renouvelables dans le secteur du bâtiment, la France a mis en place le label Haute Performance Énergétique (HPE) afin de certifier les constructions neuves,

⁶² Construction21 France avec le soutien de l'Ademe, <https://www.construction21.org/france>.

Chapitre II : L'architecture HPE: alternative, démarche et méthodes.

respectueuses de l'environnement. Depuis 1975, tout bâtiment nouveau doit répondre aux exigences de la Réglementation Thermique (révisée tous les 5 ans).

Le label "Haute Performance Énergétique" vient compléter la Réglementation Thermique 2005 (RT 2005) applicable aux permis de construire déposés depuis le 1er septembre 2006.

Le label « Haute Performance Énergétique » prévu à l'article R. 111-20 du code de la construction et de l'habitation atteste la conformité des bâtiments nouveaux à un référentiel qui intègre les exigences de la réglementation thermique, le respect d'un niveau de performance énergétique globale de ce bâtiment supérieur à l'exigence réglementaire et les modalités minimales de contrôle.

La performance énergétique globale d'un bâtiment est mesurée par la consommation conventionnelle d'énergie définie à l'article 4 de l'arrêté du 24 mai 2006 susvisé.

Le label « Haute Performance Énergétique » est délivré uniquement à un bâtiment ayant fait l'objet d'une certification portant sur la sécurité, la durabilité et les conditions d'exploitation des installations de chauffage, de production d'eau chaude sanitaire, de climatisation et d'éclairage ou encore sur la qualité globale du bâtiment.

Le label " Haute Performance Énergétique " comporte cinq niveaux :

- 1. Le label " Haute Performance Énergétique, HPE 2005 " : la consommation d'énergie doit être inférieure à la consommation de référence de la RT 2005 d'au moins 10% et, pour les bâtiments d'habitation, elle doit être également inférieure au moins de 10% à la consommation maximale autorisée pour ce type de bâtiment.
- 2. Le label " Très Haute Performance Énergétique THPE205" : même définition que le niveau précédent avec une performance améliorée de 20 au lieu de 10%.
- 3. Le label " Haute Performance Énergétique HPE EnR2005" : le niveau de la performance est le même que le label HPE avec une des deux conditions suivantes:
 - La part de la consommation conventionnelle couverte par un générateur utilisant la biomasse est supérieure à 50% (ex. bois);
 - le système de chauffage est relié à un réseau de chaleur alimenté à plus de 60% par des énergies renouvelables.
- 4. Le label " Très Haute performance énergétique, THPE EnR 2005" : La consommation d'énergie doit être au moins de 30% à la consommation de référence de la RT 2005 et pour les bâtiments d'habitation, elle doit être également inférieure au

Chapitre II : L'architecture HPE: alternative, démarche et méthodes.

moins de 30% à la consommation maximale autorisée pour ce type de bâtiment et répondre à l'une des six conditions suivantes:

- le bâtiment est équipé de panneaux solaires assurant au moins 50% des consommations de l'eau chaude sanitaire et la part de la consommation conventionnelle de chauffage par un générateur utilisant la biomasse est supérieure à 50%.

- Le bâtiment est équipé de panneaux solaires assurant au moins 50% des consommations de l'eau chaude sanitaire et le système de chauffage est relié à un réseau de chaleur alimenté à plus de 60% par des énergies renouvelables.

-Le bâtiment est équipé de panneaux solaires assurant au moins 50% de l'ensemble de consommation de l'eau chaude sanitaire et du chauffage

-Le bâtiment est équipé d'un système de production d'énergie électrique utilisant les énergies renouvelables assurant une production annuelle d'électricité de plus de 5 KWH/m² SHON en énergie primaire.

- le bâtiment est équipé d'une pompe à chaleur dont les caractéristiques minimales sont fixées par arrêté.

- Pour les immeubles collectifs et pour les bâtiments tertiaires à usage d'hébergement, le bâtiment est équipé des panneaux solaires assurant au moins 50% de consommation de l'eau chaude sanitaire.

- 5- Le label "BBC 2005": suivant le type de bâtiment construit, résidentiel ou tertiaires, les exigences varient et sont définies de la manière suivante:

- Pour les bâtiments d'habitation, la consommation conventionnelle d'énergie primaire doit être inférieure à 50 KWh/m² par an en moyenne variant suivant la zone climatique et l'altitude. Pour ce type de bâtiment, cette exigence est indépendante du type d'énergie contrairement aux autres niveaux de label;

- Pour les autres bâtiments, le niveau à respecter est au plus égal à 50% de la consommation de référence de la RT 2005.⁶³

Quel que soit le niveau de label choisi, celui-ci doit toujours venir en complément d'une marque de qualité (NF par exemple ou les labels NF démarche HQE). Enfin, ces différents

⁶³Ibid. G, Durand, J, Bertin; Bâtiments et performance. Page: 42.

labels sont délivrés par quatre organismes accrédités: Cequami, Cerqual, Certivea, et Promotelec. Les 5 niveaux du label d'Etat « haute performance énergétique » concernaient la RT 2005 : ils ne sont donc plus dé livrables depuis le 31 décembre 2012. Pour la suite, l'Etat a annoncé le 27 novembre 2012 deux niveaux de labels (HPE et THPE) au lieu des cinq niveaux précédents.

b. EFFINERGIE: Il a été mis au point par l'association EFFINERGIE pour promouvoir la construction et la réhabilitation à basse consommation d'énergie, ce label correspond au label bâtiment basse consommation, BBC2005 et il est du même niveau que les labels suisse MINERGIE et allemand PASSIVHAUS mais le label EFFINERGIE tient compte des spécificités françaises en terme de réglementations et de normes, des zones climatique, des modes de construction...) ⁶⁴

Pour obtenir ces labels, l'exigence principale est de ne pas dépasser une valeur de consommation de 50 KWh ep /m² /an pour le neuf, et de 80 KW hep/m²/an pour la rénovation. Ces valeurs prennent en compte la diversité des climats ainsi que l'altitude et portent sur les cinq usages de l'énergie (chauffage, auxiliaires de ventilation et de chauffage, eau chaude sanitaire, éclairage-naturel, climatisation) par ailleurs, une mesure perméabilité à l'air est obligatoire pour tout logement BBC –Effinergie dans le secteur résidentiel neuf et recommandée pour le tertiaire et la rénovation .l'association Effinergie travaille actuellement

Sur la définition de référentiels pour des labels de bâtiments à énergie positive, de bâtiments passifs. ⁶⁵

II.3.2.2.2. Passive house :

Ce label, est d'origine allemande, a été créé par le PassivHaus Institut de Darmstadt à la fin des années 1990, avec une volonté d'application sur l'ensemble de l'Europe. Aujourd'hui, plus de 10000 bâtiments sont ainsi labellisés dans toute l'Europe. Comme le label Minergie, les exigences de PassivHaus visent, d'une part, les consommations d'énergie primaire regroupant le chauffage (y compris la ventilation), l'eau chaude sanitaire, les consommations électriques pour la ventilation, l'éclairage et les appareils électroménagers, et d'autre part; les besoins de chaleur bruts dus aux déperditions de l'enveloppe. Ces derniers, exprimés en énergie finale, doivent être inférieure à 15KWh/m² par an. La consommation totale d'énergie primaire doit

⁶⁴SEMAHI (Samir) : *contribution méthodologique a la conception des logements à haute performance énergétique (HPE) en Algérie* , mémoire de magister, laboratoire architecture et environnement, école polytechniques d'architecture et d'urbanisme, Alger, 2013, p.34

⁶⁵B, SIMONE (Schleifer); (2009). *Architecture et énergie –un enjeu pour l'avenir*, France : Edition place des victoires, 304 P

être inférieure à 120 KW hep/m² par an. La surface de référence est la surface habitable dont la définition est légèrement différente de la surface habitable française. Il s'agit, en effet, de la somme des surfaces intérieures à un mètre. Les surfaces dont les hauteurs sous plafond sont comprises entre un et deux mètres sont prises en compte à 50%. Les conversions d'énergie finale en énergie primaire sont également différentes de celle de minergie et de celles du Label Français BBC. En France les certifications "PassivHau" sont assurés par l'association Maison passive.

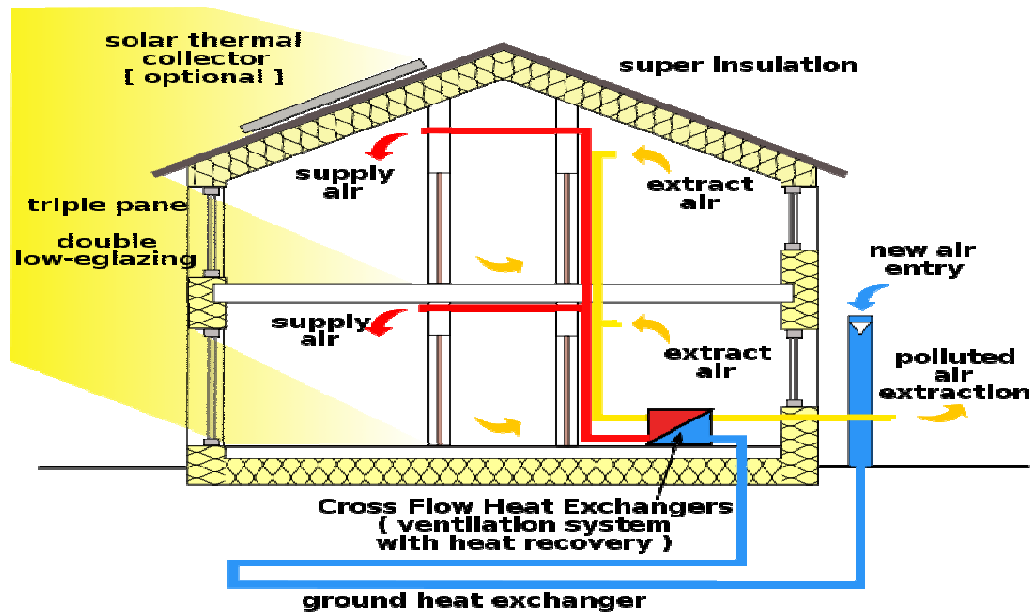


Figure 20 :Principes de la conception et techniques constructives d'un bâtiment passif. (Source: Wikimedia Commons.)

II.3.2.2.3. Zéro Energy Building : est un concept qui est apparu suite à la construction d'une maison sans consommation de chauffage, dans la Task 13 « Solarlowenergy house » de l'Agence International de l'énergie (AIE) sous la direction scientifique du Fraunhofer Institut.

Grâce à des simulations, il a été démontré que les besoins de chauffage peuvent être assurés par l'installation solaire, ce qui ramène sa consommation à zéro.

Un bâtiment zéro énergie (ZEB) ou nette zéro énergie du bâtiment est un terme général appliqué à l'utilisation d'un bâtiment résidentiel ou commercial avec des besoins énergétiques considérablement réduits (consommation nulle d'énergie nette) et zéro émission de carbone par an. Les principes de ce label consistent à réduire au maximum les besoins en chauffage, de refroidissement et d'électricité, grâce à une enveloppe et des équipements performants et économes dont les besoins en énergie sont satisfaits par des gains d'efficacité tels que

Chapitre II : L'architecture HPE: alternative, démarche et méthodes.

l'utilisation des technologies renouvelables (panneaux photovoltaïques, une turbine de vent, ou un générateur de biogaz...)⁶⁶

Parmi les principaux objectifs de ce label :

- La réalisation de bâtiments consommant 30 à 90% d'énergie en moins pour le neuf et de 20 à 30% de moins pour l'existant.
- L'intégration de systèmes de production décentralisée afin d'arriver en 2020 à des bâtiments à zéro énergie.
- Le développement des technologies qui réduisent les consommations d'énergie et de matière.



Figure 21 : Principes de la conception et techniques constructives d'un net zéro énergie du bâtiment. (Source: Green energy, CDL groupe.)

II.3.2.2.4. MINERGIE (Suisse): Ce label est d'origine Suisse a été créé en 1998. Sa relative ancienneté permet de bénéficier d'un réel retour d'expérience. Il s'applique aux constructions neuves comme bâtiments existants. Dans le cas d'un bâtiments neufs, ce label comporte deux niveaux d'exigence énergétique: Minergie standard et Minergie-P. En complément de ces deux niveaux, il est possible d'ajouter des exigences relatives a l'écologie: On parle alors du label Minergie-Eco.

* Trois sous labels ont été créés pour les bâtiments à basse et à très basse énergie.

- **MINERGIE Standard:** vise le résidentiel individuel et collectif et le tertiaire, en neuf et en rénovation. Cinq exigences suivant la catégorie de bâtiment ont été mises en oeuvre pour atteindre ce label. Ces exigences agissent sur : l'enveloppe, les systèmes de ventilation

⁶⁶ MISSOUM (Mohammed) : *Contribution de l'énergie photovoltaïque dans la performance Énergétique de l'habitat à haute qualité énergétique en Algérie*, mémoire de Magistère en génie mécanique, Chalef, décembre 2011, p. 97.

Chapitre II : L'architecture HPE: alternative, démarche et méthodes.

(Mécanique obligatoire), les consommations annuelles d'énergie, et le surcoût inférieur ou égale à 10% par rapport à un bâtiment standard.

- **MINERGIE-P**: est destiné aux bâtiments résidentiels (collectif ou individuel) et administratif. Il correspond au standard « PassivHaus » dont les consommations d'énergies sont inférieures au standard MINERGIE. Un surcoût égal au maximum à 15% d'une construction comparable est toléré dans le cadre de ce label.

- **MINERGIE-ECO**: représente un complément du standard MINERGIE. Alors que les caractéristiques liées à l'économie d'énergie et au confort sont identiques à MINERGIE® ou MINERGIE®-P, cette nouvelle certification intègre des exigences supplémentaires en matière de construction saine (lumière, bruit et air intérieur) et écologiques (matière première, fabrication et déconstruction).

Pour obtenir le certificat Minergie on peut choisir parmi cinq solutions standard imposées et acceptées pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire et de se conformer à quelques conditions supplémentaires.

- Pompe à chaleur avec sonde géothermique pour le chauffage et l'eau chaude (toute l'année).
- Chauffage au bois pour le chauffage et l'eau chaude en hiver, collecteurs solaires thermiques pour l'eau chaude en été.
- Chauffage au bois automatique pour le chauffage et l'eau chaude (toute l'année), par exemple chauffage à pellets.
- Utilisation des rejets thermiques (industrie, installations d'incinération des déchets et stations d'épuration des eaux) pour le chauffage et l'eau chaude (toute l'année comme source séparée).
- Pompe à chaleur air-eau (air extérieur) pour le chauffage et l'eau chaude (toute l'année).⁶⁷

⁶⁷ MAES (Pascale) : Labels d'efficacité énergétique, Éditions Eyrolles, Paris, p.35-37

	Besoins enveloppe du bâtiment	Consommation maximale en énergie primaire kWhep/m ² par an	Perméabilité à l'air Volume/h (sous une dépression de 50 Pascals)	Puissance thermique maximale (cas du chauffage à air)	Appareils domestiques à haute efficacité
Minergie Standard	60 % Qh*	38	Mesure recommandée	–	non
Minergie P	40 % Qh* ou 15 kWh/m ² par an	30	0,6	10 W/m ²	oui

*Qh: besoin énergétique dus à l'enveloppe.

Tableau 6 : exemple d'exigence de deux niveaux de label. (Source: livre bâtiment et performance énergétique.)



Figure 22 : Exigence des standards MINERGIE, MINERGIE P, et MINERGIE A. (Source: STAUFFACHER CHARPENTES.)

II.3.2.2.5. Une multitude d'autres labels:

Des labels énergétiques monocritères sont proposés par Effinergie, Minergie et Passivhaus. « Il est extrêmement difficile aujourd'hui de les comparer, car ce n'est pas du tout les mêmes modes de calculs et les même modèles économiques. » précise Gérard Senior, architecte, Président du syndicat des architectes de Paris, en charge des politiques techniques. Pour Effinergie, trois labels existent : Effinergie+ neuf, Effinergie rénovation et Bepos Effinergie 2013.

Les labels multicritères mettent l'énergie au milieu d'autres indicateurs d'environnement et de santé. Les principaux sont l'américain LEED, le britannique BREEAM, le français HQE, le japonais Casbee et l'australien Green Star. Plusieurs autres pays développent leurs propres labels nationaux.

Les certifications environnementales se fondent aujourd'hui pour l'essentiel sur des exigences de moyens, mais des dispositifs permettant de mesurer les performances réelles se mettent en place, notamment avec l'Association HQE et son « HQE performance ».

Des certifications étrangères arrivent en France pour certains types de bâtiments tertiaires. « Il s'agit notamment de maîtres d'ouvrage qui ont des renommées internationales ou des visées internationales, des groupes étrangers pour qui les certifications LEED ou Breeam sont incontournables dans leur pays », analyse Gérard Senior.⁶⁸

II.4.3. Le Bâtiment à Haute Performance Énergétique :

La Haute Performance Énergétique d'un bâtiment est un label volontaire qui vient compléter la réglementation thermique 2012 (RT2012, BBC).

Le label « **Haute Performance Énergétique** » atteste que le bâtiment respecte un niveau de performance énergétique global supérieur à l'exigence réglementaire et des modalités minimales de contrôle.

II.4.3.1. Qu'est-ce que les bâtiment à Haute Performance :

Ce sont les bâtiments qui s'écartent des exigences requises par la réglementation nationale de leur pays mais sont conçus pour obtenir des consommations très sensiblement plus faibles. Ils sont souvent appelés « Bâtiments à Hautes Performances ». De nombreux termes sont utilisés pour les qualifier depuis « Bâtiments Basse Consommation jusqu'à « Maison Passive «Maison 3 litres °»⁶⁹, Maison à Energie Zéro, « Maison à Emission nulle » et beaucoup d'autres encore.⁷⁰

- Viser la plus haute performance énergétique possible, c'est optimiser la conception des bâtiments pour :

- diminuer significativement les consommations et donc la facture d'énergie ;
- accroître le niveau de confort et de qualité de vie pour les occupants.

⁶⁸Techniques de l'ingénieur, S'y retrouver dans les labels du bâtiment, <https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/sy-retrouver-dans-les-labels-du-batiment-25284/2013>; Mardi:23/01/2018,21:31:01

⁶⁹ La maison 3 litres; est un concept d'efficacité énergétique, proposé par le groupe chimique allemand BASF. Ce nom se rapporte à la consommation résiduelle d'une telle maison : 3 litres de fioul (ou 30 kWh) par mètre carré et par an.

⁷⁰Erhorn-Kluttig, Hans Erhorn et HichamLahmidi, Airtightness requirements for high performance buildings, The Rehva European Journal, 2009

Chapitre II : L'architecture HPE: alternative, démarche et méthodes.

La Haute Performance Énergétique des Bâtiments (HPEB) permet d'améliorer significativement la qualité de vie et de travail.

II.4.3.2. Quels sont les bâtiments à Haute Performance Énergétique :

Ils doivent répondre à l'un des critères suivants :

- soit être titulaires du label « Haute Performance Énergétique rénovation »
- soit être classés dans les niveaux A à D du diagnostic de performance énergétique.⁷¹

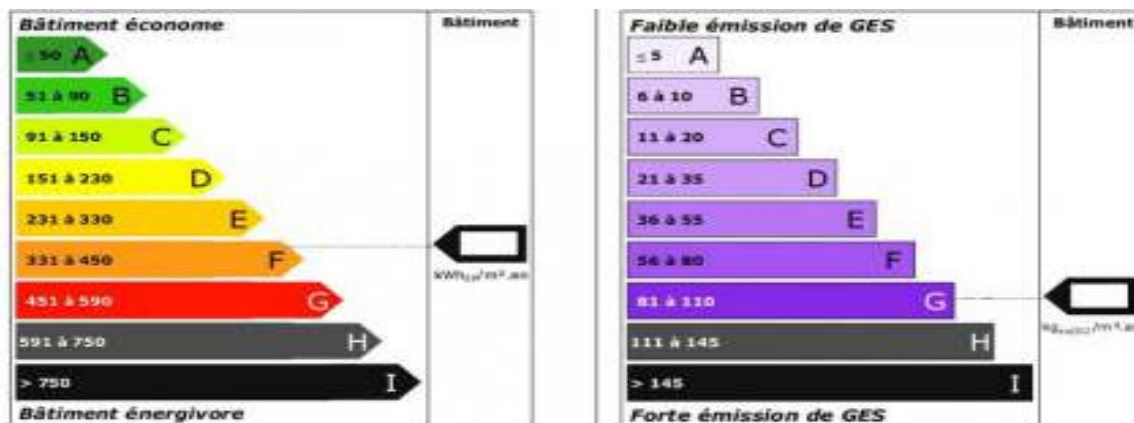


Figure 23 : Exigence Le diagnostic de performance énergétique (DPE),(Source: Guide de la maison écologique,2015.)

- soit être conformes aux critères de mise aux normes des équipements énergétiques « réglementation « élément par élément » » performance énergétique, dans au moins trois domaines parmi les suivants : chauffage, eau chaude et sanitaire, refroidissement, éclairage, toiture et baies.

II.4.3.3. Conception architecturale des bâtiment à Haute Performance Énergétique :

L'architecture HPE: La réalisation des bâtiments à HPE est un processus complexe qui nécessite le développement d'outils performants d'assistance à leur conception, leur construction et leur maintenance.

Quelques aspects , et bons réflexes à mettre en place dès les premières étapes de la conception architecturale pour atteindre la HPE :

⁷¹ Le diagnostic de performance énergétique (DPE) est une évaluation qui renseigne sur la quantité d'énergie consommée par un bâtiment et évalue sa performance énergétique, ainsi que l'impact de sa consommation en termes d'émissions de gaz à effet de serre.

❖ 1. La forme de bâtiment :

Afin de limiter les déperditions, il faut minimiser les surfaces en contact avec l'extérieur, le bâtiment doit être donc le plus compact possible.

Un bâtiment compact est un bâtiment qui a un rapport faible entre la surface des parois extérieures et la surface habitable. La compacité consiste à minimiser la surface des parois déprédatives et ceci à volume chauffé constant réduisant ainsi les déperditions thermiques par transmission et par renouvellement d'air.⁷²

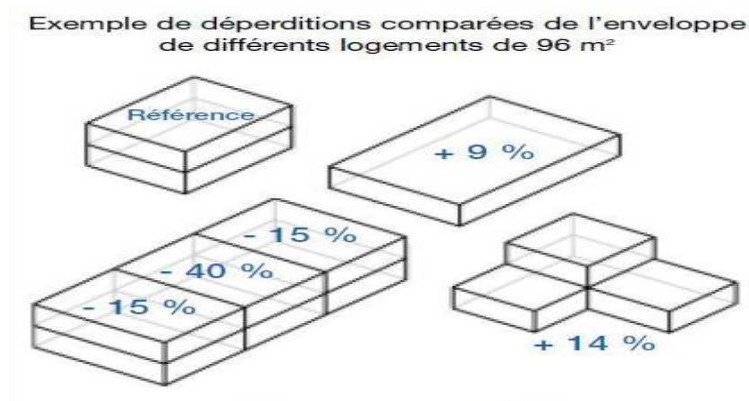


Figure 24 : Exemple de déperditions comparées de l'enveloppe de différents logements.(source: Energieinfo, 2014).

❖ 2. L'orientation :

Le soleil est souvent recherché l'hiver alors qu'on essaye de s'en protéger l'été ; les figures ci-contre (figure) montrent la course du soleil suivant la saison :



Figure 25 : la course du soleil suivant la saison (Source : Extrait du guide « Réussir un projet de bâtiment à basse consommation).

En hiver, la course du soleil est limitée et seules les façades orientées au Sud apportent un complément solaire significatif par rapport aux besoins de chauffage.

⁷² Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, *guide concilier efficacité énergétique et acoustique dans le bâtiment*, France

L'été, la course du soleil est beaucoup plus longue et plus haute. Les façades Est et Ouest font l'objet de surchauffe et devront être équipées de dispositifs de protection.

❖ **3. Organisation des espaces intérieurs :** Quelques règles de bon sens permettent de limiter les consommations d'énergie sans surinvestissement :

- privilégier l'orientation sud pour les pièces de jour ;
- Privilégier des matériaux à forte inertie pour les parois intérieures qui réceptionnent le rayonnement solaire d'hiver ;
- Disposer au nord les pièces pas ou peu chauffées (garage, cellier, ...) ;
- Regrouper les pièces de nuit (qui sont moins chauffées en général) ;
- Regrouper les points de puisage d'eau chaude sanitaire et les rapprocher de la production.

❖ **4. Ouverture :**

- Penser « Ouverture » afin d'optimiser les apports solaires :
- Privilégier les ouvertures au sud pour le logement afin d'équilibrer le bilan pertes/apports au niveau des fenêtres.
- Privilégier les ouvertures au nord pour les bureaux afin de limiter le risque de surchauffe.
- Les ouvertures qui descendent jusqu'au sol n'apportent pas beaucoup de lumière.
- Les vitrages représentent un point thermique faible d'un bâtiment . En effet, ils sont environ 6 à 8 fois moins isolants qu'une paroi opaque comparable. Pour atteindre le niveau BBC, il est nécessaire de recourir au double vitrage peu émissif avec remplissage argon. Les fenêtres triple vitrage font également leur apparition sur le marché du bâtiment, et sont une conditionnalité pour les bâtiments passifs.

❖ **5. Ventilation :**

Une meilleure isolation thermique, une meilleure étanchéité à l'air, une utilisation généralisée du chauffage, l'emploi du vitrage performant, réalisés sans une ventilation adéquate,

Les types de ventilation naturelle :

- Ventilation d'un seul côté : mono exposé
- Ventilation mono-exposée ouverture double.
- Ventilation transversale : Intégrer des dispositifs facilitant le passage de l'air, tels que des grilles de transfert.
- Ventilation par cheminées.
- Ventilation par atrium.

L'intérêt de l'atrium est que le volume de bâtiment que l'on peut ventiler naturellement est doublé par rapport au cas précédent de la cheminée placée sur un côté.⁷³

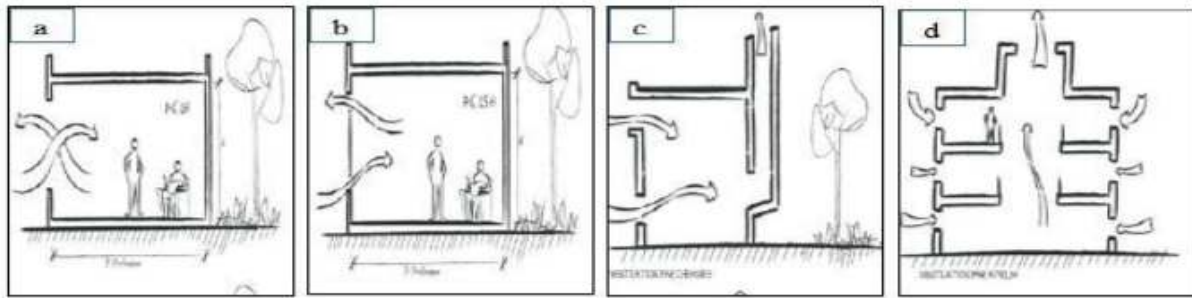


Figure 26 : Les types de ventilation naturelle. (Source : mémoire étude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment d'habitation à l'aide d'un logiciel de simulation).

Le renouvellement d'air est nécessaire pour la conservation d'une bonne qualité de l'air intérieur, pour évacuer les excès d'humidité et pour éviter la dégradation du bâti.

Si les maisons anciennes étaient loin d'être étanches à l'air et pouvaient par ce biais assurer un renouvellement d'air relativement constant (avec les pertes importantes de chaleur que cela apporte), cela n'est plus le cas pour les bâtiments d'aujourd'hui. Il faut donc assurer une bonne ventilation, tout en limitant les pertes de chaleur non contrôlées.

- ❖ **6. Assurer le confort:** Garantir le confort estival, des usagers en limitant notamment les apports de chaleur en été (éléments architecturaux et/ou protections solaires).
- ❖ **7. L'isolation :**

Pour atteindre un bon niveau de performance, il est recommandé de choisir au minimum les épaisseurs suivantes:

	Référence	Toiture	Murs	Sol
Épaisseur*	RT2005	200mm	110mm	70mm
	BBC	300mm	150 à 200mm	100 à 150mm
Résistance thermique correspondant (en m ² .K/w)	RT2005	5	2,8	1,7
	BBC	7,5	3,75 à 5	2,5 à 3,75

Tableau 7 : Les épaisseurs d'isolants (Source : l'AGEDEN).

* Les épaisseurs d'isolants préconisées correspondent à une valeur de conductivité thermique (λ) de 0,04 W/m.k.

L'isolation par l'intérieur est proposée en construction de manière quasi systématique. C'est en général la solution moins onéreuse et la mise en œuvre permet l'utilisation de tout

⁷³ Effinergie, Réussir un projet de Bâtiment Basse Consommation, 2008, p.21, PDF.

les isolants possible. Elle est cependant moins efficace pour le traitement des ponts thermiques, et diminue la surface habitable.

L'isolation extérieure permet une diminution importante des ponts thermiques, et conserve l'inertie des murs, c'est donc un choix à privilégier pour un bâtiment basse consommation. Cependant ce type d'isolation est plus rare que par l'intérieur car plus onéreux, et nécessitant des compétences particulières.

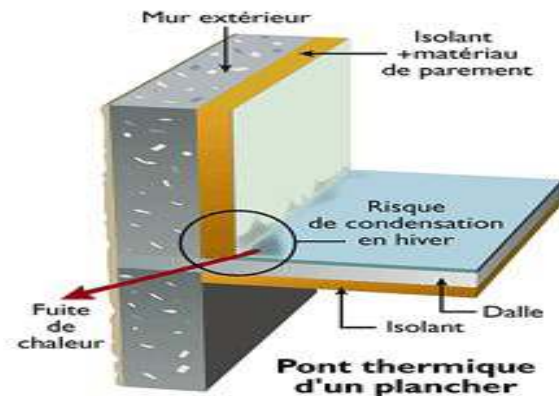


Figure 27 : Ponts thermique d'un plancher .

Zoom sur les ponts thermiques

Ce sont les **zones de déperditions** de chaleur, où l'isolation est interrompue, comme les liaisons planchers-murs de refend par exemple. Cela peut induire des risques de condensation superficielle. Il convient d'y apporter une attention particulière en soignant l'isolation.

❖ 8. L'étanchéité à l'air:

Assurer un bon niveau d'étanchéité à l'air dans un bâtiment consiste à maîtriser les flux d'air qui circulent à travers les orifices volontaires (bouches de ventilation et entrées d'air) et à limiter les flux incontrôlés pouvant causer inconfort, et gaspillage d'énergie.

Fait relativement nouveau dans la construction / rénovation, l'étanchéité à l'air est essentielle afin de minimiser les pertes de chaleur par les fuites d'air incontrôlées. Pour limiter les infiltrations d'air parasites, des solutions techniques existent avec des produits étanches : manchons, films, bandes, passe-fils, prises et interrupteurs, joints mastic...

❖ 9. Protection solaire :

Des installations de protection solaire, de préférence variables, motorisées et automatisées, rendent dynamique le rayonnement solaire à travers les vitrages et régularisent le climat intérieur en fonction du climat extérieur. Penser « Protections solaires structurelles ou naturelles » avant d'envisager des solutions techniques. De plus, les claustras, brise-soleil, auvents sont robustes et efficaces pour lutter contre la surchauffe.

Le choix d'une protection solaire doit se faire en fonction de l'orientation de la fenêtre. Si possible, elle maintiendra la possibilité de bénéficier d'une lumière naturelle suffisante

- Les protections mobiles ;
- Les protections permanentes ;
- Protection végétal ;

- Protection végétale des murs.

❖ 10. Valorisation des énergies renouvelables :

La valorisation des énergies renouvelables, c'est à dire leur transformation en une forme d'énergie propre, aisément utilisable, financièrement et socialement acceptable, devient un souci croissant de notre société. Les raisons en sont les critiques et/ou les faiblesses environnementales, économiques ou sociétales associées aux énergies traditionnelles qu'elles soient fossiles ou nucléaires.⁷⁴

Conclusion :

A la fin de ce chapitre, on a vu que la démarche HPE est une alternative environnementale qui cherche à maîtriser la consommation énergétique et réduire l'impact de projet architecturale sur l'environnement à travers une conception passive, en tenant compte des seuils définis par les différents labels et normes énergétiques qui sont des indicateurs de performances énergétiques basées sur des références.

En effet, ils représentent un levier très important pour le développement de technologies innovantes (pompes à chaleur, capteurs solaire, ventilation double flux,...). Mais, cela implique le domaine de l'ingénierie plus que le domaine d'architecture. Par ailleurs, les méthodes et les labels globaux visant à réduire l'impact des constructions sur l'environnement (en particulier : LEED, CASBEE, BREEAM, HQE) évaluent le bâtiment en tant que (construit) plutôt qu'en tant que (conçu), et qu'elles ne permettent pas d'orienter la conception en phase préliminaire.

⁷⁴ Ageden, La performance énergétique dans le bâtiment, 2012.

Chapitre III : Exemple, cas d'étude et simulation..

Introduction

Dans ce chapitre nous essayons de présenter quelques exemples labellisés en HPE, et aussi notre bâtiment de référence. Par ailleurs, ce chapitre contient une présentation de l'outil de simulation énergétique *TRNsys v.17* qu'on a adopté comme outil pour cette tentative de recherche. Il consiste de présenter le logiciel, à savoir : son principe de travail, ses composants, ainsi que présenter le type 56 de *TRNsys*.

III.1. Analyse des exemples labellisés en HPE:

III.1.1. Tour Majunga: Un bâtiment HPE en projet

a. Présentation :

Type de projet : Construction Neuve.

Type de bâtiment : Tour de bureaux > 28m.

Année de construction : 2011.

Zone climatique : Atlantique central.

Surface nette : 70 000 m² SHON.

Coût de construction : 200.000.000 €.

Nombre d'unités fonctionnelles : 5 000 Poste de travail.



Figure 28 : La tour Majunga.

- Le projet de la Tour Majunga s'inscrit dans le Plan Renouveau du quartier de la Défense qui vise notamment la construction de nouvelles tours écologiques et architecturalement innovantes. Conçue par l'architecte Jean-Paul Viguier pour le compte d'Unibail-Rodamco, la Tour Majunga est constituée de jeux de plans, d'obliques et de contre obliques inspirés des paysages de montagnes.

B. Situation:

La Tour Majunga est un immeuble de bureaux dernière génération situé dans le quartier d'affaires de La Défense à Puteaux(Hauts-de-Seine, France).

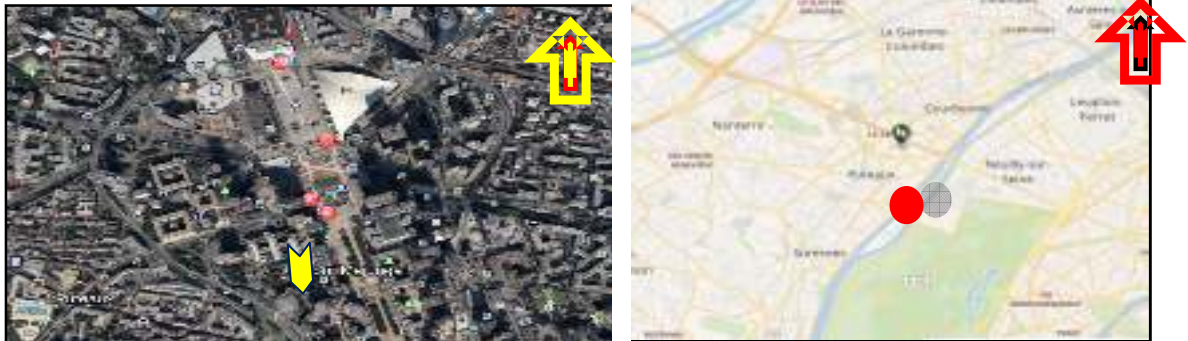


Figure 29 :La situation de La tour Majunga.(Source: a. Google Earth, b. Google maps).

C. Plan de masse:

« Majunga est une tour entièrement réinventée qui s'intègre parfaitement dans la vie et dans la ville. En rupture avec l'architecture monolithique des tours d'anciennes générations, Majunga est ouverte, vivante,écologique.

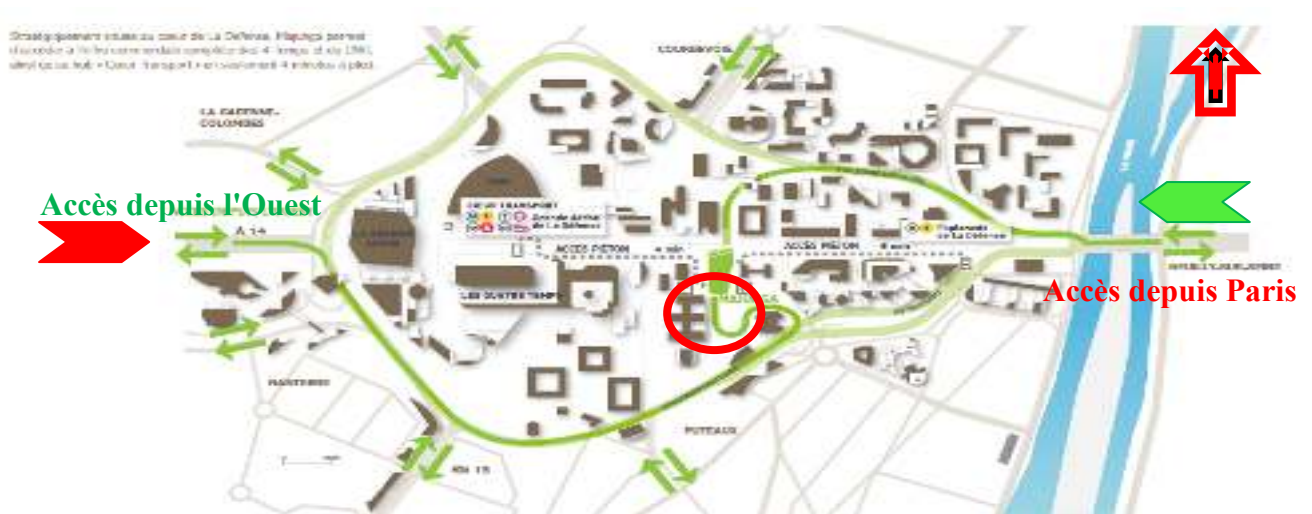
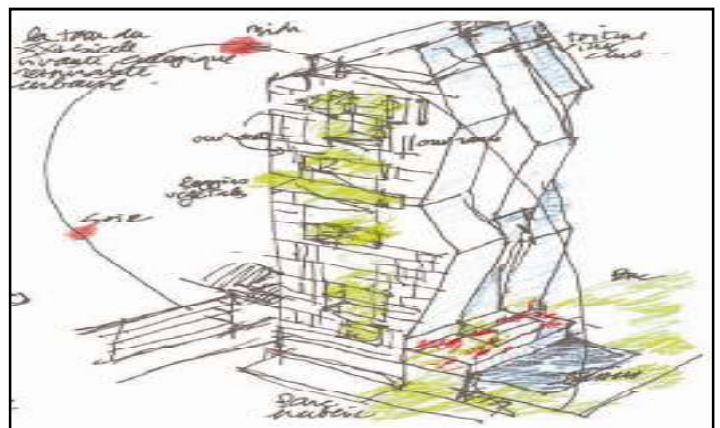


Figure 30 :Plan de masse de La tour Majunga.(Source: ministère de l'écologie).

D. Volumétrie:

Majunga constituera la 2ème tour la plus haute après la tour First avec ses 193m de haut. Elle comportera 39 niveaux de bureaux en super structure, 2 niveaux de



locaux techniques enterrés et 5 niveaux logistiques (restauration...) dans les niveaux de socle. Un ouvrant de confort toutes les 2 trames ainsi que 2 000 m² de terrasses et jardins privatifs au pied de l'immeuble. « *Majunga est comme une plante dont la tige se serait progressivement épaissie sous l'effet du climat.* » explique son créateur Jean-Paul Viguié..

E. La Façade :



Figure 31 :Les façades de La tour Majunga.(Source:Tour-Majunga.com).

La tour se distinguera par ses façades (façade principale) en mouvement, composées de trois bandes verticales accolées de formes légèrement différentes.

- Sur l'autre côté, des façades découpées pour y insérer des jardins d'étages qui entrent dans la régulation thermique et rompent la monotonie des niveaux.
- **Une Luminosité exceptionnelle :**
 - La lumière naturelle dès la sortie de l'ascenseur, grâce aux paliers d'étage vitrés et transparents.
 - Des façades bioclimatiques adaptées à l'orientation de la tour, pour un confort thermique et visuel optimisé
 - 2,25 mètres de clair de vitrage permettant de maximiser la pénétration de la lumière naturelle
 - Un éclairage de confort avec intensité modulable.

- **Une Qualité D'Air incomparable:**
 - Des loggias et balcons, pour un accès à l'air extérieur.
 - Un ouvrant de confort toutes les deux trames.
 - Un contrôle permanent de la qualité de filtration de l'air.
- **Un Confort sonore Renforcé :**
 - Des matériaux choisis pour leurs qualités acoustiques.
 - Un système de climatisation ultrasilencieux.
 - Des faux plafonds acoustiques ultraperformants.

F . La démarche environnementale :

Conscient des enjeux de développement durable, Unibail-Rodamco a fait du critère écologique l'un des points clefs du **projet Majunga**.

- 1^{er} immeuble de grande hauteur neuf en France certifié **BBC** en phase conception.
 - 1^{ère} tour de **bureaux** en Europe continentale à obtenir la certification **Breeam** au niveau « **Excellent** » en phase de conception
 - Certification **HQE Excellent** en phase de conception avec 11 cibles très performantes sur un total de 14.
 - Une consommation d'énergie primaire inférieure à 80 kWh ep/m²/an, soit **5 fois plus performante** que le parc tertiaire existant.
 - Un bilan carbone exceptionnel grâce à sa localisation, **4 fois plus performant** que celui d'un immeuble situé en périphérie parisienne.⁷⁵
- ✓ Enfin les performances énergétiques sont ambitieuses puisque les labels HQE, BREEAM Et BBC sont recherchés. Réalisé dans une fouille unique et sur une fondation continue.

⁷⁵ L'ademe.

Les objectifs de sobriété énergétique de la tour reposent principalement sur :

- Une enveloppe performante et différenciée par façade : mise en place d'une double peau en façade sud-ouest avec des protections solaires mobiles et triple vitrage pour les trois autres façades ;
- Des ouvrants de ventilation naturelle adaptés aux contraintes d'un IGH et pilotés par la GTB (gestion centralisée du bâtiment) ;
- Une centrale photovoltaïque de 250 m² ;
- L'optimisation de l'apport en lumière naturelle et le contrôle de l'éclairage artificiel.

Par ailleurs, les eaux de pluies sont récupérées pour être réutilisées dans des jardins situés en terrasse.⁷⁶

III.1.1.2. L'hôpital pour enfants Dell Children's Médical Center :

A . Présentation de projet Children's Médical Center

L'hôpital pour enfants Dell Children's Médical Center était, dès le départ, un projet ambitieux. Son propriétaire, la Séton Family of Hospitals, voulait un établissement avant-gardiste et novateur, offrant des soins pédiatriques de qualité supérieure dans un environnement véritablement durable.⁷⁷



Figure 32 : une vue de projet L'hôpital pour enfants Dell Children's Médical Center (source <http://healthcare.wsp-pb.com>).

⁷⁶ tour-majunga.com/fr

⁷⁷ WSP ; <http://healthcare.wsp-pb.com>; "dell-children's-medical-center-central-Texas" le 06-02-2018 à 00.09.36

B . Situation du projet :

Le projet est situé au Nord-Est du monde et implanté au centre ville de montreal au Sud –EST deCanada



Figure 33 : situation de projet l'hôpital pour enfant (source : Google Maps ;Google earth réadapté par l'auteur).

C. le concept de projet :

l'hôpital pour enfants Dell Children's Médical Center, dans le centre du Texas, notre conception optimise la récupération de chaleur, la ventilation et l'éclairage. Nous avons ainsi obtenu une réduction nette de plus de 40 % de la consommation d'énergie projetée. Cet hôpital est le premier au monde à obtenir une certification BBC pour établissement de soins de santé de niveau Platine.

Son objectif global d'abaisser au minimum l'empreinte carbone d'un bâtiment complexe, aux demandes exigeantes, qui ne peut se permettre aucun temps mort. De cette façon, nous concevons des installations vitales pour la communauté, qui satisfont à une vision plus large de santé environnementale, par la réduction des émissions de gaz carbonique et de polluants. Nous contribuons de ce fait, non seulement à l'amélioration de l'expérience de l'utilisateur, mais aussi à la promotion du mieux-être dans la communauté en entier.

➤ Le principe de la conception architectural :

La centrale regroupe une turbine à combustion, un générateur de vapeur et un refroidisseur à absorption. En optimisant la récupération de chaleur, la ventilation et l'éclairage, et en faisant appel le plus possible à la lumière naturelle, nos concepteurs ont ainsi réduit de 40 % la consommation énergétique, comparativement à un bâtiment classique d'occupation semblable dans les mêmes conditions climatiques ; avec l'intégration d'un système solaire actif pour produire de l'électricité, utilisant la composition formelle pour exploiter l'énergie solaire efficacement sur une grande surface de l'enveloppe.

III.2. La simulation en Architecture :

III.2.1. Définition de la simulation :

Définition selon Dictionnaire Universel Francophone Hachette

- Reproduction expérimentale des conditions réelles dans lesquelles devra se produire une opération complexe.
- Modèle de simulation ou, par abrég., simulation : représentation mathématique d'un certain nombre d'éléments pouvant intervenir sur un système, afin d'étudier les conséquences de la variation de certains de ces éléments.⁷⁸

La simulation est un moyen efficace pour mettre au point et étudier le comportement thermique des bâtiments en régime variable. Mais il est nécessaire de savoir ce que l'on cherche pour utiliser l'outil de façon optimal.⁷⁹

III.2.2. Objectifs

L'objectif principal visé par la modélisation énergétique :

- La minimisation absolue de la consommation énergétique;
- La maximisation de la réduction de consommation relativement au bâtiment de référence (entraînant, par exemple, une récolte plus grande de points au crédit sur l'efficacité énergétique dans le cadre d'un projet visant la certification LEED Canada, ou un appui financier plus élevé);

III.2.3. Méthodes de simulation

III.2.3.1. Méthode de simulation thermique :

Lors de la conception des bâtiments, le confort hygrothermique, visuel, acoustique, olfactif, psychologique... sont des données essentielles qui seront tenir compte des exigences liées aux conditions climatiques de fonctionnement de certains équipements et appareillages de production (ordinateurs, machines...). Logiciels : PEM - confort

⁷⁸ <http://www.farncophonie.hachett-livre.fr>

⁷⁹ A, CHATELET, P.FERNANDEZ et P.LAVIGNE (1998). *Architecture climatique Une contribution au développement durable Tome 2 Concepts et dispositifs*», EDITION EDISUD Aix-en-Provence , p133

III.2.3.2. Climat, données et analyse :

Des données climatiques sont nécessaires pour la plupart des calculs en physique du bâtiment. Dans certains cas, comme le calcul du bilan énergétique, on se contentera de données mensuelles (moyennes mensuelles). Lors de simulations dynamiques, il faudra faire recours à des données horaires. Logiciels : METEONORM.

III.2.3.3. Accès solaire, ombrages :

De tous temps et dans toutes les civilisations les accès solaires ont joué un rôle important. La connaissance des phénomènes d'ombrage permet une meilleure maîtrise du fonctionnement passif des bâtiments et de leur interaction avec le milieu environnant.

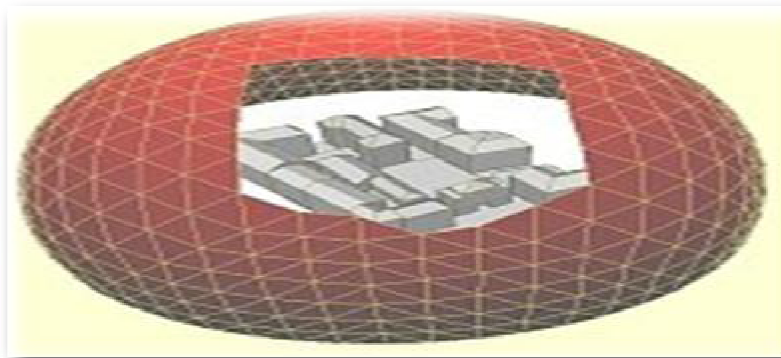


Figure 34 : logiciel de calcul d'ombrage.

III.3. Simulation thermique : chauffage / climatisation:

A. Chatelet et al affirment que « *pour l'architecte, la simulation doit permettre de valider rapidement des options fondamentales, d'explorer et de commencer à optimiser certains choix...pour un meilleur confort et des charges de fonctionnement moindre* ».

Pour évaluer notre bâtiment, on a utilisé le logiciel TRNSYS qui permet de tester selon le mode conventionnel le comportement énergétique global du bâti et de son environnement. Ceci afin de valider les résultats des mesures de consommation énergétique et de tester des variantes pour intégrer l'architecture solaire (panneaux solaires) dans notre projet proposé.

III.3.1. Le logiciel TRNSYS : un outil de simulation thermique et énergétique :

III.3.1.1. Présentation du logiciel :

Le logiciel TRNSYS (ATTRANSIENT SIMULATION PROGRAM)⁶³, développé par le laboratoire de « solar energy » de l'université de WISCONSIN .Ce logiciel est un outil de simulation en régime dynamique, il est structuré de manière modulaire, ce qui assure au programme une grande flexibilité et facilité par l'insertion des sous-programmes. Il est développé en fortran.

Ce logiciel informatique, se caractérise par ses fonctions qui peuvent se regrouper en trois domaines : Les entrées : concernant toutes les informations à introduire et à stocker dans des bibliothèques que le concepteur peut les utiliser. Ces entrées concernent (l'environnement physique « climat, site », le bâtiment « l'enveloppe », les apports internes « occupants.. », Les équipements « ventilation, chauffage, climatisation.. »)

Le traitement des données : se fait en fonction du bâtiment.

Les sorties : sont les ensembles des résultats qui peuvent être fournis par le logiciel à l'issue d'une exécution.

Ce logiciel multi zones permet de valider plusieurs options architecturales.

Les types (model utiliser) les plus utilisés pour la simulation dans le bâtiment sont :

- Type9 : Lecture de données.
- Type54 : Générateur des données météo.
- Type33 : Diagramme psychométrique.
- Type16 : Processeur d'enseillement.
- Type56 : Bâtiment multi zone.
- Type25 : Impression des données.
- Type65 : Affichage des résultats.

III.3.1.2. Avantages :

- ❖ Modularité : outil basée sur des composants (« types ») qui peuvent être connectés entre eux librement pour créer son propre système.
- ❖ Flexibilité : possibilité de définir des équations pour définir la logique de contrôle des équipements.
- ❖ Extensibilité : possibilité d'ajouter des modules de calcul et des interfaces utilisateur.
- ❖ Outil très adaptée pour la simulation des systèmes, en particulier pour les systèmes complexes (exemples : thermo-frigo-pompes, dalles actives, contrôle prédictif).

III.3.1.3. Limites :

- ❖ Interface peu conviviale, y inclus l'interface pour la définition du bâtiment (TrnBuild).
- ❖ Module 3D disponible sous Google Sketch Up mais pas très performant.
- ❖ Pas de modélisation d'éclairage et d'éclairage dans le modèle de bâtiment (il est possible théoriquement de le faire par des modules utilisateur, mais approche lourd).
- ❖ Outil « expert » : temps d'apprentissage long

III.3.1.4. Fonctionnalités :

- ❖ Calcul réglementaire.
- ❖ Dimensionnement chaud.
- ❖ Dimensionnement froid.
- ❖ Indicateurs de confort (PMV, PPD, Top).

III.3.1.5. Déroulements de la simulation par le logiciel *TRNSYS*

Le déroulement de la simulation a pris comme cheminement :

1. Première étape : concerne l'introduction des données climatique de la région (Guelma 36° 17') ; les valeurs horaires des températures et humidités relatives, et les valeurs de l'intensité des radiations, le flux directe et diffus.

2. Deuxième étape : concerne la description détaillée du bâtiment et les scénarios de La pratique de l'espace.

III.3. Cas d'étude et application :

III.3.1. Présentation du cas d'étude : l'hôpital mère et enfant de Guelma

Le complexe mère et enfant situé à la wilaya de GUELMA offre des activités de pédiatrie médicale et de chirurgie pédiatrique, de gynécologie-obstétrique et de maternité. Il accueille un service d'urgences pédiatriques et gynécologiques. Cet hôpital a une capacité de 80 lits.

❖ Fiche technique :

Complexe mère –enfant, Guelma, 2010-2016.

SUD EST de la wilaya de Guelma sur le CW N°123.

Maître d'ouvrage : wilaya de Guelma .

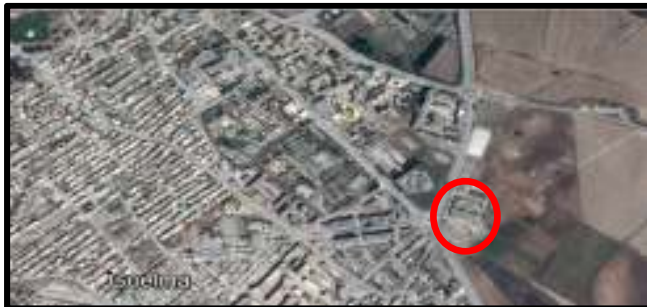
Maître d'ouvrage délégué : DEP.

Maître d'œuvre : BET Boumahra Kamal.



Figure 35 : une vue sur le complexe mère et enfant (source : l'auteur).

III.3.1.1. Situation



La complexe mère et enfant se situe au SUD EST de la wilaya de Guelma sur le CW N°123, il a trois accès directs sur la CW123, qui facilite l'entrée et la sortie des malades et des services.

Figure 36 : la situation du complexe mer et enfant (Source : Google earth).

III.3.1.2. Plan de masse :



Figure 37 : le plan de masse du projet (Source : bureau d'étude de Boumahra.K réadapte par l'auteur).

Le bâti : il occupe 70% de la surface du terrain, il représente l'hôpital plus les logements de fonctions.

- La forme : Le projet a une forme simple, représenté par un grand carré, qui est composé de 04 carrés reliés par 04 rectangles (les escaliers et les ascenseurs). Ses bâtiments non seulement pour subvenir à ses besoins, mais aussi parce qu'il recherche l'équilibre visuel (les ouvertures horizontal, les façades libre et les murs rideaux), c'est-à-dire l'harmonie qui représentée par un style moderne a l'échelle humaine.
- Le non bâti : le terrain est munit par deux parkings :

1. Parking des visiteurs : Aménagé au côté sud; ou il y a l'entrée principale.

2. parking du personnel: Adossé à la partie du plateau technique et l'administration, au côté ouest

3. parking des logements: au coté nord .

III.3.2. Evaluation énergétique : modélisation et simulation architecturale

Afin de pouvoir évaluer la consommation énergétique de notre cas d'étude, le recours à la simulation, comme étant un outil technologique facilitant cette tâche, nous paraissait utile. Pour ce faire, nous avons employé le logiciel de simulation thermique et énergétique *Transys*.

III.3.2.1. Déroulement de simulation par le logiciel *TRNSYS* :

Première étape : donnés climatique de la région (Guelma); les valeurs horaires des températures et humidités relatives.

Deuxièmes étape : description détaillée du bâtiment et les scénarios de la pratique de l'espace.

Première étape : Présentation des données:

Les données climatique de Guelma :

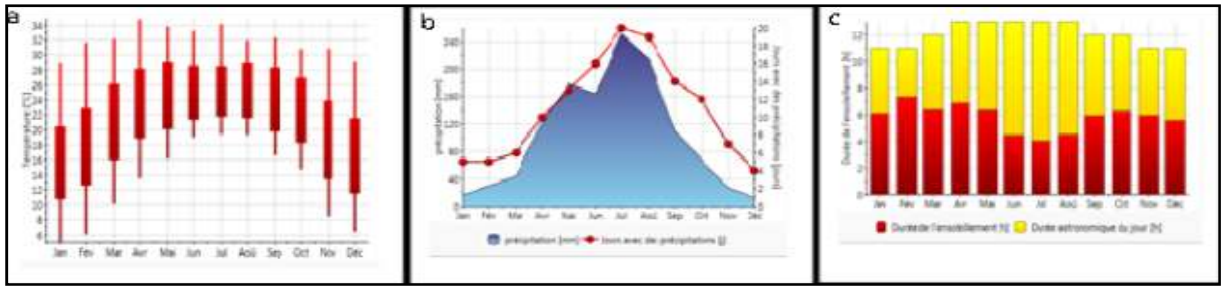


Figure 38 :Données des températures b. Données des précipitations c. Données de durée d'insolation (source Métronome)

Deuxième étape : la description architecturale du bâtiment :

Préparation des plans pour définir :

- la situation de la chambre a simulée Qui est une chambre d’hospitalisation situé au 2eme étage.
- la surface de la chambre.
- l’épaisseur des murs d’enveloppe.



Figure 39 : le plan de 2eme étage, partie A de complexe mère et enfant.

Façade : pour définir : le nombre et les dimensions des ouvertures.

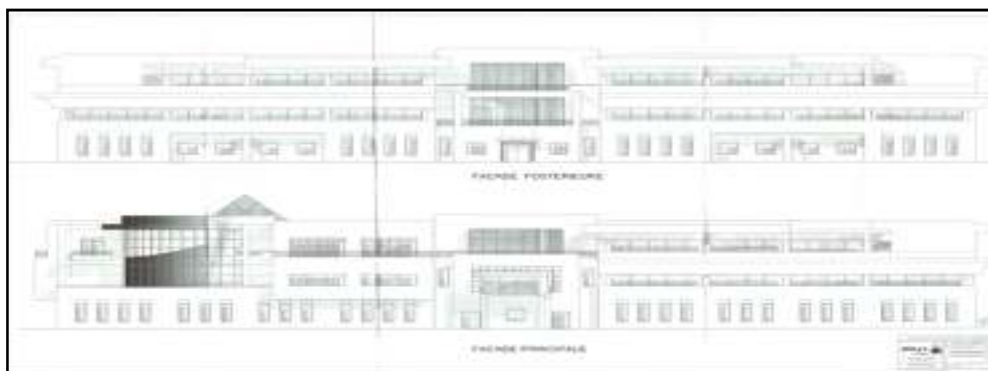


Figure 40 : la façade principale et postérieure du complexe mère enfant (source : bureau d'étude de Boumahra.K)

- Plan de masse pour définir : l’orientation de bloc et des chambres simulées

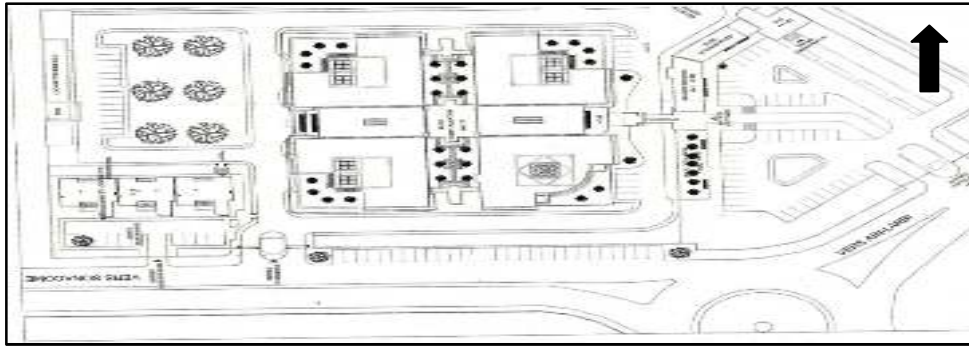


Figure 41 : le plan de masse du projet (Source : bureau d'étude de Boumahra.K réadapte par l'auteur).

Dernière étape : concerne la lecture des résultats de la simulation par le biais du logiciel Excel.

Les résultats du traitement sont rassemblés dans un fichier contenant l'évolution heure par heure des différents paramètres pour la durée de simulation.

III.3.3. Aspect énergétique : simulation et évaluation

III.3.3.1. Simulation d'une chambre d'un hôpital en 2eme étage.

- **Les Composants de la pièce :**

Pour les murs (de l'extérieur vers l'intérieur) :

- Enduit extérieur de 5cm
- Brique 20cm.
- Lamé d'air 5cm.
- Brique 10cm.
- Enduit de plâtre 3.

Pour le sol (de l'extérieur vers l'intérieur) :

- Gravier +sable.
- Béton (plate-forme) 15cm.
- Mortier 3 cm.
- Carrelage 5cm.

Pour le plafond (de l'extérieur vers l'intérieur) :

- Carrelage 5cm.
- Mortier 3cm.
- Béton 5 cm.
- Hourdis 16cm.
- Enduit de plâtre 2cm.

Chapitre III : Exemple, cas d'étude et simulation..

A. Création de l'interface de simulation du projet ; par la création d'un fichier météo et la chambre (composition : dimensions et matériaux).

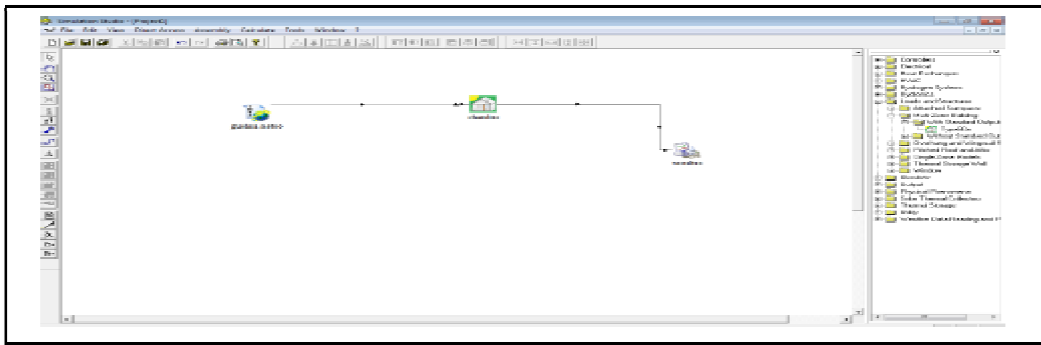


Figure 42 : Interface de simulation (source :TRNSYS).

B. Création des liaisons entre les éléments de projet (fichier météo-chambre) et (chambre - traceur) :

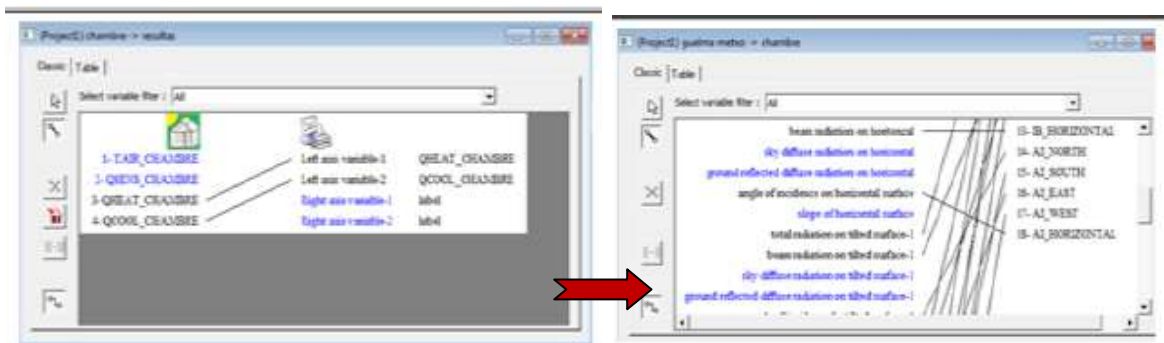


Figure 43 : Liaison entre éléments de projet (source :TRNSYS).

C. Détermination de temps de simulation (une année dans notre cas).

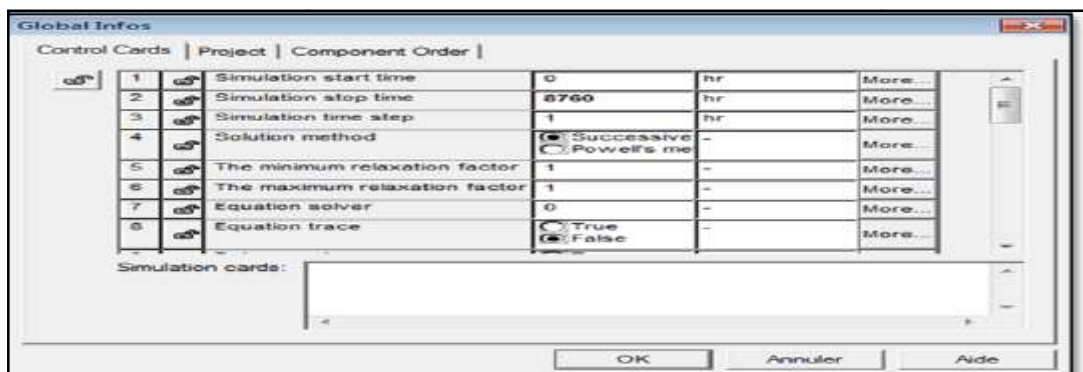


Figure 44 : le temps de simulation de projet (source: TRNSYS).

D. Lancement de simulation et obtention des résultats (graphe + calculs) :

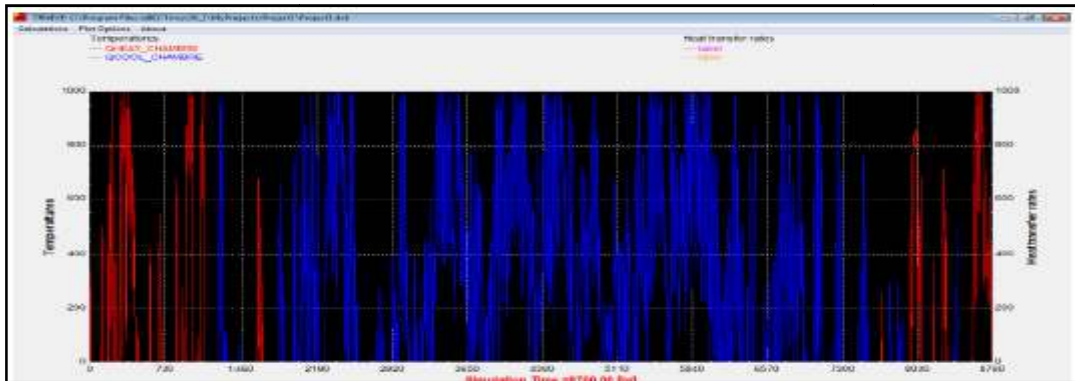


Figure 45 : le résultat de simulation de projet (source: TRNSYS).

Bldg Monthly out. Elec. notes.

MONTHLY SUMMARY STANDARD REPORT

SUMMARY VALUES FOR ALL ZONES COMBINED

MONTH	HEATING [KWH]	COOLING [KWH]	INFILTR. [KWH]	VENTILAT. [KWH]	SOLAR_RAD. [KWH]	INT_GAINS [KWH]
JAN	3.808E+01	0.000E+00	-8.137E-02	0.000E+00	9.631E+01	0.000E+00
FEB	3.406E+01	6.589E+00	-8.613E-02	0.000E+00	8.652E+01	0.000E+00
MAR	0.592E+00	8.732E+01	-3.073E-02	0.000E+00	7.388E+01	0.000E+00
APR	0.000E+00	3.890E+01	-2.282E-02	0.000E+00	3.420E+01	0.000E+00
MAY	0.000E+00	8.291E+01	-1.807E-02	0.000E+00	3.143E+01	0.000E+00
JUN	0.000E+00	9.271E+01	-1.340E-02	0.000E+00	4.957E+01	0.000E+00
JUL	0.000E+00	3.082E+01	-1.002E-02	0.000E+00	4.430E+01	0.000E+00
AUG	0.000E+00	9.956E+01	-1.331E-02	0.000E+00	3.212E+01	0.000E+00
SEP	0.000E+00	7.580E+01	-7.823E-02	0.000E+00	6.465E+01	0.000E+00
OCT	0.000E+00	5.583E+01	-4.695E-02	0.000E+00	9.658E+01	0.000E+00
NOV	4.835E+00	6.941E+00	-7.482E-02	0.000E+00	1.008E+02	0.000E+00
DEC	4.935E+01	9.103E-01	-8.297E-02	0.000E+00	1.057E+02	0.000E+00
SUM	1.137E+02	5.976E+02	-4.175E-01	0.000E+00	8.762E+02	0.000E+00

ZONE NUMBER IS 1

MONTH	HEATING [KWH]	COOLING [KWH]	INFILTR. [KWH]	VENTILAT. [KWH]	SOLAR_RAD. [KWH]	INT_GAINS [KWH]
JAN	3.808E+01	0.000E+00	-8.137E-02	0.000E+00	9.631E+01	0.000E+00
FEB	3.406E+01	6.589E+00	-8.613E-02	0.000E+00	8.652E+01	0.000E+00
MAR	0.592E+00	8.732E+01	-3.073E-02	0.000E+00	7.388E+01	0.000E+00
APR	0.000E+00	3.890E+01	-2.282E-02	0.000E+00	3.420E+01	0.000E+00
MAY	0.000E+00	8.291E+01	-1.807E-02	0.000E+00	3.143E+01	0.000E+00
JUN	0.000E+00	9.271E+01	-1.340E-02	0.000E+00	4.957E+01	0.000E+00
JUL	0.000E+00	3.082E+01	-1.002E-02	0.000E+00	4.430E+01	0.000E+00
AUG	0.000E+00	9.956E+01	-1.331E-02	0.000E+00	3.212E+01	0.000E+00
SEP	0.000E+00	7.580E+01	-7.823E-02	0.000E+00	6.465E+01	0.000E+00
OCT	0.000E+00	5.583E+01	-4.695E-02	0.000E+00	9.658E+01	0.000E+00
NOV	4.835E+00	6.941E+00	-7.482E-02	0.000E+00	1.008E+02	0.000E+00
DEC	4.935E+01	9.103E-01	-8.297E-02	0.000E+00	1.057E+02	0.000E+00
SUM	1.137E+02	5.976E+02	-4.175E-01	0.000E+00	8.762E+02	0.000E+00

Figure 46 : le résultat de simulation de projet (source: TRNSYS).

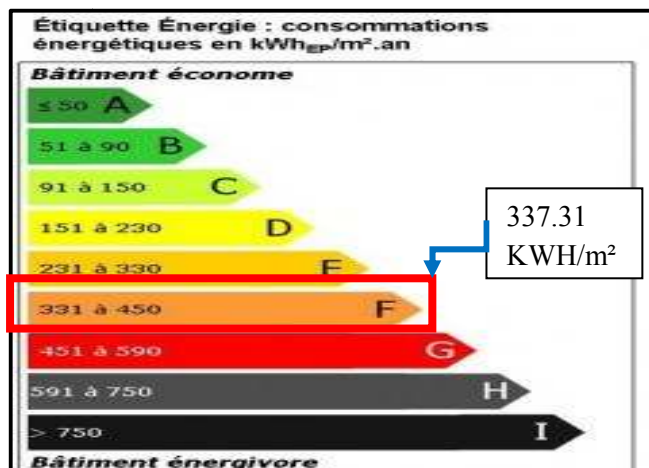


Figure 47 :Classification de la chambre .

E. **Résultat** : Après ce calcul en obtient les bilans énergétique de notre chambre ; et avec simple division du totale sur la surface habitable, on opte la classification de notre projet.

F. L'hôpital est en classe F avec une consommation de 337.31 kWh/m².an.

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

Introduction

Dans ce chapitre on va faire une analyse sur des exemples pour tirer des principes (constructifs ou écologique), et tirer les programmes surfaciques étudiés.

Aussi, une analyse sur un terrain d'intervention pour avoir leurs contraintes et leur potentialité afin de bien avoir intégrer notre projet proposé.

IV.1. Analyse de terrain d'intervention:

IV.1.1. Motivation de choix :

Choix du site d'implantation : notre choix a été fait suivant ces critères:

- Potentiel naturel et paysage favorable.
- Facilité d'accès et de dégagement (un site ouvert).
- une accessibilité urbaine convenable.
- La situation stratégique: (les repères/ visible).
- Terrains libre: l'absence des mitoyens nous offre la possibilité d'ouvrir dans les différents cotés.
- Manque de ce type d'équipement a proximité.
- Un bon ensoleillement.

IV.1.2. Présentation du site :

IV.1.2.1. Présentation de la nouvelle ville:

Le territoire de la nouvelle ville objet de la présente étude se situe aux limites Sud de la ville et de la commune de Guelma.

- Cette ville du nord-est algérien, se situe entre 36° 28' de latitude nord et 7° 25' de longitude est. Elle occupe une position médiane entre le nord, les hauts plateaux et le sud

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

du pays. Limitrophe de six wilayas : Annaba au nord, El Taraf au nord est, Souk Ahras à l'est, Oum El Bougie au sud, Constantine à l'ouest et Skikda au nord ouest.

- Elle jouit également d'une position géométriquement centrale dans son territoire wilaya. La commune est limitée au Nord par les communes de Héliopolis et el Fedjoudj, à l'Est par la commune de Belkeir qui s'étend et l'encadre vers le Sud, au Sud et Sud-ouest par Ben Djerrah et à l'Ouest par Medjez Ammar.



Figure 48 : Situation de la nouvelle ville par rapport à la ville de Guelma (Source: Google earth réadapté par l'auteur).

- Une aire intercommunale se dessine par le groupement Guelma - El Fedjoudj - Belkeir - Bendjerrah, et c'est dans ce cadre territorial, objet d'un PDAU intercommunal, que se situe en outre le présent POS, limitant la ville de Guelma au Sud et amorçant une forme d'urbanisation vers Ben Djerrah à l'Ouest.

- D'une superficie de 90 hectares selon la convention, mais de 99,08 hectares selon les termes du PDAU en révision.

C. Le programme des équipements :

La programmation des équipements préconisée par la présente étude s'appuie sur une grille normative et concertée avec les principaux acteurs (APC, DUC, Services Extérieurs, etc.)

Ainsi, les équipements proposés sont les suivants :

Désignation	Surf. Foncière (Ha)	Surf. Bâtie (Ha)	C.O.S net	C.O.S brut	C.E.S net	C.E.S brut
--------------------	------------------------------------	-----------------------------	----------------------	-----------------------	----------------------	-----------------------

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

Lycée	1.10	0.42	0.65	0.35	0.38	0.60
Crèche et jardin d'enfants	0.62	0.35	0.52	0.39	0.30	0.23
Ecole primaire	0.46	0.21	0.92	0.68	0.46	0.34
CEM	0.46	0.20	0.92	0.68	0.46	0.34
Centre culturel	0.60	0.21	0.68	0.60	0.40	0.35
Siège Daira	1.36	0.55	0.72	0.68	0.42	0.40
Placette publique	0.92	/	/	/	/	/
Direction antenne admi. et divers	0.46	0.40	0.58	0.68	0.45	0.40
Ecole primaire	0.39	0.25	0.92	0.68	0.46	0.34
Hôtel	1.51	0.66	0.78	0.51	0.26	0.17
Salle d'exposition et musée	0.78	0.46	0.58	0.51	0.34	0.30
Sureté urbaine	0.40	0.20	0.95	0.60	0.48	0.35
Mosquée	0.58	0.28	0.90	0.76	0.45	0.38
Mosquée	0.40	0.20	0.90	0.76	0.45	0.38
Hôpital 240 lits	1.50	0.75	1.5	/	0.5	/
Centre de formation professionnel	3.18	/	/	/	/	/
Extension université	20.00	/	/	/	/	/
TOTAL	33.38	/	/	/	/	/

Tableau 8 : Le programme des équipements (Source: POS SUD, Service technique).

D. Le coefficient d'emprise au sol:

Le coefficient d'emprise au sol (C.E.S) est le rapport entre la surface d'emprise au sol de la construction et la superficie du terrain. Il est entre $0,14 < ces < 0,48$.

E .Le coefficient d'occupation au sol:

Le coefficient d'occupation au sol (C.O.S) est le rapport entre la surface plancher hors œuvre nette (non inclus comble, buanderie, sous-sol, cave) de la surface du terrain. Pour toute la zone mixte, le C.O.S est de $1,37 < cos < 2,95$.

IV.1.3. Analyse de terrain :

IV.1.3.1. Présentation et limitation de terrain :

Le terrain sujet de notre étude est située au sud-est de la Nouvelle ville.

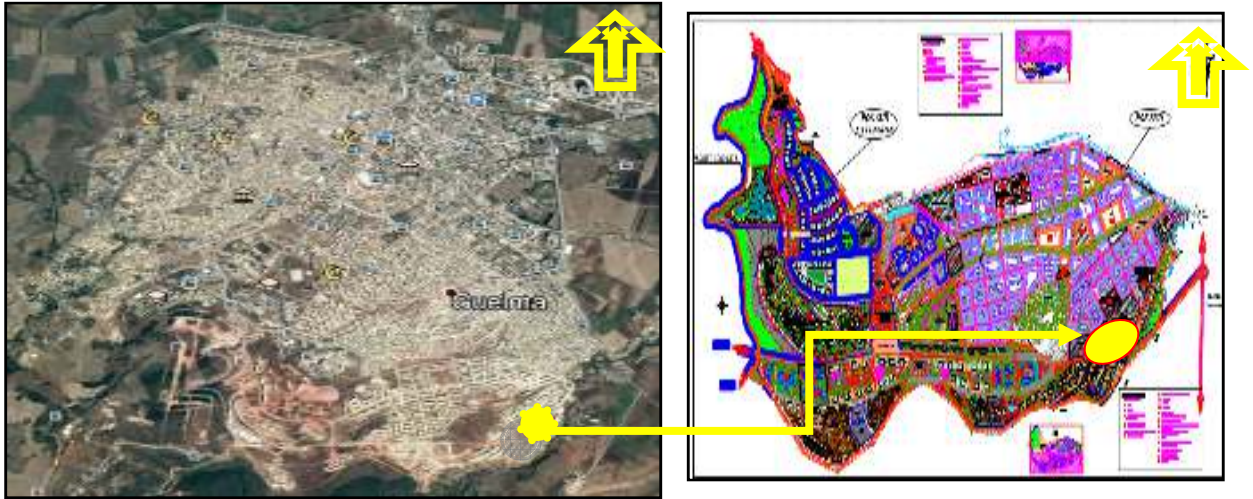


Figure 49 : Situation du terrain par rapport à : a. la ville b. le quartier (Source: a. Google earth b. POS SUD réadapté par l'auteur).

il est limites comme suit :

- Au Nord : Habitat collectif
- Au Sud : Habitat collectif.
- A l'Est : Habitat collectif.
- A l'Ouest : Terrain vierge.



Figure 50 : Limites de terrain: (Source: b. Google earth a. POS SUD réadapté par l'auteur).

IV.1.3.1.1. Analyse du milieu physique du site :

▪ **Morphologie:**

1. Forme de terrain:

Forme: Irrégulière .

Surface total: 35406.25m².

▪ **Le tissu urbain:**

Le terrain se trouve dans un tissu urbain dense il se compose de plusieurs cités résidentielles (des constructions à usage d'habitation, de type collectif) et un équipement éducatif (un lycée).



Figure 51 : Le tissu urbain: (Source: Google earth réadapté par l'auteur).

▪ **Caractéristiques naturelles :**

La topographie du site présente un relief plus ou moins apparent, avec des pentes :

Moyennes : allant de 0.4 à 2%, localisées au Nord et en Est qui sont les plus abondantes.

1. Coupe longitudinale:

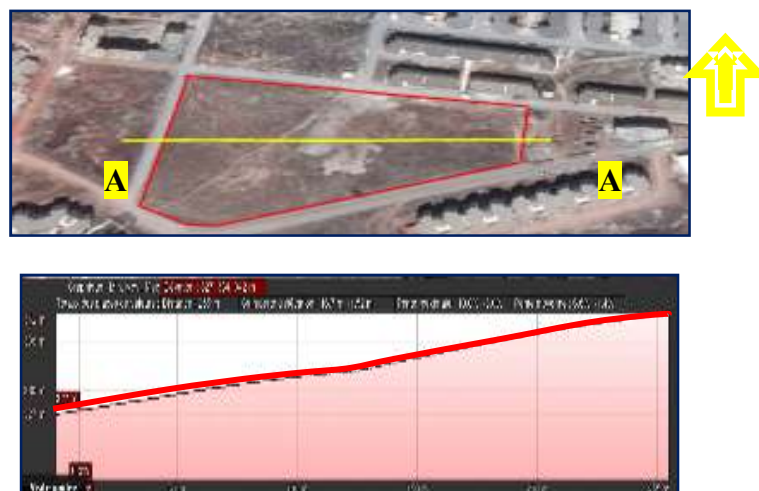


Figure 52 : Coupe longitudinale : (Source: Google earth réadapté par l'auteur).

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

- La coupe longitudinale montre que le terrain a une moyenne pente de (4.5%-6.6%) dont l'altitude se varie entre (335m comme valeur minimale et 342m comme valeur maximale).

2. Coupe transversale:

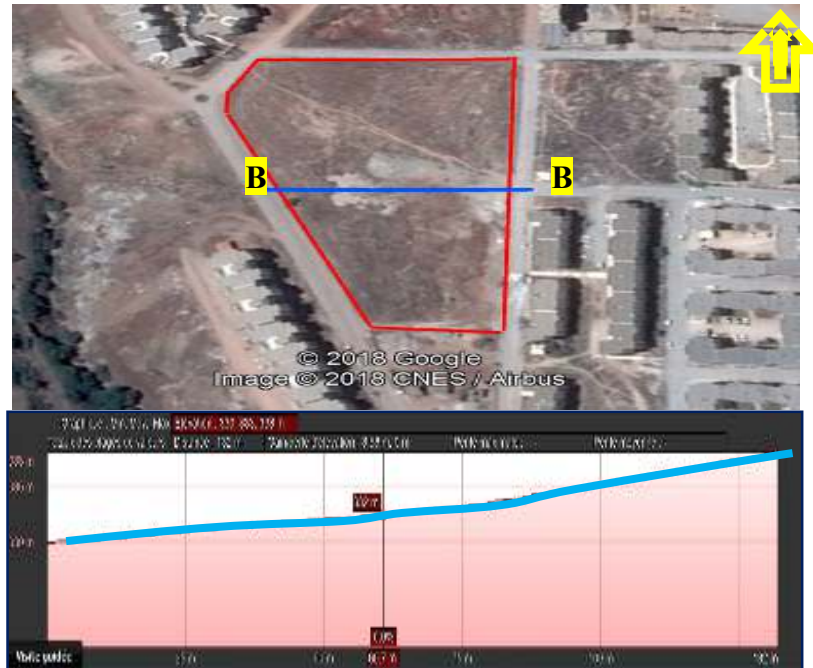


Figure 53 : Coupe Transversale : (Source: Google earth réadapté par l'auteur).

La coupe transversale :le terrain présente une pente moyenne de (2.3%-5.2%) dont l'altitude se varie entre (331m comme valeur minimale et 337m comme valeur maximale).

IV.1.3.1.2. l'analyse Technique:

1. Accessibilité: Le territoire de la zone d'étude est desservi par un réseau routier d'ordre primaire, secondaire

Voies primaires : présente un flux mécanique intéressant.

Voies secondaires : présente un flux mécanique moyen.

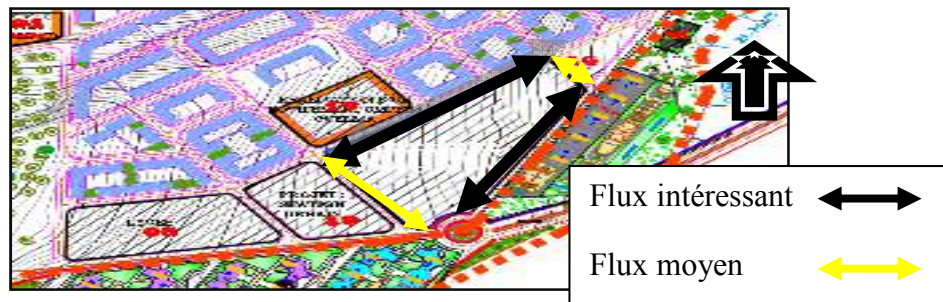


Figure 54 : Accessibilité de terrain (Source : POS SUD Guelma réadapté par l'auteur).

IV.1.3.2. Analyse climatique et bioclimatique de la ville de Guelma:

IV.1.3.2.1. Analyse des données climatiques de la ville Guelma :

Le climat de Guelma est un climat SUB-HUMIDE DE se caractérise par des hivers plus froids et plus longs et des étés chauds et moins humides.

L'interprétation des données météorologiques de Guelma sur une période de dix ans, et l'établissement de son diagramme solaire s'avère utiles pour mieux caractérisé son climat.

A rappeler que pour définir les climats on devra s'appuyer constamment sur les données

Moyennes et extrêmes.⁸⁰

A. Températures:

Cette courbe Présente la Températures en 2016 de la wilaya de Guelma.

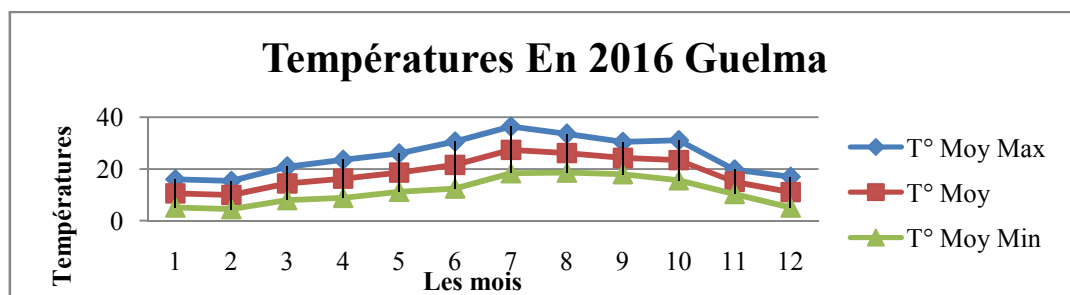


Figure 55 : variation des températures mensuelles (période 2016) (source : auteur).

La température moyenne annuelle est de l'ordre de 18C° avec une valeur maximum de 36.4 dans le moi de Juillet et une valeur minimum de 4.4 dans le mois de Février.

B. Précipitation:

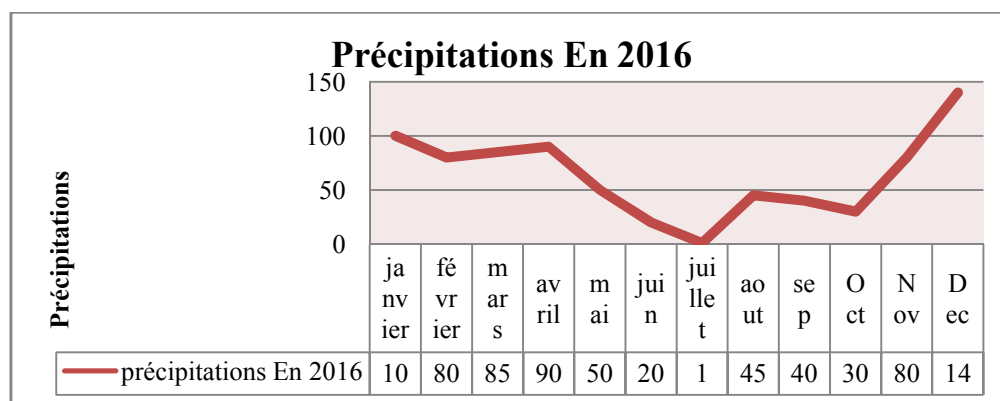


Figure 56 : variation des précipitation mensuelles (période 2016) (source : auteur)..

⁸⁰ Pierre ESTIENNE. Et J.GODARD, « Climatologie », Paris: Edition Armand Colin, 1970, p11

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

La commune reçoit des précipitations importantes de l'ordre de 700 – 900 mm/an
(Source : la station de météo a Guelma.)

C. Vitesse de vents:

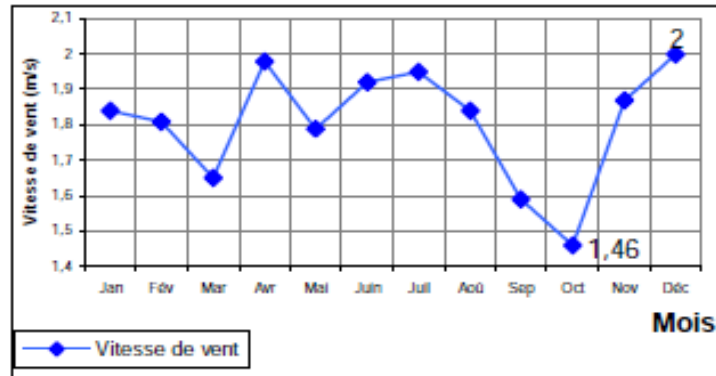


Figure 57 : variation de vitesse des vents mensuelle

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avril	May	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
V (Vents) m/s	1.8	1.8	1.6	2.0	1.8	1.8	1.9	2	1.8	1.6	1.5	1.92

Tableau 9 : variation de vitesse des vents mensuelle(source auteur).

V moy max =2 m/s en décembre V moy min = 1.46 m/s

D. Insolation :

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avril	May	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
Insolation (h)	160.9	182.7	225.1	241.4	264.4	307.4	353	310.2	243.8	223	161.5	246.1

Insola max : 353 h en juillet.

Insola min : 160,9 h en janvier.

Tableau 10 : variation d'insolation.(source auteur).

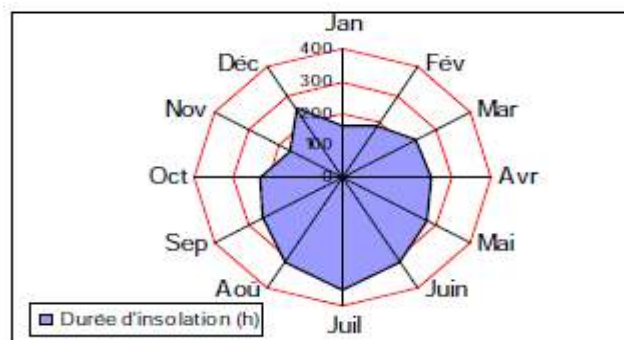


Figure 58 : Variation de durée d'insolation mensuelle.(source: Météo, 2008)

E. Diagramme ombrothermique de Guelma :

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

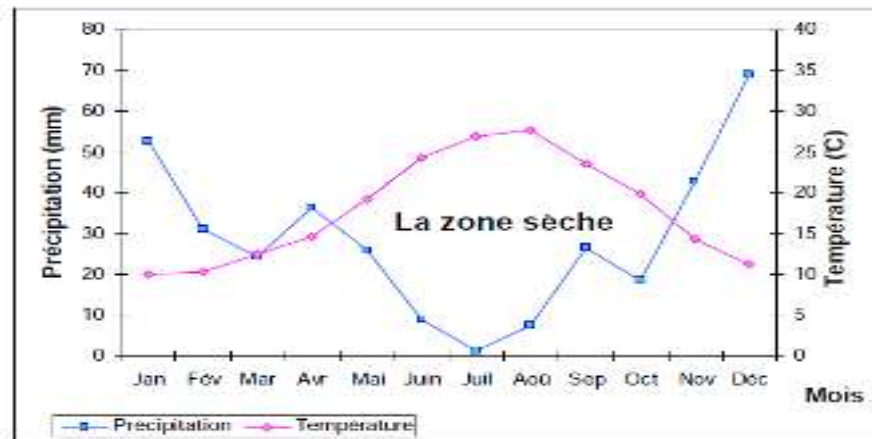


Figure 59 : Diagramme ombrothermique de Guelma (Source : Auteur).

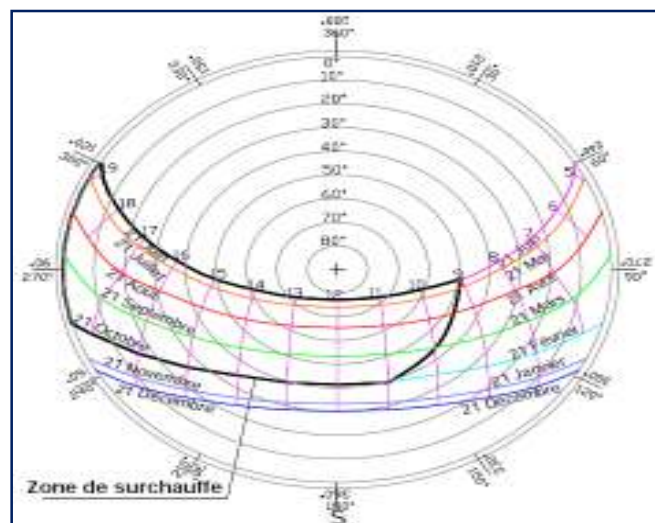


Figure 60 : Diagramme polaire de Guelma (présentation de la zone de surchauffe en noir).

IV.1.3.2.2. Analyse bioclimatique de la ville de Guelma:

A. Application de la méthode de S. Szokolay :

En se basant sur les recherches d'Humphrey, Auliciems sur la température neutre, et la température effective (SET) des normes ASHRAEA, Steve Szokolay a défini une zone de

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

confort avec diverses zones de contrôle potentiel en fonction des données climatiques de la région d'étude.⁸¹ Cette méthode a été retenue pour évaluer la situation dans la ville de Guelma. Les recommandations se résument ainsi:

- Effet de masse thermique avec ventilation nocturne et un contrôle solaire à partir du mois de juin ;
- Une ventilation naturelle pour la saison d'été ;
- Le chauffage passif pour les mois assez froids comme octobre, mars; et le chauffage d'appoint pour les mois les plus froids tel que janvier.

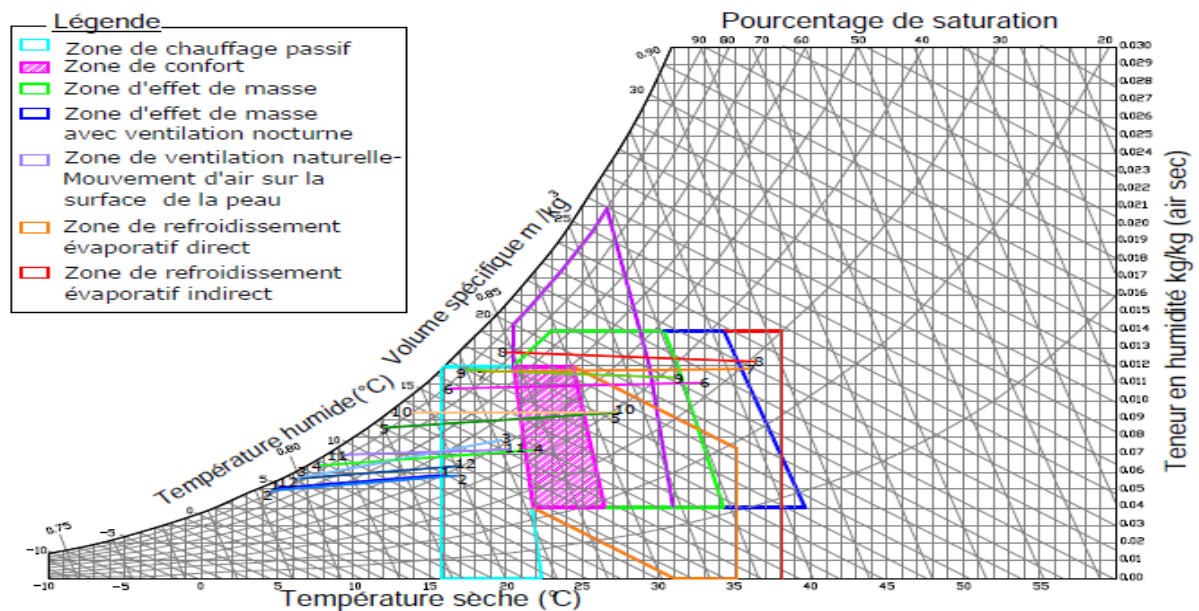


Figure 61: Diagramme psychrométrique de Guelma (Source: Auteur).

B. Les tables de Mahoney :

Les tables de Mahoney présentent l'avantage d'intégrer certaines variables sociales et fonctionnelles en fonction des variations climatiques. C'est un autre outil pour déterminer les recommandations nécessaires à la réalisation du confort thermique dans le bâtiment. Les besoins en confort sont groupés en six indicateurs :

H1 : la ventilation indispensable (climat chaud et humide) ;

⁸¹ SV. SZOKOLAY, « *Environmental science handbook for architects and builder.* », LACASTRE LONDON, NEW YORK: THE CONSTRUCTION PRESS, 1979, p263.

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

H2 : la ventilation souhaitée (climat chaud et sec) ;

H3 : la protection de la pluie nécessaire (climat tropical et tempéré) ;

A1 : l'inertie thermique (climat à grand écart diurne de température) ;

A2 : dormir dehors (climat chaud en été) ;

A3 : protection du froid.

L'analyse et les résultats sont présentés sous forme de tables avec recommandations. Cette méthode a été aussi choisie pour évaluer la situation dans la ville de Guelma.

Les principes de conception architecturale et les recommandations nécessaires déduites sont :

- le plan compact ;
- la cour intérieure à prévoir ;
- les murs épais ainsi que la toiture afin de permettre le déphasage de la chaleur ;
- la possibilité de bénéficier d'un chauffage passif en hiver avec un chauffage d'appoint en complément ;
- la climatisation naturelle et la ventilation sont nécessaires en été.

IV.1.3.3 . Analyse microclimatique du terrain:

IV.1.3.3.1. Ensoleillement :

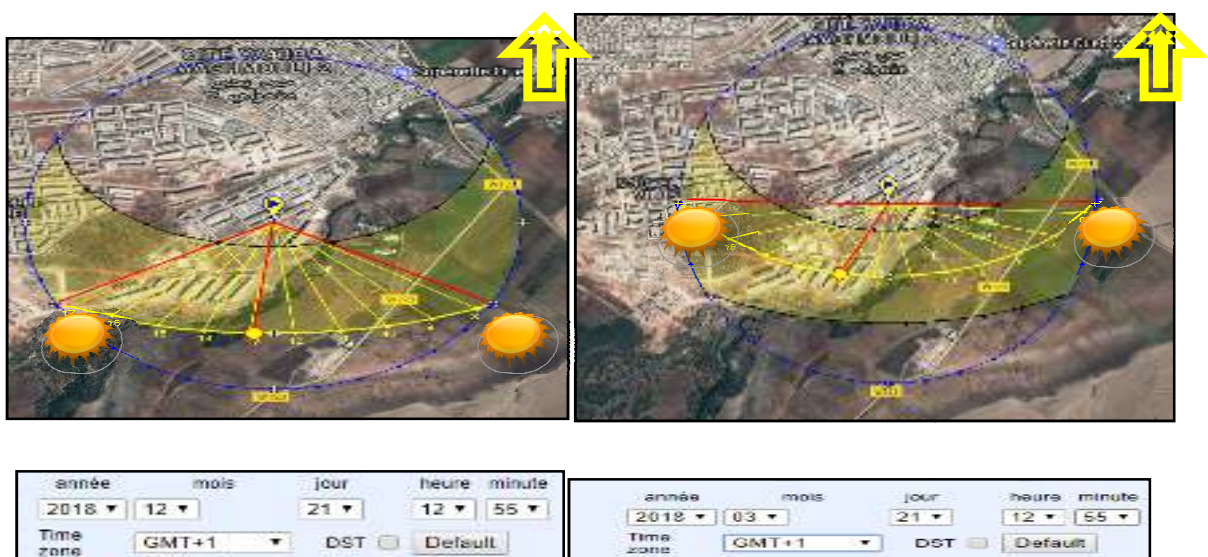


Figure 62 : Calcul de la position du soleil dans le ciel dans le mois de: a. Décembre b. Mars

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

Le site est ensoleillé pendant tous les jours de l'année car il n'existe aucun obstacle matériel ou naturel dans le site.



Figure 63 : Calcul de la position du soleil dans le ciel dans le mois de: Juin (Source : SunEarthTools.com 2018)

- Le terrain profite d'un bon ensoleillement.

IV.1.3.3.2. Vents dominants:

Les vents dominants dans le terrain sont de direction Nord-ouest en hiver; Sud –est en été qui caractérisé par des vents chauds.

Le terrain est totalement exposé aux différents vents illustrés dans la photo vue de leur environnement immédiat.

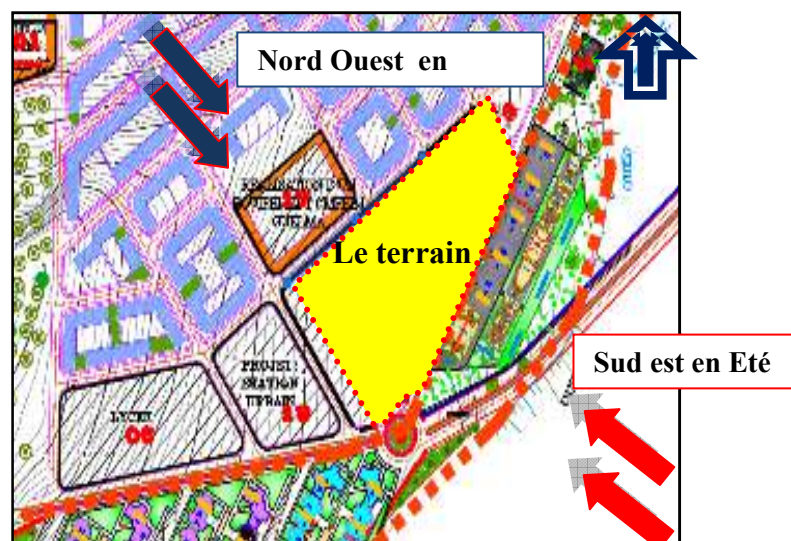


Figure 64 : Vents dominants (Source : POS SUD, réadapté par l'auteur)

IV.1.4. Synthèse :

Atouts	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none">• la situation du terrain dans un environnement libre.• Il possède une visibilité et un bon panorama dans tous les cotés.• le terrain profite d'un bon ensoleillement avantageux .• Le terrain se caractérise par une pente faible, donc il profite d'une bonne constructibilité dans toute sa surface.• l'absence des mitoyens nous offre la possibilité d'ouvrir dans les différents cotés.• Environnement calme proche de la nature.	<ul style="list-style-type: none">• faible diversification des activités différentes.• sa position par rapport au centre ville.• Le terrain est totalement exposé aux différents vents.• La nuisance (confort acoustique) à cause du flux mécanique.
Opportunités	Menaces
<ul style="list-style-type: none">• opportunité de créer de nouveaux espaces publics.• opportunité de renforcer les zones de commerces.	<ul style="list-style-type: none">• Déséquilibre fonctionnelle.• Non-exploitation des ressources naturelles.

Tableau 11 : Synthèse (source: auteur).

IV.2. Analyse des exemples :

IV.2.1.L'établissement public hospitalier: Krin Ammar.

a. Présentation:

L'établissement hospitalier public Krin Ammar de la commune de El-Hadjar, dénommé par abréviation "EHP", est un établissement public programmé de 120 lits regroupé de : Pneumo-physio, service de cardio-vasculaire, traumatologie, médecine interne, service de neurochirurgie, chirurgie général et diabétologie.



b. Situation générale:



Figure 65 : Situation d'EHP El-Hadjar (Source: Google earth réadapté par l'auteur/2018).

EHP El-Hadjar située au nord-est de la commune de El-Hadjar délimité par:

Au nord: Des terrains agricoles.

Au sud: RN 21

A l'est: Habitat collectif.

A l'ouest: Institut de formation et des terrains agricoles.

c. L'environnement immédiat:



Figure 66 : L'environnement immédiat (Source: Google earth réadapté par l'auteur/2018).

Cet établissement hospitalier est inséré entre deux contextes, l'un est urbain (des équipements culturels et Habitat collectifs) et l'autre naturel. Le côté urbain est entouré par des terrains agricoles.

d. L'accessibilité:

L'hôpital est accessible par une seule voie: Unique voie principale sur la route nationale RN 21 vers Guelma.

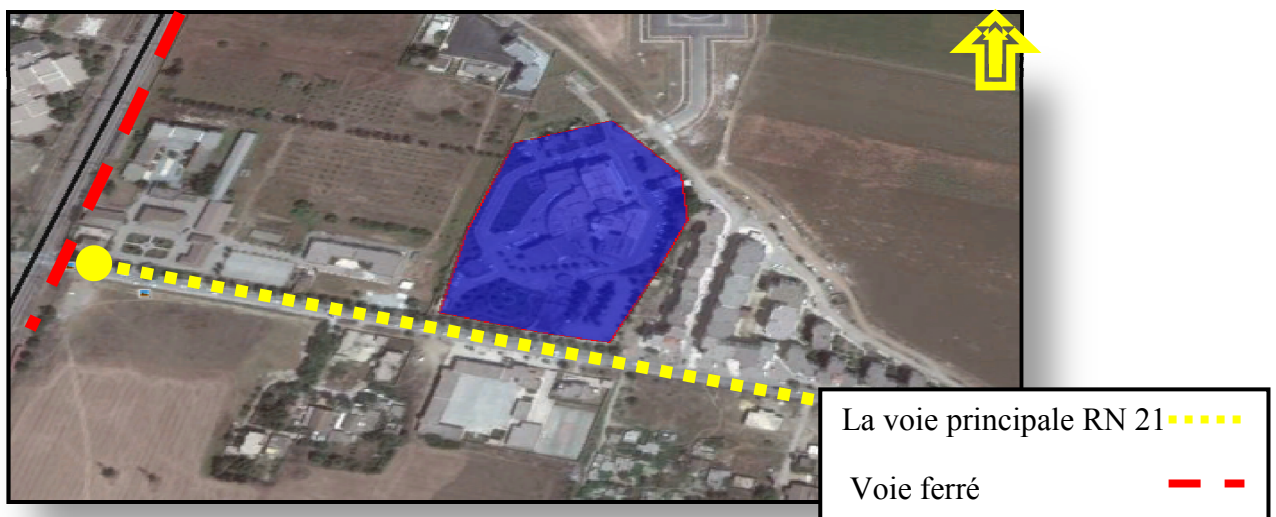


Figure 67 : L'accessibilité (Source: Google earth réadapté par l'auteur/2018).

e. Etude du plan de masse :



Figure 68 : Plan de masse (Source: Google earth réadapté par l'auteur/2018).

La conception générale de l'hôpital s'appuie sur le type architectural de Poly bloc.

La disposition fonctionnelle des espaces est organisée sur 4 blocs (A, B, C, D) la hauteur des blocs se varie entre RDC et R+3, bâti sur un terrain plat.

F. Identification des services de l'hôpital:

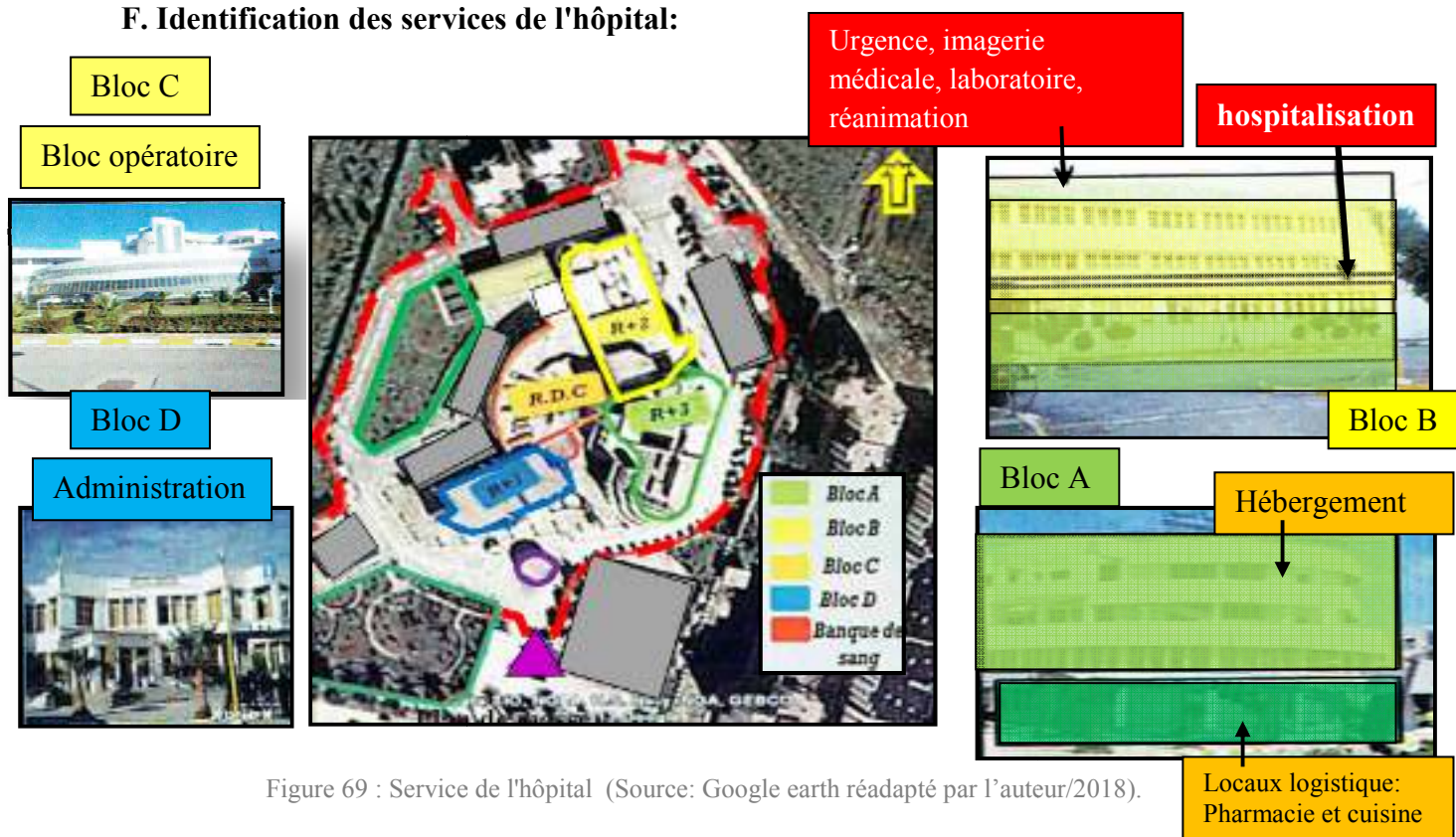


Figure 69 : Service de l'hôpital (Source: Google earth réadapté par l'auteur/2018).

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

G. Les entrées:

L'accès d'urgence est mal implanté, elle est très loin par rapport à l'entrée principale de l'hôpital.

L'accès urgence doit être:

A une relation directe avec l'accès extérieur ou avoir un accès autonome à l'accès public pour éviter l'encombrement au niveau de circulation mécanique avec les autres services.



Figure 70 : Les entrées (Source: Google earth réadapté par l'auteur/2018)

h. Typologie de la façade :



Figure 71 : Façade principale Bloc D.



Figure 72 : Façade principale Bloc A et B.



Géométrie de la façade:

Répétition de fenêtre en forme rectangulaire, d'un rythme simple

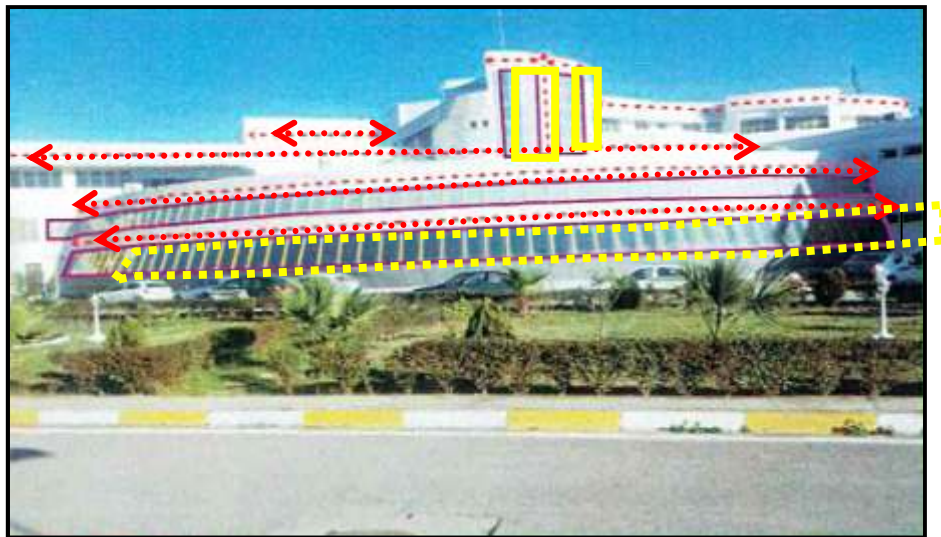


Figure 73 : Façade principale Bloc C.

Le rapport du plein est plus dominant que le vide dans la façade postérieure. L'horizontalité dans la façade de cet hôpital est l'attribut le plus impressionnant car le rapport de la: **hauteur/longueur** donne le résultat suivant:

Hauteur moyenne/longueur importante = Horizontalité dominante + verticalité moins importante

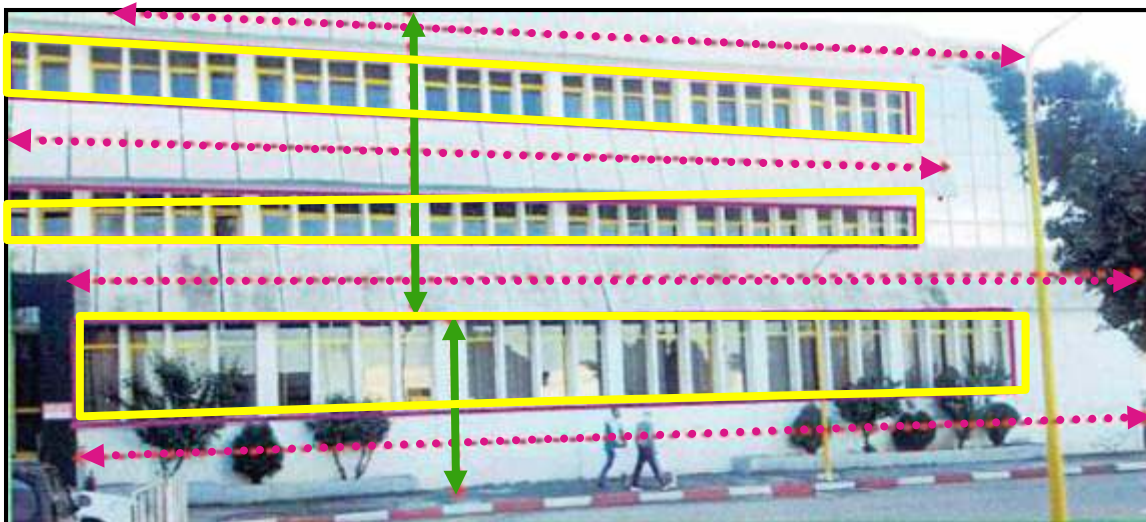


Figure 74 : Façade postérieure Bloc B.

j. La volumétrie:

L'organisation des volumes de projets se structure sur une juxtaposition de quatre blocs, avec un contraste d'hauteurs qui permet la pénétration de la lumière naturelle au sein de chaque masse.

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

La première masse bleue représenté une unité fonctionnel d'administration dans l'hôpital.

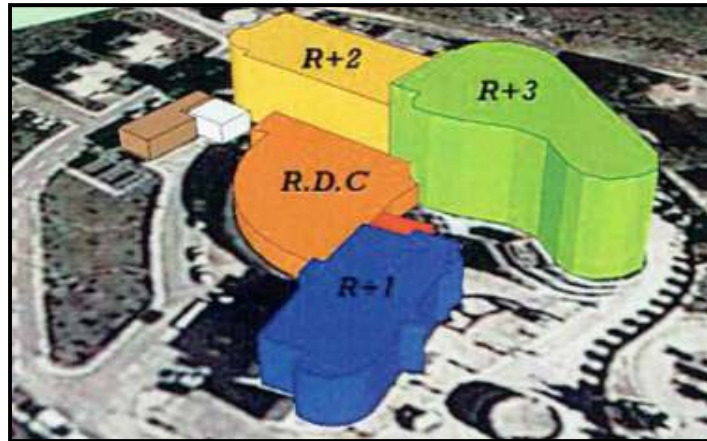


Figure 75 : La volumétrie (Source: Google earth réadapté par l'auteur/2018).

La masse en vert se développe sur 3 niveaux et regroupe le service d'hébergement. la masse en jaune de forme rectangulaire développe sur deux niveaux regroupe le service d'hébergement. La deuxième masse orange forme de demi cercle représente le service de bloc opératoire.

i. Organisation spatial des entités de l'hôpital:

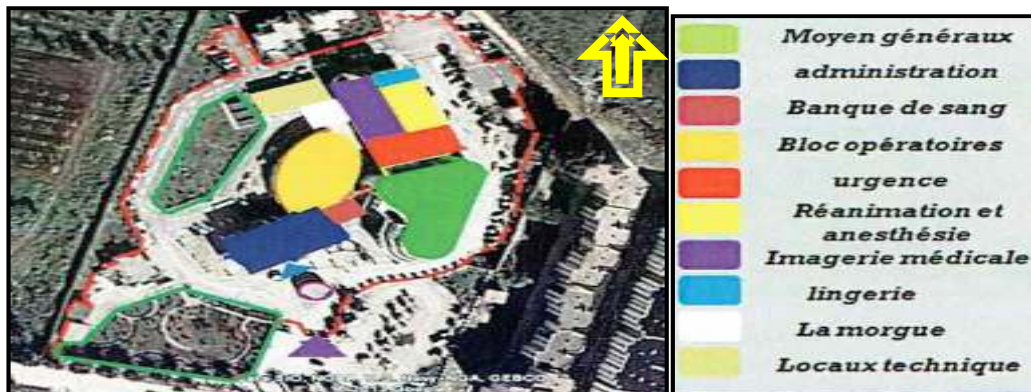


Figure 76 : Les principes unités fonctionnelles de l'hôpital au niveau de RDC (Source: Google earth réadapté par l'auteur/2018).

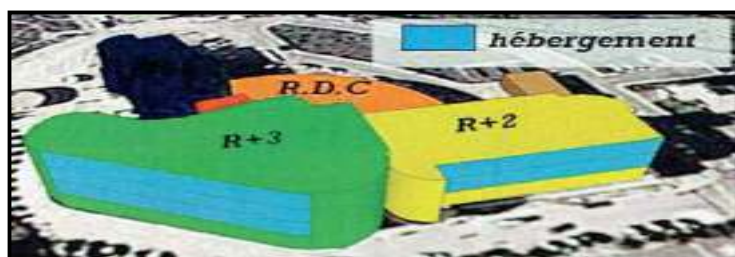


Figure 77 : Les principes unités fonctionnelles de l'hôpital des différents niveaux (Source: Google earth réadapté par l'auteur/2018).

I. Organigramme spatiale de l'hôpital:

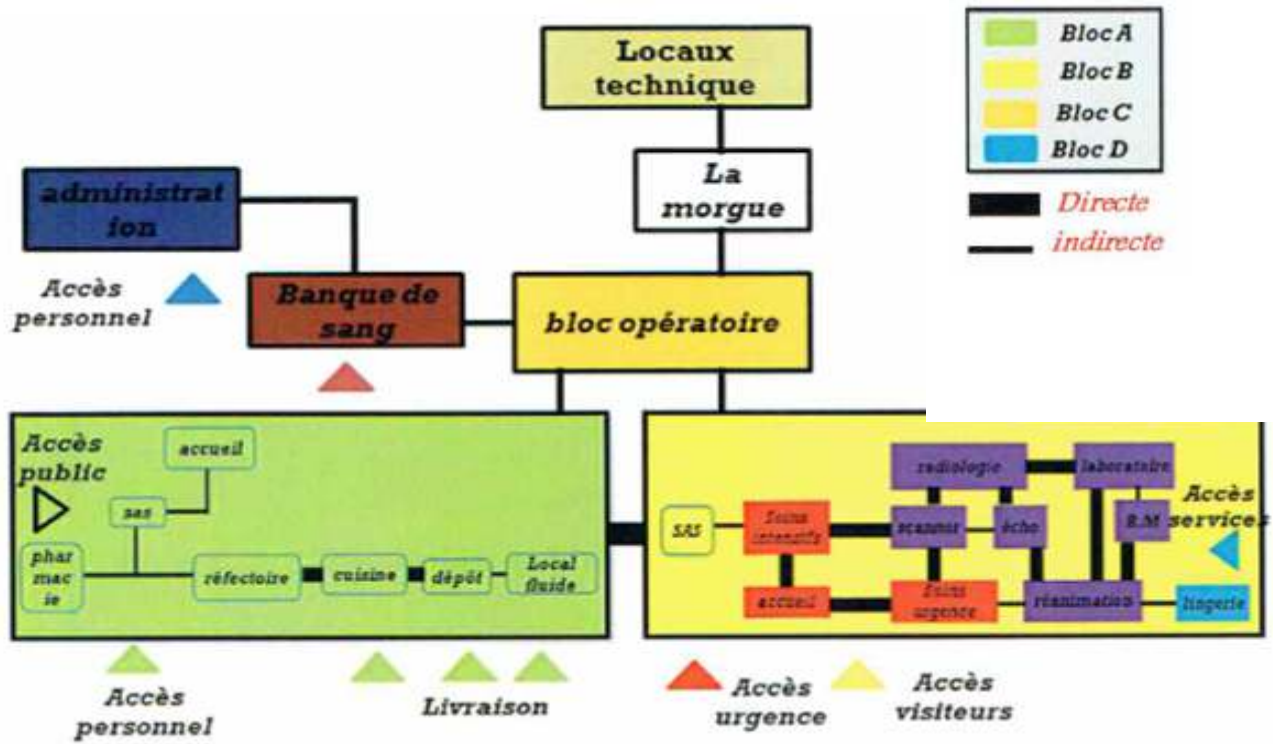


Figure 78 : Organigramme spatiale de l'hôpital.

m. Etude d'intérieur:

Plan de Rez de chaussée: Bloc A

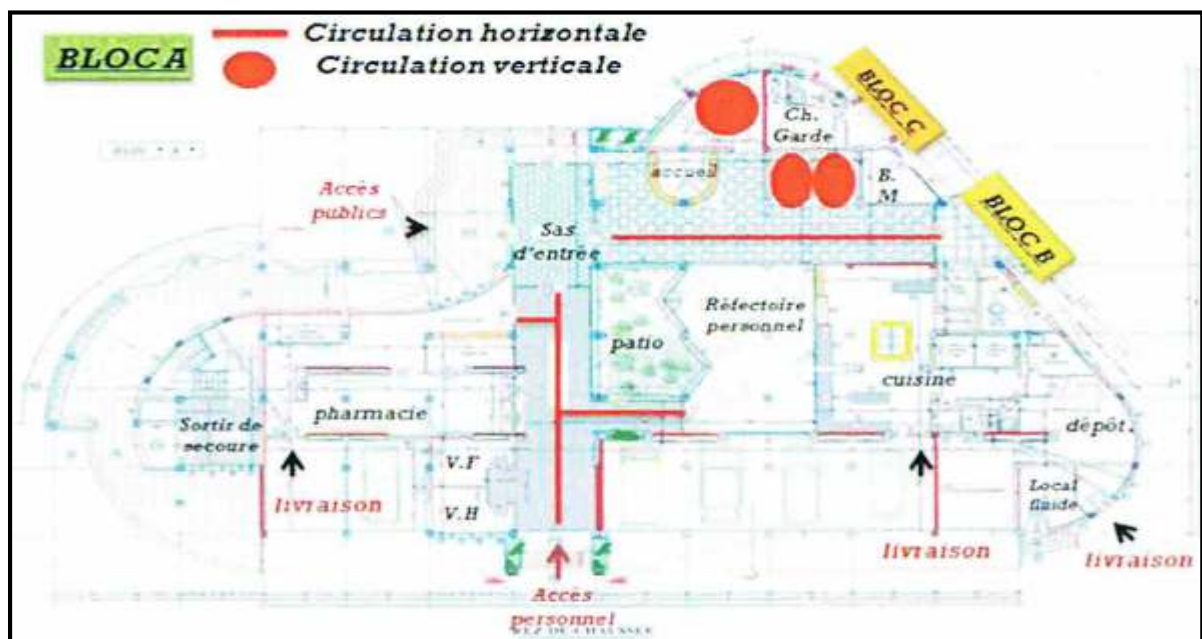


Figure 79 : Plan de RDC, Bloc A

Organigramme spatial: Bloc A.

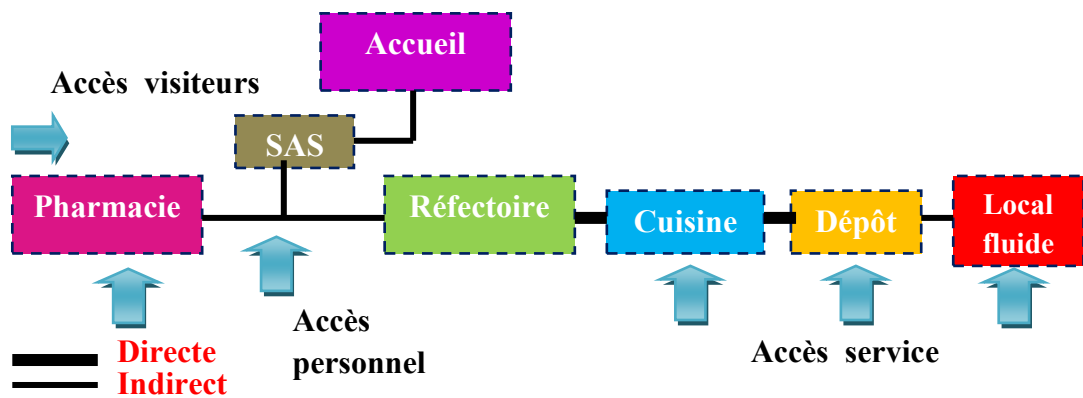


Figure 80 : Organigramme spatial de RDC Bloc A.

Le RDC est le niveau d'accueil des visiteurs, qui viennent pour le service d'hébergement.

Deux accès sont vus pour cette unité dont un accès principale pour les visiteurs, regroupe un passage orienté vers le bloc B.

Bloc B:



Figure 81 : Plan de RDC, Bloc B.

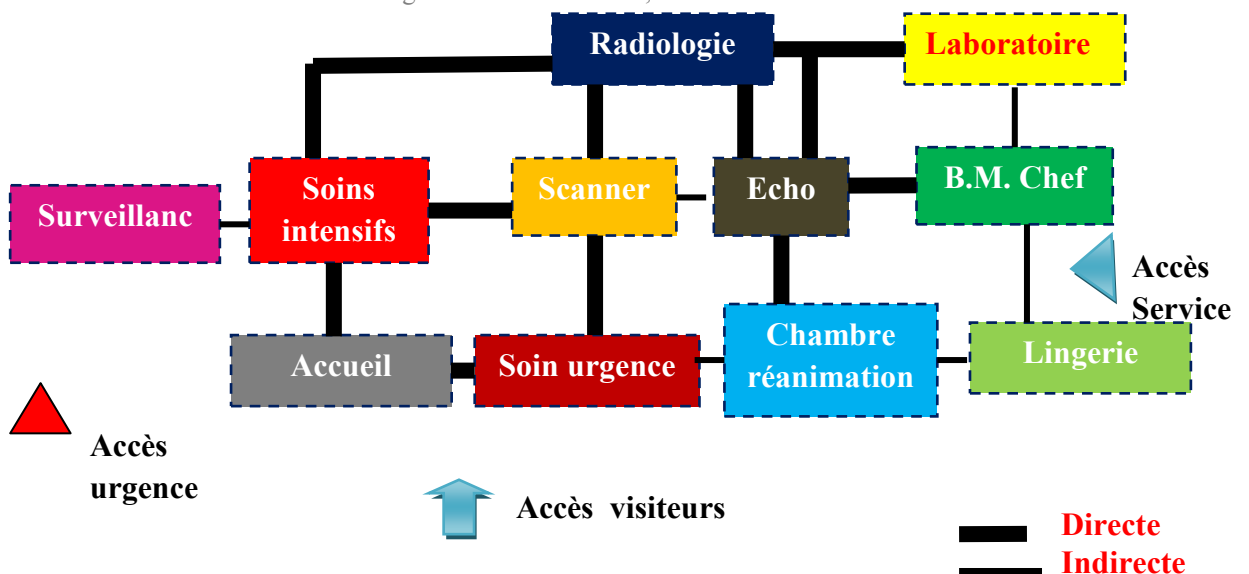


Figure 82 : Organigramme spatial de RDC Bloc B.

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

Le RDC est le niveau d'accueil des patients, qui viennent en urgence. trois accès sont vus pour cette unité fonctionnelle, dont un accès d'urgence, pour les malades et les accompagnateurs.

Et un autre pour les visiteurs des malades, en service de réanimation, et autre accès personnel pour le service de lingerie. Il rassemble les salles de déchoquages (salles de réanimation, salles de soins), bureau médecin, laboratoire, échographie, radiologie et scanner.

- L'accès urgence et l'accès visiteurs doit être réciproqué parce que l'accès d'urgence doit être une relation directe avec les salles de soin urgence.

- Au niveau de service d'urgence en noter le manque des chambres de garde et du cabinet d'examen médicaux, la sale de tri et la salle de plâtre.

- L'absence de la séparation entre laboratoire biochimie et laboratoire microbiologie.

Laboratoire chimique: analyse chimique du fluide et composition des tissus.

Laboratoire microbiologie: analyse des microorganismes et virus de corps humains, analyse des phénomènes d'immunologie.

Bloc C:

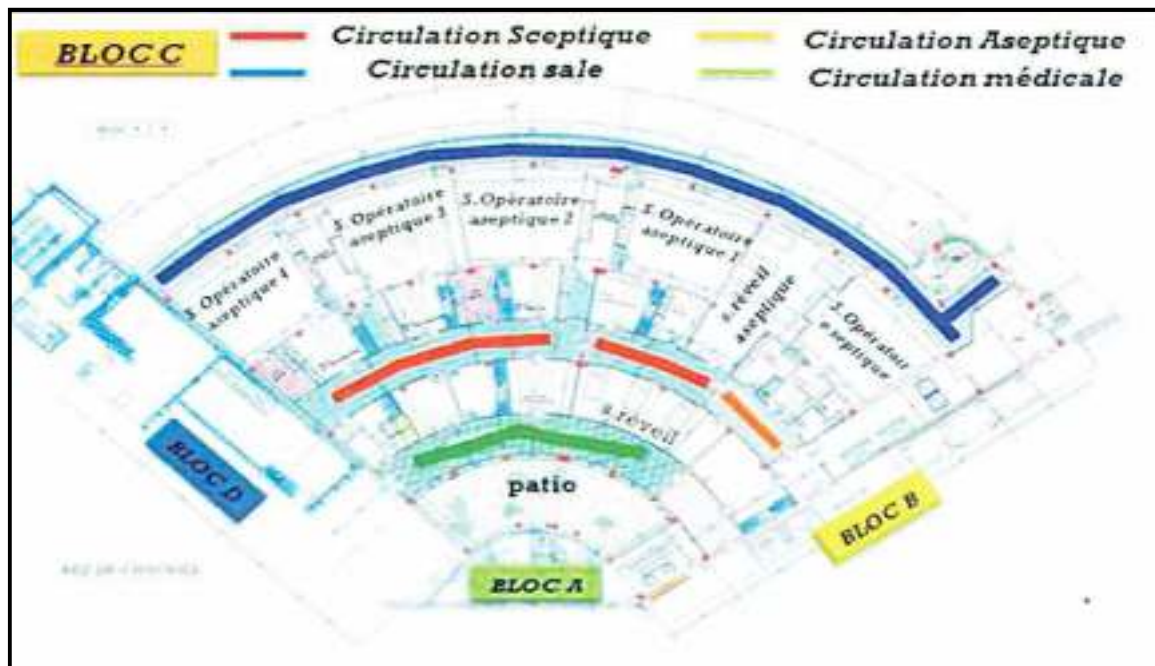


Figure 83 : Plan de RDC, Bloc C.

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

Représente l'unité fonctionnelle de service urgence midéco-chirurgicale cette unité située à proximité d'imagerie médicale et les urgences et la réanimation (bloc B) au niveau de RDC.

- Il est regroupe cinq salles opératoires, deux salles de réveil, et une salle de plâtre. La localisation de bloc opératoire en RDC à proximité de la circulation de service d'urgence n'est pas fonctionné et gêné le malade.

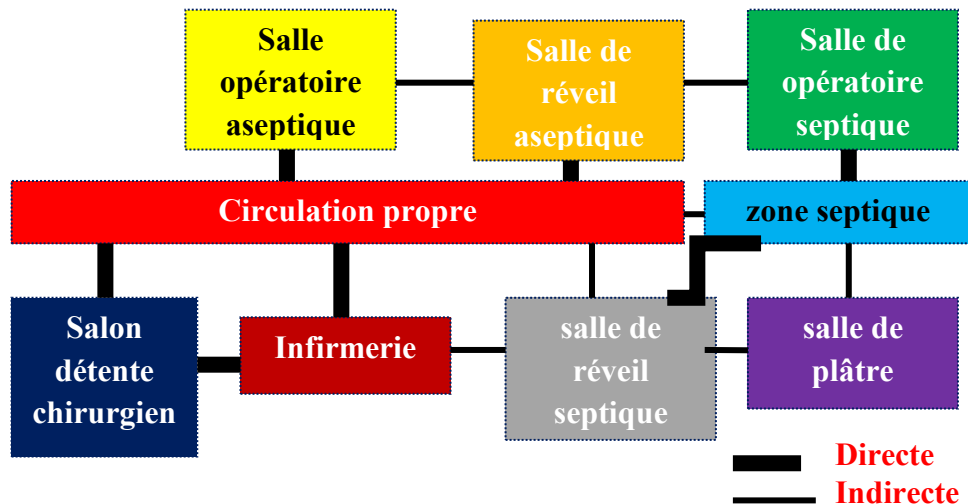


Figure 84 : Organigramme spatial de RDC Bloc C.

Bloc D:

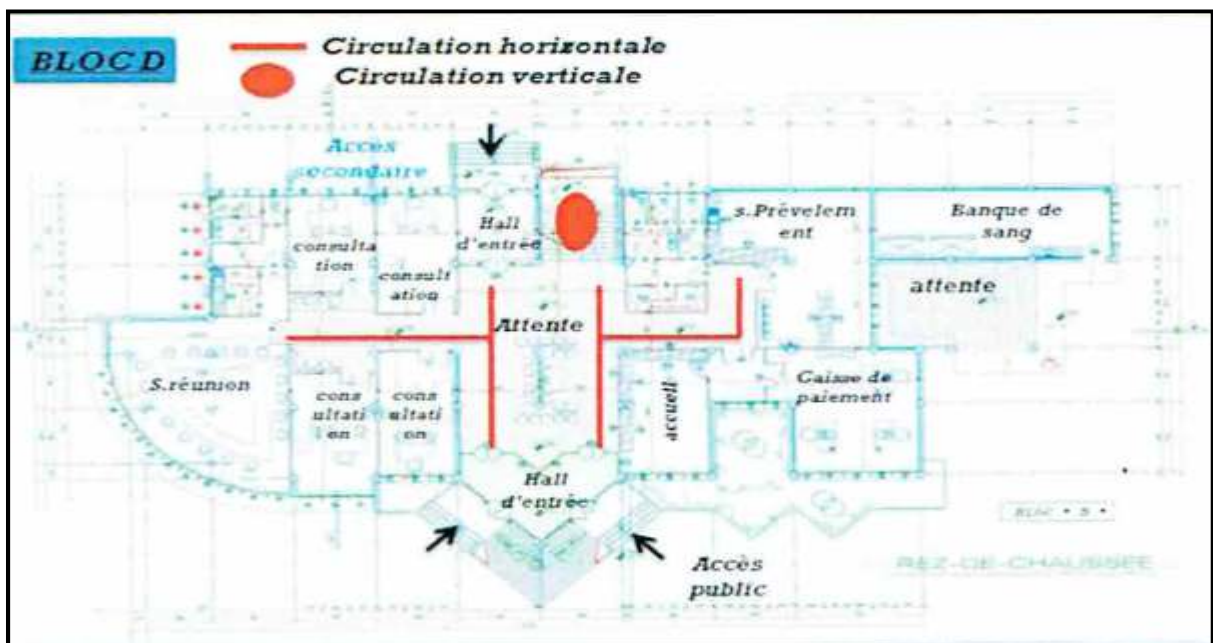


Figure 85 : Plan de RDC, Bloc D

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

Les niveaux: L'hébergement: Situé au niveau du premier, deuxième et troisième étage de Bloc A et au niveau de premier et deuxième étage au Bloc B. Regroupement des chambres de malades hommes/femmes, les chambres de soins, chambres des gardes, bureaux de médecins, salles de réunion.

Bloc A: Premier étage.

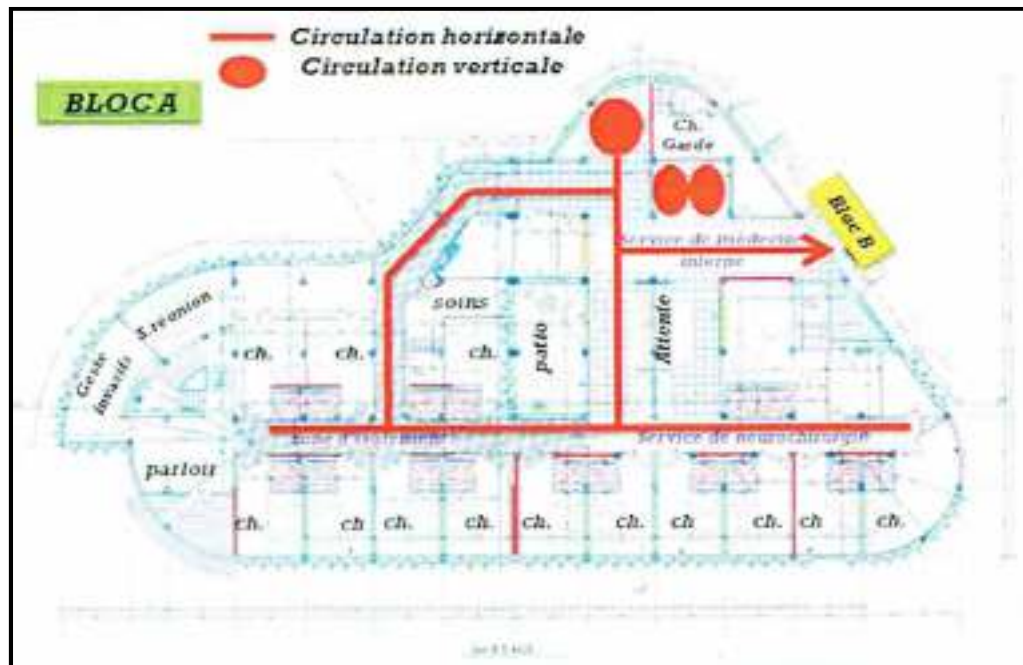


Figure 86 : Plan de Premier étage, Bloc A

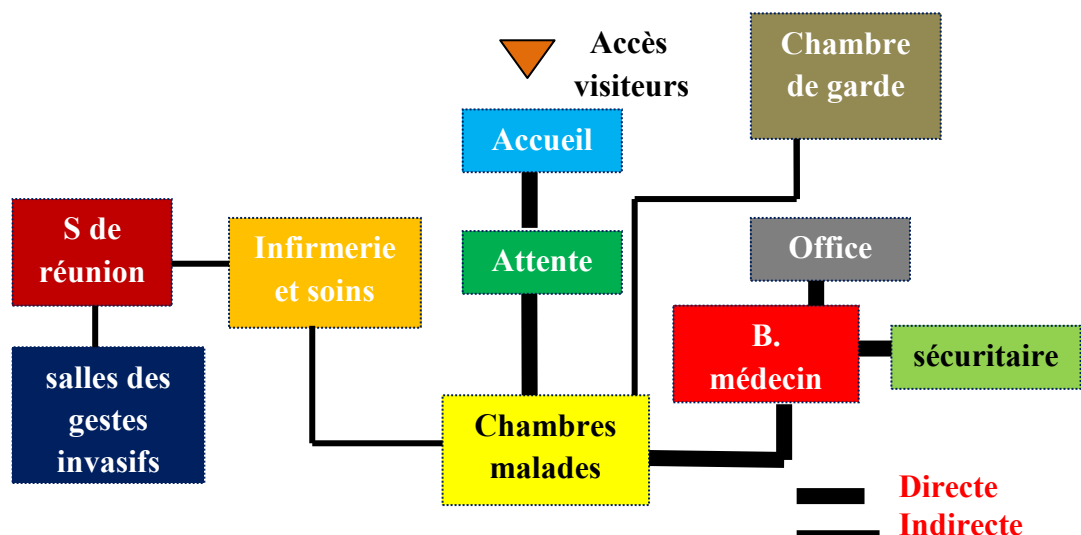


Figure 87 : Organigramme spatial de premier étage Bloc A

Transformation fonctionnelle de l'espace office, à chambre de soins vue de manque au niveau des chambres de soins.

Bloc B: Premier étage.

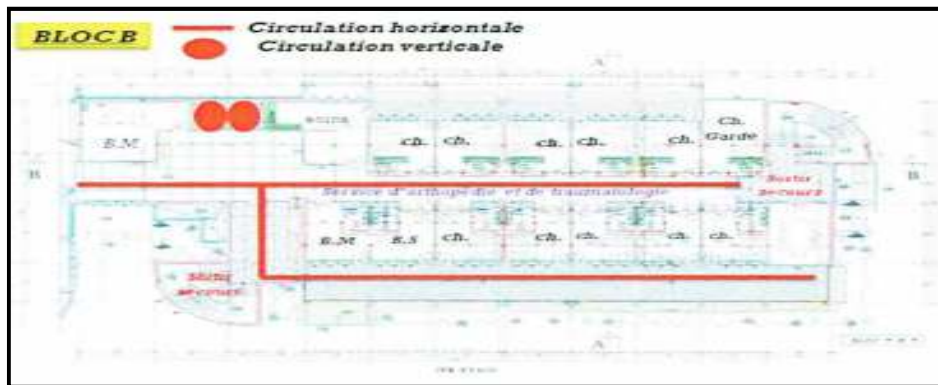


Figure 88 : Plan de Premier étage, Bloc B.

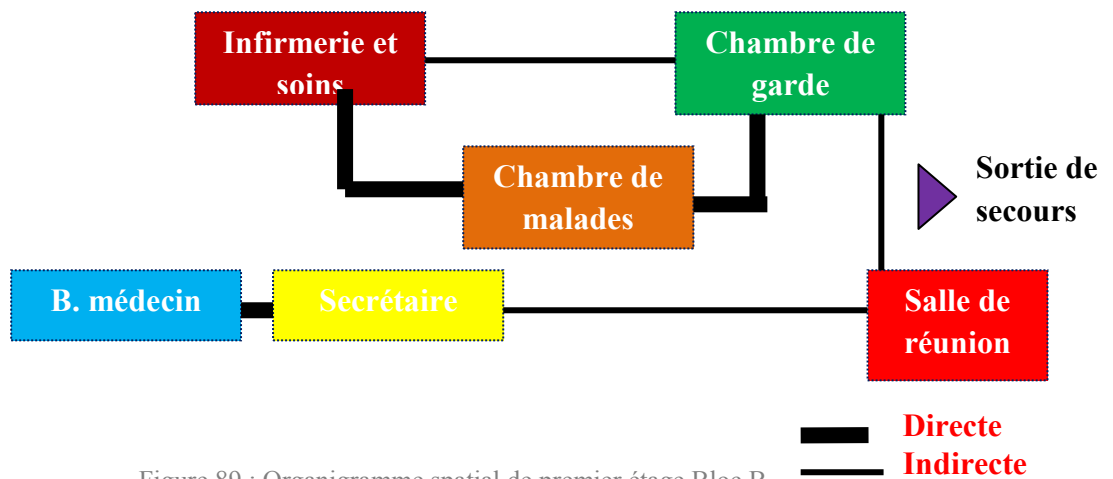


Figure 89 : Organigramme spatial de premier étage Bloc B.

les chambres des malades de bloc B, sont orientées vers l'est et vers l'ouest, la position des lits est parallèlement à la façade principale, les sanitaires disposées coté couloir, avec un accès unique.

Bloc C: Premier étage.

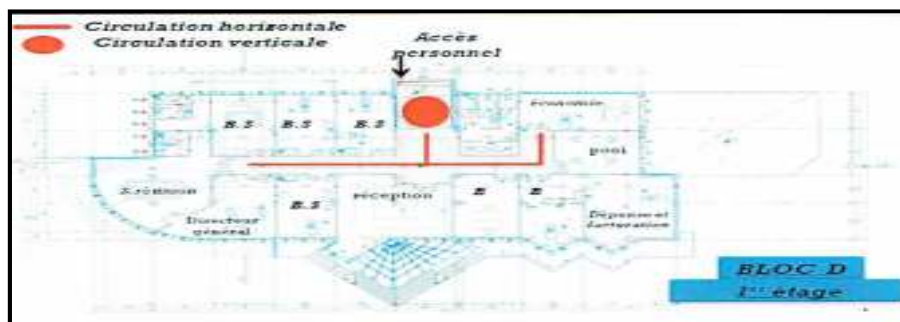


Figure 90 : Plan de Premier étage, Bloc C.

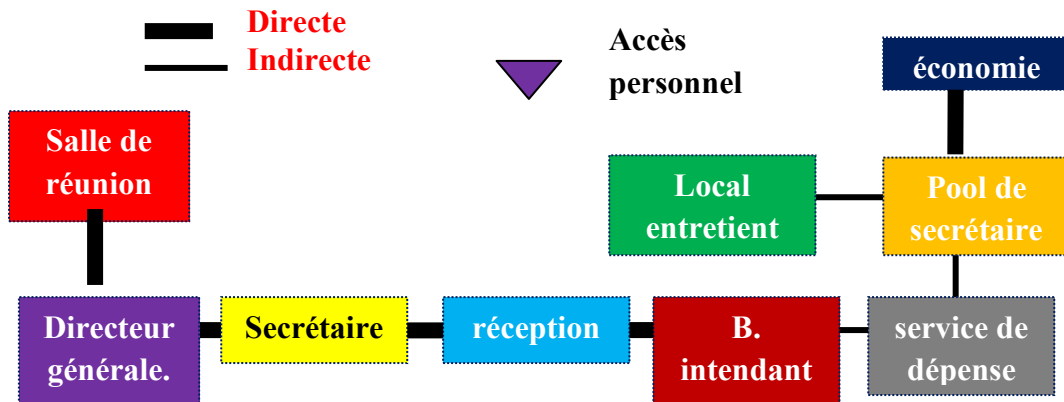


Figure 91 : Organigramme spatial de premier étage Bloc C.

Bloc A: Deuxième étage:

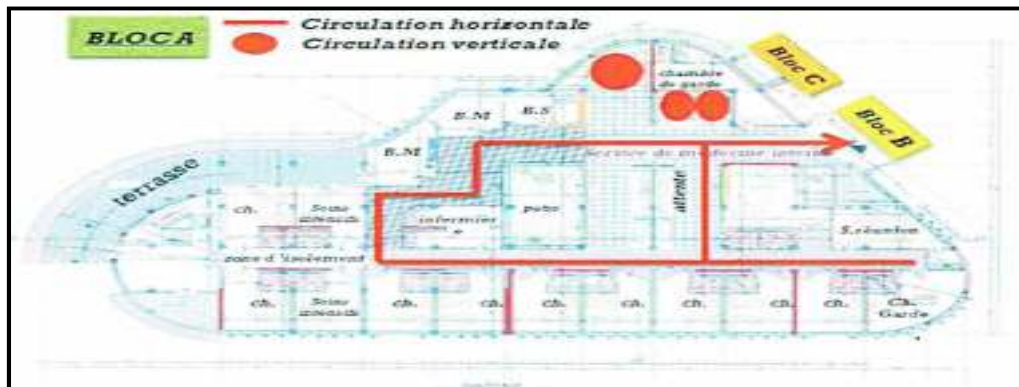


Figure 92 : Plan de deuxième étage, Bloc A.

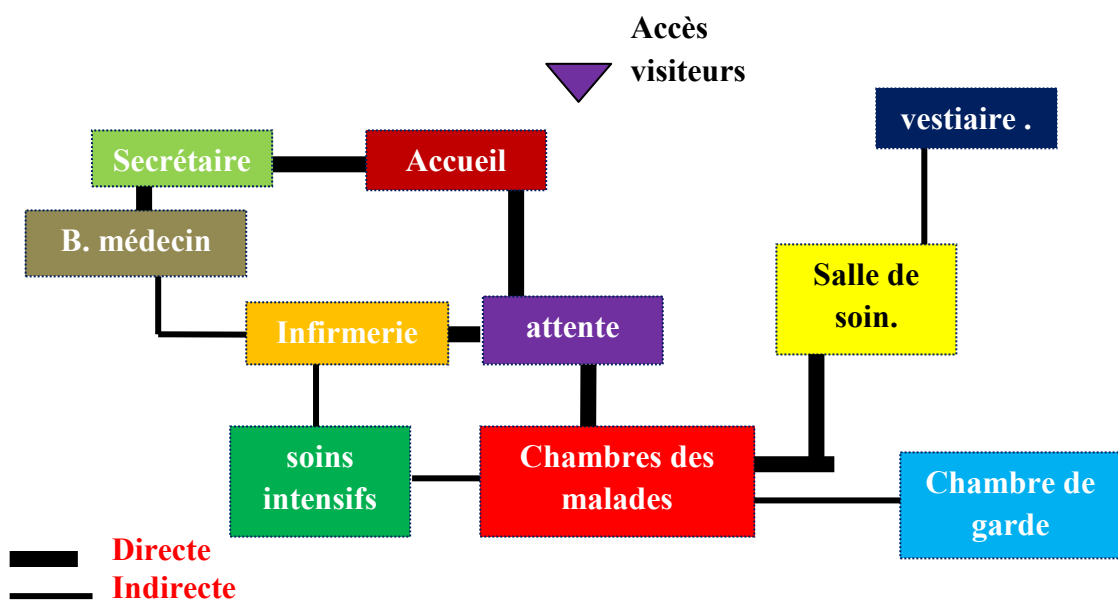


Figure 93 : Organigramme spatial de deuxième étage Bloc A.

Remarque:

Transformation fonctionnelle de chambre de garde à vestiaire, et transformation fonctionnelle de service d'office à salle de soin.

Les chambres des malades de Bloc A sont orientées vers l'est, la position des lits est parallèlement à la façades.

Bloc B: Deuxième étage.

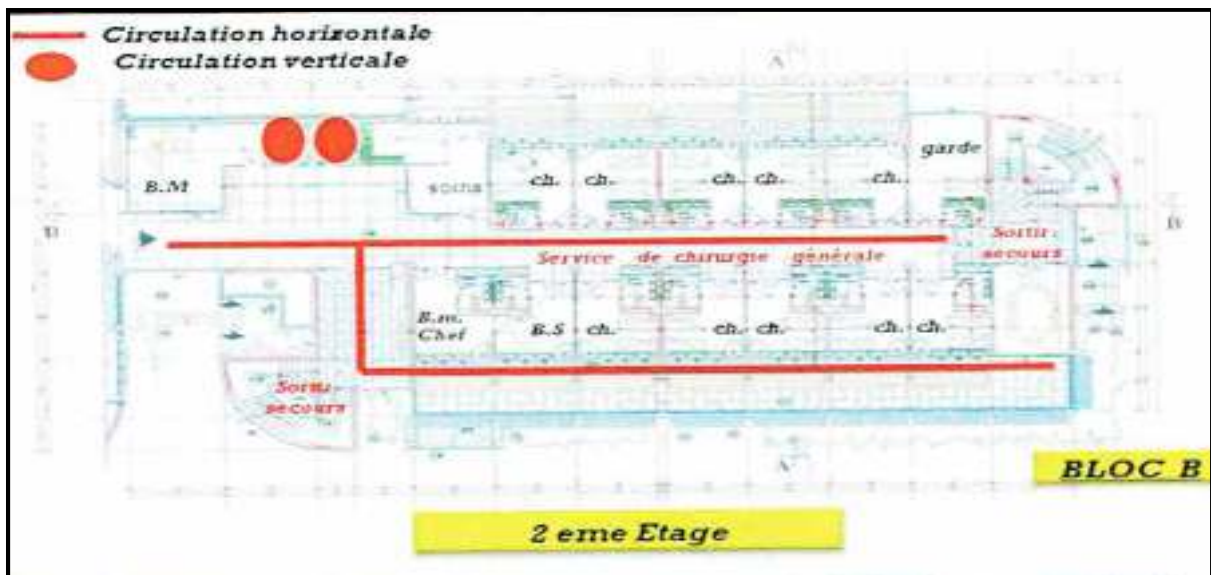


Figure 94 : Plan de deuxième étage, Bloc B.

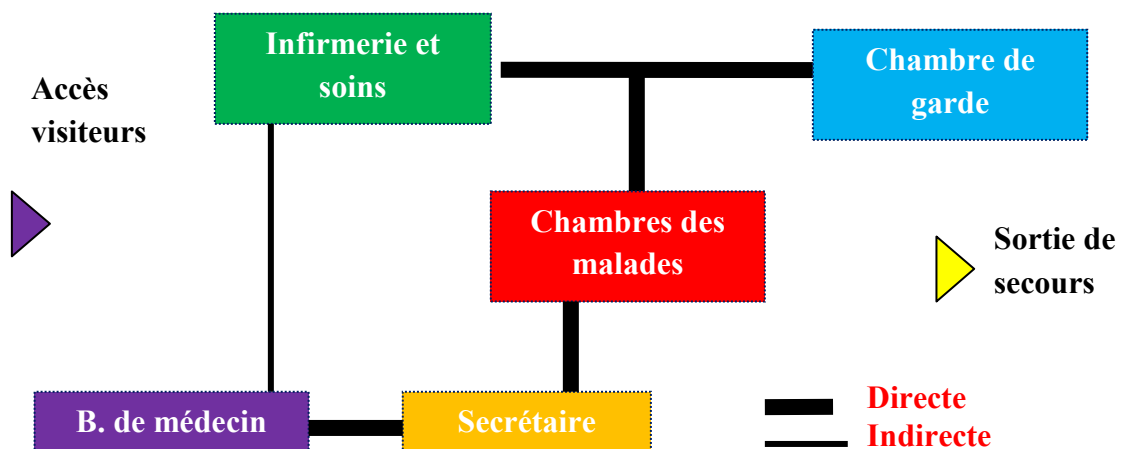


Figure 95 : Organigramme spatial de deuxième étage Bloc B.

Bloc A: Troisième étage:

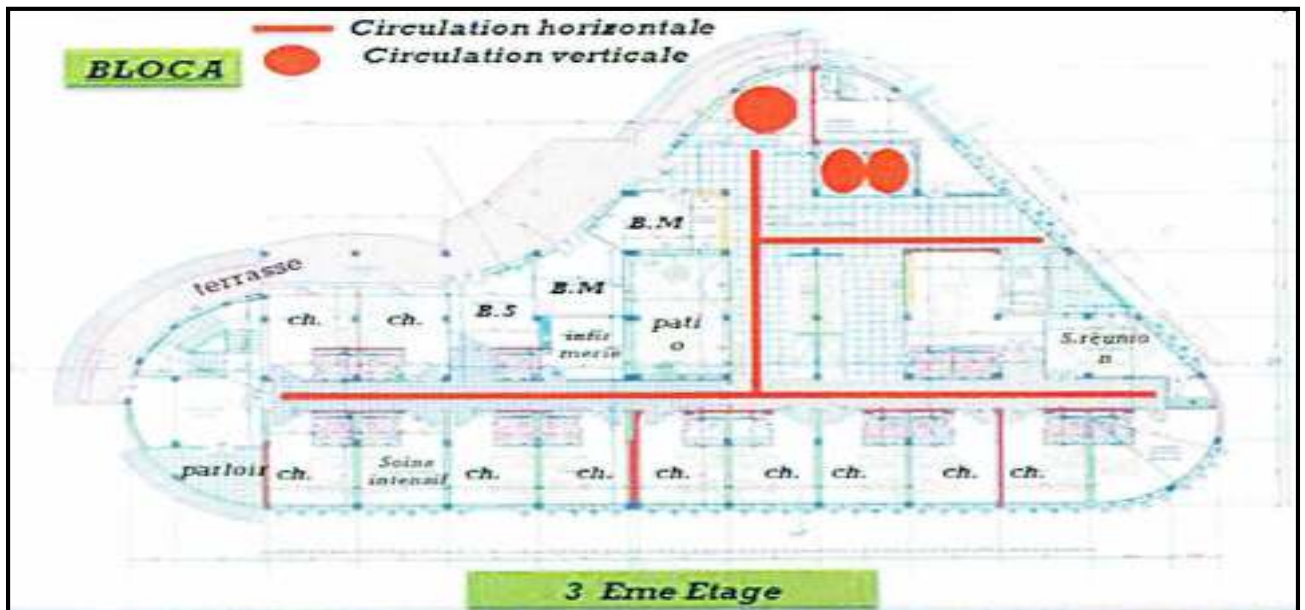


Figure 96 : Plan de troisième étage, Bloc A.

n. Conclusion:

L'hôpital El-Hadjar est un établissement hospitalier de type poly blocs composé de plusieurs fonctionnements , qui sont plus au moins insuffisant.

- Manque des cabinets de consultation externe.
- Absence de la salle stérilisation centrale, qui présente un espace très important dans les hôpitaux.
- Mal implantation des urgences qui donne un sens de perturbation pour les patients.
- La présence d'une surface importante d'espace vert, bien soigné et traité, donne une influence positive de l'image extérieure.
- Hiérarchisation des aires de stationnement selon la priorité.
- Absence de la séparation entre les différents flux mécaniques.
- Le service d'urgence présente un manque au niveau des chambres d'examen.
- L'absence de séparation entre certains types de circuits intérieurs.
- L'utilisation des patios pour l'éclairage naturel.
- Toutes les chambres sont bien éclairées et aérées naturellement.

Synthèse:

L'espace bâti occupe une surface de 3915m², soit une 30% de la surface totale du projet, l'espace non bâti occupe, une surface de 9325m², soit 70% de la surface totale.

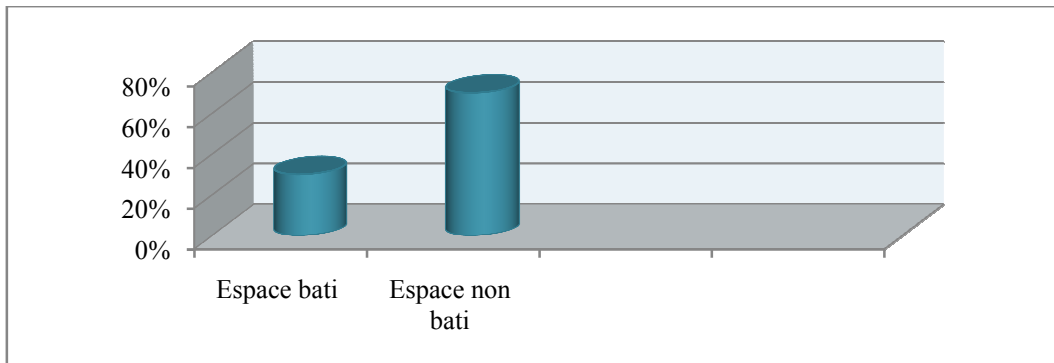


Figure 97 : Occupation d'espace Bâti/non bâti.

Service	Surface	Pourcentage
Hospitalisation	5560m ²	55%
Plateau technique	1400m ²	14%
Service externe	1015m ²	10%
administration	600m ²	6%
Locaux technique et moyens généraux	1500m ²	15%

Tableau 12 : Surface des différents services de l'hôpital.

IV.2.2. L'exemple livresque: centre hospitalier intercommunal de Toulon.

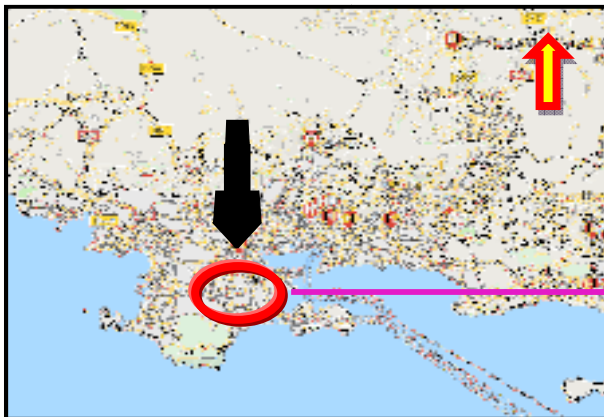
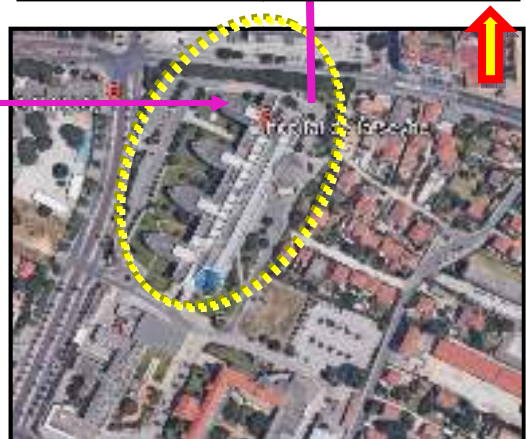


Figure 98 : Situation d'hôpital Seyne de la mer(Source: Google earth/2018).



A. Fiche technique:

Situation: la Seyne sur mer, France.

Programme: un nouvel hôpital 190 lits.

Année: 1994.

Maitre d'œuvre: centre hospitalier intercommunal

B. L'environnement immédiat :

L'hôpital est situé dans un quartier en marges de la ville, entre ilots pavillonnaire et ZUP⁸².

L'hôpital est intégré dans la trame principale de la ville proche de port.



C. L'accessibilité:

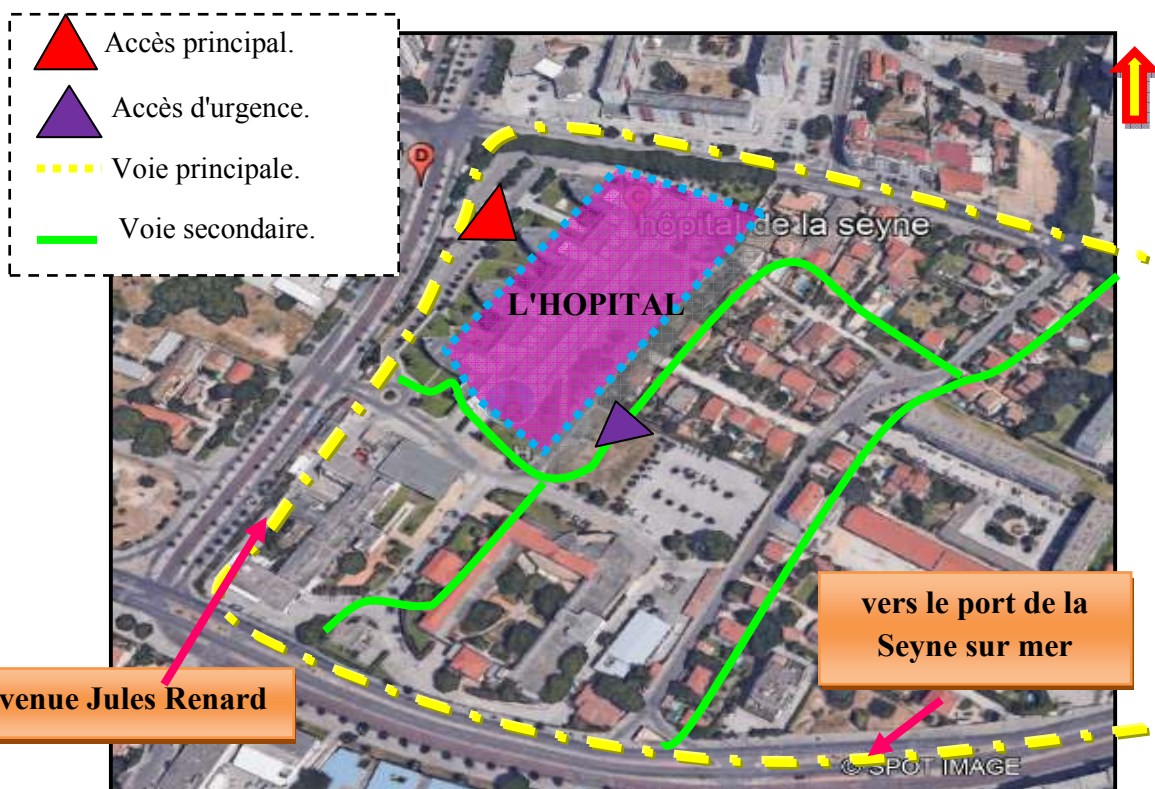


Figure 99 : L'accessibilité (Source: Google earth réadapté par l'auteur/2018).

L'hôpital a une bonne accessibilité :bordé par des voies principales.

Deux accès extérieur de l'hôpital:

Accès principale de l'avenue Jule Renard.

Accès d'urgence sur la voie secondaire des ilots pavillonnaires.

⁸² ZUP: Zone à urbaniser en priorité.



Figure 100 : Les entrées (Source: Google earth réadapté par l'auteur/2018).

D. Etude du plan de masse:

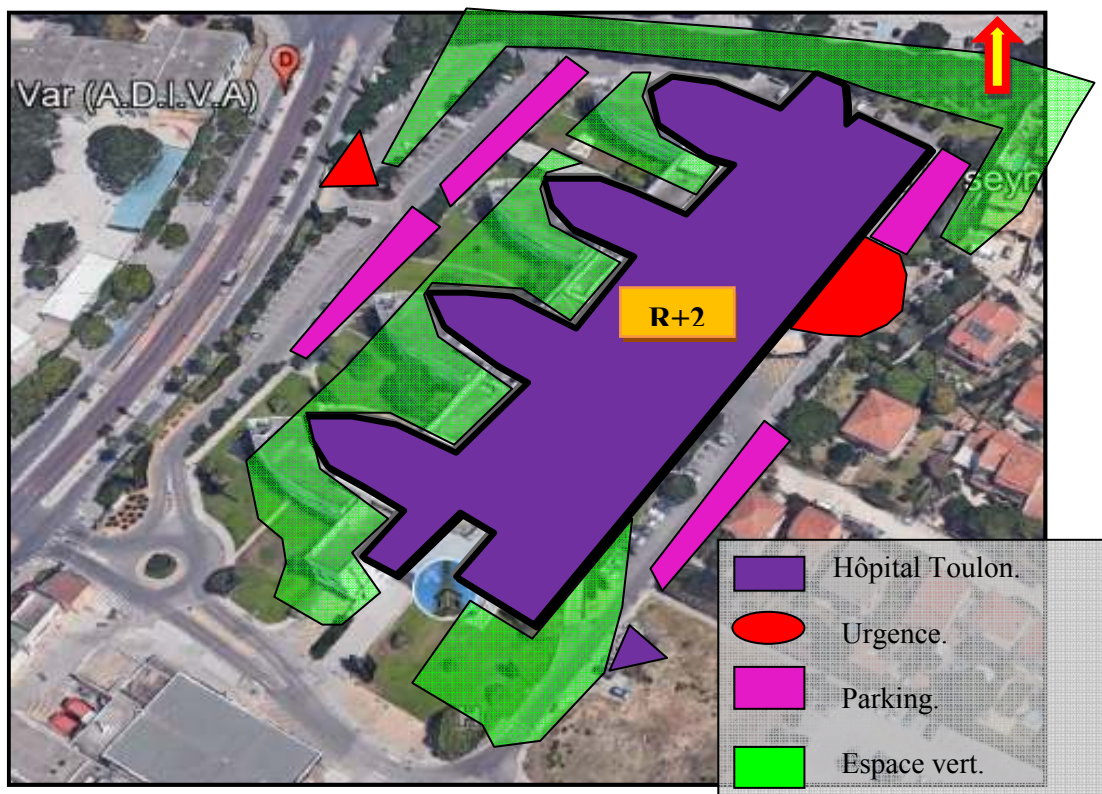


Figure 101 : Plan de masse (Source: Google earth réadapté par l'auteur/2018).

La conception générale s'appuie sur le développement de l'hôpital, selon une organisation linéaire rythmée par quatre peignes en forme de **coque de bateau**, de faible hauteur (R+2) bâti sur un terrain d'une longueur de 200m. Dégageant accès publics, aire de stationnement et espace vert.

La végétation pénètre dans les trois patios ouverts, ainsi délimités. Dans le premier, celui située le plus au nord, pénètre une allée minérale qui mène à l'entrée principale et marque

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

la liaison avec l'aire de stationnement. "le troisième" permet au café situé dans le hall-galerie de s'étendre en terrasse.

E. La volumétrie:



Figure 102 : La volumétrie (Source : bbg architectes sante/hôpital-la-Seyne-sur-mer 2018).

F. L'organisation fonctionnelle :

L'hôpital se développe selon une organisation linéaire, très fonctionnelle, trois fonctions sont dissociées par le bâti:

- L'hébergement: est situé dans la barre flanquée des bateaux de la façade principale.
- Le secteur médicaux technique : est organisé dans un bâtiment coque implanté en parallèle à l'arrière du terrain, sur lequel se greffent le service des urgences et ses accès.

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

- L'accueil et les parcours du public: sont clairement définis par un hall galerie parcourant toute la longueur de l'axe longitudinal du bâtiment, déployé sur toute sa hauteur. Cet espace véritablement unificateur du projet sépare, relie et irrigue les deux grands secteurs de l'hôpital.

cette rue hospitalière, d'une largeur de sept mètres et une longueur de 130 mètres, est baignée par la lumière zénithale que laissent diffuser les châssis vitrés des sheds de sa toiture. Elle comporte une banque d'accueil, des espaces d'attente, de la végétation, des boutiques et un café. De part et d'autre, sur les deux étages, des coursives ouvertes sont reliées par les passerelles, renforçant les qualités de lisibilité de cet espace central dans lequel sont immédiatement repérables les escaliers et ascenseurs d'accès aux étages.

G. Les façades :



Figure 103 La façade (Source : bbg architectes sante/hôpital-la-Seyne-sur-mer 2018).

La façade du bâtiment d'hébergement est en béton de l'azure, percés de larges ouvertures protégés par des stores extérieures dans la partie linéaire qu'occupent les postes de soins et les locaux de service.

Les bateaux sont évidés en RDC et leurs façades sont soulignées par deux bandes noires constituées par les menuiseries des fenêtres des chambres, et les capotages d'acier habillant les trumeaux.

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

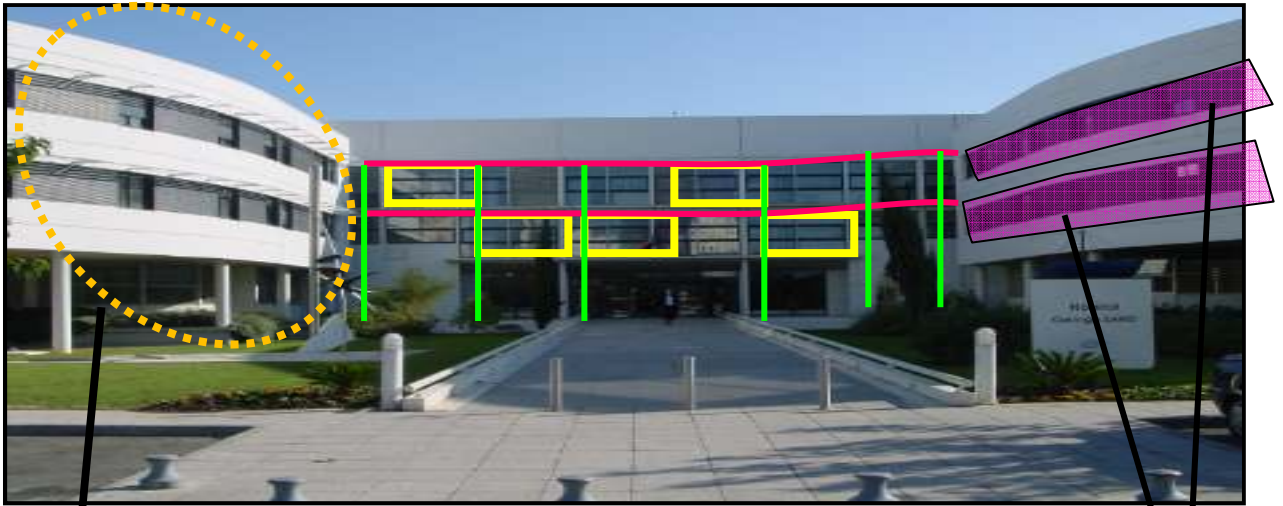


Figure 104 : Façade principale (Source : bbg architectes sante/hôpital-la-Seyne-sur-mer 2018).

La coque est en bacs d'aluminium , nervuré, et cintré.

les façades des bateaux, sont soulignées par deux bandes horizontales noires.

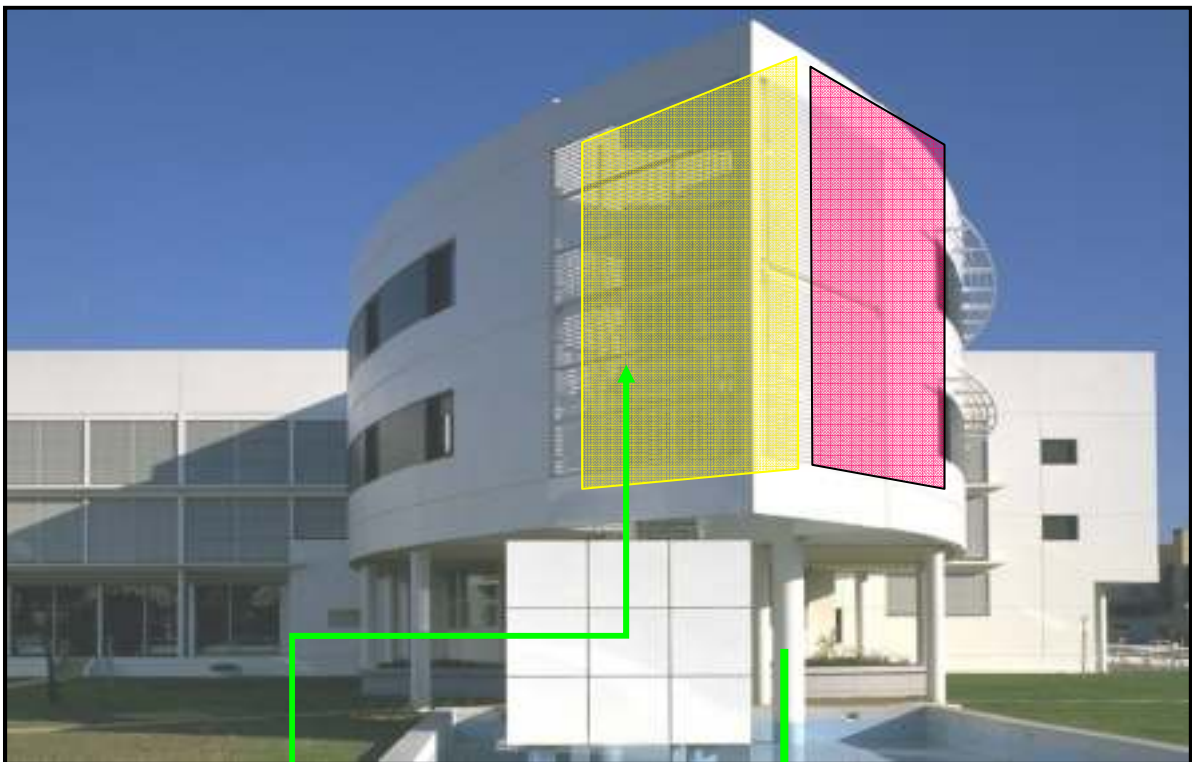


Figure 105 : Façade principale (Source : bbg architectes sante/hôpital-la-Seyne-sur-mer 2018).

La proue de chaque bateau abrite derrière, une claustrât métallique, des escaliers, les coques reposent sur des cubes, posé au milieu d'un bassin rectangulaire.

Cube composé de panneaux métal blanc, posé au milieu d'un bassin rectangulaire.

H. Etude d'intérieur:

l'hôpital est constitué de :

1. RDC:

- Administration.
- Laboratoire, radiologie, pharmacie, stérilisation.
- Consultation externe, urgence et admission.

2. Le premier étage:

- Hébergement : chirurgie générale et spéciale.
- Gynéco-obstétrique.
- Bloc opératoire et réanimation polyvalente.

3. Le deuxième étage:

- Hébergement : médecine générale et malade respiratoire.
- médecine générale et maladie circulatoire.
- Bloc obstétricale.
- Pédiatrie.
- Consultation externe.

A. Au niveau de RDC:



Figure 106 : Plan de RDC de l'hôpital Seyne sur mer.

L'organigramme spatial:

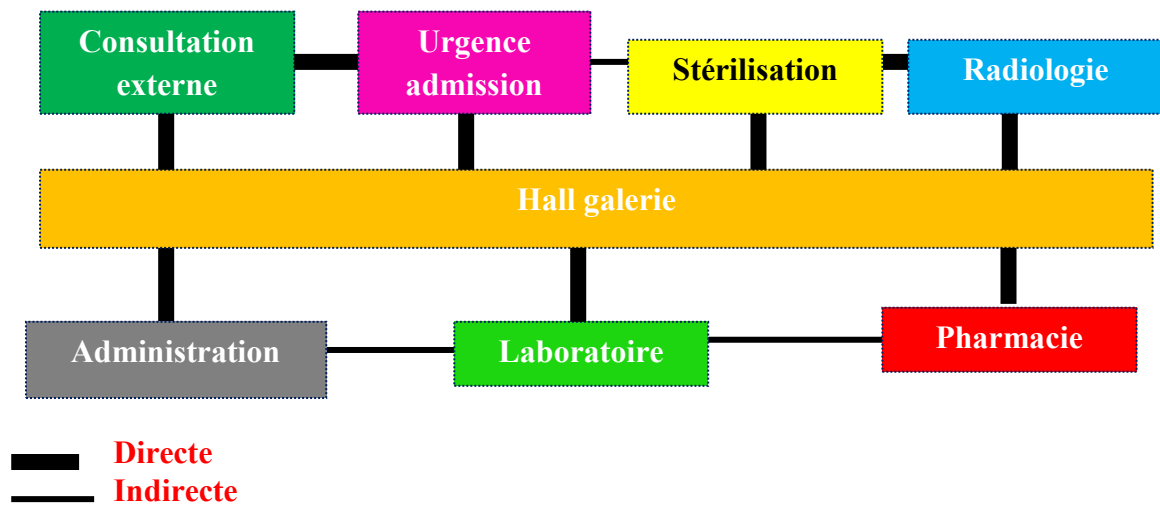


Figure 107 : Organigramme spatial de RDC.

L'organigramme fonctionnel:

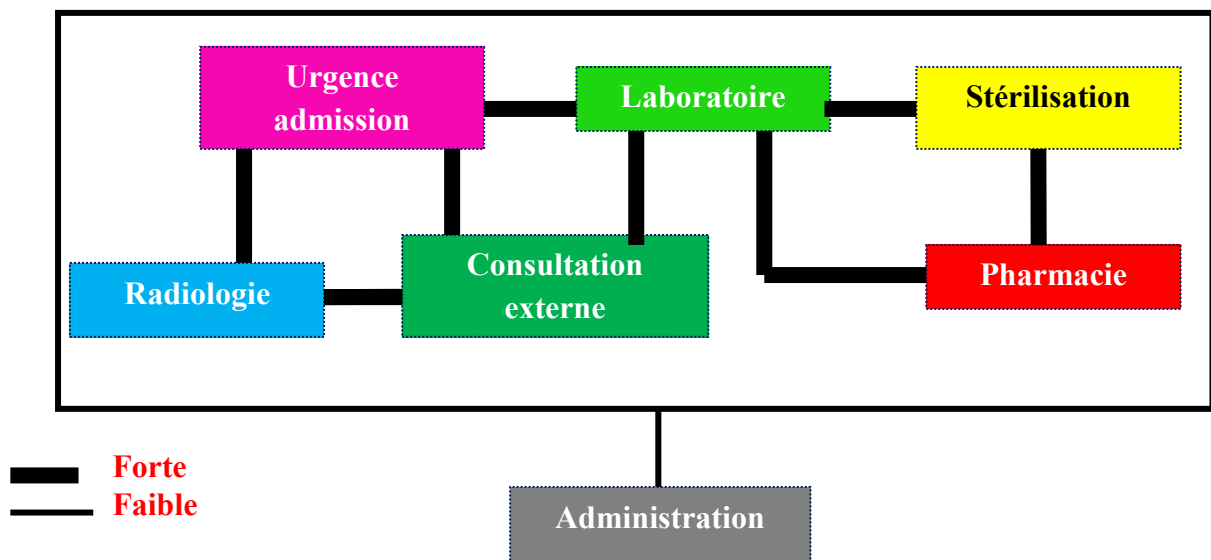


Figure 108 : Organigramme fonctionnel de RDC.

Hall galerie:

Cette rue hospitalière, d'une largeur de sept mètres (distances minimum par rapport à la hauteur, en fonction de la réglementation incendie) et d'une longueur de 130 mètres, est baignée par la lumière zénithale. Elle comporte une banque d'accueil, des espaces d'attentes, de la végétation, des boutiques et un café. De part et d'autre, sur les qualités de lisibilité de cet espace central dans lequel sont immédiatement repérables, les escaliers et ascenseurs d'accès aux étages.

B. Au niveau de premier étage:

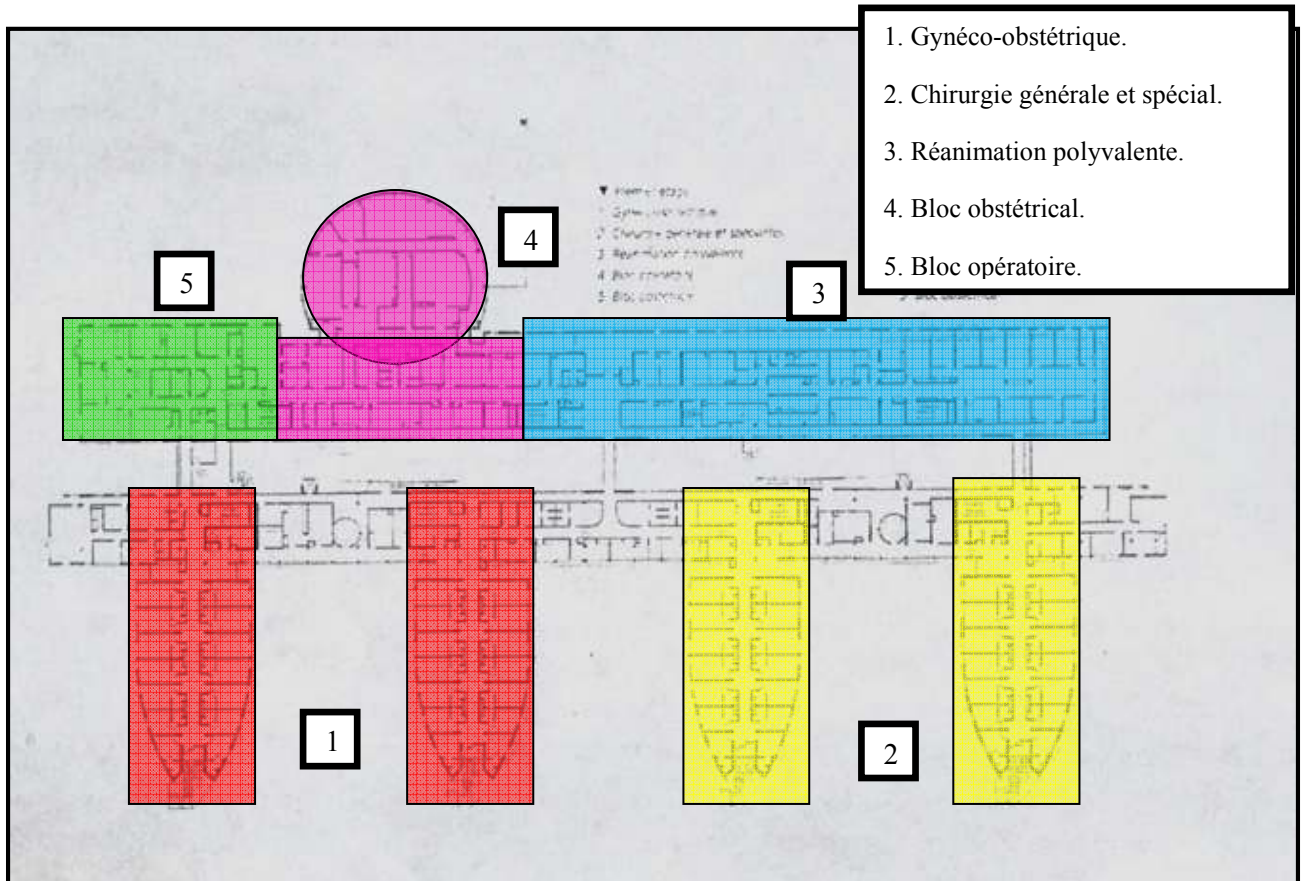
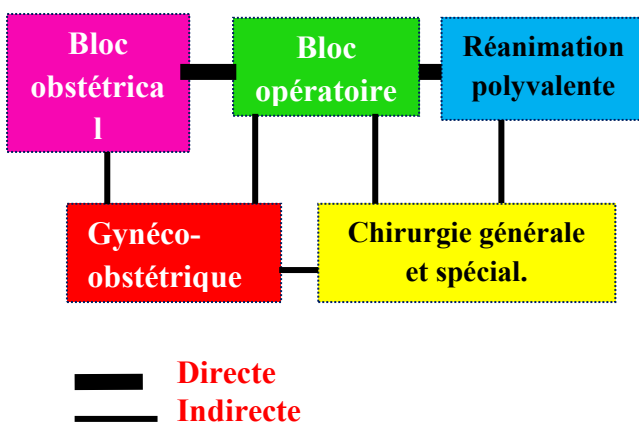


Figure 109 : Plan de premier étage de l'hôpital Seyne sur mer.

L'organigramme spatial:



L'organigramme fonctionnel:

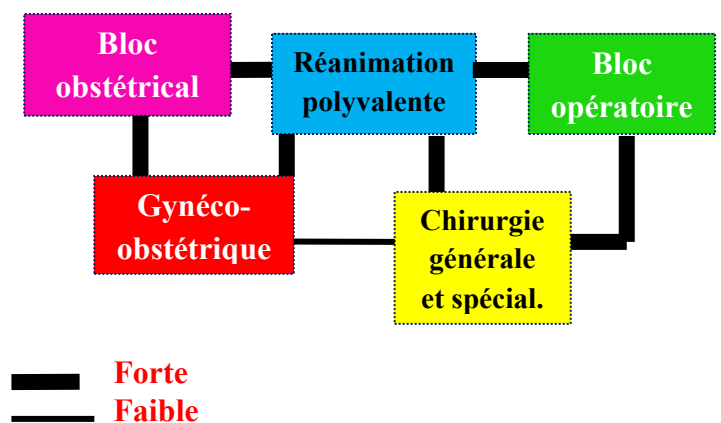


Figure 110 : Organigramme spatial et fonctionnel de premier étage

B. Au niveau de Deuxième étage:

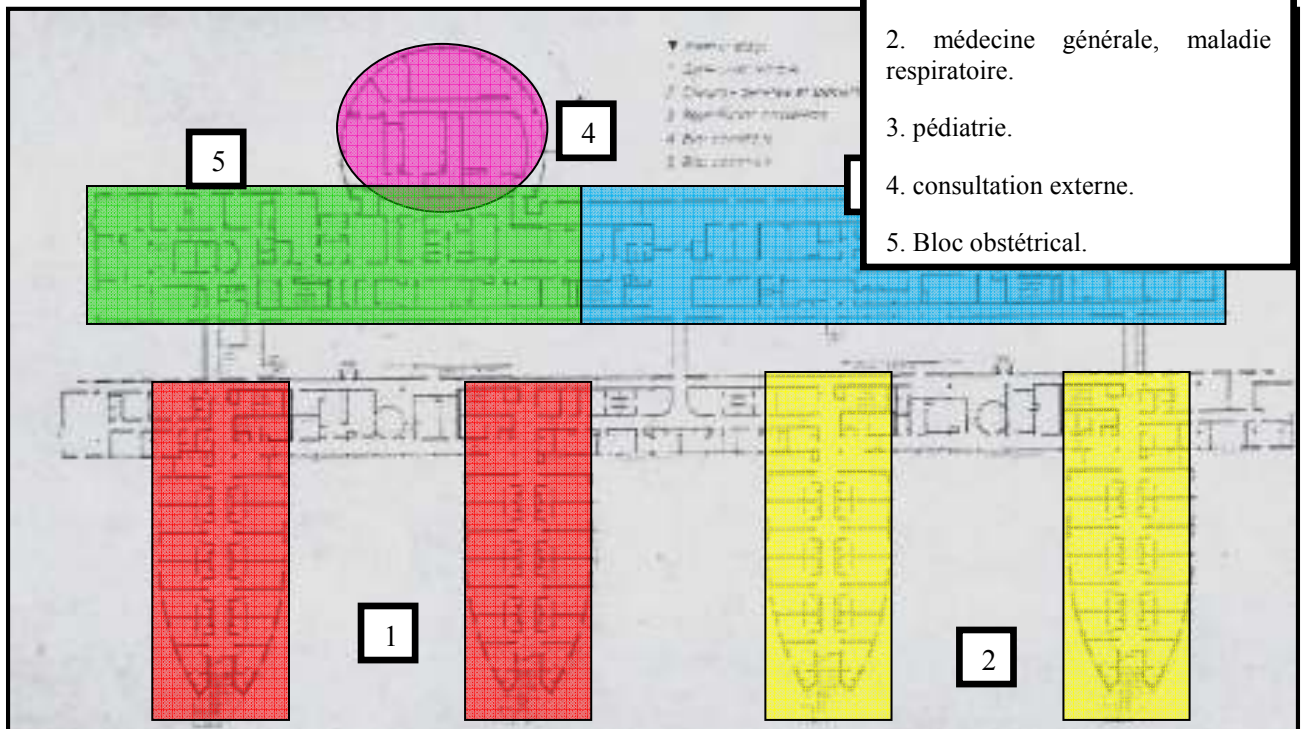
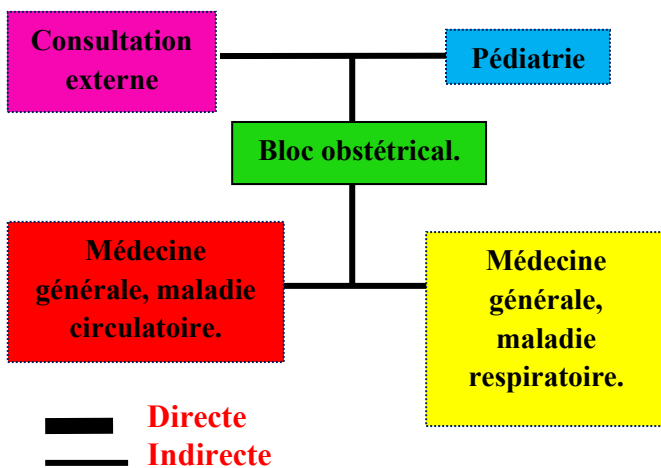


Figure 111 : Plan de deuxième étage de l'hôpital Seyne sur mer.

L'organigramme spatial



L'organigramme fonctionnel:

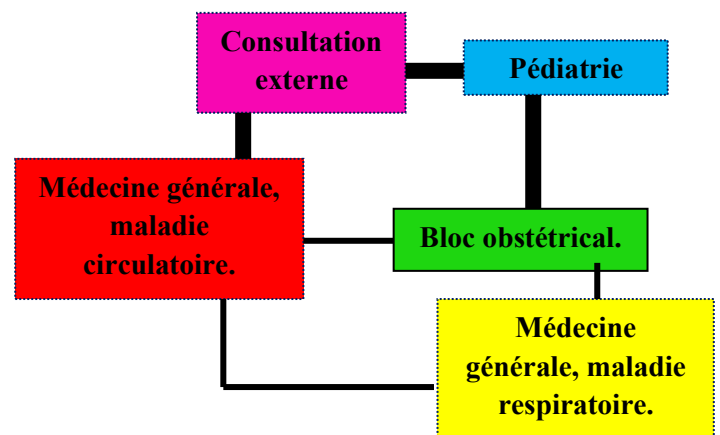


Figure 112 : Organigramme spatial et fonctionnel de 2ème étage

I. Synthèse:

L'espace bâti occupe une surface de 6740 m², soit une 40% de la surface totale du projet, l'espace non bâti occupe, une surface de 10090 m², soit 60% de la surface totale.

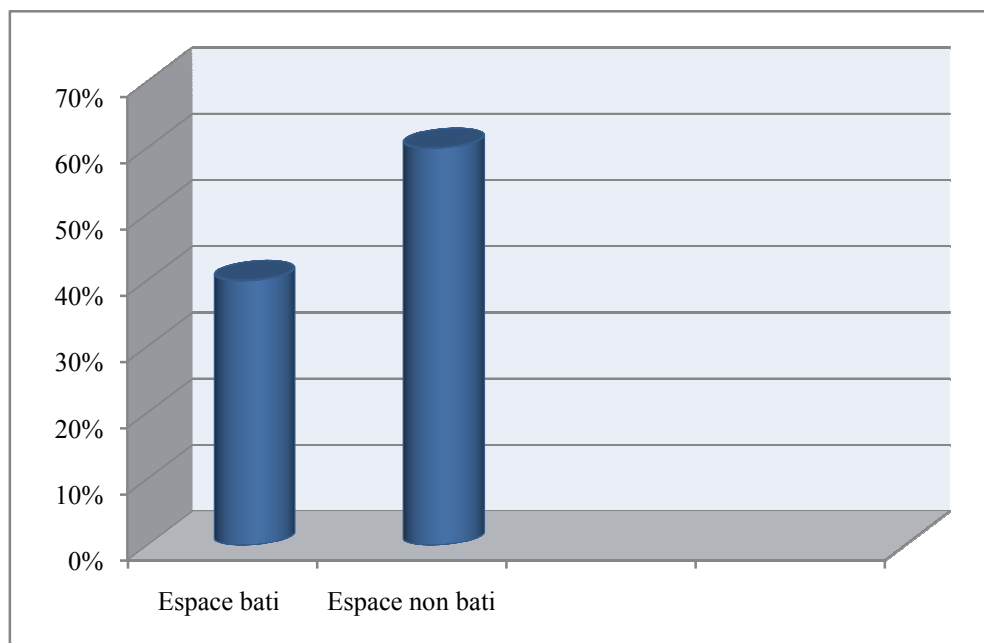


Figure 113 : Occupation d'espace Bâti/non bâti.

Service	Surface	Pourcentage
Hospitalisation	5300 m ²	39 %
Plateau technique	4980 m ²	36 %
Service externe	1850 m ²	14 %
administration	600 m ²	04 %
Accueil et galerie hospitalière	910 m ²	07 %

Tableau 13 : Surface des différents services de l'hôpital.

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

IV.3. Programmation spatiale et fonctionnelle :

D'après l'analyse des exemples avec leur programme et le programme officiel, on conclut avec le programme retenu ci-après.

Désignation	Exemple 01		Exemple 02		Programme officiel.		Programme retenue	
	Nombre	Surface	Nombre	Surface	Nombre	Surface	Nombre	Surface
Hall d'accueil	/	/			01	300	01	300
Poste de surveillance	01	20			01	18	01	20
Accueil et orientation	/	/			01	20	01	20
Bureau d'admission	/	/			01	18	01	18
caisse	01	20			01	15	01	20
Bureau mouvement de population	/	/			01	18	01	18
Cafétéria	/	/			01	80	01	80
Sanitaire	02	25			02	20	02	20
I. Hospitalisation					5300 m ²			
A. Unité de médecine:								
Grand hall d'hospitalisation.	01	150			01	200	01	180
Chambre à 2 lits avec sanitaires, un lave mains et coin douche.	15	25			13	24	14	25
Chambre individuelle.	02	30			/	/	02	30
Salle de soins intensifs de 04 postes avec poste de surveillance intégré dans l'unité:	03	25			01	48	02	35
Bureau du surveillant chef d'unité.	01	20			01	18	01	20
Salle spacieuse pour préparation de soins avec rangement pour produit pharmaceutique et consommables.	/	/			01	30	01	30

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

Salle de séjour pour accueil famille dépôt.	01	30			01	20	01	25
Linge propre.	/	/			01	14	01	14
Dépôt linge sale.	/	/			01	06	01	06
Bureau pour le personnel paramédical	/	/			01	18	01	18
Espace détente	/	/			01	30	01	30
Bloc sanitaire personnel H/F	01	18			01	20	01	20
Office alimentaire	01	25			01	30	01	30
Local d'entretien	/	/			01	10	01	10
Bureau spacieux pour 04 médecins	01	40			01	30	01	35
Bureau de médecin chef	01	25			01	22	01	25
Local de stockage de matériel	/	/			01	30	01	30
Une chambre de garde avec sanitaire et douche	01	20			01	18	01	20
Une salle de staff	02	30			01	35	02	30
Vidoir	/	/			01	10	01	10
Secrétaire médical avec archive	01	20			01	30	01	25
931.00								

B. Unité de chirurgie de 20 lits. Chambres à 02 lits avec sanitaires, un lave mains et coin douche.	10	25			08	24	09	25
Salle de soins intensifs de 04 postes avec poste de surveillance intégré dans l'unité.	01	35			01	42	01	40
Bureau de surveillant médical chef	01	16			01	18	01	16

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

d'unité.								
Salle spacieuse pour préparation de soins avec rangement pour produit pharmaceutique et consommables.	/	/			01	30	01	30
Salle de séjour pour accueil famille	01	30			01	20	01	25
Dépôt linge propre	/	/			01	14	01	14
Dépôt matériel.	/	/			01	20	01	20
Bureau pour le personnel paramédical	/	/			01	18	01	18
Espace détente	/	/			01	30	01	30
Bloc sanitaire personnel H/F	01	20			01	20	01	20
Office alimentaire	/	/			01	30	01	30
Local d'entretien	/	/			01	10	01	10
Bureau spacieux pour 04 médecins	01	25			01	30	01	30
Bureau de médecin chef	01	16			01	24	01	20
Local de stockage de matériel	/	/			01	30	01	30
Une chambre de garde avec sanitaire et douche	01	15			02	18	02	15
Une salle de staff	/	/			01	36	01	36
Vidoir	/	/			01	10	01	10
Secrétaire médical avec archive	/	/			01	30	01	30
646,00								
C. Unité de pédiatrie de 16 lits. Chambres à 02 lits avec sanitaires, un lave mains et coin douche.	/	/			08	24	08	24
Salle de soins intensifs de 04 postes avec poste	/	/			01	45	01	45

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

de surveillance intégré dans l'unité.								
Bureau de surveillant médical chef d'unité.	/	/			01	18	01	18
Salle spacieuse pour préparation de soins avec rangement pour produit pharmaceutique et consommables.	/	/			01	30	01	30
Salle de séjour pour accueil famille	/	/			01	20	01	20
Dépôt linge propre	/	/			01	14	01	14
Dépôt linge sale	/	/			01	06	01	06
Bureau pour le personnel paramédical	/	/			01	18	01	18
Espace détente	/	/			01	30	01	30
Bloc sanitaire personnel H/F	/	/			01	20	01	20
Office alimentaire	/	/			01	24	01	24
Local d'entretien	/	/			01	10	01	10
Bureau spacieux pour 04 médecins	/	/			01	32	01	32
Bureau de médecin chef	/	/			01	22	01	22
Local de stockage de matériel	/	/			01	36	01	36
Une chambre de garde avec sanitaire et douche	/	/			01	18	01	18
Une salle de staff	/	/			01	32	01	32
Vidoir	/	/			01	08	01	08
Secrétaire médical avec archive	/	/			01	30	01	30
Psychologue	/	/			01	24	01	24
Salle de jeux	/	/			01	32	01	32
616.00								
D. Maternité composée de 36 lits:								

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

Chambres à 02 lits pour 02 berceaux, avec sanitaires, un lave mains et coin douche.	/	/			16	24	16	24
Salle de soins intensifs de 04 postes avec poste de surveillance intégré dans l'unité.	/	/			01	46	01	46
Bureau de surveillant médical chef d'unité.	/	/			01	18	01	18
Salle spacieuse pour préparation de soins avec rangement pour produit pharmaceutique et consommables.	/	/			01	30	01	30
Salle d'échographie	/	/			01	32	01	32
Dépôt linge propre	/	/			01	14	01	14
Dépôt linge sale.	/	/			01	06	01	06
Bureau pour le personnel paramédical	/	/			01	18	01	18
Espace détente	/	/			01	30	01	30
Bloc sanitaire personnel H/F	/	/			01	20	01	20
Office alimentaire	/	/			01	24	01	24
Local d'entretien	/	/			01	10	01	10
Bureau spacieux pour 04 médecins	/	/			01	30	01	30
Bureau de médecin chef	/	/			01	24	01	24
Local de stockage de matériel	/	/			01	30	01	30
Une chambre de garde avec sanitaire et douche	/	/			01	18	01	18
Nursery d'une capacité de 04 berceaux.	/	/			01	42	01	42

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

Local biberonnerie communiquant avec la nursery.	/	/			01	20	01	20
Vidoir	/	/			01	10	01	10
Secrétaire médical avec archive	/	/			01	20	01	20
Une salle de staff	/	/			01	36	01	36
Bloc d'accouchement - 2 salles de naissance.	/	/			01	136	01	136
- 2 salles de pré travail de 3 lits chacune.	/	/			01	136	01	136

Salle de préparation de soins et pour stockage de médicaments et consommable.	/	/			01	30	01	30
Laverie	/	/			01	14	01	14
Salle de stérilisation et de stockage de matériel d'instrumentation.	/	/			01	30	01	30
Sage femme	/	/			01	34	01	34
Détente paramédical	/	/			01	24	01	24
Bloc sanitaire	/	/			01	15	01	15
entretien	/	/			01	10	01	10
Dépôt propre	/	/			01	14	01	14

1169.00

E. Unité de néonatalogie :								
Salle de 6 couveuses avec poste de surveillance et desk de travail, espace d'accueil.	/	/			01	34	01	34
Bureau de surveillant médical.	/	/			01	18	01	18

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

Bureau spacieux de 4 médecins.	/	/			01	34	01	34
Salle de détente des personnels	/	/			01	30	01	30
Chambre de garde avec sanitaire et douche.	/	/			01	18	01	18
Chambre de préparation pour transfert de nourrissons.	/	/			01	24	01	24
Salle d'allaitement.	/	/			01	24	01	24
Bibronnerie (préparation et distribution)	/	/			01	24	01	24
Bloc sanitaire pour personnel.	/	/			01	20	01	20
Stockage de matériel	/	/			01	36	01	36
Secrétariat médical avec archives.	/	/			01	30	01	30
Médecin chef	/	/			01	24	01	24
Entretien	/	/			01	08	01	08
Salle de staff	/	/			01	32	01	32
Dépôt linge propre	/	/			01	14	01	14
Dépôt linge sale	/	/			01	06	01	06
Vidoir	/	/			01	08	01	08
						384,00		
II. Plateau technique :								
A. Bloc opératoire :								
Local de translittement	/	/			01	32	01	32
Salle d'intervention	05	35			03	40	04	40
Préparation chirurgical	/	/			03	09	03	09
Préparation malades	/	/			03	10	03	10
Lavage chirurgicale	04	15			/	/	04	15
Sanitaire personnel H/F	/	/			01	20	01	20
Local de détente	01	40			01	35	01	35

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

du personnel du bloc.								
Dépôt matériel anesthésie	01	18			01	20	01	20
Dépôt instrumentation	/	/			01	20	01	20
Dépôt équipement roulant	/	/			01	24	01	24
Salle de staff	01	20			01	30	01	25
Bureau du chef de bloc	/	/			01	20	01	20
Salle de réveil pour 06 lits.	02	40			01	56	02	50
Local d'entretient.	/	/			01	14	01	14
espace de stérilisation.	/	/			01	150	01	150
598,00								
Unité réanimation:								
Chambre individuelle.	02	25			/	/	02	25
Chambre commune.	04	30			/	/	04	30
Chambre de garde	01	16			/	/	01	16
Bureau médecin chef	01	18			/	/	01	18
Linge propre	01	10			/	/	01	10
Linge sale	10	10			/	/	10	10
Sanitaire.	02	15			/	/	02	15
Dépôt pharmacie	01	10			/	/	01	10
Dépôt matériel.	01	20			/	/	01	20

B. Imagerie médicale :								
a. Locaux communs :								
Espace d'accueil	/	/			01	08	01	08
Espace d'attente malade.	/	/			01	10	01	10
Bureau surveillant médical	/				01	14	01	14
Salle de staff pour tout le service d'imagerie	/	/			01	36	01	36
Détente pour les	/	/			01	36	01	36

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

manipulateurs radiologie.								
Bloc sanitaire, vestiaire personnel H/F	/	/			01	25	01	25
Bloc sanitaire homme et femme pour le public	/	/			01	12	01	12
Local pharmacie	/	/			01	06	01	06
Stock produit et radiologie	/	/			01	20	01	20
Local d'entretien équipements médicaux	/	/			01	12	01	12
Laverie	/	/			01	07	01	07
Bureau radiologue	/	/			01	24	01	24
Bureau pour secrétariat médical	/	/			01	30	01	30
B. Equipement de radiologie /table numérisée polyvalente télécommandée :								
Salle équipée	01	60			01	50	01	55
Attente malade	/	/			01	10	01	10
déshabilleurs	03	03			02	02,5	02	03
C. salle d'échographie local pour l'échographie avec sas de déshabillage (tringle circulaire avec rideau)	01	20			01	35	01	30
D. salle d'écho doppler Salle avec sas de déshabillage (tringle circulaire avec rideau)	/	/			01	35	01	35
E. salle panoramique dentaire numérique.	/	/			01	30	01	30
F. Locaux pour un scanner. Salle pour le scanner.	01	40			01	50	01	45

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

Salle pour pupitre.	/	/			01	20	01	20
Salle de préparation.	01	30			01	25	01	25
Salle d'attente malade	/	/			01	05	01	05
Déshabillloirs.	01	3			02	02.5	02	03
510,00								
C. Laboratoire:								
C.1. Poste de transfusion sanguin:								
Bureau du médecin chef.	/	/			01	14	01	14
C.1.a. Unité de collecte de sang:								
Accueil information	01	25			01	16	01	20
Bureau de fichiers de donneur	/	/			01	12	01	12
Salle d'attente avec sanitaires H/F pour donneurs.	01	30			01	20	01	25
Salle de consultation médicale	01	25			01	18	01	20
Salle de prélèvement de 03 postes.	01	25			01	32	01	30
Salle de collation + coin cuisine attenant.	01	25			01	30	01	30
C.1.b. Unité d'analyse:								
Salle de collecte.	/	/			01	16	01	16
Laboratoire immuno-hématologie.	/	/			01	20	01	20
Laboratoire de sérologie	/	/			01	20	01	20
C.1.c. Unité de stockage et de distribution:								
Chambre froide.	/	/			01	08	01	08
Espace guichet pour la	01	15			01	12	01	12

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

distribution.								
Chambre de garde attenante à la salle de distribution.	/	/			01	14	01	14
Laboratoire d'urgence attenant à la chambre de garde.	/	/			01	20	01	20
Secrétariat	01	16			01	16	01	16
Bloc sanitaire pour personnel H/F	02	16			02	14	02	15
Salle de réserve générale (stockage des instruments de laboratoire)	/	/			01	12	01	12
Laverie	/	/			01	08	01	08
Local de stockage des produits d'entretien.	/	/			01	16	01	16
318,00								
C.2. Laboratoire de biologie: Accueil et orientation avec 02 guichets/ hospitalisés et externes.	01	12			01	16	01	15
Secrétariat médical commun avec archives	/	/			01	25	01	25
Salle de prélèvement et de tri des prélèvement avec 03 postes.	/	/			01	54	01	54
Bureau surveillant médical	/	/			01	16	01	16
Salle d'attente avec sanitaire H/F	01	15			01	16	01	16
Laboratoire de biochimie, hématologie et sérologie.	/	/			01	40	01	40
Laboratoire de microbiologie	/	/			01	40	01	40

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

avec sas d'isolement.								
Bureau pour pharmacien et médecin.	/	/			01	36	01	36
Salle de stockage et réfrigération.	/	/			01	20	01	20
Bloc sanitaire, vestiaire pour personnel H/F.	01	18			02	30	02	25
Local d'entretien.	/	/			01	12	01	12
Bureau chef de service	01	20			01	18	01	20
Détente pour les laborantins	/	/			01	18	01	18
341,00								
D. Stérilisation centrale:								
Zone sale	/	/	01	20	/	/	01	20
Réception des déchets.	/	/	01	20			01	20
Réception et tri des matériels	/	/	01	45	/	/	01	45
Réception et tri linge.	/	/	01	25	/	/	01	25
Décontamination linge	/	/	01	50	/	/	01	50
Lavage des matérielles	/	/	01	18	/	/	01	18
Lavage des chariots.	/	/	01	25	/	/	01	25
Zone de conditionnement	/	/	01	30	/	/	01	30
Dépôt stérile de linge	/	/	01	52	/	/	01	52
Dépôt stérile de linge	/	/	01	40	/	/	01	40
Bureau de hygiéniste.	/	/	01	20	/	/	01	20
Bureau chef service	/	/	01	20	/	/	01	20
sanitaire	/	/	02	20	/	/	02	20
III. Unité de consultation:								
Hall accueil et d'orientation avec espace d'attente.	01	70			01	45	01	60
Salles de consultation avec attente.	04	25			05	26	05	25

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

Bureau secrétariat pour les prises de rendez vous.	01	12			01	20	01	15
Bureau surveillant chef	/	/			01	20	01	20
Dépôt matériel	/	/			01	06	01	06
Bloc sanitaire malade	02	12			02	08	02	10
Bloc sanitaire avec vestiaire personnel.	01	16			01	15	01	15
Local d'entretien	/	/			01	10	01	10
Bureau pour l'assistante sociale.	/	/			01	24	01	24
278,00								
IV. Urgences:								
Hall de réception avec espace d'attente	/	/			01	50	01	50
Accueil et orientation avec guichet	01	15			01	12	01	15
Bloc sanitaire attente externe	01	25			01	18	01	20
Salles de consultation d'urgence dont 01 salle de consultation pour la gynécologie obstétrique (avec attente).	05	25			04	26	04	25
Salle de déchoquage	/	/			01	80	01	80
Bureau pour 04 médecins	01	25			01	30	01	30
Bureau de surveillant	/	/			01	14	01	14
Bloc sanitaire personnel.	01	20			01	20	01	20
Local d'utilité sale.	/	/			01	10	01	10
Salle de 06 lits boxés avec aire de surveillance des soins intégrés.	/	/			01	52	01	52

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

Bloc sanitaire malades (coté déchoquage te observation).	01	16			01	12	01	15
Salle de plâtre	01	20			/	/	01	20
Salle de soins intensifs	02	20			/	/	02	20
Chambre de garde	01	20			01	24	01	20
Préparation soins et pharmacie.	/	/			01	30	01	30
Laverie	/	/			01	08	01	08
Staff	/	/			01	15	01	15
Secrétariat médical et archive	/	/			01	20	01	20
Détente personnel	/	/			01	20	01	20
Entretien	/	/			01	10	01	10
Médecin chef	01	12			01	16	01	15
Dépôt propre	/	/			01	10	01	10
Dépôt sale.	/	/			01	08	01	08
548,00								

V. Unité hôpital du jour:								
Hall de réception avec espace d'attente.	/	/			01	46	01	4
Bureau de secrétariat	/	/			01	28	01	28
Bureau surveillant chef	/	/			01	24	01	24
Dépôt matériel	/	/			01	12	01	12
Salle de staff	/	/			01	44	01	44
Bloc sanitaire personnel	/	/			01	18	01	18
Local d'entretien	/	/			01	06	01	06
Bureau pour l'assistante sociale	/	/			01	34	01	34
Chambre a 2 lits avec sanitaires et lavabo.	/	/			04	24	04	24
Vidoir et laverie	/	/			01	16	01	16
Préparation de soins	/	/			01	30	01	30
Détente.	/	/			02	16	02	16
386,00								
VI. activités médicales soutien:								
A. Stomatologie:								
Cabinet de					02	30	02	30

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

stomatologie	/	/						
Accueil et RDV et attente	/	/			01	35	01	35
B. Logistique médicale mortuaire:								
Hall d'arrivé des corps- départ des convois	01	20			01	30	01	30
Bureau surveillant	/	/			01	20	01	20
Secrétariat et archive	/	/			01	30	01	30
Salle pour 05 casiers avec exposition des corps	01	35			01	40	01	40
Salle d'autopsie et de prélèvement sur cadavre.	01	25			01	30	01	30
Salle d'ablution.	01	25			01	30	01	30
Salle d'attente familiale.	/	/			01	30	01	30
210,00								
C. Logistique médicale pharmacie:								
C.1. Bloc technique:								
C.1.a. Unité de réception:								
Salle de réception et de contrôle des produits pharmaceutique.	01	20			01	18	01	20
C.2. Unité de stockage:								
Local pour médicaments.	/	/			01	14	01	14
Réactif de biologie avec chambre froide.	/	/			01	18	01	18
Produits chimiques et produits dentaires.	/	/			01	16	01	16
Local pour soluté	/	/			01	18	01	18

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

massif et pansement								
Local produits inflammables	/	/			01	12	01	12
Local instrumentation médicale.	/	/			01	15	01	15
C.3. Unité de préparation pharmaceutique:								
Préparation	/	/			01	24	01	24
Laboratoire galénique avec hotte.	/	/			01	28	01	28
C.4. salle de distribution avec guichet.	01	20			01	15	01	18
D. Bloc administratif:								
Bureau pour 02 pharmaciens.	/	/			01	24	01	24
						178,00		
Salle pour technicien (informatisé pour la gestion matières).	/	/			01	15		
Bureau surveillant médicale.	/	/			01	20	01	20
Salle de réunion	01	20			01	24	01	24
Chambre de garde avec toilette et douche	01	15			01	12	01	15
Sanitaire, vestiaire personnel H/F	01	20			01	24	01	20
archives	/	/			01	30	01	30
						146,00		
VII. Administration:								
Direction:								
Bureau communication.	/				01	35	01	35
Bureau d'ordre général	/	/			01	30	01	30

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

A. sous direction de l'administration et des moyens: Gestion des ressources humaines et du contentieux	01	25			01	35	01	30
Budget et comptabilité	01	16			02	25	01	20
Cout de santé	/	/			01	30	01	30
B. sous direction service économique des infrastructures et des équipements: Services économiques	01	30			01	30	01	30
Infrastructures équipements et maintenances.	/	/			02	25	02	25
C. sous direction de activités de santé. Bureau d'organisation, évaluation des activités de santé.	/	/			01	30	01	30
Bureau accueil orientation des activités socio-thérapeutiques.	0	25			02	25	02	25
D. Les archives : - 01 Local des archives administratives. - 01 local de reprographie. - 01 Bureau responsable. - 01 Secrétariat	/	/			01	50	01	50
	/	/			01		01	
	/	/			01		01	
	/	/			01		01	
E. Bureau des entrées: E.1. Admission : - Local avec 04 postes : 02 pour admission: 1. Sortie. 1. certificat de	/	/			01	36	01	36

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

séjour.								
E.2. Etat civil: - Local pour 03 postes: -Déclaration des décès. - Relation avec l'APC. - Relation avec le parquet.					01	30	01	30
E.3. Mouvement population hospitalière et statistique: Local avec 03 postes: - Mouvement population hospitalière. - Registre matricule. Registre mouvement des malades.					01	30	01	30
E.4. Facturation: Local avec 06 postes: - recherche de débiteurs, classement, exploitation fiche navette, recouvrement, prise en charge et contentieux.					01	50	01	50
E.5. Caisse. Bureau(frais participation à l'hôtellerie et à la restauration).					01	22	01	22
E.6. Archives: -Registre et imprimés. -Dossiers des malades. - bureau de l'archiviste. - salle d'exploitation des					01	90	01	90

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

dossiers.								
F. Local accueil avec 04 postes pour accueil et renseignement sanitaire.					01	12		
660,00								
G. Locaux techniques:								
A. Locaux techniques intégrés au bâtiment:								
Climatisation centrale.	01	25			01	15	01	20
Standard téléphonique	/	/			01	10	01	10
B. locaux techniques extérieurs au bâtiments.								
Poste transformateur électrique.	01	30			01	20	01	25
Groupes électrogènes.	/	/			01	20	01	20
Local des gaz médicaux.	/	/			01	20	01	20
Local chaufferie.	01	25			01	20	01	25
Livraison énergie électrique.	/	/			01	20	01	20
Les ateliers d'entretien.	/	/			02	50	02	50
Les magasins.	03	40			02	50	03	45
Locaux maintenances des équipements médicaux.	/	/			02	45	02	45
Garage et maintenance parc automobile.	01	120			1	100	01	100
Local incinération.	01	40			01	20	01	30
Local poubelle.	01	40			01	20	01	30
Bâche à eau.	01	30			01	20	01	25
01 poste de garde	01	10			01	20	01	15
450,00								
H. service généraux:								

Chapitre IV : Etude de projet : analyse, programmation, et intervention.

Cuisine et dépendance	01	220			01	214	01	220
Réfectoire	01	120			01	150	01	150
Lingerie buanderie	/	/			01	195	01	195
Archives générales	/	/			01	90	01	90
Sanitaires, douches, vestiaires, généraux (H/f).	02	30			02	65	02	45
						714,00		

Tableau 14 : Programme retenu (source: auteur).

IV.4. Genèse et démarche de projet :

Le projet proposé : un hôpital de 240 Lits situé à la nouvelle ville POS SUD de Guelma.

Dans une assiette de 35000 m².

Objectifs principale :

Adopter une démarche éco-responsable: (paramètres de l'architecture bioclimatique).

Principes à suivre :

- Utilisation de système passif et panneaux solaire
- Une conception de Haute Performance énergétique,
- Minimiser la consommation énergétique,
- Opter une éco conception :
 - Bioclimatique.
 - éco matériaux.
 - Traitement des eaux, et déchets.

IV.5. Schéma de principe :

Présentation de la méthode de conception :

La méthode utilisée pour la conception de l'idée de base du projet s'intitule « la métaphore».

Métaphore d'une section horizontale de la moelle épinière, où il est le centre principale des actions réfléchissantes, qui transmet des messages entre le cerveau et le reste du corps.

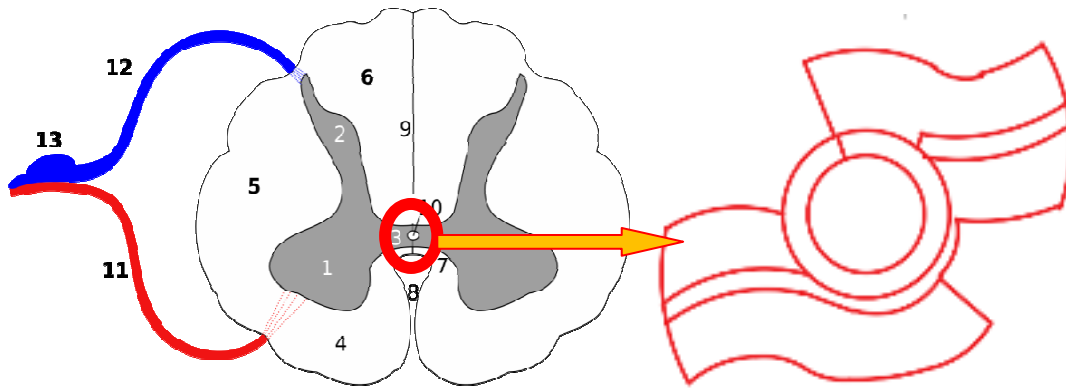


Figure 114 : La méthode de conception (Source:; auteur).

➤ **Première étape : les axes principaux :**

Le premier axe majeur : le boulevard de 20 m de largeur, sur lequel le projet est orientée.

L'exploitation de cet axe majeur par la construction d'une façade principale qui donne sur ce dernier pour enrichir le projet.

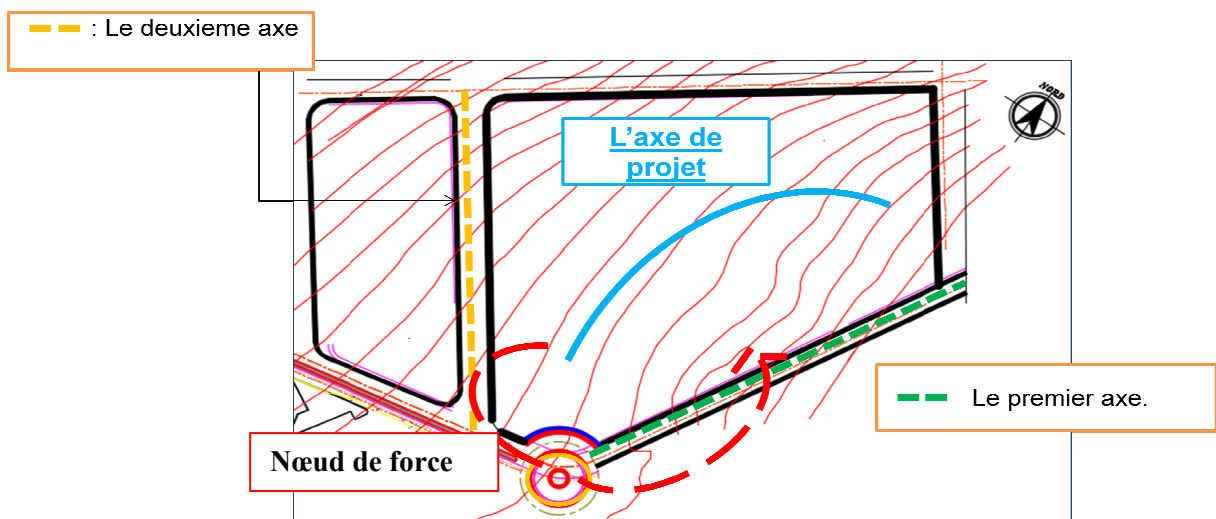


Figure 115 : Schéma indiquant les axes principaux. (Source : auteur).

➤ **Deuxième étape : les accès :**

Le projet est accessible par deux accès majeurs :

1. Accès principale : contient l'entrée principale piétonne et l'accès mécanique vers les parkings, qui se caractérise par un flux mécanique assez important.

2. Accès d'urgence.

- Accès secondaire : est un accès de service.

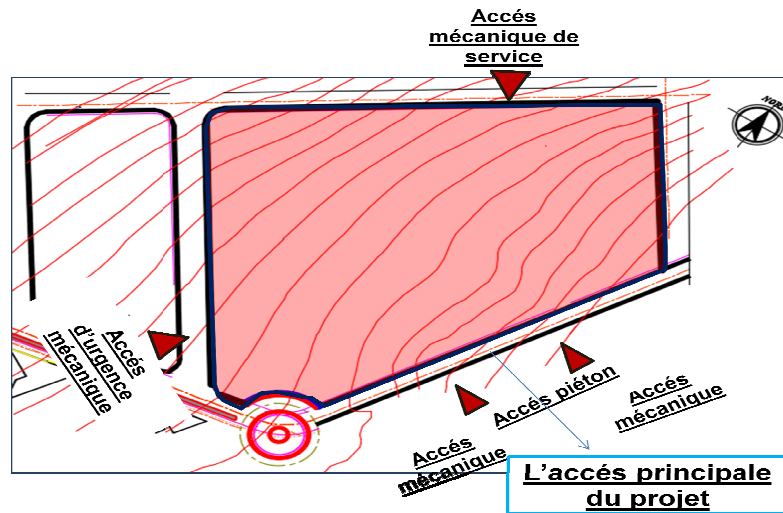


Figure 116 : Schéma indiquant les principaux accès (Source : auteur).

Troisième étape : Environnement.

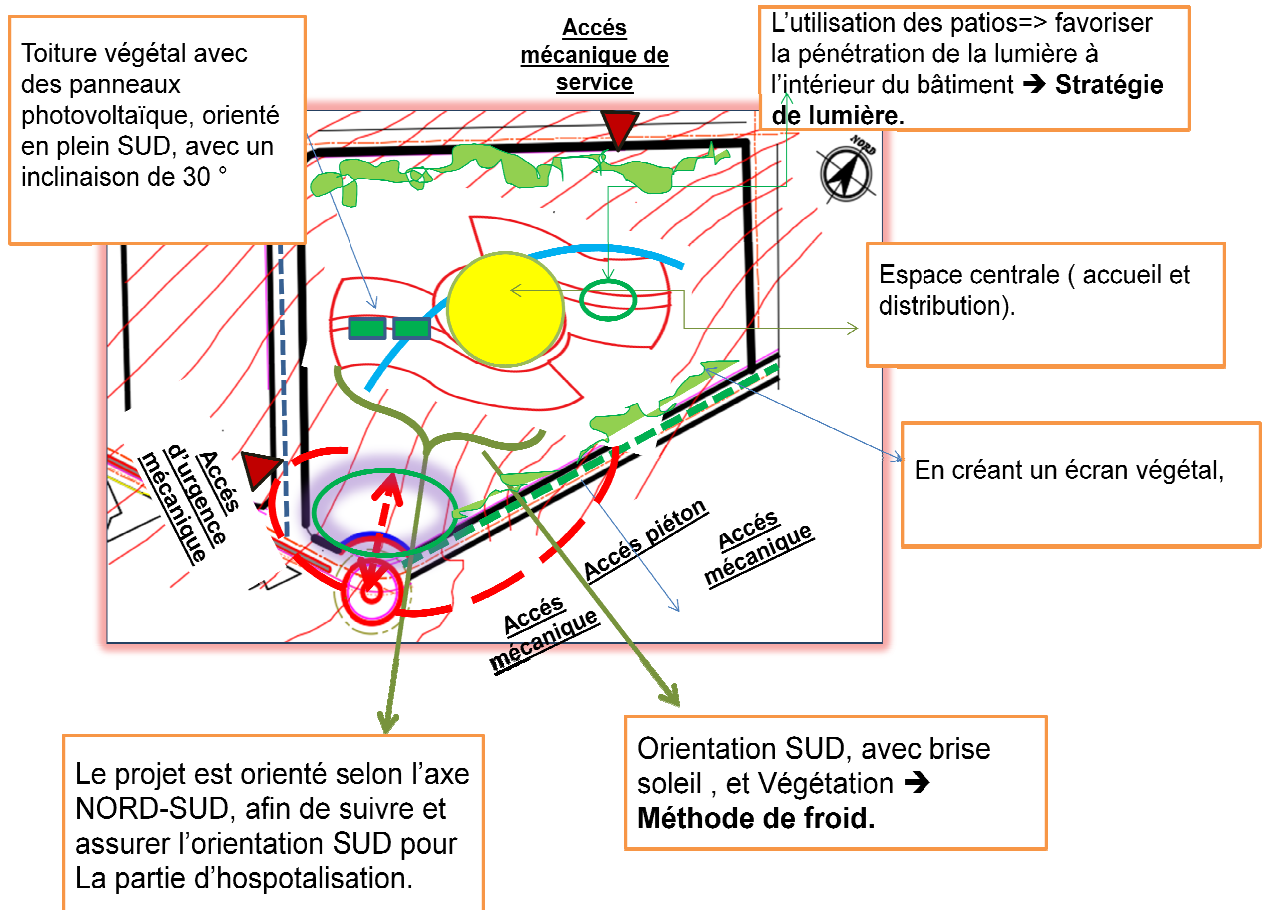


Figure 117 : Schéma indiquant les principaux accès (Source : auteur).

Quatrième étape : Schéma de principe

Le principe d'organisation spatiale est structuré suivant un mouvement de rotation comme suit :

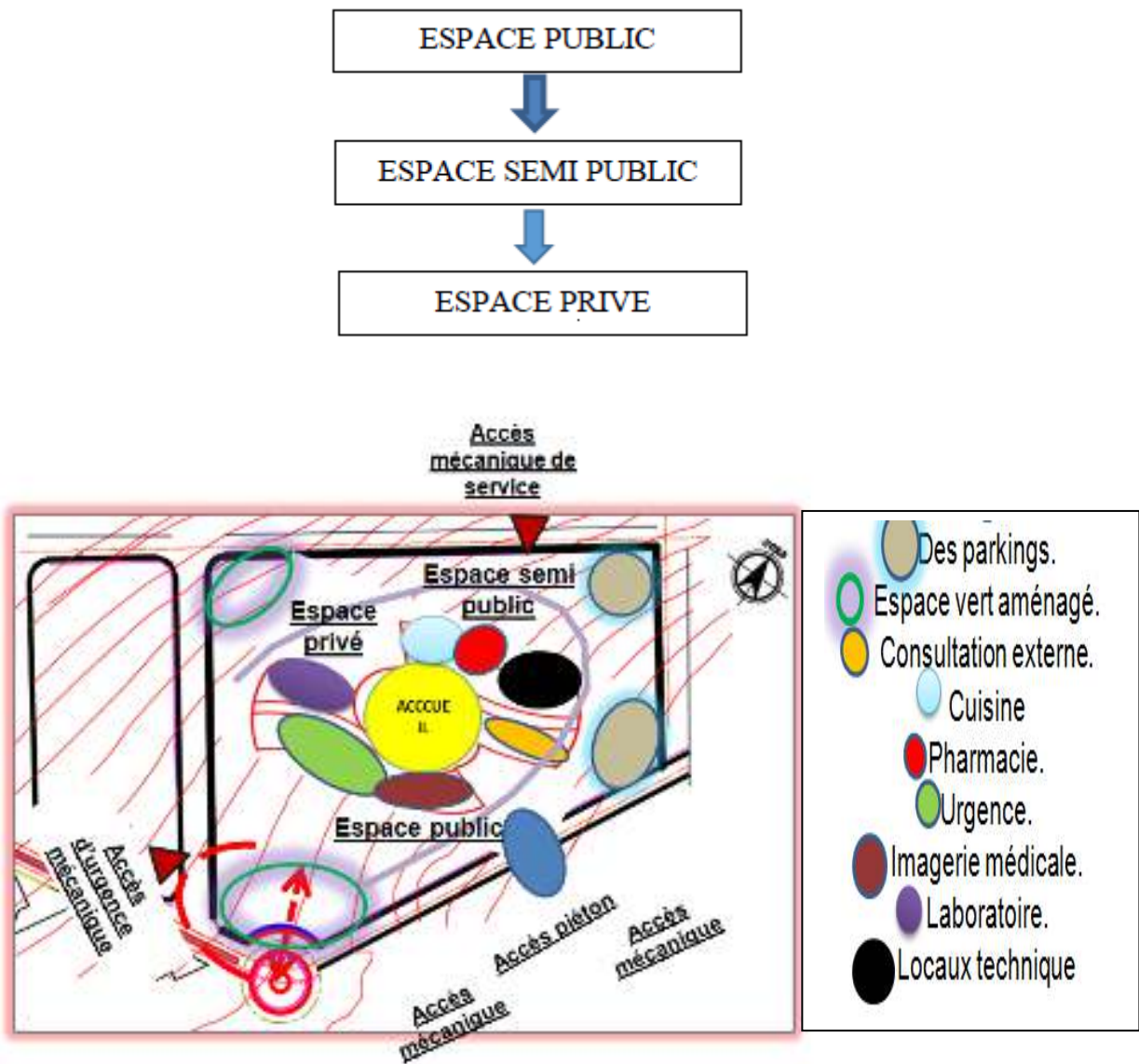


Figure 118 : Schéma de principe du projet.

CONCLUSION GÉNÉRALE

À travers cette étude, nous avons essayé d'examiner la performance énergétique d'un équipement sanitaire. Pour se faire, nous avons développé une analyse conceptuelle des notions et concepts clés liés à notre thématique afin de pouvoir procéder à l'application.

Les études à l'échelle du globe montrent que le secteur du bâtiment est l'un des consommateurs principaux qui affectent la dépense énergétique et les émissions des gaz à effet de serre (GES). La consommation énergétique de ce secteur est actuellement estimée aux alentours de 40% de la consommation globale. Cette consommation forte inégalement répartie dans le monde s'appuie principalement sur les combustibles fossiles, qui sont des ressources non renouvelables. Les surcharges environnementales de ce secteur ainsi que ces effets néfastes sur notre biosphère nécessitent le recours aux alternatives écologiques afin de participer à la lutte pour la préservation et la promotion de l'environnement.

La recherche théorique développée dans ce travail, nous a permis de conclure que la démarche HPE (Haute Performance Énergétique) est une alternative environnementale qui cherche à maîtriser la consommation énergétique et réduire l'impact du projet architectural sur l'environnement à travers une conception passive en tenant compte des seuils définis par les différents labels et normes énergétiques. Dans ce contexte, la conception et la réalisation des bâtiments à Haute Performance Énergétique s'impose comme une nécessité pour la maîtrise et l'économie d'énergie dans le secteur de bâtiment.

Par la suite, nous avons tenté de procéder à l'analyse et l'évaluation de notre cas d'étude. La démarche était d'effectuer une simulation de la consommation énergétique d'un hôpital situé dans la ville de Guelma, le logiciel *TRANSYS* a été mobilisé. Après un travail de modélisation et manipulation de données climatiques, surfaciques et des matériaux de construction, la simulation nous a révélé une consommation énergétique classée dans la catégorie F : un bâtiment qui ne présente pas des qualités optimales en matière de consommation énergétique. À travers ces résultats, nous pourrions conclure que notre bâtiment est énergivore, donc, énergétiquement, il peut être qualifié comme moins performant et nécessite une amélioration énergétique pour se conformer aux normes HPE.

Afin d'augmenter la performance énergétique de l'enveloppe architecturale et d'assurer une conception environnementale, qui met en avant la maîtrise de la consommation

Conclusion générale

énergétique en tenant compte des paramètres climatiques et environnementaux, des mesures conceptuelles sont à prendre en compte parmi lesquelles on peut citer :

- L'importance de l'analyse climatique et microclimatique pour révéler les différentes contraintes et opportunités et qui conduit à la saisie des recommandations à suivre, pour assurer une meilleure adaptation climatique du projet architectural.
- Il est nécessaire d'améliorer la qualité thermique, visuelle et sonore de l'enveloppe architecturale, par le développement des solutions techniques et conceptuelles en matière de :
 - Choix d'orientation ;
 - Choix de matériaux (mur végétalisé, béton préfabriqué, béton cellulaire, etc.) ;
 - Amélioration de l'étanchéité et de l'isolation ainsi que la minimisation des ponts thermique (chanvre, fibre de bois, etc.).
- Adopter une démarche passive et éco-responsable :(principes de l'architecture bioclimatique) :
 - L'utilisation des énergies renouvelables.
 - Traitement des eaux, et déchets.

Bibliographie

Ouvrage :

1. C, NGÔ; (2002-2008). *L'énergie ressources, technologies et environnement* ,Paris: Edition Dunod, 189P.
2. Y, BEAULIEU et G, GILET; (1998). *lexique des termes d'environnement* , Paris: 60P.
3. L.FRERIS et D.INFIELD; (2013). *les énergies renouvelables pour la production d'électricité* , Edition Dunod, 328P.
4. A, LEIBARD; (2006). *traité d'architecture et urbanisme* , éd observatoire des énergies renouvelable, France: Edition le moniteur, 768 P.
5. P, SASSI; (2006). *Strategies for Sustainable Architecture*, Edition Taylor & Francis e-Library, 312P.
6. T, STRANGE, A,BAYLEY; (2008). *Le développement durable, À la croisée de l'économie, de la société et de l'environnement*, OCDE, 164P.
7. JC, MACKAY; (2011). *L'énergie durable — Pas que du vent !* , Paris: Édition basse résolution, 443P.
8. M. SANTOMINIS; (2001). *Energy and climate in the urban built environment*, New York : Edition Rutledge , 410P.
9. P, FERNANDEZ , P, LAVIGNE; (2009). *Concevoir des bâtiments bioclimatiques*, New York: Edition LE MONITEUR , 430P.
10. H, MANFRED, S, THOMAS; (2011). *Construction et énergie , architecture et développement durable* , Suisse, Edition française, 279P.
11. P, ESTIENNE, et J,GODARD; (1970). *Climatologie*, Paris: Edition Armand Colin, 119P.
12. SV, SZOKOLAY; (1979). *Environmental science handbook for architects and builder*, LACASTRE LONDON, NEW YORK: THE CONSTRUCTION PRESS, 263P.
13. A, CHATELET, FERNANDEZ, et LAVIGNE; (1998). *Architecture climatique Une contribution au développement durable Tome 2 Concepts et dispositifs*, EDITION EDISUD Aix-en-Provence, 133P.
14. SIMONE. *Architecture et énergie –un enjeu pour l'avenir*, France: Edition place des victoires , 304P

Bibliographie

15. G, DURAND, J, BERTIN; (2001). *Bâtiments et performance énergétique: données techniques, contrats, responsabilité*, France: édition Lamy, 384P
16. Lavigne, P. Et Fernandez, P, (2009). *Concevoir des bâtiments bioclimatiques : fondements et méthodes*, Paris: édition, Le moniteur, 205P

Thèses et mémoires :

1. Azouz KABOUCHE, «*Architecture, efficacité des panneaux solaires*», mémoire de magister, Département d'architecture et d'urbanisme , univ. Constantine, 2012, p. 18-19.
2. Amira, TOURKI, AOUN ALLAH Meriem « *Conception d'un projet architectural à usage d'habitat vers une haute performance énergétique* », mémoire de master option architecture et durabilité architectural, 2009.
3. SEMAHI (Samir) : « *contribution méthodologique a la conception des logements à haute performance énergétique (HPE) en Algérie* », mémoire de magister, laboratoire architecture et environnement, école polytechniques d'architecture et d'urbanisme, Alger, 2013, p.34.
4. MISSOUM (Mohammed) : « *Contribution de l'énergie photovoltaïque dans la performance Énergétique de l'habitat à haute qualité énergétique en Algérie* », mémoire de Magistère en génie mécanique, univ Chalef, décembre 2011, p. 97.

Revue et journaux :

1. IHFR : institut hydrométéorologique de formation et de recherche d'Oran, revue « *PROPRAL* », n°2, Novembre 2007. 110P
2. MHU , « *La revue de l'habitat* » , revue d'information du ministère de l'habitat et de l'urbanisme N° 03- Mars 2009, Alger, 74P.
3. Le magazine des Nations Unies, Les effets du réchauffement climatique sur la santé : Les pays en développement sont les plus vulnérables, <https://unchronicle.un.org/fr>, consulter le 04-01 2018 14:35:19.
4. Wassim, GUERMAZI « *Cours de pollution et nuisance* », faculté de science de Gabes, 2016.

Bibliographie

5. Dr AMARA, « *Cours Sociologie de l'Environnement, le réchauffement planétaire* », université de Bouaké Côte d'Ivoire, 2014.
6. Décret n° 2010-1269 du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des constructions.
7. Erhorn KLUTTING, Hans EERHOM et Hicham LAHMIDI, « *Airtightness requirements for high performance buildings* », The Rehva European Journal, 2009.
8. AFD, COURS-AFD « les-principes-du-DD-Finale » , mai2012.pdf, <http://www.ente-aix.fr/documents/149>, consulté le 13-01 2018 18:20:27.
9. Journal officiel de l'Union européenne, DIRECTIVE 2010/31/UE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 19 mai 2010 sur la performance énergétique des bâtiments.

Rapports d'études :

1. Maryam RAHOU, « *Rapport d'étude: réchauffement climatique, l'effet de serre* », Doctissimo, France, 2012/ 59p.
2. FIEEC, 2011, « *Efficacités énergétique des bâtiments* », septembre 2011.
3. Effinergie, « *Réussir un projet de Bâtiment Basse Consommation* », 2008, p.21, PDF.

Document gouvernementaux :

1. Commission européenne.
2. Ministère de l'énergie, *Bilan_Energetique_National_2016_edition_2017*.
3. Ministère de l'énergie, et des mines, la situation énergétique nationale, 2016.
4. Agence locale de l'énergie et du climat, Les conclusions du 5ème rapport du GIEC sur le changement climatique, <http://www.ale08.org/Les-conclusions-du-5eme-rapport-du.html?lang=fr/>, Consulter le 04-01 2018 13:29:08.
5. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques.
6. Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, guide concilier efficacité énergétique et acoustique dans le bâtiment, France.
7. La directive européenne 2010/31/UE.

Bibliographie

Sites web :

1. Thierry Lefèvre, Planète viable: l'économie d'accord, l'écologie d'abord, <http://planeteviable.org/activites-humaines-impacts-crise-environnementale-globale-crisis-humaines/>, consulter le 03-01 2018 18:20:27.
2. Le Changement Climatique et le Cycle du Carbone, Programme régional pour l'environnement, http://fr.carpe.umd.edu/forest_monitoring/carbon.php/, consulter le 03-01 2018 23:50:06.
3. Climate challenge, <http://www.climatechallenge.be/fr/des-infos-en-mots-et-en-images/le-changement-climatique/leffet-de-serre/leffet-de-serre-naturel.aspx>, consulter le 04-01 2018 15:45:47.
4. Le bilan énergétique mondial, <http://colleges.acrouen.fr/lagrange/img/IDDEDD/consommationenergie.pdf>, consulter le 05-01 2018 02:00:00.
5. <http://tour-majunga.com/fr>.
6. RT2012, explication-architecture-bioclimatique ,<https://www.e-rt2012.fr>, consulter le 12-01 2018 23:20:27.
7. Construction21 France avec le soutien de l'Ademe, <https://www.construction21.org/france>
8. eRT2012, <https://www.e-rt2012.fr> , consulté le 13-01 2018 13:25:07.
9. Techniques de l'ingénieur, S'y retrouver dans les labels du bâtiment, <https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/sy-retrouver-dans-les-labels-du-batiment-25284/2013>; consulter le 23/01/2018,21:31:01
10. WSP ; <http://healthcare.wsp-pb.com>; consulter le 06-02-2018 à 00.09.36.
11. <http://www.farncophonie.hachett-livre.fr> consulter le 02/03/2018 a 14.07.36.