

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

Présenté par : BENATI SALAH EDDINE

Titre :

**L'intégration du captage solaire dans la conception
des établissements de recherches**

Sous la direction de : DECHAICHA Assoul

MEDDOUR Larbi

septembre 2020

Remerciement

Nous remercions ALLAH le tout puissant de nous avoir donné le courage, la

Volonté et la patience afin de mener à terme ce présent travaille.

Mes remerciements les plus élogieux vont à Monsieur DECHAICHIA Assoul et Monsieur MEDDOUR Larbi pour leur soutien et leur encadrement scientifique qui m'ont été bénéfiques pour mener à bien ce travail.

Je leur adresse aussi toute ma reconnaissance pour avoir dirigé ce travail.

Je les remercie pour avoir suivi avec autant de rigueur et de sympathie ce travail et de m'avoir

Formé à tous les aspects des métiers de la recherche.

Un grand merci pour ma chère cousine MOUNIRA, pour être toujours présente pour moi , et de m'avoir guidée tout au long de mon parcours universitaire,

Je tiens à exprimer ma gratitude et mes remerciements pour toutes les personnes qui ont contribué à sa réalisation.

Refonds remerciements pour les membres de jury Monsieur BELOUADAH et Monsieur BOUDJEHEM qui ont accepté d'évaluer ce Modeste travail.

Dédicace

A mes chers parents qui m'ont stimulé durant
toute ma vie afin de me voir toujours en
succès

Et en réussite.

A mes chers frères et sœurs.

A toute ma famille.

A tous mes amis, et à mes camarades de
classe.

Résumé :

L'exploitation des énergies renouvelables en Algérie est devenue une nécessité par ce que son économie est basé sur ses combustibles épuisables, ceci implique la préservation de ces derniers et de les remplacer par les énergies renouvelables notamment l'énergie solaire, car le gisement solaire en Algérie est parmi les trois meilleurs au monde.

Le soleil est considéré comme une source énergétique inépuisable, propre et gratuite.

Dans notre thème nous avons traité plusieurs éléments tels que l'énergie solaire et son exploitation.

L'objectif de cette étude est de trouver les solutions techniques et architecturales afin d'arriver à intégrer des panneaux photovoltaïques dans les projets architecturaux tout en préservant l'esthétique et le bon fonctionnement de l'équipement et le rendre autonome énergétiquement.

Mots clés : énergie solaire, gisement solaire, l'intégration, photovoltaïques, Architecture écologique

Summary:

The exploitation of renewable energies in Algeria has become a necessity because its economy is based on its exhaustible fuels, this implies the preservation of these and replaced them by renewable energies especially solar energy, because the solar field in Algeria is among the three best in the world.

The sun is considered an inexhaustible, clean and free source of energy.

In our theme we dealt with several elements such as solar energy and its exploitation.

The objective of this study is to find technical and architectural solutions in order to integrate photovoltaic panels in architectural projects while preserving the aesthetics and proper functioning of the equipment and making it energy self-sufficient.

Keywords: solar energy, solar field, integration, photovoltaic, ecologic Architecture

Liste des abréviations :

IR : Energie renouvelable.

UV : Ultraviolet.

CDER : Centre de développement des énergies renouvelables.

PV : Photovoltaïque.

HZ : Hertz.

V : Volt.

KWC : Kilo watt crête.

ED : (Electric distribution), distribution d'électricité.

AC/DC: (Alternating current/direct current), courant alternatif/courant continu ou bien direct.

VOC: (The open circuit voltage), tension en circuit ouvert.

LSC: (List Short circuit-current), liste Courant de court-circuit.

BiPV : (Building integrated photovoltaics), photovoltaïques intégrés au bâtiment.

C : Celsius.

EVA : (Ethylen-vinyl acétate), éthylène-acétate de vinyle.

PVG : (Photover-bund glas), photo-verre feuilleté.

LED : (Light emitting diode), diode électroluminescente.

CEM : Champ électromagnétique.

W Mono : Watt monocristalline.

W Poly : Watt poly-cristallin.

ML : Maître linéaire.

U : Unité

Liste des figures :

Figure 1 : la pollution atmosphérique	27
Figure 2:l'effet de serre, source : https://www.aquaportail.com	29
Figure 3: les gaz a effet de serre source :GIEC,cop21.gouv.fr	30
Figure 4: température moyenne de la surface de la terre entre 1856-2005.....	31
Figure 5:Série chronologique des anomalies de la colonne d'ozone, en moyenne mondiale. Source : dossier scientifique, AIR2 La destruction de la couche d'ozone.....	33
Figure 6:La consommation finale de l'Algérie par secteur d'activité. Source : www.aprue.org.dz	36
Figure 7:l'énergie solaire, source : https://www.ohm-easy.com	37
Figure 8: l'énergie éolienne	38
Figure 9:l'énergie hydraulique	39
Figure 10: l'énergie géothermique.	39
Figure 11: l'énergie de la biomasse.....	40
Figure 12:schéma de gain direct source: yr-architecture.com	48
Figure 13: schéma de gain indirect source: yr-architecture.com	49
Figure 14:Schéma de fonctionnement de la serre en hiver . Source : la conception bioclimatiques des maisons confortable et économes Samuel courgey et jean pierre Oliva	50
Figure 15:Schéma de fonctionnement de la serre en été. (Source : la conception bioclimatiques des maisons confortable et économes Samuel courgey et jean pierre Oliva)	50
Figure 16 : Le concept de la serre solaire en jour (Source : Pierre (Amet) : Projet Serre solaire active et passive de culture potagère pour usage en zone de montagne, APPER France)	51
Figure 17: Le concept de la serre solaire en nuit(Source : Pierre (Amet) : Projet Serre solaire active et passive de culture potagère pour usage en zone de montagne, APPER France)	51
Figure 18 : l'orientation de la serre dans un bâtiment (Source : la conception bioclimatiques des maisons confortable et économes Samuel courgey et jean pierre Oliva)	52
Figure 19: baie vitrée	54
Figure 20:serre accolée.....	54
Figure 21:serre intégrer au bâtiment	55
Figure 22: serre enveloppe	55
Figure 23: Figure : la ventilation de la serre en hiver (Source : la conception bioclimatiques des maisons confortable et économes Samuel courgey et jean pierre Oliva).....	56
Figure 24: Figure la ventilation de la serre en été (jour) (Source : la conception bioclimatiques des maisons confortable et économes Samuel courgey et jean pierre Oliva).....	56
Figure 25: Figure la ventilation de la serre en été (nuit) (Source : la conception bioclimatiques des maisons confortable et économes Samuel courgey et jean pierre Oliva).....	57
Figure 26: Figure Stratégie du froid (été) (Source : MARIA (Lopez diaz) : (AITRISE DES AMBIANCES 3 THERMIQUES) Cours 6 décembre) 2013.....	58
Figure 27: Figure Stratégie du chaud (hiver) Source : MARIA (Lopez diaz) : (AITRISE DES AMBIANCES 3 THERMIQUES) Cours 6 décembre 2013).....	59
Figure 28: Figure La stratégie de mur trombe en été et hiver Source : MARIA (Lopez diaz) : (AITRISE DES AMBIANCES 3 THERMIQUES) Cours 6 décembre 2013	59
Figure 29: exemple de mur trombe	59
Figure 30: principe de fonctionnement d'un capteur vitré	61
Figure 31:capteur non vitré	62
Figure 32 Un capteur à réflecteur parabolique avec un miroir et des réflecteurs du type miroir avec un absorbeur. Source : SunLabs - Department of Energy.Canada.....	63

Figure 33:figure explicatif d'un reflecteur cylindré-parabolique.....	64
Figure 34: Systèmes à réflecteur cylindré-parabolique Source: SunLabs – Department of Energy. Canada	64
Figure 35: Système de centrale à tour. Source: SunLabs- Department of Energy. Canada.....	65
Figure :36Capteurs sous vide. Source : Ressources Naturelles. Canada	66
Figure 37 Figure :Composent de système photovoltaïque Source : http://energies-renouvelables.consoneo.com	67
Figure 38: Figure :- une cellule PV typique. Source : Boukherse Djamil 200	68
Figure 39: Figure : Les cellules monocristalline Source : http://energies-renouvelables.consoneo.com	69
Figure 40: Les cellules poly-cristallines Source : http://energies-renouvelables.consoneo.com	69
Figure 41: cellule amorphe Source : http://energies-renouvelables.consoneo.com	70
Figure 42: Les différentes couleurs des panneaux Source : http:// www.suisseenergie.com	71
Figure 43 les différentes modes de réflexions.....	72
Figure 44:module a couche mince.....	73
Figure 45:pv sur tuile	74
Figure 46: toiture vitrage	74
Figure 47:pv en élément de façade	74
Figure 48: pv en vitrage de façade.....	75
Figure 49:pv en panneaux métalliques.....	75
Figure 50: pv en élément des brises soleil.....	75
Figure 51: Figure : Installation du capteur PV dans un endroit masqué Source : M. BENAMRA (Mostefa Lamine) : Intégration des systèmes solaires photovoltaïques dans le bâtiment : Approche architecturale, Université de BISKRA, 2013	77
Figure 52: <i>Installation du capteur sur une toiture de faible inclinaison</i>	78
Figure 53: iInstallation du capteur sur une toiture à forte inclinaison (Source : M. BENAMRA (Mostefa Lamine) : Intégration des systèmes solaires photovoltaïques dans le bâtiment : Approche architecturale, Université de BISKRA, 2013).....	78
Figure 54 Installation du capteur sur un volume du bâtiment.	79
Figure 55: Installation du capteur sur une toiture inclinée respectant l'axe de la fenêtre Source : M. BENAMRA (Mostefa Lamine) : Intégration des systèmes solaires photovoltaïques dans le bâtiment : Approche architecturale, Université de BISKRA, 2013	79
Figure 56: Figure Intégration du capteur sur une partie de la toiture en pente d'un bâtiment Source : M. BENAMRA (Mostefa Lamine) : Intégration des systèmes solaires photovoltaïques dans le bâtiment : Approche architecturale, Université de BISKRA, 2013.....	79
Figure 57: Intégration des systèmes et accessoires du capteur sur une toiture en pente Source : M. BENAMRA (Mostefa Lamine) : Intégration des systèmes solaires photovoltaïques dans le bâtiment : Approche architecturale, Université de BISKRA, 2013)	80
Figure 58: Figure Mode d'intégration du capteur sur une partie d'une toiture en pente Source : Guide régional pour l'intégration architecturale des capteurs solaires	80
Figure 59: Figure : Intégration des capteurs solaires sur les gardes corps (Source : Guide régional pour l'intégration architecturale des capteurs solaires.....	81
Figure 60: Intégration des capteurs solaires sur les allèges Source : Guide régional pour l'intégration architecturale Des capteurs solaires.....	81
Figure 61: Intégration des capteurs solaires en avant et brise soleil sur les ouvertures Source : Guide régional pour l'intégration architecturale des capteurs solaires.....	81
Figure 62: Intégration des capteurs solaire sur la façade en homogénéité avec les ouvertures Source : Guide régional pour l'intégration architecturale des capteurs solaires	82

Figure 63:Installation des capteurs solaire sur toiture terrasse Source : Guide régional pour l'intégration architecturale des capteurs solaires	82
Figure 64:Exemple d'installation des capteurs solaires sur la façade comme composant architectural Source Guide régional pour l'intégration architecturale des capteurs solaires	83
Figure 65:Exemple d'installation des capteurs solaire sur le sol.Source : Guide régional pour l'intégration architecturale des capteurs solaires	83
Figure 66:Exemple d'installation des capteurs solaires sur une dépendance Source : Guide régional pour l'intégration architecturale des capteurs solaires.....	84
Figure 67 intégration PV/T sur façade	84
Figure 68: intégration PV/T sur façade	85
Figure 69: simulation de l'ombrage source : www.greenarchworld.com	88
Figure 70: simulation de l'éclairage source : www.autodesk.com	89
Figure 71: centre de recherche PVCC source : www.Archdaily.com	94
Figure 72:Differents plan du centre de recherche source: www.Archdaily.com	95
Figure 73:Plan du centre source: www.archdaily.com	96
Figure 74: croquis du centre	97
Figure 75; plan RDC.....	97
Figure 76:Plan 1er	98
Figure 77: les différentes façades du centre source : www.archdaily.com	99
Figure 78: coupe du centre	100
Figure 79: les types de revêtements.....	100
Figure 80:système de récupération des eaux pluviales.....	101
Figure 81:système d'ombrage.....	101
Figure 82le centre de recherche SC	103
Figure 83:plan de masse	103
Figure 84: vue aérienne du centre.....	103
Figure 85:accès du centre	104
Figure 86: plan typique du centre.....	105
Figure 87: composition du centre.....	105
Figure 88: les différentes façades	106
Figure 89: 3d du centre.....	107
Figure 90:système d'occultation solaire	107
Figure 91: coupe 3d	108
Figure 92plan et vue du centre	108
Figure 93: vue aérienne	110
Figure 94 plan sous sol + rdc.....	111
Figure 95 plan type+1er etage	112
Figure 96 différentes façades	113
Figure 97:revêtements en occultations solaires	113
Figure 98; les différentes formes des occultations.....	114
Figure 99: porte de laboratoire.....	118
Figure 100 schéma de sous plafond.....	118
Figure 101revêtements de sol de laboratoire	119
Figure 102schéma de la paillase	120
Figure 103 schéma de la Sorbonne.....	120
Figure 104 l'armoire ventilées	121
Figure 105 ouverture type d'un laboratoire	121

Figure 106 atrium.....	122
Figure 107 schéma type d'un bureau d'administration.....	122
Figure 108 schéma des normes d'un restaurant	123
Figure 109 photo a l'intérieur d'un médiathèque.....	123
Figure 110 coupe d'un auditorium.....	124
Figure 111 photo d'un stock de matériels	124
Figure 112 schéma d'un monte charge.....	124
Figure 113 détecteur de fumé	124
Figure 114 schéma de mécanisme d'un système d'incendie.....	124
Figure 115 la carte d'algerie.....	124
Figure 116 les wilayas qui entourent la wilaya de Guelma.....	124
Figure 117 les daïras de Guelma	124
Figure 118 les daïras de la ville de Guelma.....	124
Figure 119: l'évolution historique de la ville de Guelma	124
Figure 120: Les diagrammes solaires de la ville de Guelma	124
Figure 121vue aérienne du site	124
Figure 122 plan du terrain	124
Figure 123 plan du terrain	124
Figure 124 coupe transversale du terrain.....	124
Figure 125 coupe longitudinale	124
Figure 126: vue aérienne du terrain	124
Figure 127 les diagrammes solaire du site.....	124
Figure 128 : schématisation des vents dominants.....	124

Liste des tableaux	
Tableau 1:Les différents types d'énergie primaire. Source: IEA.	35
Tableau 2La durée d'ensoleillement par région en Algérie.	43
Tableau 3 Exemple de performance des cellules colorées disponibles sur le marché, par rapport aux cellules bleues.....	71
Tableau 4: les différents motifs de cellules.	72
Tableau 5schema de déroulement de la simulation.....	92
Tableau 6 les angles du soleil dans la ville de Guelma.....	124

Sommaire

Remerciements.....	2
Dédicace	3
Résumé.....	4
Liste des abréviations.....	5
Liste des figures.....	7
Liste des tableaux.....	11
Sommaire.....	12
Introduction générale.....	19
Problématique.....	20
Hypothèses.....	21
Objectifs.....	21
La méthodologie de recherche et structure de mémoire.....	22
Chapitre1 : les enjeux environnementaux et énergétiques.....	23
Introduction.....	24
I.1 Généralité sur l'environnement.....	24
I.1.1 Environnement.....	24
I.1.2 Ecologie	24
I.1.3 Ecosystème	25
I.1.4 biotope.....	25
I.1.5 biocénose.....	25
I.2 Les inquiétudes de l'environnement.....	26
I.2.1 La pollution.....	26
I.2.1.1 les origines des polluants et principaux éléments.....	26
I.2.1.2 Effet de la pollution sur l'environnement :.....	27
I.2.2 effet de serre et réchauffement climatique :.....	27
I.2.2.1 l'effet de serre :.....	27
I.2.2.1.1 Emissions des gaz à effets de serre	28
I.2.2.1.2 Sources des GES	28
I.2.2.2 Réchauffement climatique.....	30

I.2.2.2.1 Définition du réchauffement climatique	30
I.2.2.2.2 Les conséquences du réchauffement climatique	31
I.2.3 La dégradation de la couche d'ozone	32
I.2.3.1 La destruction de la couche d'ozone.....	33
I.2.3.2 Le réchauffement climatique et la perte d'ozone	33
I.3 Le changement climatique	33
I.3.1 Résultats de quelques conférences sur les changements climatiques.....	33
I.4 le passage de l'énergie fossile à l'énergie renouvelable	34
I.4.1 l'énergie fossile.....	34
I.4.1.1 La surexploitation des ressources fossiles.....	34
I.4.1.2 les types des énergies fossiles	34
I.4.1.3 La consommation mondiale d'énergie.....	35
I.4.1.4 La consommation énergétique dans l'Algérie.....	35
I.4.2 Les énergies renouvelables	36
I.4.2.1 Les différents types d'énergies renouvelables	36
I.4.2.1.1 L'énergie solaire	36
I.4.2.1.2 L'énergie éolienne	37
I.4.2.1.3 L'énergie hydraulique.....	37
I.4.2.1.4 L'énergie géothermique	37
I.4.2.1.5 L'énergie de la biomasse	38
Conclusion.....	39
Chapitre02 :l'énergie solaire : une énergie durable et seine.....	40
Introduction :.....	41
II.1.1 Le soleil.....	41
II.1.2 Potentiel solaire en Algérie	41
II.2.1 Définition de l'architecture solaire.....	41
II.2.2 Historique de l'énergie solaire	42
II.2.3 Intégration de l'énergie solaire à l'architecture	43
II.2.3.1 Dimension environnementale.....	43
II.2.3.2 Dimension économique.....	43

II.2.3.3 Dimension des ambiances physiques architecturales.....	43
II.2.4 les différentes méthodes d'intégration des systèmes solaires à l'architecture	44
II.2.5 Les principaux avantages de l'intégration des systèmes solaires.....	45
II.2.6 les systèmes solaires	45
II.2.6.1 Système passif	45
II.2.6.1.1 Définition	45
II.2.6.1.2 Les systèmes de captage solaire passif	46
II.2.6.1.3 Les Serres.....	47
II.2.6.1.3.1 Définition de serres.....	47
II.2.6.1.3.2Principe de fonctionnement	47
II.2.6.1.3.3Typologie et dimensionnement des serres	49
II.2.6.1.3.3.1 L'intégration de la serre au bâti	50
II.2.6.1.3.3.2 Les dimensionnements des serres	51
II.2.6.1.3.3.3Les formes des serres.....	51
II.2.6.1.4 Mur trombe.....	55
II.2.6.1.4.1 Définition de mur trombe	55
II.2.6.1.4.2 Principe de fonctionnement	55
II.2.6.2 Système actif.....	57
II.2.6.2.1 Les panneaux solaires	57
II.2.6.2.2.les panneaux solaires thermiques.....	57
II.2.6.4.2.3 Les Capteurs solaires	58
II.2.6.4.2.3.1 Les capteurs solaires à circulation liquide	58
II.2.6.4.2.3.1.1 Capteurs plans de types vitrés	58
II.2.6.4.2.3.1.2 Capteurs sans vitrage	59
II.2.6.4.2.3.1.3 Capteurs a concentration	59
II.2.6.4.2.3.1.4 systèmes à réflecteurs parabolique.....	60
II.2.6.4.2.3.1.5 systèmes à réflecteurs cylindré-parabolique	61
II.2.6.4.2.3.1.6 systèmes de centrale à tour	61
II.2.6.4.2.3.1.7 les capteurs sous vide	62

II.2.6.3 Les panneaux solaires photovoltaïques	63
II.2.6.3.1 Définition de mot photovoltaïque	63
II.2.6.3.2 Historique de l'énergie photovoltaïque.....	63
II.2.6.3.3 composants du système photovoltaïque	64
II.2.6.3.4 Principes de conversation photovoltaïque	65
II.2.6.3.5 Les différents types de PV	65
II.2.6.3.5.1 Les cellules monocristallines	66
II.2.6.3.5.2 Les cellules poly-cristallines	66
II.2.6.3.5.3 Le silicium amorphe	67
II.2.6.3.6 Caractéristiques des panneaux photovoltaïques	67
II.2.6.3.6.1 Couleur des cellules	67
II.2.6.3.6.2 Motifs et formes	68
II.2.6.3.6.3 La réflexion optique	69
II.2.6.3.6.4 La transparence	70
II.2.6.3.7 Les différents modes d'intégration des PV	71
II.2.6.3.7 Les principes d'implantation des panneaux	73
II.2.6.3.8 Les types d'implantation :.....	74
Conclusion	82
Chapitre 3 : Simulation et recherche méthodologique.	83
Introduction	84
III.1 Définition de la simulation	84
III.2 Objectifs de la simulation	84
III.3 Méthodes de simulation	85
III.3.1 Méthode de simulation du Confort thermique.....	85
III.3.2 Climat, données et analyse.....	85
III.3.3 Accès solaire, ombrages	85

III.3.4 Eclairage naturel / artificiel	85
III.3.5 Simulation thermique : chauffage / climatisation.....	86
III.4 Simulation à l'aide du logiciel TRNSYS version 14.1.....	86
III.4.1 Aperçus sur le logiciel.....	86
III.4.2 Objectifs.....	88
III.4.3 Déroulement de la simulation	88
III.4.4 Avantages du logiciel TRNSYS.....	89
III.4.5 Inconvénients du logiciel TRNSYS.....	89
III.4.6 Cas d'étude.....	89
Chapitre4 : Etapes de projet : Analyse des exemples ,de Site, la programmation, et intervention	90
Introduction :.....	91
IV.1 Analyse des exemples.....	91
IV.1.1 Exemple 01 : Paradise Valley Community College.....	91
IV.1.1.1 Présentation	91
IV.1.1.2 Situation géographique.....	92
IV.1.1.3 accessibilité.....	93
IV.1.1.4 le processus de conception.....	93
IV.1.1.5 analyse des plans.....	94
IV.1.1.6 analyse des façades.....	96
IV.1.1.7 la démarche écologique	98
Synthèse.....	99
IV.1.2 Exemple 02 : Centre de recherche Schlumberger Cambridge.....	100
IV.1.2 .1 présentation	100
IV.1.2.2 Situation géographique.....	100
IV.1.2.3 accessibilité.....	101
IV.1.2.4 Processus de conception.....	101
IV.1.2.5 Analyse des plans.....	102
IV.1.2.5 Analyse des façades	103

IV.1.2.6 Approche écologique.....	104
Synthèse.....	106
V.1.3 Exemple 03 : Centre de recherche Sahmri	107
IV.1.3.1 Présentation	107
IV.1.3.2 processus de conception	107
IV.1.3.3 Analyse des plans.....	108
IV.1.3.4 Analyse des façades.....	110
IV.1.3.5 Approche écologique	110
Synthèse	111
IV.2. La Programmation.....	112
IV.2.1 les objectifs de la programmation.....	112
IV.2.2 le programme retenu.....	112
IV.2.2 Les exigences conceptuelles.....	114
IV.2.2.1 Laboratoire de recherche	114
IV.2.2.1.1 Définition	114
Les exigences spécifiques au laboratoire.....	115
IV.2.2.2 Accueil	118
IV.2.2.3 administration.....	118
IV.2.2.4 Restaurant	118
IV.2.2.5 Médiathèque	119
IV.2.2.6 Auditoriums	119
IV.2.2.6 Les locaux techniques.....	120
IV.3 Analyse de site.....	122
IV.3.1 Présentation de la ville	122
IV.3.1.1 Aperçu générale sur de la ville de Guelma	122
IV.3.1.2 La situation géographique et l'aspect administratif de la ville de Guelma.....	123
IV.3.1.3 Situation géographique et l'aspect administratif de chef-lieu de la ville de Guelma	123
IV.3.2 Evolution historique de la ville de Guelma	124
IV.3.3 Climat de la ville de Guelma.....	125

IV.3.4 Analyse de terrain	129
IV.3.4.1 Motivation de choix	129
IV.3.4.2Présentation et délimitation.....	129
IV.3.4.3 Analyse physique du site	129
IV.3.4.3.1 Morphologie	130
IV.3.4.3.1 le profil topographique	130
IV.3.4.3.2 Accessibilité.....	130
IV.3.4.3.3 Analyse microclimatique du terrain.....	131
IV.3.4.3.3.1 Ensoleillements	131
IV.3.4.3.3.1 vents dominants.....	131
IV . 4 Genese de projet	
Conclusion generale	
Bibliographie	

Introduction générale ;

De nos jours, la consommation énergétique est devenue un grand souci qui inquiète la communauté à l'échelle mondiale, ce phénomène constitue un défi que les scientifiques essayent de surpasser.

La production de l'énergie provient principalement des énergies fossiles (pétrole, gaz naturel, charbon,...etc.), ce qui mène à l'épuisement de ces ressources, et menace l'environnement, il est devenu nécessaire de penser à d'autres sources d'énergie qui ont le même potentiel et répondent à la demande.

La nécessité de faire un recours à des alternatives plus adaptées pour la réduction de l'impact sur l'environnement est indispensable. C'est pourquoi promouvoir les énergies renouvelables sous ses différentes formes est vivement préconisé.

L'architecture écologique ne cesse de chercher et prendre en compte ces énergies et leurs intégrations, le bon choix des matériaux qui respectent l'environnement, ainsi réduire la demande en termes d'énergie ce qui mène à la réduction des gaz à effet de serre, et la pollution dans le domaine du bâtiment, ce dernier est classé parmi les grands consommateurs d'énergie.

En termes de qualité architecturale et qualité environnementale, l'architecture solaire est considérée comme une approche écologique et un bon choix, à travers son intégration dans le cadre bâti, et arriver à une harmonie entre les composants de l'environnement : l'homme, le climat et l'environnement.

L'Algérie, est classée parmi les pays qui ont un gisement solaire important, avec cette opportunité et ce potentiel, notre pays est tenu de penser à la période d'après le pétrole dans l'intérêt de futures générations.

L'Architecte, étant le premier responsable dans la production du cadre bâti est tenu de mettre en valeur la conception solaire, notre travail est une tentative visant à mettre en évidence la bonne intégration des panneaux solaires dans les équipements, plus précisément les établissements universitaires en raison de leurs besoins.

L'objectif de cette étude est de bien montrer, la nécessité de l'intégration des dispositifs tels que les panneaux solaires dans la conception architecturale afin de répondre aux besoins énergétiques de la construction.

Problématique :

Le réchauffement planétaire, l'augmentation des gaz à effet de serre et l'épuisement des ressources naturelles sont des enjeux qui engagent l'humanité à se sensibiliser. Un tel engagement consiste inévitablement à réduire, d'une part, la consommation énergétique mondiale et à profiter, d'autre part, des énergies renouvelables, avec pour conséquence une réduction de l'exploitation des énergies fossiles telles le pétrole, le charbon et le gaz naturel. La consommation des énergies primaires fossiles est aujourd'hui beaucoup plus importante que celle des énergies renouvelables, même si la disponibilité prévisible de ces énergies tend à la diminuer.

La wilaya de Guelma connaît un manque flagrant en matière d'établissements de recherches, tel que les centres de recherches, ces derniers sont considérés comme étant très énergivores à cause de ses espaces et leurs fonctionnements, qui nécessitent une grande quantité d'énergies. Le besoin du bâtiment en quantité d'énergie nécessaire pour maintenir, pendant une période de temps donnée, un climat intérieur convenable et satisfaisant, les prestations du bâtiment (eau chaude, éclairage, chauffage, climatisation...), dépendent principalement des énergies fossiles qui sont de plus en plus chères et rares, et qui impliquent un impact négatif sur l'environnement, donc plus le bâtiment est important plus ses besoins en énergie sont considérables, cela doit être nécessairement contrôlé et minimisé comme dans le cas des centres de recherches qui demandent une consommation énergétique énorme pour arriver à combler les besoins de ses activités et fournir le confort nécessaire pour ses usagers.

1/Comment intégrer les systèmes solaires dans la conception des centres de recherches ?

2/L'Architecture solaire constitue-elle une alternative pertinente aux besoins énergétiques du bâtiment ?

Chapitre introductif

Hypothèses :

-L'énergie solaire peut être un élément permettant la concrétisation des impératives écologiques dictés par le développement durable !

-A travers une démarche environnementale on peut augmenter l'efficacité énergétique de cette source renouvelable.

il ne suffit pas d'accoler des capteurs sur une enceinte ou de faire des exercices de styles en essayant uniquement d'intégrer des éléments à des typologies connues et consacrées pour parler d'intégration réussie. Seule une bonne maîtrise des phases initiales du projet peut permettre d'obtenir un compromis satisfaisant.

Objectifs :

Pour parvenir à une forme architecturale optimale il est nécessaire d'avoir des connaissances sur les données climatiques et les autres composantes du projet en harmonie avec la technologie. Afin d'arriver à un résultat satisfaisant qui répond aux besoins, il faut tenir compte :

-La bonne implantation du bâtiment qui prend en compte les apports énergétiques, (Rayonnement solaire et ses effets d'échauffement sur les murs et suivant l'orientation.)

-La prise en compte de ce facteur peut aboutir à des exigences d'orientation, pour minimiser les dépenses d'énergie. En exploitant les paramètres du bâtiment, on peut réduire les consommations énergétiques et on peut assurer des ambiances intérieures confortables à savoir

-L'orientation par rapport au soleil.

-La couleur et la nature des surfaces exposées de la paroi.

-la taille et la protection des fenêtres

La méthodologie de recherche et structure de mémoire :

Notre mémoire est structurée selon l'ordre suivant :

Une introduction générale, elle comporte la problématique, l'hypothèse ainsi l'objectif de recherche.

Deux parties :

La première partie est une partie théorique où nous allons identifier dans le premier chapitre les concepts liés à notre recherche (**La méthodologie de recherche et structure de mémoire :**

Notre mémoire est structurée selon l'ordre suivant :

Une introduction générale, elle comporte la problématique, l'hypothèse ainsi l'objectif de recherche.

Deux parties :

La première partie est une partie théorique où nous allons identifier dans le premier chapitre les concepts liés à notre recherche (**Environnement Ecologie Ecosystème ...**), et les enjeux environnementaux, dans le deuxième chapitre nous avons traité d'une façon détaillée l'utilisation de l'énergie solaire sous ses différentes formes (passif et actif) dans le bâtiment, et expliqué les différentes technologies de la construction.

La deuxième partie dans le troisième chapitre nous avons montré la méthode de simulation dans la conception architecturale, et enfin le quatrième chapitre est une partie analytique où nous allons faire une analyse architecturale des exemples (centres de recherches) pour arriver à la fin au processus de la conception de notre projet qu'il s'agit d'un **centre de recherche en biotechnologie**.

I. Les enjeux environnementaux et énergétiques

Chapitre 1 : Les enjeux environnementaux

Introduction

Le domaine du bâtiment est considéré l'un des secteurs principaux qui sont soumis aux défis planétaires majeurs : changement climatique et l'approvisionnement énergétique.

Le secteur du bâtiment en Algérie consomme plus de 41% du total de l'énergie et émet 19% des rejets de CO₂ dans l'atmosphère. ¹ Ce qui présente un grand défis et une épreuve qui doit être soigneusement traitée afin d'attendre l'efficacité énergétique et la réduction des gaz à effet de serres. Dans ce chapitre nous avons identifié le concept environnement et ses enjeux

I.1 Généralité sur l'environnement

I.1.1 Environnement

Le concept environnement se définit selon différents sens :

- L'environnement désigne 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). Le mot anglais environnement signifie milieu.²

- D'après le dictionnaire l'environnement est défini comme :

« Ensemble, à un moment donné, des agents physiques, chimiques et biologiques et des facteurs sociaux susceptibles d'avoir un effet direct ou indirect, immédiat ou à terme, sur les organismes vivants et les activités humaines »³

I.1.2 Ecologie

Du grec oikos (la maison) et logos (la science, l'étude, le discours), l'écologie est littéralement l'étude de l'habitat. Le terme apparaît en 1866 sous la plume d'Ernst Haeckel, biologiste adepte

¹ Centre d'analyse stratégique Français. (2010). « Choix Énergétique dans l'immobilier résidentiel » n°172

² Dictionnaire environnement et développement durable " http://www.dictionnaireenvironnement.com/environnement_ID1045.html " consulté le 11 janvier 2018. 4 Ibid.

³ Vocabulaire de l'environnement Hachette, 1972, Paris, p48

Chapitre 1 : Les enjeux environnementaux

et promoteur de la théorie de l'évolution darwiniste. Il sert alors à décrire l'étude des habitats naturels, des écosystèmes et de leurs habitants (les êtres vivants).⁴

Science ayant pour objet les relations des êtres vivants (animaux, végétaux, micro-organismes) avec leur environnement, ainsi qu'avec les autres êtres vivants.⁵

I.1.3 Ecosystème

Un écosystème est un ensemble dynamique d'organismes vivants (plantes, animaux et micro-organismes) qui interagissent entre eux et avec le milieu (sol, climat, eau, lumière) dans lequel ils vivent.

Les dimensions des écosystèmes peuvent varier considérablement; ils peuvent être très petits, comme une mare ou un arbre mort, ou être gigantesques, comme la Terre. Un écosystème peut aussi se définir en fonction principalement de la végétation, d'une espèce animale ou du relief, par exemple.⁶

I.1.4 biotope

Un biotope est un milieu défini par des caractéristiques écologiques, climatologiques et géologiques qui le rendent unique. Les cinq éléments qui constituent le biotope sont l'eau, le sol, l'air, la lumière et la température. Le volume de chacun est propre à chaque biotope. C'est ce qui permet de les différencier.⁷

I.1.5 biocénose

Une biocénose est un ensemble d'être vivants vivant dans un lieu de vie bien défini que l'on appelle le biotope. Une biocénose est composée d'êtres vivants pouvant vivre en interaction directe entre eux ou non mais étant toujours en interaction avec le milieu commun à tous.⁸ »

⁴ <https://youmatter.world/fr/definition/ecologie-definition/>

⁵ <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/%C3%A9cologie/27614>

⁶ <http://www.planete-sciences.org/enviro/archives/rnste6/ateliers/ecosystemes/ecosystemes.htm>

⁷ <https://www.especes-menacees.fr/definition/biotope/>

⁸ <https://www.teteamodeler.com/ecologie/biologie/ecosysteme/biocenose.asp>

Chapitre 1 : Les enjeux environnementaux

I.2 Les inquiétudes de l'environnement ;

Le déséquilibre entre l'humain et la nature s'accroît à un rythme très élevé, ce qui devient très inquiétant et menaçant l'équilibre naturel avec l'apparition de nouveaux phénomènes écologiques.

Parmi les aspects les plus dangereux de la crise environnementale, on cite :

I.2.1 La pollution :

C'est la détérioration de l'environnement par des agents chimiques, physiques ou biologiques. La pollution de l'air résulte soit de l'introduction de substances nouvelles, soit (cas le plus fréquent) d'une augmentation des concentrations habituelles de substances déjà présentes à l'état naturel et qui peuvent atteindre dans ce cas des valeurs dangereuses.⁹



Figure 1 : la pollution atmosphérique

Source : <https://parismatch.be>

I.2.1.1 les origines des polluants et principaux éléments :

Parmi les causes principales de pollution sont :

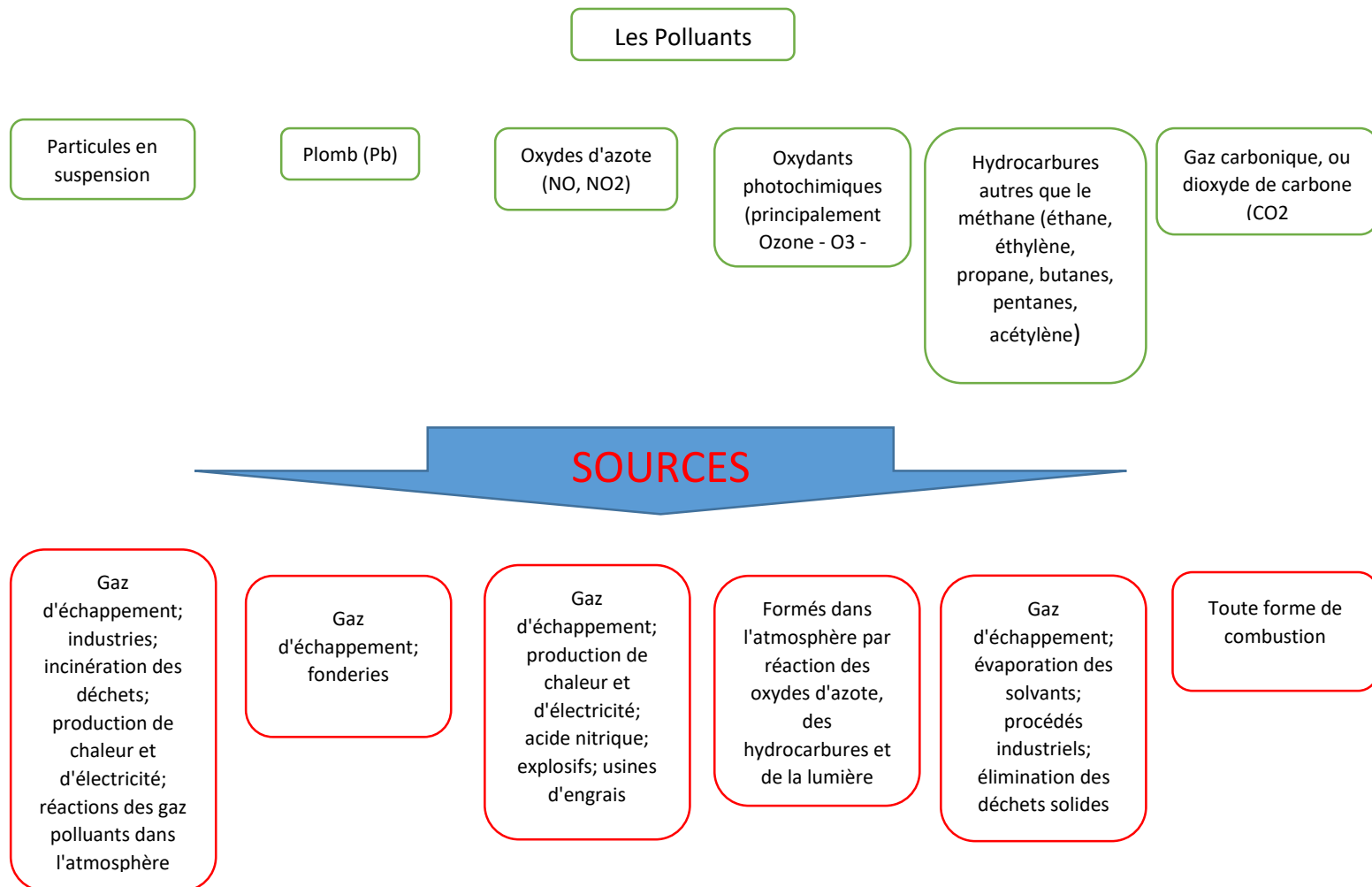
- La production et la consommation des combustibles fossiles
- Les activités dues aux diverses industries chimiques

⁹ Guide pratique " La pollution de l'air extérieur ", P2 Edition : Novembre 2016, www.ademe.fr

Chapitre 1 : Les enjeux environnementaux

- Les activités agricoles (engrais et pesticide).¹⁰

Les principaux polluants



I.2.1.2 Effet de la pollution sur l'environnement :

Les polluants peuvent atteindre des écosystèmes et mènent à leur déséquilibres, la couche d'ozone est touchée en premier lieu, car cette dernière sur une période d'exposition prolongée, impacte négativement le rendement des cultures agricoles, ralentit la croissance des espèces végétales et affaiblit les organismes.

I.2.2 effet de serre et réchauffement climatique :

I.2.2.1 l'effet de serre :

¹⁰ H. B. BRAHIM, Environnement et développement durable, cours, P32

Chapitre 1 : Les enjeux environnementaux

L'effet de serre est à l'origine un phénomène naturel. L'atmosphère, l'enveloppe gazeuse qui entoure notre planète, est un véritable filtre par rapport aux rayons du soleil : il ne parvient à la surface de la Terre que le rayonnement solaire nécessaire à la vie. Approximativement 30 % de ce rayonnement est réfléchi vers l'espace par les nuages, la poussière et les surfaces réfléchissantes. Quant aux 70 % restants, ils sont absorbés par la surface de la Terre et réémis sous la forme de rayonnement infrarouge. Une partie de ce rayonnement est alors absorbée par l'atmosphère, qui se réchauffe. C'est sur ce principe qu'est basée l'utilisation de serres pour la production maraîchère, à l'origine du nom donné au phénomène.

Certains gaz, comme la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone (CO₂) ou le méthane (CH₄), sont naturellement présents dans l'atmosphère et retiennent une large part du rayonnement infrarouge renvoyée vers l'espace par la Terre. Ces gaz, dits « Gaz à effet de serre (GES) », maintiennent l'atmosphère à une température moyenne d'environ 15 °C. Sans eux, le thermomètre descendrait à — 18 °C, interdisant de facto le développement de la vie.¹¹



Figure 2:l'effet de serre,
source :<https://www.aquaportail.com>

1.2.2.1.1 Emissions des gaz à effets de serre :

Les émissions de gaz à effet de serre (CO₂) : produites par oxydation du carbone dans la combustion du gaz, du charbon, du bois, et du pétrole sont liées à la consommation d'énergie. L'accroissement de la concentration des gaz à effet de serre est source d'un effet de serre additionnel qui provoque le réchauffement climatique. Principalement l'utilisation d'énergies fossiles telles que le charbon, le pétrole et le gaz naturel, qui ont provoqué l'émission de tout ce CO₂.¹²

¹¹ Guide en ligne " Changement climatique et énergie " de quoi parle-t-on ? , www.ademe.fr

¹² Guide en ligne " Changement climatique et énergie " de quoi parle-t-on ? , www.ademe.fr

Chapitre 1 : Les enjeux environnementaux

I.2.2.1.2 Sources des GES :

Les émissions de GES sont générées principalement par :

-les activités dans les secteurs de l'énergie, des transports, de l'industrie, de l'agriculture et du bâtiment, qui ont recours pour la plupart à la combustion d'hydrocarbures.

- Les émissions ont augmenté d'environ 70% entre 1970 et 2004.

- Le dioxyde de carbone (CO₂) étant la principale source, a augmenté de 80% dans la même période.

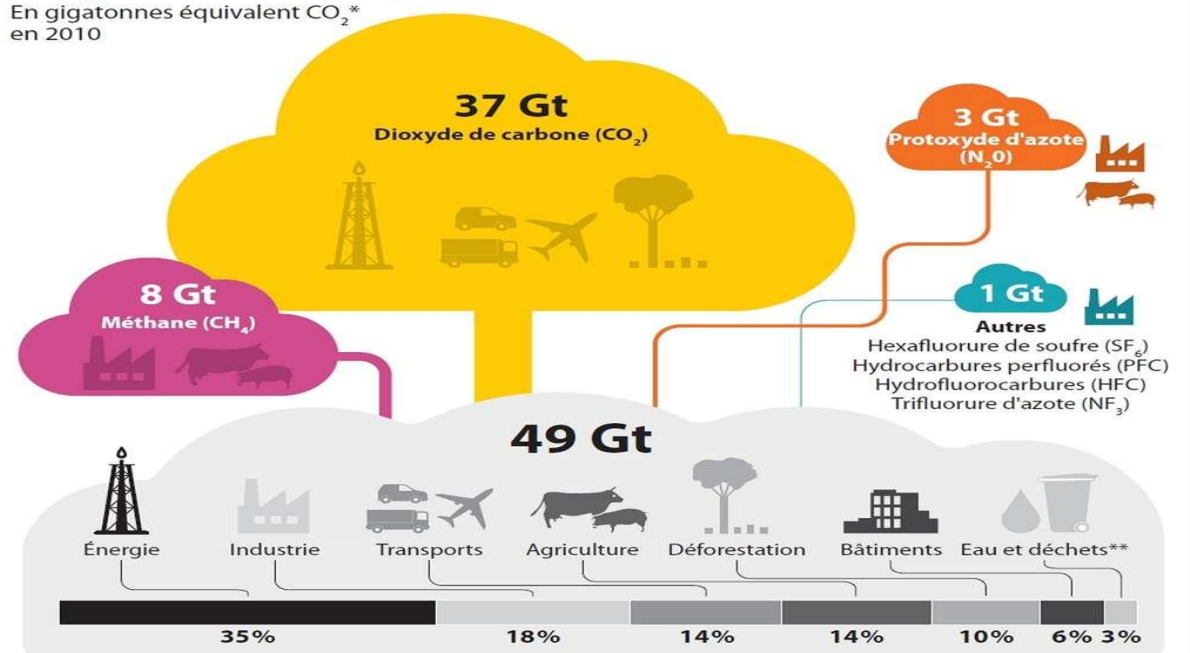
- La majeure partie de la hausse d'émissions de CO₂ provient l'approvisionnement en énergie et du transport routier.

- Les émissions de méthane (CH₄) ont augmenté d'environ 40% par rapport à 1970, dont 85% proviennent de l'utilisation des combustibles fossiles.

-L'agriculture reste cependant la plus grande source d'émissions de méthane.

Les gaz à effet de serre dans le monde

En gigatonnes équivalent CO₂*
en 2010



*La valeur en millions de tonnes équivalent CO₂ est calculée en fonction du potentiel de réchauffement global (PRG) de chaque gaz, par rapport à un kilo de CO₂ (1 kg de CH₄ = 28-30 kg de CO₂, 1 kg de N₂O = 265 kg de CO₂, etc.)

**Traitement

Sources : GIEC, cop21.gouv.fr, ministère de l'Ecologie



Figure 3: les gaz à effet de serre source :GIEC,cop21.gouv.fr

Chapitre 1 : Les enjeux environnementaux

I.2.2.2 Réchauffement climatique:

I.2.2.2.1 Définition du réchauffement climatique :

Également appelé réchauffement planétaire ou réchauffement global, est un phénomène d'augmentation des températures sur la plus grande partie des océans et de l'atmosphère terrestre, mesuré à l'échelle mondiale sur plusieurs décennies, et qui traduit une augmentation de la quantité de chaleur retenue à la surface terrestre. ¹³

Le réchauffement climatique apparaît comme une menace majeure pour le monde. Les activités humaines dans les villes se traduisent également par des émissions importantes de gaz à effet de serre. D'après le 4ème rapport du GIEC (Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat), ces émissions seraient pour la plupart responsables de l'augmentation de la température de la planète. ¹⁴

« Ce réchauffement est provoqué par l'accroissement progressif des concentrations des gaz à effet de serre présente dans l'atmosphère tel que le CO₂ qui provient principalement de la combustion d'énergie fossile, associée au transport, à la production d'électricité et se chaleur, le Méthane CH₄ qui provient des activités gazières et pétrolières, ainsi que d'autre gaz qui contribuent à ce réchauffement climatique ». ¹⁵

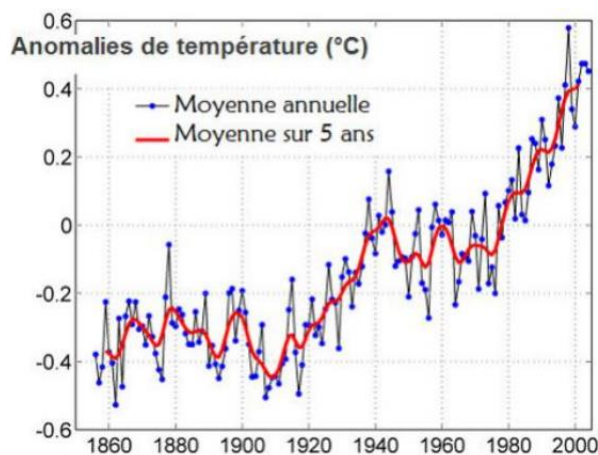


Figure 4: température moyenne de la surface de la terre entre 1856-2005 Source : dossier scientifique, AIR2 La destruction de la couche d'ozone

¹³ Alain Liebard, 'traité d'architecture et urbanisme', éd observatoire des énergies renouvelable, p35, France

¹⁴ Le 4ème rapport du GIEC annonce un 90% de certitude contre 66% de certitude présenté dans le 3ème rapport de 200

¹⁵ 9 Mohamed Tayeb AOUDIA, Gaz à effet de serre et réchauffement climatique, Equilibre : La lettre de la commission de régulation de l'électricité et de gaz, numéro spécial, environnement et développement durable, N°5 ; Mai 2009, P4

Chapitre 1 : Les enjeux environnementaux

I.2.2.2 Les conséquences du réchauffement climatique :

Le changement climatique perturbe les milieux naturels et la biodiversité. Les êtres humains sont, eux aussi, affectés car leur espace habitable, leur santé, l'agriculture, l'économie... sont impactés par les modifications du climat. ¹⁶

- Certaines zones se réchauffent plus rapidement que d'autres
- Le cycle de l'eau et les climats se modifient
- Le niveau des océans monte
- Des mers plus acides
- Des cycles végétatifs accélérés
- Des espèces animales perturbées
- Des conséquences pour les êtres humains
- Le climat va continuer de changer au XXIe siècle

I.2.3 La dégradation de la couche d'ozone

L'ozone (O₃) est présent dans l'atmosphère terrestre en quantité limitée, avec un maximum de concentration entre 15 et 50 km d'altitude. Cette molécule y joue un rôle essentiel en filtrant les rayons solaires ultraviolets dont les effets sur les êtres vivants peuvent être nocifs. L'influence des activités humaines sur la couche d'ozone stratosphérique s'est manifestée dès le début des années 1980, principalement au-dessus de l'Antarctique, où une baisse significative de la quantité totale d'ozone a été observée chaque printemps (ce que l'on nomme communément le «trou dans la couche d'ozone»). ¹⁷

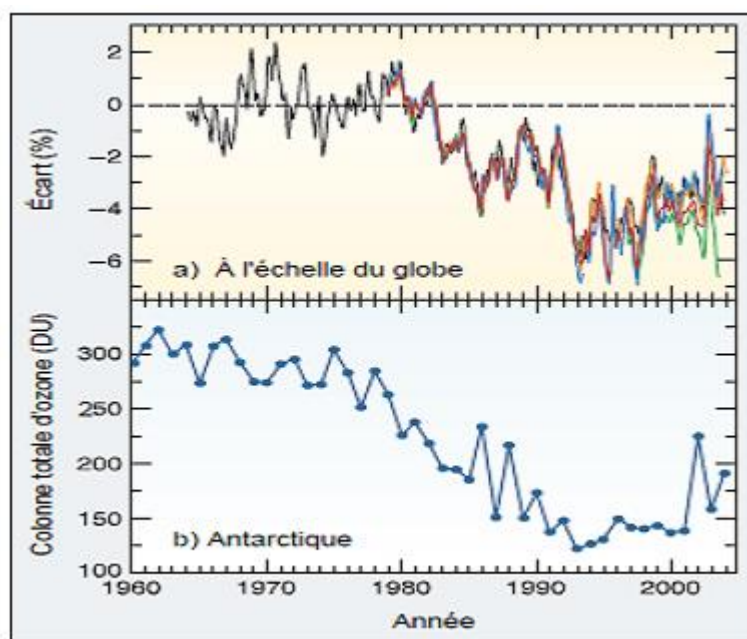
Au cours des dernières décennies, certaines pratiques domestiques, industrielles ou agricoles ont joué un rôle dans la diminution de la couche d'ozone, en émettant dans l'atmosphère des composés azotés, chlorés ou bromés. Notamment les CFC La superficie du

¹⁶ Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), 5e rapport d'évaluation (2013).

¹⁷ MAHIEU, E. 2006. avec la collaboration de Pascal THEATE et Vincent BRAHY, dossier scientifique, AIR2 La destruction de la couche d'ozone, , chapitre 9 : L'air et le climat P1

Chapitre 1 : Les enjeux environnementaux

«trou d’ozone» antarctique n’a cessé de croître pour passer de 5 à 25 millions de km² entre 1985 et 2001.22



I.2.3.1 La destruction de la couche d’ozone

L’élévation des concentrations d’autres gaz à effet de serre pourrait avoir à long terme un impact de plus en plus marqué sur la couche d’ozone, en refroidissant la stratosphère et en modifiant la circulation stratosphérique. Il est probable que, par suite de l’effet de refroidissement et de la baisse des concentrations de SAO, la quantité d’ozone augmente dans une bonne partie de la stratosphère, mais diminue dans certaines régions, par exemple au-dessus de l’Arctique. Toutefois, les modifications de la circulation atmosphérique liées aux changements climatiques pourraient avoir des conséquences plus importantes que ces facteurs. L’impact net, sur l’ozone total, de la hausse des concentrations de gaz à effet de serre dans l’atmosphère reste incertain, tant dans son ampleur que dans son sens. Selon les modèles actuels, il est très improbable qu’un trou d’ozone semblable à celui que l’on observe sur l’Antarctique se forme au-dessus de l’Arctique. ¹⁸

¹⁸ Rapport spécial du GIEC et du GETE, Préservation de la couche d’ozone et du système climatique planétaire: Questions relatives aux hydrofluorocarbures et aux hydrocarbures perfluorés, 2005, P5

Chapitre 1 : Les enjeux environnementaux

I.2.3.2 Le réchauffement climatique et la perte d'ozone

Le réchauffement provoqué par les SAO et le refroidissement associé à la perte d'ozone est deux mécanismes distincts qui ne se compensent pas simplement l'un l'autre. La répartition spatiale et saisonnière de l'effet de refroidissement n'est pas celle de l'effet de réchauffement. Selon les résultats d'un nombre limité d'études de modélisation du climat mondial et d'analyses statistiques, l'appauvrissement de la couche d'ozone pourrait modifier les configurations de la variabilité du climat qui influent sur la circulation troposphérique et sur les températures dans les deux hémisphères. Toutefois, les changements observés dans ces configurations ne peuvent être attribués hors de tout doute à la déperdition d'ozone. ¹⁹

I.3 Le changement climatique :

L'irrégularité des saisons d'une année à l'autre montre que le climat est naturellement variable. Cette variabilité est considérée comme étant normale ; elle est due à certains facteurs naturels tels que : les fluctuations des courants océaniques, les éruptions volcaniques, le rayonnement solaire etc... Mais depuis quelques années un certain nombre d'indicateurs et d'études montrent que le climat se réchauffe de façon inquiétante à l'échelle du globe et ceci incombe principalement aux différentes activités humaines. Le changement climatique correspond à une modification durable des paramètres statiques du climat global de la terre ou de ses divers climats régionaux due à des processus intrinsèques à la terre, à des forces extérieures ou, plus récemment aux activités humaines. Le terme « changement climatique » dans le contexte de la politique écologique ne correspond qu'aux changements du climat actuel, apparus au 20ème siècle et attendus pour le 21ème siècle. ²⁰

I.3.1 Résultats de quelques conférences sur les changements climatiques :

-Conférence de Rio : les Etats prend conscience des problèmes des émissions de CO2 liées aux énergies fossiles.

-Protocole de Kyoto de 1997, signé par 184 Etats, visait la réduction des gaz à effet de serre.

-Du 30 novembre au 11 décembre 2015, s'ouvre une nouvelle conférence sur le climat à Paris, la COP21, qui doit aboutir à un accord pour réduire les GES pour limiter le réchauffement

¹⁹ Rapport spécial du GIEC et du GETE, Préservation de la couche d'ozone et du système climatique planétaire: Questions relatives aux hydrofluorocarbures et aux hydrocarbures perfluorés, 2005, P4

²⁰ Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), 5e rapport d'évaluation (2007)

Chapitre 1 : Les enjeux environnementaux

climatique. Afin de réduire les GES dus aux énergies fossiles les Etats doivent engager leur transition énergétique.²¹

I.4 le passage de l'énergie fossile à l'énergie renouvelable :

I.4.1 l'énergie fossile :

Énergie fossile désigne l'énergie produite à partir de composés issus de la décomposition sédimentaire des matières organiques, c'est à dire principalement composés de carbone. Une source d'énergie qui se dégrade dans le processus de production et d'utilisation et qui ne se régénère pas, ou qui se renouvelle selon un cycle relativement lent à l'échelle humaine²²

I.4.1.1 La surexploitation des ressources fossiles :

La consommation d'énergie non renouvelable est indispensable à l'économie. Elle varie en fonction du taux d'équipement (véhicules, chauffage/climatisation, appareils électroménagers, appareils électroniques).A l'échelle mondiale, selon L'AIE (Agence Internationale de l'Energie) l'industrie consomme 29% des énergies primaires, le transport 27% et le résidentiel 23 %. Ainsi plus un pays est développé plus il consomme d'énergies.²³

I.4.1.2 les types d'énergie fossiles :

	Source d'énergie	Mix énergétique mondial 2011	Principaux usages	Avantages	Inconvénients
Non renouvelables	CHARBON	29 %	Chauffage, électricité, industrie chimique	Abondant	Fortes émissions de CO2
	PETROLE	31 %	Transports, électricité, industrie pétrochimique	Usages polyvalents et bonne adaptation aux transports	Réserves limitées, fortes émissions de CO2, tensions géopolitiques
	GAZ NATUREL	21 %	Chauffage, électricité, transports	Stockage assez facile	Réserves limitées, Infrastructures coûteuses, assez fortes émissions de CO2
	NUCLEAIRE	5 %	Electricité	Pas d'émissions de CO2	Installations coûteuses et dangereuses, stockage des déchets

Tableau 1:Les différents types d'énergie primaire. Source: IEA.

²¹ GIEC (2008). Changements Climatiques 2007. Rapport de Synthèse :www.ipcc.ch.

²² Dictionnaire de l'environnement et de développement durable 'http://www.dictionnaireenvironnement.com '

²³ Chiffres clés de l'énergie, édition 2011. SOeS – chiffres de consommation 2010.

Chapitre 1 : Les enjeux environnementaux

I.4.1.3 La consommation mondiale d'énergie :

De plus, la croissance mondiale de la demande en électricité s'accélère (+3,5%/an actuellement contre +2,7%/an lors de la précédente décennie 1990-2000), l'agence internationale de l'énergie (AIE) estimait la part de l'électricité dans la consommation finale mondiale d'énergie à 16%. Pourtant, la production de cette forme d'énergie mobilise annuellement près de 39% des ressources énergétiques primaires d'origine non renouvelable et est à l'origine de 37% des émissions anthropiques de CO₂.²⁴ Le fort différentiel entre mobilisation des ressources primaires et consommation finale s'explique principalement par le rendement médiocre des centrales thermiques (32% en moyenne mondiale, tous types de centrales confondus) auquel s'ajoutent les pertes en ligne ainsi qu'aux différents stades de transformation de la tension jusqu'à l'utilisateur final (ces pertes sont de l'ordre de 12% en France).²⁴

I.4.1.4 La consommation énergétique dans l'Algérie :

L'Algérie, riche en gaz et en pétrole ne s'est intéressée sérieusement à la rationalisation de l'utilisation de l'énergie qu'à la fin des années 80. Le gaz naturel qui constitue 60% de ses réserves en énergie fossile, alimente à hauteur de 30% de ses revenus en devises.²⁵

En 1995, la consommation nationale d'énergie a été de 25,3 Mtep avec une pénétration plus grande des produits gazeux, plus disponible dans le bilan des ressources.

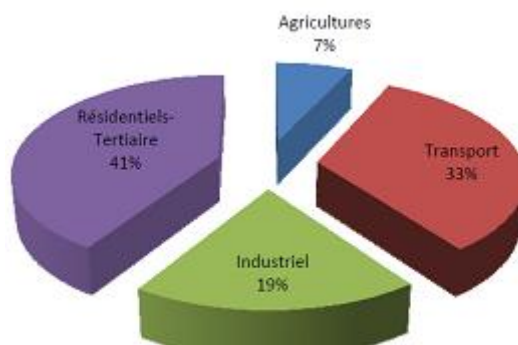


Figure 6: La consommation finale de l'Algérie par secteur d'activité. Source : www.aprue.org.dz.

Concernant la consommation finale, c'est le secteur résidentiel et tertiaire (45,7%) qui domine, suivi des secteurs de transports (27,8%) et de l'industriel BTP (26,8%). La part de la consommation finale représente près de 62% de la consommation nationale.²⁶

²⁴ Centre d'analyse stratégique Français « Choix Énergétique dans l'immobilier résidentiel » n°172, Avril 2010

²⁵ S. Assyl, Revue de SONATRACH, Réseau N°3 Avril 2004, p30

²⁶ YACEF. A, Séminaire sur « L'économie de l'énergie », Alger, Avril 1997.

Chapitre 1 : Les enjeux environnementaux

Les différents types d'énergie dans le secteur résidentiel nous servent globalement à quatre différents usages : ²⁷

- Le chauffage représente la plus forte consommation environ 60% de l'énergie domestique ;
- L'éclairage et l'électroménager, l'audio-visuel et la climatisation représentent près de 20% ;
- L'eau chaude sanitaire nécessaire représente près de 15% ;
- La cuisson représente près de 5%.

I.4.2 Les énergies renouvelables :

Les énergies renouvelables constituent une solution respectueuse de l'environnement. Elles permettent d'acquérir une certaine autonomie énergétique et de réaliser des économies à moyen et long terme. En fonction de la situation géographique, plusieurs types d'énergies renouvelables sont utilisables. ²⁸

Le caractère renouvelable d'une énergie dépend de la vitesse à laquelle la source se régénère, mais aussi de la vitesse à laquelle elle est consommée. ²⁹

I.4.2.1 Les différents types d'énergies renouvelables :

I.4.2.1.1 L'énergie solaire :



Figure 7: l'énergie solaire, source : <https://www.ohm-easy.com>

Le soleil est astre incandescent (sa température superficielle est estimée à 5 750°C) qui émet un rayonnement électromagnétique sous forme de lumière et de chaleur. Les rayons du soleil

²⁷ CHITOUR. Chams Eddine, L'énergie- Les enjeux de l'an 2000, Alger : Office des Publications Universitaires OPU, 1991, p 41

²⁸ BEGUIN Daniel : « Guide de l'éco-construction » Agence Régionale de l'Environnement en Lorraine, ADEME Février 2006.p23.

²⁹ Amory.B.LOVINS, Stratégie énergétique planétaire, édition Christian Bourgeois, Paris 1975, P97

Chapitre 1 : Les enjeux environnementaux

sont nécessaires pour entretenir, à la surface de la terre, les conditions de température et de lumière indispensable aux réactions biochimiques de la vie végétale et animale.

L'énergie solaire est présente partout « énergie ambiante », intermittente (cycle journalier et saisonnier), propre (sans déchet, et disponible (pas de tarif, pas d'intermédiaire, pas de réseau). Cependant, elle nécessite des installations pour sa conversion en chaleur ou en électricité.³⁰

I.4.2.1.2 L'énergie éolienne :



Figure 8: l'énergie éolienne,
source : www.alamy.com

L'énergie éolienne a été vite exploitée à l'aide de moulins à vents équipés de pales en forme de voiles, comme ceux que l'on peut voir aux PaysBas ou encore ceux mentionnées dans Don Quichotte. Ces moulins utilisent l'énergie mécanique pour actionner différents équipements.

Les moulins des pays bas actionnent directement des pompes dont le but est d'assécher ou de maintenir secs les polders du pays. Les meuniers utilisent des moulins pour faire tourner une meule à grains. Aujourd'hui, ce sont les éoliennes qui prennent la place des moulins à vent. Les éoliennes transforment l'énergie mécanique en énergie électrique.³¹

I.4.2.1.3 L'énergie hydraulique :

³⁰ A. Liebard, Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Ed le moniteur, 2004

³¹ Robert Bell, La bulle verte : La ruée vers l'or des énergies renouvelables, édition Scali, Paris 2007 P296

Chapitre 1 : Les enjeux environnementaux



Figure 9: l'énergie hydraulique
source : www.alamy.com

L'énergie hydraulique est également appelée "houille blanche". Elle n'est pas dépendante aux conditions météorologiques. C'est une énergie qui n'engendre aucune pollution lors de la production. La production de l'électricité avec cette technique peut être avec multiple choix. On cite les deux principaux qui sont :

- Les turbines hydrauliques sont utilisées dans les installations hydroélectriques pour entraîner les générateurs qui produisent le courant électrique.
- Et on peut réaliser des petites turbines dans nos maisons, elle est uniquement utilisée pour fournir l'électricité nécessaire à la consommation du foyer. ³²

I.4.2.1.4 L'énergie géothermique :



Figure 10: l'énergie géothermique.
source : www.alamy.com

La chaleur interne de la terre est aussi une énergie considérée comme renouvelable et exploitable. Au centre de la terre, les roches sont en fusion, il s'agit du magma. On se sert de la vapeur ou de l'eau capturée entre les roches et chauffée par la chaleur de la terre pour produire de l'électricité et du chauffage. Cette énergie est appelée géothermique.

³² JEAN JACQUOT, Energies renouvelables pour l'habitat 2001

Chapitre 1 : Les enjeux environnementaux

La chaleur de la terre est produite par la radioactivité naturelle des roches qui constituent la croûte terrestre : c'est l'énergie nucléaire produite par la désintégration de l'uranium, du thorium et du potassium. Par rapport à d'autres énergies renouvelables, la géothermie profonde ne dépend pas à des conditions atmosphériques (soleil, vent, pluie...).³³

I.4.2.1.5 L'énergie de la biomasse :



Figure 11: l'énergie de la biomasse source : www.alamy.com

Le terme bioénergie désigne l'énergie issue de toute matière organique renouvelable. Des produits très divers peuvent être utilisés, notamment les résidus de la foresterie, les copeaux, les cultures, les déjections animales et autres sources de déchets organiques. La bioénergie utilise plusieurs types de procédés différents. La biomasse peut être brûlée directement pour produire de la chaleur et/ou alimenter la production d'électricité. Elle peut subir un processus pour produire un carburant liquide comme le biodiesel. Comme elle peut subir un procédé de gazéification ou un procédé de digestion anaérobie pour produire des gaz qui peuvent être stockés puis utilisés pour chauffer, pour la cuisson et même pour la production d'électricité. L'énergie de la biomasse couvre un large éventail de technologies, depuis les applications primitives (par exemple, la production traditionnelle de charbon de bois et les fours à bois) jusqu'aux procédés énergétiques avancés, qu'on désigne souvent collectivement par l'expression " La biomasse moderne".³⁴

³³ www.legrenelle-environnement.fr , Virgine Peeters, Février 2010

³⁴ « L'investissement dans les énergies renouvelables crée des emplois ». Union européenne 2012

Chapitre 1 : Les enjeux environnementaux

Conclusion :

la pollution, l'augmentation des GES, le changement climatique et l'épuisement des ressources naturelles, sont des enjeux environnementaux qui touchent en premier l'équilibre écologique de notre terre , les énergies fossiles sont considérées comme un facteur influent la crise environnementale, par contre les énergies renouvelables , surtout l'énergie solaire est perçue comme une alternative essentielle dans la production de l'énergie.

II. L'énergie solaire : une énergie durable et seine.

Chapitre 2 : L'énergie solaire : une énergie durable et seine.

Introduction :

L'énergie solaire est connue comme étant une source inépuisable et seine, disponible en grande quantité de quoi combler les besoins énergétique. Pour un bâtiment, cette source énergétique offre à ses occupants un confort adéquat.

Ce chapitre sera consacré à la démarche solaire, et l'intégration des dispositifs solaires dans le processus de conception architecturale.

II.1.1 Le soleil :

Le soleil est une étoile sphérique qui est source de vie car elle nous fournit la plus grande partie d'énergie que nous utilisons. En effet, à part l'énergie géothermique et l'énergie nucléaire, toutes les énergies viennent du soleil.

II.1.2 Potentiel solaire en Algérie :

Régions	Régions côtières	Hauts plateaux	Sahara
Superficie	0.04	0.1	0.86
Durée moyenne d'ensoleillement $\frac{\text{heures}}{\text{an}}$	2650	3000	3500
Energie moyenne reçue $\frac{\text{kwh}}{\text{m}^2 \text{an}}$	1700	1900	2650

Tableau 2La durée d'ensoleillement par région en Algérie. SAID .BENTOUBA
«Les énergies renouvelables dans le cadre d'un développement durable en
Algérie willayas
du grand sud exemple » article Centre Universitaire de Béchar - Algérie, 11 et 12
Novembre 2006

L'Algérie possède un gisement solaire parmi les gisements plus élevé dans le monde. La durée moyenne d'ensoleillement dans le Sahara algérien est de 3500 heures. Ce potentiel peut constituer un facteur important de développement durable dans cette région s'il est exploité de manière économique. Le tableau dessous indique le taux d'ensoleillement pour chaque région de l'Algérie. Le volet de l'énergie solaire le plus utilisé dans notre pays est le solaire photovoltaïque mais les autres volets solaires thermiques et thermodynamiques restent toujours au stade d'expériences.³⁵

II.2.1 Définition de l'architecture solaire :

³⁵ SAID .BENTOUBA «Les énergies renouvelables dans le cadre d'un développement durable en Algérie willayas du grand sud exemple » article Centre Universitaire de Béchar - Algérie, 11 et 12 Novembre 2006

Chapitre 2 : L'énergie solaire : une énergie durable et saine.

L'architecture solaire est une architecture qui intègre au mieux l'exploitation de l'énergie solaire dans le bâtiment afin d'y accroître le confort des occupants ainsi que les performances environnementales (énergétiques, etc.), économique, social et des ambiances physiques architecturales (thermiques, visuelles, etc.)³⁶

La qualité d'intégration architecturale dépend, entre autres, du contrôle et de la cohérence des systèmes solaires des points de vue fonctionnels, constructif et formel (esthétique) (Munari Probst et al. 2012).

II.2.2 Historique de l'énergie solaire³⁷

Depuis 400 milliard d'années, le soleil brille et la vie sur terre baigne dans son énergie, donc l'exploitation de l'énergie solaire remonte à l'antiquité, les civilisations anciennes croyaient que le soleil est un véritable dieu.

Au deuxième siècle avant J-C en effet le célèbre mathématicien Archimède ; pour aider les soldats grecs à se défendre contre les romains. Il leur aurait demandées de positionner leurs boucliers de bronze selon un angle soigneusement calculé afin de réfléchir les rayons du soleil en direction des voiles des bateaux ennemis. De cette façon les soldats grecs réussirent à empêcher les navires romains d'atteindre la cote. Là même méthode aurait servi à allumer la flamme olympique.

En 1874 George Harding inventait un appareil pour distiller l'eau en Espagne.

En 1888 Weston développa une méthode de transformer l'énergie solaire en énergie mécanique.

Au 19ème siècle, ce siècle a connu plusieurs réalisation dans le domaine de l'énergie solaire dont : En 1902, un moteur à concentration solaire a fonctionné en Californie pour le pompage de l'eau.

Vers 1910, la "Sun Power Company" construisit près du Caire un capteur capable d'alimenter un moteur de 100 chevaux. En 1954 L. Damilio inventait un moteur solaire pour l'irrigation en Lybie.

³⁶ Fernandez, P., & Lavigne, P. Concevoir des bâtiments bioclimatiques : fondements & méthodes, le moniteur. Paris, 2009

³⁷ <http://www.blog.sonergie.fr>

Chapitre 2 : L'énergie solaire : une énergie durable et saine.

En 1960 le nombre des maisons utilisant l'énergie solaire pour le chauffage de l'eau en Japon est arrivé à un quart de million.

Le plus puissant four solaire du monde à ce jour fut terminé en 1970 à Odeillo, France. Depuis la crise du pétrole, l'énergie solaire est à nouveau valorisée.

Il est noté que plusieurs savants comme Harding, Ericsson... ont utilisées l'énergie solaire pour la fusion des matières, la cuisson et la distillation de l'eau ; aussi que la première station d'irrigation en Egypte fonctionne en énergie solaire pendant cinq heures par jours.

Le 20ème siècle est bien marqué par le grand projet d'approvisionner l'Europe en énergie produit par des centrales solaires au Sahara.

II.2.3 Intégration de l'énergie solaire à l'architecture :

Effectivement, l'intégration de l'énergie solaire à l'architecture permettrait sous certaines conditions de concevoir des bâtiments mieux adaptés à leur site, en relation directe avec l'environnement extérieur, dans le respect des lois de la nature et favorisant le confort de ses occupants. Ce constat n'est pas sans rappeler que l'intégration de l'énergie solaire en architecture appartient à une tradition architecturale qui demeure " certainement vénérable " (Heschong, 1981) qui a longtemps fait partie des environnements de travail.

L'intégration de l'énergie solaire à l'architecture sous-tend des dimensions environnementales, économiques, d'autre plus proprement architecturales, relatives aux ambiances physiques.³⁸

II.2.3.1 Dimension environnementale :

L'intégration est durable, efficace et propre, puisque l'énergie solaire est utilisée directement sur place (ne nécessite aucun transport, donc aucun pétrole) et est renouvelable (Suzuki et Boyd, 2008).

II.2.3.2 Dimension économique :

L'intégration peut grandement réduire le coût opérationnel (d'exploitation) et le coût capital (système de stockage, de distribution et d'entretien) relatifs aux besoins des bâtiments

II.2.3.3 Dimension des ambiances physiques architecturales :

³⁸ Heschong, L. (1981). Architecture et volupté thermique (H. Guillaud, Trans.)

Chapitre 2 : L'énergie solaire : une énergie durable et saine.

L'intégration peut générer, entre autres, des ambiances appréciées par les usagers ainsi que des lieux riches et significatifs, pour produire des environnements globalement sains, cohérents et équilibrés.

II.2.4 les différentes méthodes d'intégration des systèmes solaires à l'architecture :

Certes, le développement des systèmes solaires passifs et actifs est en constante évolution. Son intégration est liée à la conception architecturale.

Les possibilités d'intégration sont multiples, comme en fait foi la figure, se traduisant par :

- 1- une addition technique,
- 2- un élément à double fonction (un dispositif d'occultation de la lumière naturelle, un garde-corps, etc.),
- 3- une structure autoportante,
- 4- une surface partielle d'enveloppe,
- 5- une surface complète d'enveloppe (une façade, une toiture, etc.)
- 6- une géométrie optimisée pour le captage de l'énergie solaire. ³⁹

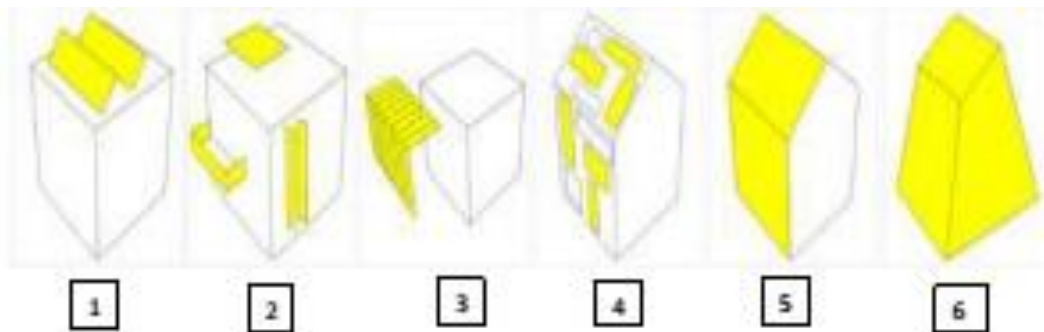


Figure: Les possibilités d'intégration solaire architecturale
Source : (Munari Probst et Alain, 2012)

³⁹ Solar energy systems in architecture integration criteria and guidelines (No. Report T.41.A.2), <http://www.iea-shc.org/> (janvier 2013)

II.2.5 Les principaux avantages de l'intégration des systèmes solaires :

Les principaux avantages de l'intégration des systèmes solaires sont qu'ils peuvent remplacer des composantes élémentaires de la construction (matériaux extérieurs et intérieurs) et qu'ils peuvent améliorer les propriétés architecturales et esthétiques, voire l'intérêt de la composition formelle, la richesse des perceptions dans l'expérience et l'occupation des lieux, et rehausser la qualité du résultat obtenu pour l'effort investi. Suite à des recherches sur les bâtiments écologiques, Lucuik (2005) relève pour sa part les avantages suivants :⁴⁰

- Des coûts opérationnels moindres pendant la durée de vie du bâtiment ;
- Une protection contre les augmentations futures du prix de l'énergie
- Une valeur plus élevée des bâtiments et des meilleurs taux d'occupation ;
- Une amélioration de l'image ; diverses considérations externes comme des effets sur l'infrastructure, sur l'environnement et sur l'économie locale.
- Une reconnaissance internationale démontrant un intérêt clair et symbolique pour le développement durable.

II.2.6 les systèmes solaires :

II.2.6.1 Système passif :

II.2.6.1.1 Définition :

Dans un bâtiment solaire passif, l'apport solaire passif permet de faire des économies d'énergie importantes. Dans les bâtiments dont la conception est dite bioclimatique, l'énergie solaire passive permet aussi de chauffer tout ou partie d'un bâtiment pour un coût proportionnel quasiment nul.⁴¹

⁴⁰ Mazria, E. (1981). Le guide de l'énergie solaire passive, Éditions Parenthèses ed

⁴¹ Guide de l'énergie solaire passive. Edward Mazria, ISBN : 2863640119 .Éditeur : Parenthèses (1981).

Chapitre 2 : L'énergie solaire : une énergie durable et seine.

Ce type d'exploitation de l'énergie solaire ne nécessite pas de système mécanique ni de conversion d'énergie supplémentaire. Les gains solaires obtenus contribuent ainsi au chauffage des espaces. ⁴²

L'objectif principal de système solaire passif est d'arriver à un confort thermique hivernal (chauffage), estival (climatisation).

II.2.6.1.2 Les systèmes de captage solaire passif :

Les systèmes à gain direct :

Soleil → Espace : baie vitrée, serre.

Ces systèmes sont basés sur l'aménagement d'espaces vitrés orientés vers le sud, Le soleil pénètre directement dans l'espace, à travers les vitres et se projette directement ou indirectement sur les parois de la pièce et sur les meubles. Cette énergie est absorbée puis libérée sous forme de chaleur. ⁴³

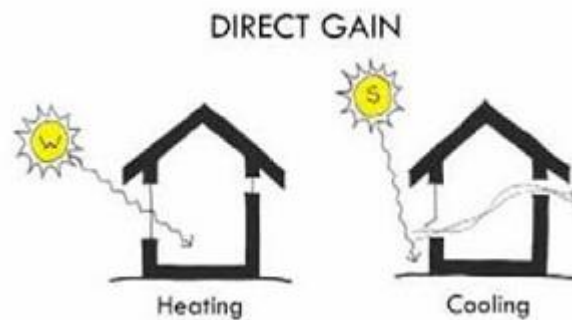


Figure 12:schéma de gain direct source:yr-architecture.com
source:speedwealthy.com

Les systèmes a gain indirect :

Soleil → masse → espace : murs capteurs, serre.

Dans ces systèmes, l'énergie solaire est stockée dans une masse thermique entreposée entre un vitrage et le local à chauffer. De par son taux d'ensoleillement en hiver comme en été, une

⁴² Goetzberger et Schmid, 1985; International Energy Agency, 2009

⁴³ Mr HADDAM Muhammad Abdalkhalq Chuayb : «Application de quelques notions de la conception bioclimatique pour l'amélioration de la température interne d'un habitat»

Chapitre 2 : L'énergie solaire : une énergie durable et seine.

façade orientée vers le sud reste la plus recommandée pour la mise en place de ces dispositifs.

Parmi les systèmes développés dans ce sens figure :

a. Les serres b. Mur trombe

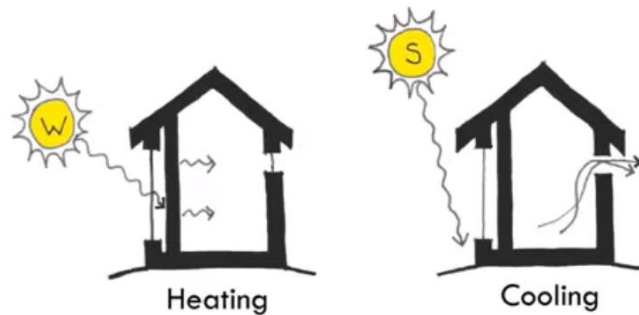


Figure 13: schéma de gain indirect source:yr-architecture.com
source:speedwealthy.com

II.2.6.1.3 Les Serres

II.2.6.1.3.1 Définition de serres :

Les serres également appelées (serres solaires) est un volume vitré capteur de chaleur. Outre sa fonction première d'apport pour une partie des besoins en chauffage d'un bâtiment (pouvant aller jusqu'à 40%), elle peut également contribuer au rafraîchissement en été et devenir un espace à vivre à part entière pendant certaines saisons.⁴⁴

II.2.6.1.3.2 Principe de fonctionnement⁴⁵ :

Une serre bioclimatique fonctionne comme un mur capteur de type double peau dont la lame d'air serait suffisamment large pour être habitable.

-En hiver : emmagasiner un maximum de chaleur solaire L'air de la serre est rapidement réchauffé dès que le soleil frappe le vitrage, et peut pénétrer dans la maison par les ouvertures (fenêtres, portes), qu'il convient de laisser ouvertes à cet effet. En même temps, les partie maçonnées (dalle, mur capteur *) stockent les calories pour les distribuer lentement dès que la

⁴⁴ Samuel Courgey et Jean-Pierre Oliva, édition Terre Vivante, la conception bioclimatique, page 143.

⁴⁵ Ageden –énergie renouvelables en Isère, Les serres et la véranda bioclimatiques, page2, PDF.

Chapitre 2 : L'énergie solaire : une énergie durable et seine.

température redescend (le soir). Il convient à ce moment de fermer les ouvertures, afin de ne pas laisser la chaleur partir vers la véranda.

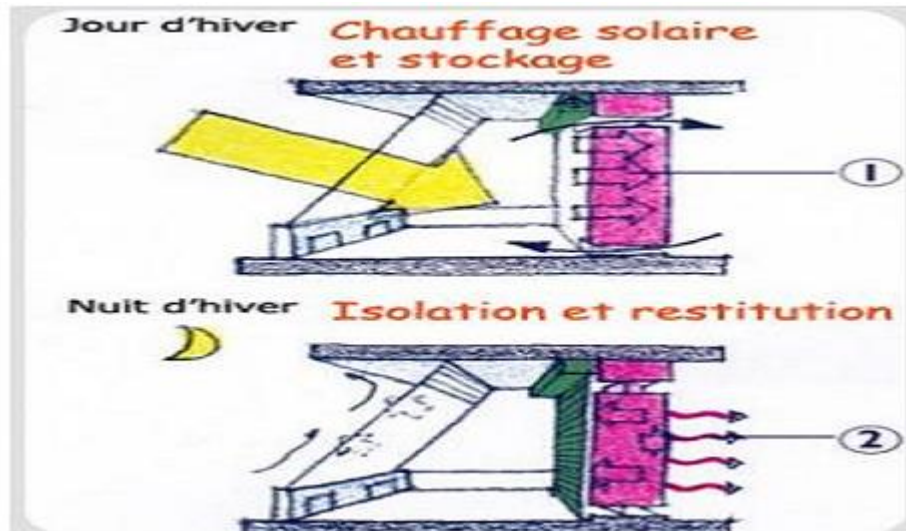


Figure 14:Schéma de fonctionnement de la serre en hiver . Source : la conception bioclimatiques des maisons confortable et économes Samuel courgey et jean pierre Oliva

-En été : éviter les surchauffes Le rayonnement solaire qui atteint le vitrage doit être limité par des occultations (store, casquette, végétation...). En outre, une ventilation naturelle peut être mise en place grâce à des ouvertures spécifiques en partie haute et partie basse de la véranda».

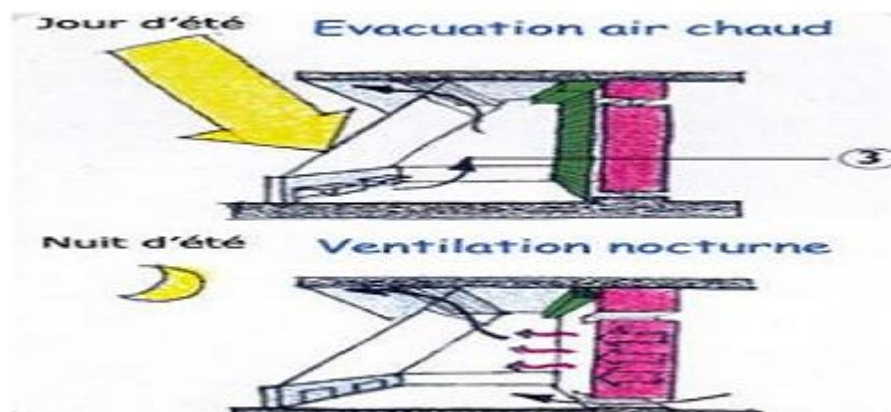


Figure 15:Schéma de fonctionnement de la serre en été. (Source : la conception bioclimatiques des maisons confortable et économes Samuel courgey et jean pierre Oliva)

Chapitre 2 : L'énergie solaire : une énergie durable et seine.

-**Note** : la serre bioclimatique sera mise a profit a différents périodes de l'année pour améliorer l'efficacité du système de ventilation :

-Préchauffage de l'air en période froide

-Contribution a la sur ventilation nocturne en été

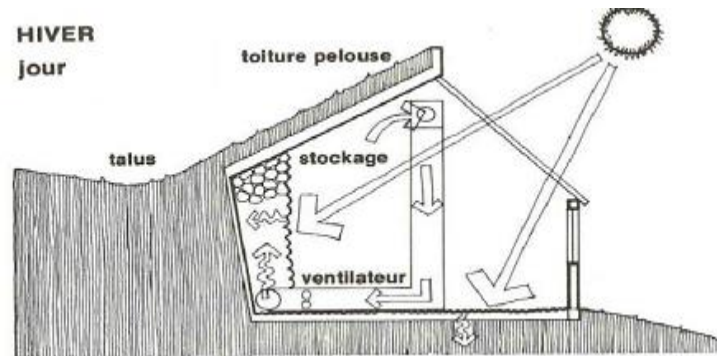


Figure 16 : Le concept de la serre solaire en jour (Source : Pierre (Amet) : Projet Serre solaire active et passive de culture potagère pour usage en zone de montagne, APPER France)



Figure 17: Le concept de la serre solaire en nuit (Source : Pierre (Amet) : Projet Serre solaire active et passive de culture potagère pour usage en zone de montagne, APPER France)

II.2.6.1.3 Typologie et dimensionnement des serres :

Une serre correctement conçue et orientée doit assurer une partie du chauffage du bâtiment.

Mais la qualité de la chaleur fournie dépend de nombreux paramètres. Certains sont communs à tous les systèmes de captage solaire (l'altitude, climat, ensoleillement, orientation ...)

Orientation :

Chapitre 2 : L'énergie solaire : une énergie durable et seine.

L'orientation optimale d'une serre est plein sud, néanmoins un écart de plus ou moins 20° ne modifie que modérément (-5%) la performance de captage (capacité de la serre à intercepter le rayonnement solaire).⁴⁶

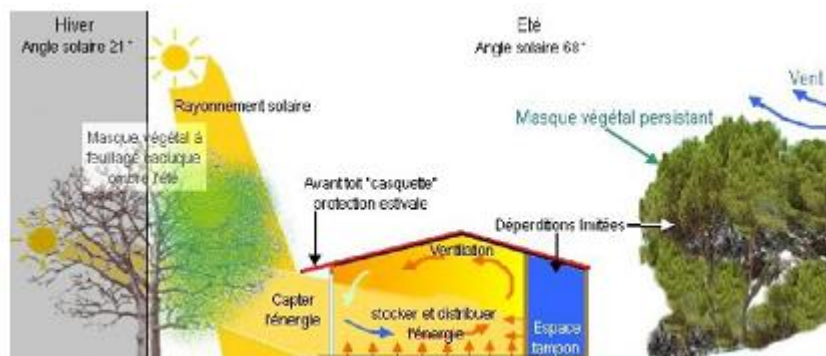




Figure 18 : l'orientation de la serre dans un bâtiment (Source : la conception bioclimatiques des maisons confortable et économes Samuel courgey et jean pierre Oliva)

II.2.6.1.3.3.1 L'intégration de la serre au bâti :

3 principaux types d'intégration sont à étudier :

Légende :

-  bâtiment
-  serre

En épi :

ce type de véranda très répandu est le moins performant. Il présente une importante surface exposée au rayonnement, mais également de plus amples déperditions et des échanges réduits avec le logement. L'été, il est source de fortes surchauffes.⁴⁷



⁴⁶ Samuel Courgey et Jean-Pierre Oliva, édition Terre Vivante, la conception bioclimatique, page 148.

⁴⁷ Ageden –énergie renouvelables en Isère, Les serres et la vérandabioclimatiques, page3, PDF.

Chapitre 2 : L'énergie solaire : une énergie durable et saine.

En angle ou semi encastrée ces deux options présentent des performances intermédiaires. Pour la véranda d'angle, on veillera à éviter l'exposition ouest de manière à éviter les surchauffes en fin de journée.



Encastrée : ce type de serre est la plus performante. La façade de captage est optimisée (surface en contact avec l'extérieur en plein sud) et les surfaces de contact entre la serre et l'habitation sont maximales.⁴⁸



II.2.6.1.3.3.2 Les dimensionnements des serres

Il n'y a pas de règle précise pour le dimensionnement d'une serre, il dépend en Premier lieu de l'usage que l'on veut en faire. Néanmoins, quelques principes Doivent être pris en compte :

- la surface vitrée doit être la plus grande possible et orientée au sud.
- si le bâtiment comporte plusieurs niveaux, il est préférable que l'ensemble des Niveaux disposent d'un accès à la véranda pour en tirer profit.

II.2.6.1.3.3.3 Les formes des serres :

Serre baie vitrée

⁴⁸ Ageden –énergie renouvelables en Isère, Les serres et la véranda bioclimatiques, page3, PDF

Chapitre 2 : L'énergie solaire : une énergie durable et seine.

Intégrée au mur de façade avec une surface de vitrage importante.



Figure 19: baie vitrée source :www.zoramobile.com

Serre accolée

Espace rajouté au bâtiment avec un volume indépendant, peut être considéré comme Espace tampon ou véranda d'hiver.



Figure 20: serre accolée, source :www.pinterest.jp

Serre intégrée au bâtiment

Espace du bâtiment, qui pourrait être au milieu, dans un côté, ou en étage, son volume est simple et peut être marié au volume du bâtiment, mais réalisé en matériau différent et léger (verre).

Chapitre 2 : L'énergie solaire : une énergie durable et seine.



Figure 21: serre intégrer au bâtiment ,source :www.cbc.ca

Serre enveloppe

Ce type englobe le bâtiment.



Figure 22: serre enveloppe source :www.build-green.fr

Serre et Ventilation

La ventilation de la serre est nécessaire pour qu'elle joue son rôle d'échangeur thermique.

-L'hiver

L'air neuf transite par la serre où il est préchauffé. Il est ensuite insufflé dans l'espace intérieur par le système de ventilation de la maison (par exemple le système du puits canadien).

Chapitre 2 : L'énergie solaire : une énergie durable et seine.

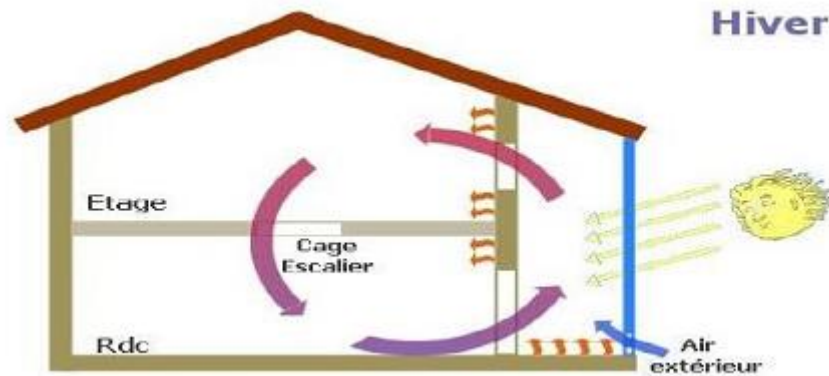


Figure 23: Figure : la ventilation de la serre en hiver (Source : la conception bioclimatiques des maisons confortable et économes Samuel courgeyet jean pierre Oliva)

-L'été

Journées d'été (risque de surchauffes)

Toutes les communications entre la serre et l'espace de vie doivent être fermées. La ventilation de la serre doit être importante pour éviter l'effet « four ». Elle se fait naturellement par tirage thermique grâce à des orifices spécifiques (partie basse et haute) La ventilation de l'espace habité se fera par le système de ventilation principal de la maison, avec un air neuf entrant qui ne sera pas passé préalablement par la serre.⁴⁹



Figure 24: Figure la ventilation de la serre en été (jour) (Source : la conception bioclimatiques des maisons confortable et économes Samuel courgeyet jean pierre Oliva)

Nuits d'été

Le bâtiment entier est sur ventilé de façon à ce que la structure soit tempérée par la fraîcheur de l'air extérieur. Le système de ventilation de la maison laisse place alors à une ventilation

⁴⁹ Samuel Courgey et Jean-Pierre Oliva, édition Terre Vivante, la conception bioclimatique, page 158.

Chapitre 2 : L'énergie solaire : une énergie durable et seine.

naturelle traversant partant de la façade nord jusqu'à la serre, qui fait alors office de «cheminée thermique ».⁵⁰



Figure 25: Figure la ventilation de la serre en été (nuit) (Source : la conception bioclimatiques des maisons confortable et économes Samuel courgey et jean pierre Oliva).

II.2.6.1.4 Mur trombe

II.2.6.1.4.1 Définition de mur trombe :

Un mur Trombe est un mur capteur-accumulateur qui comporte des orifices dans ses parties basse et haute. Le phénomène de thermo circulation (ascendance de l'air entre la vitre et le mur) se produit sous l'effet de l'absorption solaire; une boucle convective s'établit naturellement avec transfert de chaleur vers l'intérieur grâce à un mouvement permanent de l'air.⁵¹

Définition de mur trombe selon samuel Courgey et jean pierre Oliva ;

Le mur trombe est un mur capteur qui comporte, dans sa partie basse et dans sa partie haute, des orifices de communication entre l'espace de vie et la lame d'air comprise entre vitrage et surface réceptrice.⁵²

II.2.6.1.4.2 Principe de fonctionnement

Pendant l'été :

⁵⁰ Samuel Courgey et Jean-Pierre Oliva, édition Terre Vivante, la conception bioclimatique, page 159

⁵¹ <http://outilssolaires.com/>

⁵² Samuel Courgey et Jean-Pierre Oliva, édition Terre Vivante, la conception bioclimatique, page 138.

Chapitre 2 : L'énergie solaire : une énergie durable et seine.

L'air extrait (l'air chaud de la pièce) circule vers l'extérieur, mais à l'extérieur du bâtiment on bloque l'entrée de l'air chaud et aussi on prévoit sur la face extérieure de la vitre un parasolaire qui empêche le chauffage de la paroi par l'intermédiaire de la radiation solaire. La nuit, quand la température extérieure est la plus faible (fraîcheur nocturne), l'air peut être introduit directement dans le local.⁵³

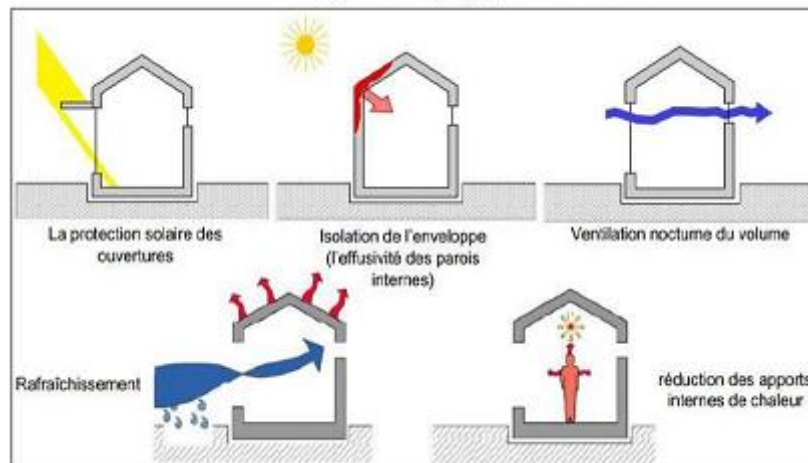


Figure 26: Figure Stratégie du froid (été) (Source : MARIA (Lopez diaz) : (AITRISE DES AMBIANCES 3 THERMIQUES) Cours 6 décembre) 2013

Pendant l'hiver :

- L'air extrait (l'air chaud de l'intérieur de la pièce) circule dans une double lame, successivement, de bas en haut puis de haut en bas, tandis que l'air neuf (l'air froid) fait un "aller simple" dans la lame extérieure, de bas en haut, pour réchauffer la pièce grâce à la radiation du soleil et de l'effet de serre qui a lieu entre la paroi échangeur et la vitre.
- Le sens de circulation des débits a été choisi de manière à bénéficier d'un échangeur à contre courant et également à récupérer les effets de la convection naturelle lorsque la température extérieure est la plus faible.⁵⁴

⁵³ MARIA (Lopez diaz) : (AITRISE DES AMBIANCES 3 THERMIQUES) Cours 6 décembre 2013, page3.

⁵⁴ MARIA (Lopez diaz) : (AITRISE DES AMBIANCES 3 THERMIQUES) Cours 6 décembre 2013, page4.

Chapitre 2 : L'énergie solaire : une énergie durable et seine.

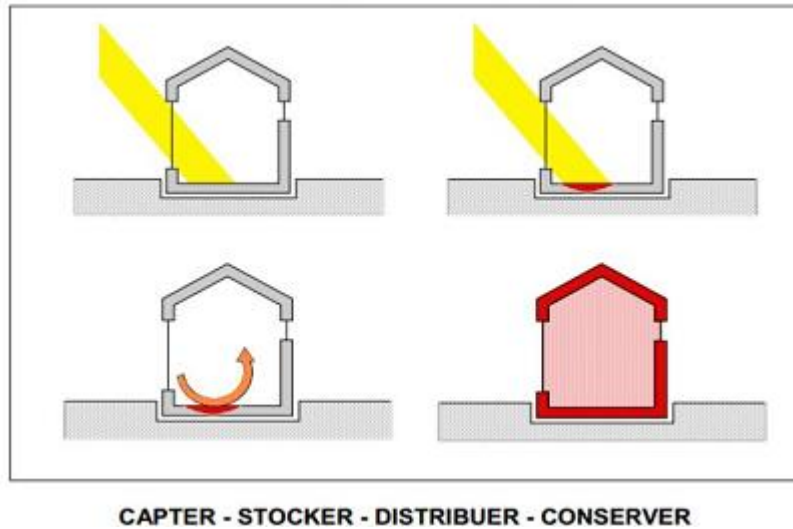


Figure 28: Figure Stratégie du chaud (hiver) Source : MARIA (Lopez diaz) : (AITRISE DES AMBIANCES 3 THERMIQUES) Cours 6 décembre 2013)

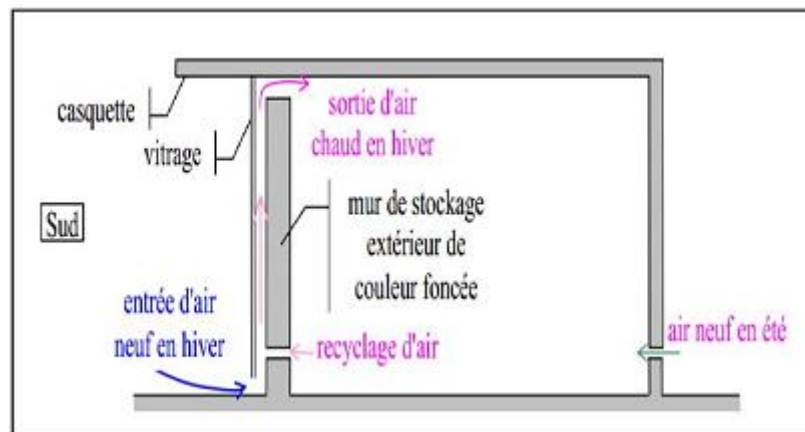


Figure 27: Figure La stratégie de mur trombe en été et hiver Source : MARIA (Lopez diaz) : (AITRISE DES AMBIANCES 3 THERMIQUES) Cours 6 décembre 2013

Exemple de mur trombe :



Figure 29: exemple de mur trombe, source :ww.pinterest.jp

II.2.6.2 Système actif

Elle désigne l'ensemble des moyens qui permettent de capter et de transformer le rayonnement solaire en chaleur ou en électricité.

II.2.6.2.1 Les panneaux solaires :

L'exploitation directe de l'énergie solaire au moyen de capteurs relève de deux technologies bien distinctes : l'une produit des calories, afin de chauffer de l'eau ou de l'air. C'est l'énergie solaire thermique, et l'autre produit de l'électricité (photovoltaïque).

II.2.6.2.2.les panneaux solaires thermiques :

Les capteurs solaires thermiques constituent le cœur des installations destinées à transformer l'énergie transmise par le soleil en chaleur. Le rayonnement solaire est absorbé par une surface noire, parcourue par un fluide caloporteur qui extrait l'énergie thermique et la transfère vers son lieu d'utilisation ou de stockage⁵⁵.

La plupart des capteurs sont munis d'une couverture transparente qui laisse passer la plus grande partie du rayonnement solaire et évitent le refroidissement de l'absorbeur. Les échanges par convection entre celui-ci et la couverture transparente sont réduits, de même que l'émission du rayonnement infrarouge de l'absorbeur. C'est le principe de « l'effet de serre ». Une isolation thermique est disposée à l'arrière et sur la périphérie du capteur pour limiter les déperditions par conduction.⁵⁶

II.2.6.4.2.3 Les Capteurs solaires :

Il existe non seulement plusieurs manières différentes de fournir de l'énergie solaire, mais également différentes méthodes pour capter l'énergie solaire provenant d'un rayonnement incident. La liste ci-dessous présente quelques-uns des types les plus répandus⁵⁷

II.2.6.4.2.3.1 Les capteurs solaires à circulation liquide :

⁵⁵ Mémoire de magistère Production et performance descapteurs hybrides (PV/T) à eau intégrés dans le bâtiment-cas de l'Algérie- par benbouza chaouki université de constantine 2014

⁵⁶ Mémoire de fin d'étude :ARCHITECTURE ET EFFICACITE ENERGETIQUE DES PANNEAUX SOLAIRES présenté par mabouche azouz université de Mentouri juin 2012

⁵⁷ Mémoire de fin d'étude :ARCHITECTURE ET EFFICACITE ENERGETIQUE DES PANNEAUX SOLAIRES présenté par mabouche azouz université de Mentouri juin 2012

Chapitre 2 : L'énergie solaire : une énergie durable et seine.

- Capteurs plans de types vitrés ;
- Capteurs plans sans vitrage ;
- Capteurs solaires à concentration;
- Capteurs sous vide.

II.2.6.4.2.3.1.1 Capteurs plans de types vitrés

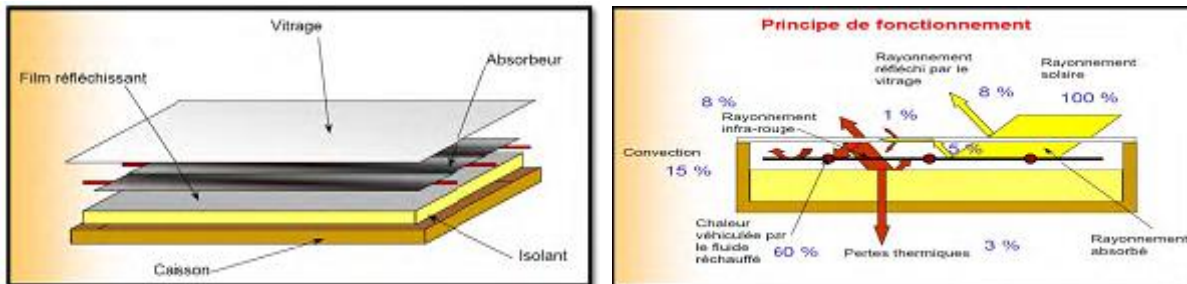


Figure 30: principe de fonctionnement d'un capteur vitré, source : Mémoire de fin d'étude : ARCHITECTURE ET EFFICACITE ENERGETIQUE DES PANNEAUX SOLAIRES présenté par mabouche azouz université de Mentouri juin 2012

Les capteurs plans de types vitrés sont très répandus et ils existent sous forme de capteurs à circulation de liquide et sous forme de capteurs à air. Ces capteurs conviennent mieux à des applications à température modérée où la température désirée se situe entre 30 et 70 °C, et/ou à des applications qui nécessitent de la chaleur au cours des mois d'hiver. Les capteurs à circulation de liquide sont plus communément utilisés pour le chauffage de l'eau chaude des résidences et des commerces, pour le chauffage des bâtiments, ainsi que celui des piscines intérieures. Les capteurs à air sont utilisés pour le chauffage des bâtiments, de l'air de ventilation et pour le séchage des récoltes⁵⁸

II.2.6.4.2.3.1.2 Capteurs sans vitrage :

C'est le modèle le plus rustique et également le plus économique. Il est généralement constitué d'une simple plaque de métal ou de matière plastique (absorbeur) dans laquelle circule le liquide à réchauffer. Le principal domaine d'utilisation de ce capteur est le chauffage des piscines de plein air. Celles-ci sont le plus souvent utilisées en été, lorsque la température ambiante et le rayonnement solaire sont élevés. Le niveau de température de l'eau des bassins est quant à lui inférieur à 30°C. Dans ces conditions, l'efficacité des capteurs est très bonne, et

⁵⁸ Mémoire de fin d'étude : ARCHITECTURE ET EFFICACITE ENERGETIQUE DES PANNEAUX SOLAIRES présenté par mabouche azouz université de Mentouri juin 2012

Chapitre 2 : L'énergie solaire : une énergie durable et seine.



Figure 31: capteur non vitré, source : Mémoire de fin d'étude : ARCHITECTURE ET EFFICACITE ENERGETIQUE DES PANNEAUX SOLAIRES présenté par mabouche azouz université de Mentouri juin 2012

L'utilisation de capteurs vitrés ne permettrait pas une meilleure collecte de l'énergie solaire. L'absence de gel pendant la période autorise la circulation directe de l'eau de la piscine dans les capteurs. Afin d'éviter des problèmes de corrosion et également pour des raisons économiques, les constructeurs de matériels utilisent souvent des matières plastiques.

Les capteurs sans vitrage peuvent également être utilisés pour des installations de production d'eau chaude sanitaire. C'est en particulier le cas dans des régions chaudes et fortement ensoleillées. La parfaite intégration architecturale qu'autorise ce type de produit permet la mise en œuvre de surfaces plus importantes, pour compenser la différence d'efficacité avec des capteurs vitrés, en particulier l'hiver.⁵⁹

II.2.6.4.2.3.1.3 Capteurs a concentration :

En utilisant des réflecteurs afin de concentrer les rayons du soleil sur l'absorbeur d'un capteur solaire, cela permet de diminuer grandement la taille de l'absorbeur, ce qui réduit les pertes de chaleur et augmente son efficacité à hautes températures. Un autre avantage de ce système est que les réflecteurs sont sensiblement moins coûteux, par unité de surface, que les capteurs.

Ce type de capteur est utilisé pour des applications à hautes températures, telles que la production de vapeur, afin de produire de l'électricité, et pour la détoxification thermique. Ces capteurs ont un meilleur rendement dans des climats où le ciel est souvent dégagé. Les capteurs fixes à concentration peuvent être à circulation de liquide, à air, ou même être un four tel qu'une cuisinière solaire.

Il existe plusieurs types de capteurs à concentration :

-Réflecteur parabolique

⁵⁹ Mémoire de fin d'étude : ARCHITECTURE ET EFFICACITE ENERGETIQUE DES PANNEAUX SOLAIRES présenté par mabouche azouz université de Mentouri juin 2012

Chapitre 2 : L'énergie solaire : une énergie durable et seine.

-Réflecteur cylindré-parabolique

-Centrale à tour ⁶⁰

II.2.6.4.2.3.1.4 systèmes à réflecteurs parabolique :

Un capteur à réflecteur parabolique ressemble à un grand réflecteur satellite, mais il possède un miroir et des réflecteurs du type miroir et un absorbeur en son foyer. Il utilise un système de pointeur solaire à double axe.



Figure 32 Un capteur à réflecteur parabolique avec un miroir et des réflecteurs du type miroir avec un absorbeur. Source : SunLabs - Department of Energy.Canada

Un système à réflecteur parabolique utilise un ordinateur afin de suivre les mouvements du soleil et afin de concentrer les rayons du soleil sur un récepteur situé au foyer sur le devant du réflecteur. Dans certains systèmes, un moteur thermique, tel qu'un moteur Stirling, est relié au récepteur afin de produire de l'électricité. Les systèmes à réflecteur parabolique peuvent atteindre 1 000 °C sur le récepteur, et parvenir à des rendements optimaux de conversion de l'énergie solaire en électricité en utilisant une faible quantité d'énergie⁶¹.

⁶⁰ Mémoire de fin d'étude :ARCHITECTURE ET EFFICACITE ENERGETIQUE DES PANNEAUX SOLAIRES présenté par mabouche azouz université de Mentouri juin 2012

⁶¹ Mémoire de fin d'étude :ARCHITECTURE ET EFFICACITE ENERGETIQUE DES PANNEAUX SOLAIRES présenté par mabouche azouz université de Mentouri juin 2012

II.2.6.4.2.3.1.5 systèmes à réflecteurs cylindré-parabolique :

Les réflecteurs cylindré-paraboliques sont des systèmes en forme de «U». Les réflecteurs cylindriques concentrent les rayons du soleil sur un tube récepteur situé le long de la ligne

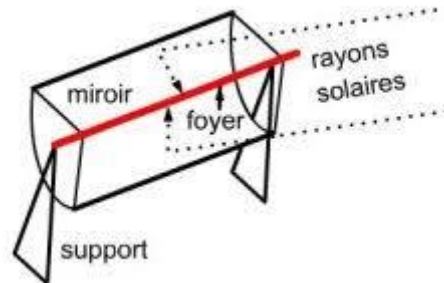


Figure 33:figure explicatif d'un réflecteur cylindré-parabolique Source: SunLabs – Department of Energy, Canada

focale du réflecteur. Parfois un tube en verre transparent entoure le tube récepteur afin de réduire les pertes de chaleur.

Les réflecteurs cylindré-paraboliques utilisent souvent un système de pointeur solaire à simple axe ou à double axe. Dans de rares cas, ils peuvent être stationnaires. Les températures du récepteur peuvent atteindre 400 °C et peuvent produire de la vapeur afin de produire de l'électricité. En Californie, des installations de plusieurs mégawatts ont été construites et utilisent des réflecteurs cylindré-paraboliques reliés à des turbines à gaz .



Figure 34: Systèmes à réflecteur cylindré-parabolique Source: SunLabs – Department of Energy, Canada

II.2.6.4.2.3.1.6 systèmes de centrale à tour :

Un héliostat utilise un ensemble de pointeurs solaires à double axe qui dirige l'énergie du soleil vers un grand absorbeur situé dans une tour. A ce jour, la seule application du capteur héliostat est la production d'énergie dans un système dénommé «centrale à tour».

Une centrale à tour possède un ensemble de grands miroirs qui suit le mouvement du soleil. Les miroirs concentrent les rayons du soleil sur le récepteur en haut de la grande tour. Un ordinateur garde les miroirs alignés afin que les rayons du soleil, qui sont réfléchis, visent toujours le récepteur, où la température peut dépasser 1000 °C. De la vapeur à haute pression est générée afin de produire de l'électricité.



Figure 35: Système de centrale à tour. Source: SunLabs- Department of Energy, Canada

II.2.6.4.2.3.1.7 les capteurs sous vide :

Les capteurs sous vide (ou «caloduc») sont parmi les plus efficaces et parmi les types les plus coûteux de capteurs solaires. Ces capteurs conviennent mieux à des applications à températures modérées où la température en demande atteint 50 à 95 °C et/ou à des applications où le climat est très froid. Tout comme pour les capteurs solaires de types vitrés, les applications des capteurs sous vide comprennent le chauffage de l'eau des résidences des bâtiments commerciaux, le chauffage des bâtiments, ainsi que celui des piscines intérieures. Comme ces systèmes sont capables de fournir des températures élevées avec efficacité, une autre application possible est le refroidissement des bâtiments en régénérant les cycles de réfrigération. Les capteurs sous vide possèdent un absorbeur sélectif afin de récupérer les

Chapitre 2 : L'énergie solaire : une énergie durable et saine.

rayons du soleil qui se situe dans le tube sous vide. Ils perdent peu de chaleur, même dans les régions froides.



Figure :36Capteurs sous vide. Source : Ressources Naturelles. Canada

II.2.6.3 Les panneaux solaires photovoltaïques :

II.2.6.3.1 Définition de mot photovoltaïque

En effet le mot " photovoltaïque " vient de la grecque " photo " qui signifie lumière et de " voltaïque " qui tire son origine du nom d'un physicien italien Alessandro Volta (1754 -1827) qui a beaucoup contribué à la découverte de l'électricité, alors le photovoltaïque signifie littérairement la « lumière électricité »⁶²

II.2.6.3.2 Historique de l'énergie photovoltaïque:

Quelques dates importantes dans l'énergie photovoltaïque

-1839 : Le physicien français Edmond Becquerel découvre l'effet photovoltaïque.

-1875 : Werner Von Siemens expose devant l'académie des sciences de Berlin un article sur l'effet photovoltaïque dans les semi-conducteurs.

⁶² Jean Callao, L'énergie solaire photovoltaïque 2013

Chapitre 2 : L'énergie solaire : une énergie durable et seine.

-1954 : Trois chercheurs américains Chapin, Peason et Prince fabriquent une cellule Photovoltaïque.

1958 : Une cellule avec un rendement de 9 % ; les premiers satellites alimentés par des cellules solaires sont envoyés dans l'espace.

-1973 : La première maison alimentée par des cellules photovoltaïques est construite à l'université de Delaware (États-Unis)

-1983 : La première voiture alimentée en énergie photovoltaïque parcourt une distance de 4000 Km en Australie...

L'utilisation de la photovoltaïque augmente au cours du temps, en 20ème siècle un entreprise allemande afin de produire de l'électricité grâce aux panneaux photovoltaïques.⁶³

II.2.6.3.3 composants du système photovoltaïque :

Les panneaux solaires photovoltaïques génèrent de l'électricité quand ils reçoivent la lumière du soleil, grâce aux composants semi-conducteurs à base de silicium des nombreuses cellules photovoltaïques assemblées en modules. L'électricité produite est en courant continu. C'est l'onduleur qui transforme le courant continu en courant alternatif à 50 Hz et 220 V identique à l'électricité du réseau. L'électricité produite est ensuite consommée par les appareils électriques.

La puissance d'une installation solaire photovoltaïque se mesure en Watts crête (WC) ou kilowatts crête (KWC). On appelle « puissance crête » la puissance émise par un panneau ou par un système photovoltaïque, mesurée dans les meilleures conditions d'ensoleillement, c'est-à-

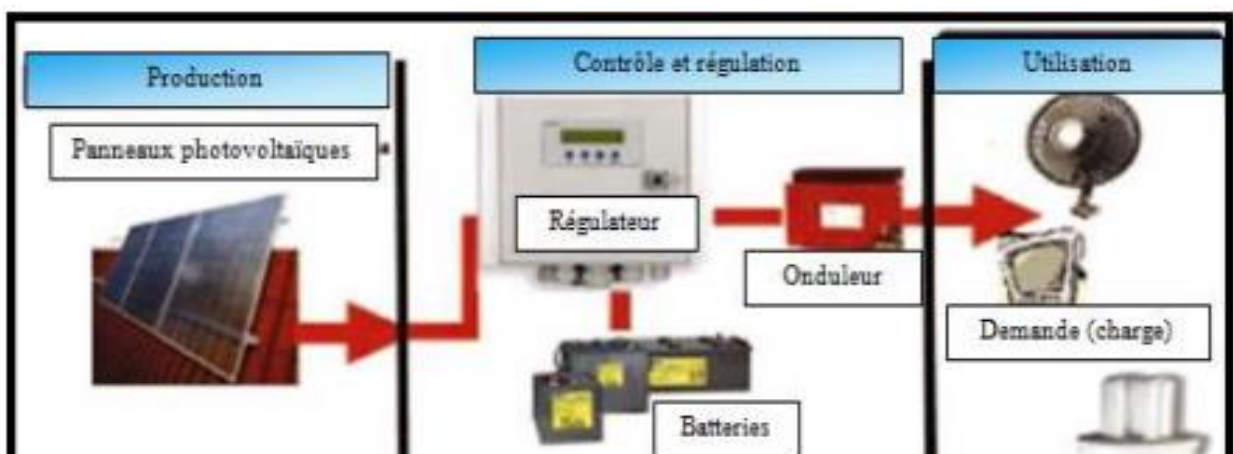


Figure 37 Figure : Composent de système photovoltaïque Source : <http://energies-renouvelables.consoneo.com>

⁶³ Boukherse Djamil 2007.

Chapitre 2 : L'énergie solaire : une énergie durable et seine.

dire à midi, en plein soleil. Si l'installation est raccordée au réseau ED, l'électricité peut être réinjectée dans le réseau. Sinon, elle peut être stockée dans des batteries.

-Les panneaux photovoltaïques : produisent un courant électrique continu.

-Le régulateur : optimise la charge et la décharge de la batterie suivant sa capacité et assure sa protection.

-L'onduleur : transforme le courant continu en alternatif pour alimenter les récepteur AC.

-Les batteries : sont chargées de jour pour pouvoir alimenter la nuit ou les jours de mauvais temps.

-Des récepteurs DC : spécifiques sont utilisables. Ces appareils sont particulièrement économes.

II.2.6.3.4 Principes de conversation photovoltaïque :

Une cellule photovoltaïque est basée sur le phénomène physique appelé effet photovoltaïque qui consiste à établir une force électromotrice lorsque la surface de cette cellule est exposée à la lumière. La tension générée peut varier entre 0.3 et 0.7 V en fonction du matériau utilisé et de sa disposition ainsi que de la température de la cellule.⁶⁴

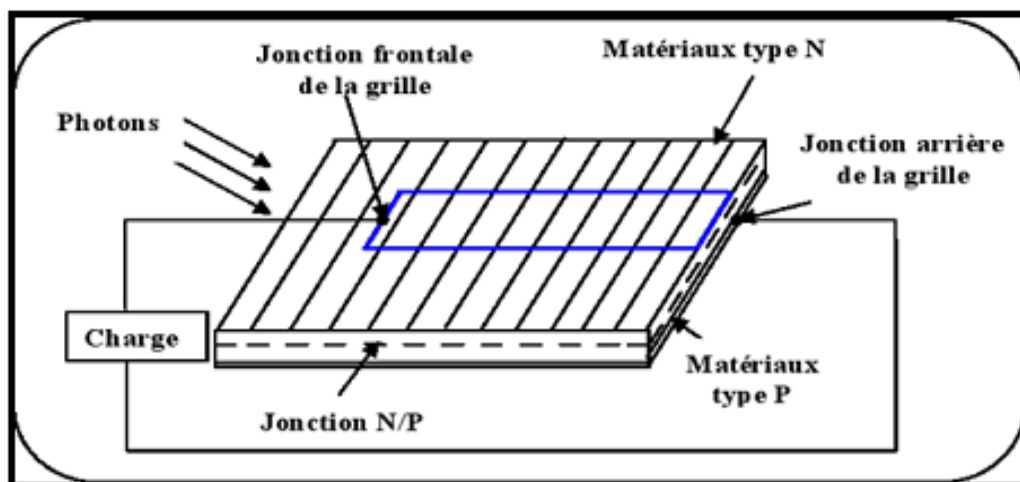


Figure 38: Figure :- une cellule PV typique. Source : Boukherse Djamil 200

II.2.6.3.5 Les différents types de PV :

⁶⁴ Boukherse Djamil 2007

Chapitre 2 : L'énergie solaire : une énergie durable et seine.

La structure des panneaux solaires photovoltaïques est la même : une couche de cellules de silicium est placée entre une plaque de verre trempé et un film polymère. Le silicium est un semi-conducteur : c'est grâce à lui que les électrons libérés par l'impact de la lumière (photon lumineux) sont captés pour produire du courant électrique. Une chance, le silicium est l'élément le plus abondant sur Terre, après l'oxygène.

Selon la nature de leurs cellules de silicium, on distingue trois types de panneaux solaires photovoltaïques. ⁶⁵

II.2.6.3.5.1 Les cellules monocristallines :

On appelle cellule monocristalline une cellule issue d'un bloc de silicium cristallisé en un seul cristal. Ce genre de cellule est rond, parfois presque carré, et possède une couleur uniforme. Les panneaux à cellules monocristallines offrent un rendement de 14 à 18%. Leur méthode de production restant complexe et coûteuse (il faut beaucoup d'énergie pour obtenir du cristal de silicium pur), donc ces panneaux sont chers.



Figure 39: Figure : Les cellules monocristalline Source : <http://energies-renouvelables.consoneo.com>

II.2.6.3.5.2 Les cellules poly-cristallines : Les cellules poly-cristallines sont issues d'un bloc de silicium cristallisé en cristaux multiples. Elles ont souvent un aspect rectangulaire. Les



Figure 40: Les cellules poly-cristallines Source : <http://energies-renouvelables.consoneo.com>

⁶⁵ <http://energies-renouvelables.consoneo.com>

Chapitre 2 : L'énergie solaire : une énergie durable et seine.

panneaux solaires à cellules poly-cristallines ont un rendement plus faible que ceux à cellules monocristallines (de 11 à 15%). Leur coût de production étant moins élevé, elles offrent le meilleur rapport qualité/prix.

II.2.6.3.5.3 Le silicium amorphe :

Les cellules photovoltaïques amorphes sont produites à partir d'un « gaz de silicium », qui est projeté sur du verre, du plastique souple ou du métal, par un procédé de vaporisation sous vide. Cette technique permet d'utiliser des couches très minces de silicium. Les cellules photovoltaïques amorphes sont moins coûteuses à produire que les précédentes, mais leur rendement n'est que de 7 à 9%.



Figure 41: cellule amorphe Source : <http://energies-renouvelables.consoneo.com>

II.2.6.3.6 Caractéristiques des panneaux photovoltaïques :

II.2.6.3.6.1 Couleur des cellules

En général la couleur bleue des cellules mono et multi cristallines provient du revêtement anti réfléchissant communément utilisé, mais le choix des couleurs possibles est plus vaste. Sur le marché sont déjà disponibles des cellules de couleur grise, jaune, rouge, verte, argent et rose.

Chapitre 2 : L'énergie solaire : une énergie durable et seine.

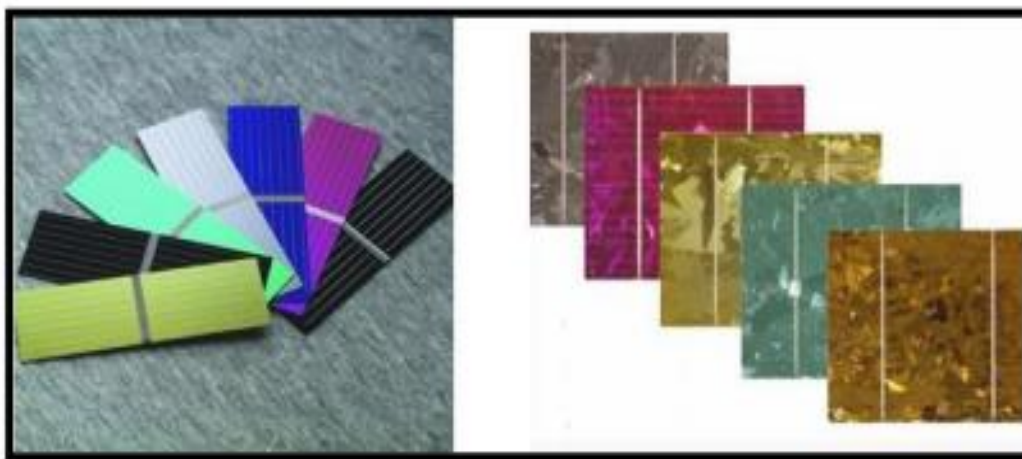


Figure 42: Les différentes couleurs des panneaux Source : [http:// www.suisseenergie.com](http://www.suisseenergie.com)

Bien que les cellules colorées produisent moins (le bleu "standard" correspond à une optimisation de l'absorption du rayonnement solaire), l'esthétique peut être un facteur plus important que la puissance, si la surface disponible est suffisamment grande pour couvrir les besoins.

Couleur	Cellules multi-cristallines	Cellules monocristallines
Bleu	100%	100%
Gris	73-80%	84%
Rouge	77-80%	n.d.
Brun	81-90%	87%
Jaune	83-93%	81%
Vert	86-98%	n.d.
Magenta	n.d.	78%

Tableau 3 Exemple de performance des cellules colorées disponibles sur le marché, par rapport aux cellules bleues

Source : [http:// www.suisseenergie.com](http://www.suisseenergie.com)

II.2.6.3.6.2 Motifs et formes

Les cellules peuvent avoir différentes formes et tailles. Les cellules standard mesurent généralement 12.5x12.5cm. Les dimensions des modules en revanche ne sont pas standardisées. Il existe en outre plusieurs variantes de grilles pour les contacts électriques qui permettent de donner un aspect différent aux modules.





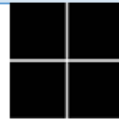







	Carrée	Angles tronqués	Angles arrondis	Ronde
forme des cellules				
motif produit par l'assemblage des cellules				
zoom sur l'espace entre les cellules				

Tableau 4: les différents motifs de cellules.

source : <http://www.bipv.ch/index.php/fr/technologie-top-fr/aspects-visuels/motifs-et-formes>

II.2.6.3.6.3 La réflexion optique

La réflexion optique de la forme varie en fonction du matériau de protection antérieure de la cellule (verre, plastique), ou de l'éventuel traitement du verre. Pour le producteur il est très important de minimiser la réflexion optique afin de capter au maximum le rayonnement solaire.

Les modules réfléchissent la lumière différemment les uns des autres. Certains d'entre eux ne réfléchissent pas l'image, tandis que d'autres réfléchissent la forme, même si, pas de manière clairement visible, d'autres encore réfléchissent l'image comme un miroir



Figure 43 les différentes modes de réflexions. Source : <http://www.suisseenergie.com>

II-2.6.3.6-4 La transparence

A- Modules mono- et multi-cristallines

Le degré de transparence des modules est généré en modifiant la distance entre les cellules. Il existe également des cellules performantes qui permettent d'augmenter la transparence. La semi-transparente de modules de silicium cristallin peut être obtenu, aussi bien par la disposition des cellules à l'intérieur du module, qu'à l'échelle de la cellule solaire elle-même. Il est en effet possible de réaliser des perforations au laser points par points pour enlever la matière et donner un effet de semi-transparente.

B- Modules à couche minces

La transparence des modules est déterminée par l'absence de la couche réfléchissante qui se trouve sous les cellules, ou grâce à un processus de gravure au laser qui permet de créer l'effet de semi-transparente. On obtient de cette manière un revêtement de transparence homogène absolument identique à celle que l'on peut obtenir avec un verre coloré



Figure 44: module a couche mince source :www.pintrest.jp

II.2.6.3.7 Les différents modes d'intégration des PV :

1/Sur La Tuile



Source : <http://www.suisseenergie.com>.

Figure 45: pv sur tuile, source :[www. suisseenergie.com](http://www.suisseenergie.com)

2/Toiture vitrage



Source : <http://www.suisseenergie.com>.

Figure 46: toiture vitrage source :[www. suisseenergie.com](http://www.suisseenergie.com)

3/Elément de façade



Source : <http://www.suisseenergie.com>.

Figure 47: pv en élément de façade source :[www. suisseenergie.com](http://www.suisseenergie.com)

Chapitre 2 : L'énergie solaire : une énergie durable et seine.

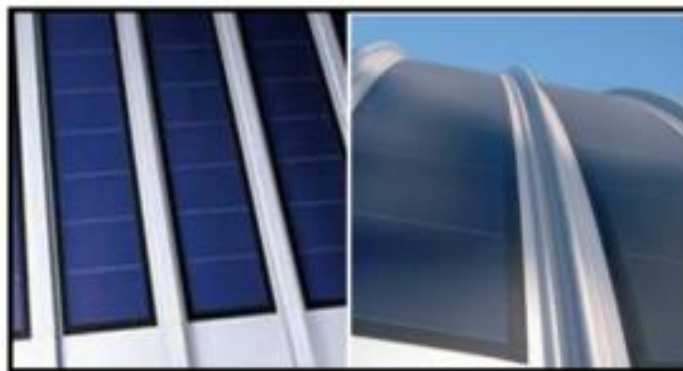
4/Elément du vitrage de la façade



Source : <http://www.suisseenergie.com>.

Figure 48: pv en vitrage de façade source :www.suisseenergie.com

5/Panneaux métalliques



Source : <http://www.suisseenergie.com>.

Figure 49:pv en panneaux métalliques source :www.suisseenergie.com

6/élément des brises soleil



Source : <http://www.suisseenergie.com>.

Figure 50: pv en élément des brises soleil source :www.suisseenergie.com

II.2.6.3.7 Les principes d'implantation des panneaux :⁶⁶

Afin de réussir une bonne implantation il faut tenir compte de quelques paramètres :

1/Orientation et inclinaison :

Les capteurs doivent impérativement avoir le compromis entre l'inclinaison et l'orientation.

1-Pour le besoin en eau chaude sanitaire (ECS), l'inclinaison optimale étant de 45° .

2-Pour le système solaire combiné (eau chaude et chauffage), l'inclinaison optimale est de 60°, puisqu'il est essentiel de favoriser l'ensoleillement d'hiver, bas dans le ciel, les capteurs doivent impérativement être fortement inclinés, comme il est possible de les orienter entre 45 et 90. L'orientation optimale est au plein sud, avec possibilité au sud $\pm 30^\circ$.

3-Pour le photovoltaïque, une inclinaison de 30°, avec possibilité d'aller entre 0° et 60°, c'est l'ensoleillement d'été qui sera prioritaire (saison de haute consommation de l'énergie électrique) pour maximiser la production surtout dans le cas où notre installation est raccordée au réseau. Une orientation optimale est toujours vers le Sud, et possible d'aller en Est et en Ouest.

2/les masques :

Avant une éventuelle installation des capteurs, on devrait prendre en compte les ombres portées présentes, et même à venir.

Ces ombres peuvent être produits par des arbres, d'autre bâtiments mitoyens ou proches, un relief environnant, etc.

Au moindre doute, l'installateur devra avoir recours à une étude de masque.

⁶⁶ Mémoire de master : LES STRATEGIES D'ENERGIE SOLAIRE DANS L'HABITAT BIOCLIMATIQUE présenté par : Berrah Widad et Mesbahi Amira université laarbi ben mhidi année 2014/2015



Figure 51: Figure : Installation du capteur PV dans un endroit masqué Source : M. BENAMRA (Mostefa Lamine) : Intégration des systèmes solaires photovoltaïques dans le bâtiment : Approche architecturale, Université de BISKRA, 2013

3/quelques points essentiel à mettre en considération :

- Les tuyauteries extérieures, ou dans des locaux non chauffés, doivent être calorifugées.
- Assurer une bonne accessibilité aux éléments de sécurité (sondes, purges...).
- Le poids des capteurs (environ 25kg/m² pour un capteur plan, 15kg/m² pour des tubes sous vide, 18kg/m² pour des modules photovoltaïques), les risques de prise au vent, l'état des composants qui accueilleront l'installation sont autant d'éléments qui doivent être pris en compte.

II.2.6.3.8 Les types d'implantation :

1/Les capteurs en toiture inclinée :

Capteur suivant la pente de la toiture :

- Pente faible favorise les gains entre Mars et Octobre.

Chapitre 2 : L'énergie solaire : une énergie durable et seine.

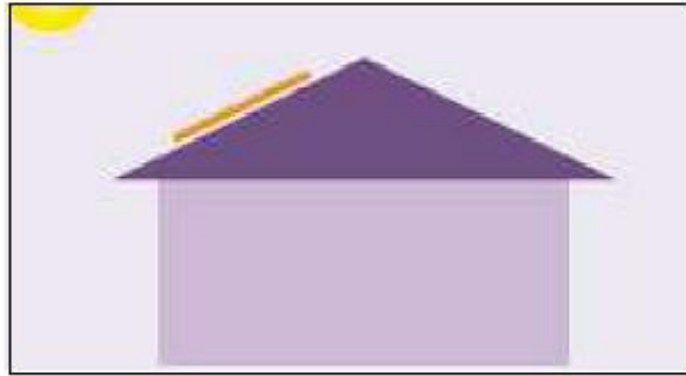


Figure 52: Installation du capteur sur une toiture de faible inclinaison

- Source : M. BENAMRA (Mostefa Lamine) : *Intégration des systèmes solaires photovoltaïques dans le bâtiment : Approche architecturale*, Université de BISKRA, 2013

-Pente forte, optimise les gains énergétiques durant toute l'année.



Figure 53: installation du capteur sur une toiture à forte inclinaison
(Source : M. BENAMRA (Mostefa Lamine) : *Intégration des systèmes solaires photovoltaïques dans le bâtiment : Approche architecturale*, Université de BISKRA, 2013)

-Capteurs en couverture de proche ou véranda. Une intégration naturelle dans le volume D'un élément architectural.

Chapitre 2 : L'énergie solaire : une énergie durable et seine.

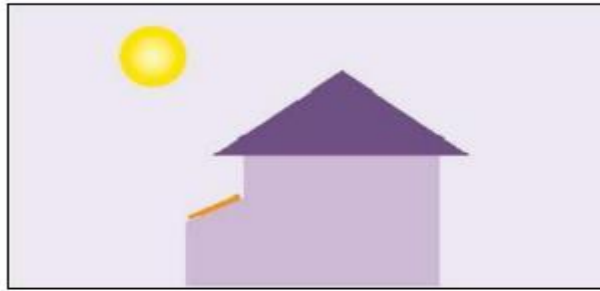


Figure 54 Installation du capteur sur un volume du bâtiment.

Source : M. BENAMRA (Mostefa Lamine) : Intégration des systèmes solaires photovoltaïques dans le bâtiment : Approche architecturale, Université de BISKRA, 2013

Afin de réussir une intégration, on veille à respecter quelques bases :

1/ Aligner le champ de capteurs avec les éléments constitutifs du bâtiment (baies vitrées, arches).



Figure 55: Installation du capteur sur une toiture inclinée respectant l'axe de la fenêtre Source : M. BENAMRA (Mostefa Lamine) : Intégration des systèmes solaires photovoltaïques dans le bâtiment : Approche architecturale, Université de BISKRA, 2013

2/ - Privilégier une incorporation des capteurs dans la toiture



Figure 56: Intégration du capteur sur une partie de la toiture en pente d'un bâtiment Source : M. BENAMRA (Mostefa Lamine) : Intégration des systèmes solaires photovoltaïques dans le bâtiment : Approche architecturale, Université de BISKRA, 2013

Chapitre 2 : L'énergie solaire : une énergie durable et seine.

3/ Intégrer soigneusement les passages des câbles ou tuyauteries.



Figure 57: Intégration des systèmes et accessoires du capteur sur une toiture en pente Source : M. BENAMRA (Mostefa Lamine) : Intégration des systèmes solaires photovoltaïques dans le bâtiment : Approche architecturale, Université de BISKRA, 2013)

4/Pour une construction neuve, si on a besoin de grandes surfaces de capteurs pour chauffage, eau chaude collective ou photovoltaïques, il est possible d'adapter le plus possible la taille du champ de capteurs pour couvrir l'intégralité d'un pan de toiture. Si la surface de toiture dépasse celle des capteurs, on pourrait compléter la différence restante par l'ajout d'un bac acier, d'un complexe d'étanchéité, d'un vitrage sans absorbeur, dans l'objectif d'éviter un contraste trop marqué entre une grande surface vitrée et une petite surface de tuiles.



Figure 58: Figure Mode d'intégration du capteur sur une partie d'une toiture en pente Source : Guide régional pour l'intégration architecturale des capteurs solaires

2/ Les capteurs dans les façades :

1/en garde-corps

Chapitre 2 : L'énergie solaire : une énergie durable et seine.



Figure 59: Figure : Intégration des capteurs solaires sur les garde corps (Source : Guide régional pour l'intégration architecturale des capteurs solaires)

2/En allège



Figure 60: Intégration des capteurs solaires sur les allèges Source : Guide régional pour l'intégration architecturale Des capteurs solaires

3/en brise soleil

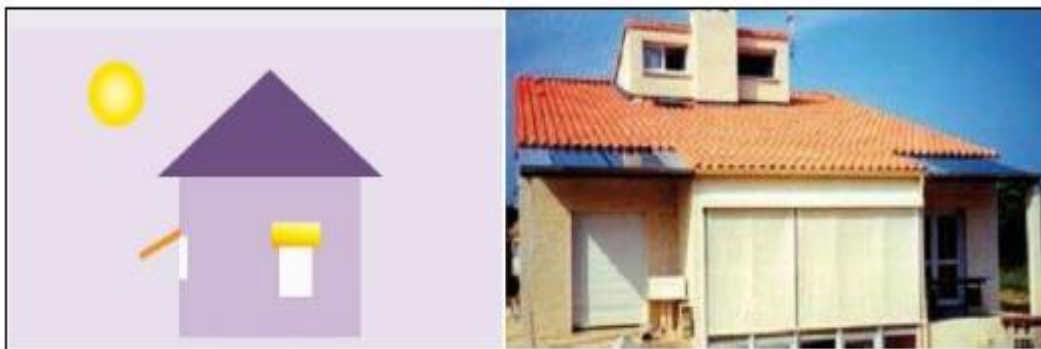


Figure 61: Intégration des capteurs solaires en avant et brise soleil sur les ouvertures Source : Guide régional pour l'intégration architecturale des capteurs solaires

4/Capteurs comme élément de la paroi verticale, structurant l'organisation architecturale de la façade.

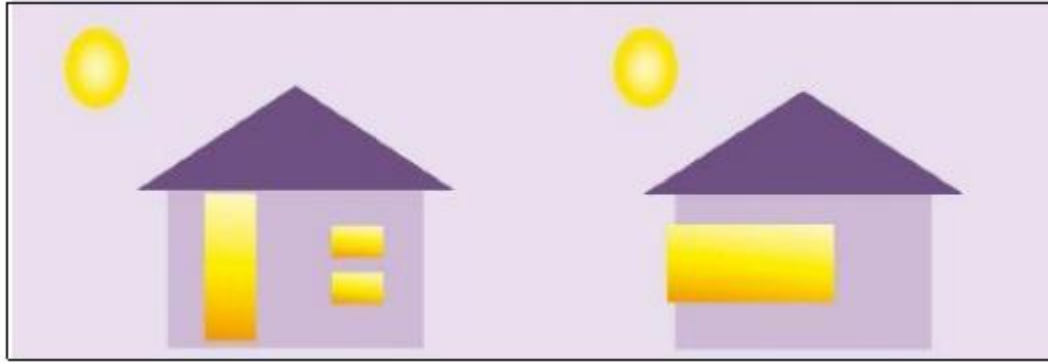


Figure 62: Intégration des capteurs solaires sur la façade en homogénéité avec les ouvertures Source : Guide régional pour l'intégration architecturale des capteurs solaires

3/les capteurs en toiture terrasse :

Généralement on utilise cette solution dans le collectif, mais peu de réussite en intégration. Les capteurs sont disposés sur un châssis dont l'orientation et l'inclinaison auront été optimisées en fonction de l'usage :

- À reculer suffisamment les capteurs de l'acrotère afin de limiter l'impact visuel pour les passants.
- Si on n'a pas d'acrotère, on doit les implanter de telle façon à respecter la symétrie avec les composantes du bâtiment.
- L'accrochage doit être conforme avec les directives techniques, pour résister aux intempéries (neige et vent), et préserver l'étanchéité.
- Prévoir un habillage latéral pour masquer la structure métallique.



Figure 63: Installation des capteurs solaires sur toiture terrasse Source : Guide régional pour l'intégration architecturale des capteurs solaires

4/les capteurs sur paroi verticale

Il est possible d'intégrer des capteurs en façades (à 90°) pour nos besoins en eau chaude, le chauffage, et la production d'électricité, avec une orientation en plein sud, si on s'éloigne la perte de rendement devient importante.

Cette solution est préconisée dans le cas d'une toiture orientée Est-Ouest, et comme il est peu esthétique, il est préférable que les capteurs aient une double fonction (utilisation de panneau transparent)



Figure 64:Exemple d'installation des capteurs solaires sur la façade comme composant architectural Source Guide régional pour l'intégration architecturale des capteurs solaires

5/les capteurs hors bâtiment :

a. Capteurs au sol :

Les capteurs peuvent être implantés sur talus, il est nécessaire de les protéger des salissures pouvant diminuer leur rendement. C'est une pose très simple permettant d'obtenir l'angle d'inclinaison optimale du capteur, qui peut influencer sur le rendement des capteurs après d'éventuelles poussées de la végétation lui causant des masques.



Figure 65:Exemple d'installation des capteurs solaire sur le sol.Source : Guide régional pour l'intégration architecturale des capteurs solaires

Chapitre 2 : L'énergie solaire : une énergie durable et seine.

b. capteur sur Indépendance :

Les capteurs solaires peuvent trouver leur place naturellement comme éléments de composition des annexes de l'habitation, et qui devront être proches du bâtiment principal (serres, garages, abris etc.)

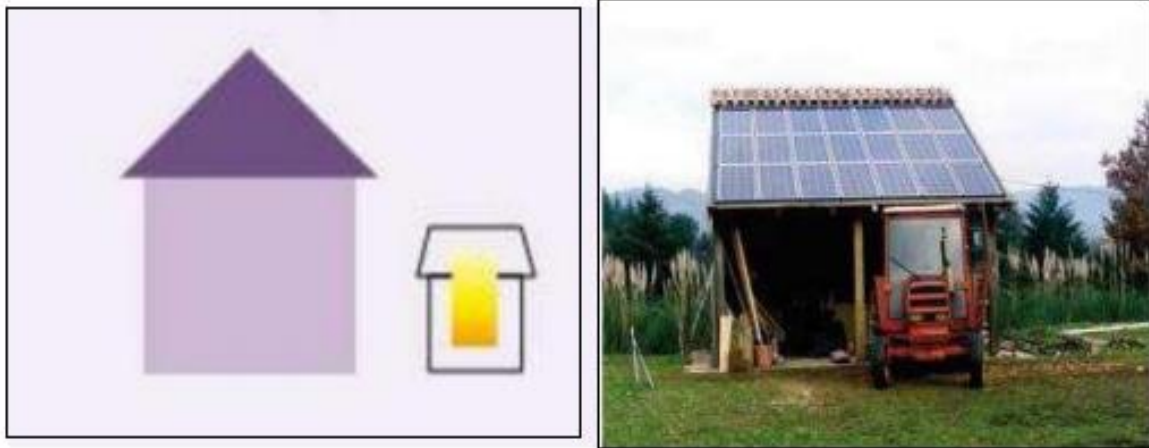


Figure 66: Exemple d'installation des capteurs solaires sur une dépendance Source : Guide régional pour l'intégration architecturale des capteurs solaires

Exemple d'intégration des panneaux photovoltaïques :



Figure 67 intégration PV/T sur façade Source : Guide régional pour l'intégration architecturale des capteurs solaires

Le bâtiment de bureau se situe à St. Schörfling, Autriche et possède 162m² de

Capteurs solaires en façade double enveloppe

Chapitre 2 : L'énergie solaire : une énergie durable et saine.



Figure 68: intégration PV/T sur façade

le système photovoltaïque/thermique intégré au pavillon de l'École de gestion John Molson de l'université Concordia, Montréal au Canada

Conclusion :

A travers ce chapitre on peut conclure que l'intégration des panneaux solaires est nécessaire dès la phase de conception, en envisageant de différents dispositifs, cette dernière nous permet de générer deux types de besoins énergétiques : La chaleur grâce aux systèmes thermiques et l'électricité grâce aux systèmes photovoltaïques.

III. Simulation et recherche méthodologique

Introduction :

De nos jours il existe plusieurs logiciels dédié à la simulation énergétique, ces logiciels se différencient par l'interface utilisateur , les algorithmes qu'ils utilisent, et leurs domaines d'application.

Ce chapitre consiste à évaluer le bilan énergétique d'un laboratoire, en utilisant le logiciel TRNSYS afin de déterminer les besoins en énergie pour le chauffage et la climatisation.

III.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.

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 optimale.

III.2 Objectifs de la simulation :

- Un ensemble de simulations peuvent être réalisées pour obtenir des résultats des indicateurs de performance. Une fois ces résultats obtenus, nous cherchons à les analyser et ensuite les présenter sous forme de graphes qui permettent de décrire le comportement du bloc en fonction de quelques paramètres de la conception du bloc.
- Les graphes sont des fonctions qui relient une caractéristique de la conception du bloc à sa réponse comportementale comme la consommation d'énergie ou le confort thermique...etc.
- Dans cette étude, l'objectif final des simulations est, donc, l'obtention des résultats des indicateurs de performance du bloc à travers les graphes qui décrivent les comportements.
- Pour cela, nous devons réaliser les simulations de telle façon que les résultats puissent être utiles pour cette fin. L'approche possible pour atteindre ces objectifs est de faire les simulations grâce à une étude paramétrique sur le modèle virtuel du bloc représentatif de la typologie choisie.

III.3 Méthodes de simulation :

III.3.1 Méthode de simulation du Confort 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**

III.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.3.3 Accès solaire, ombrages

La connaissance des phénomènes d'ombrage permet une meilleure maîtrise du fonctionnement passif des bâtiments et de leur interaction avec le milieu environnant.

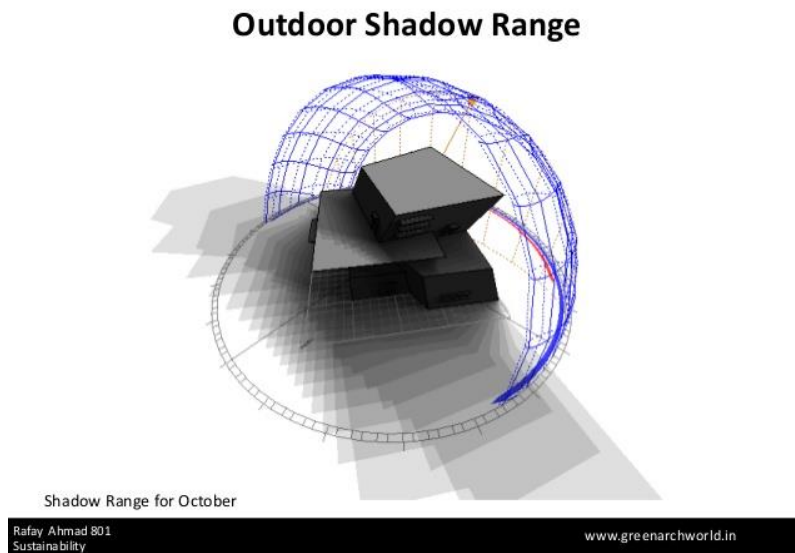


Figure 69: simulation de l'ombrage source : www.greenarchworld.com

III.3.4 Eclairage naturel / artificiel

Une attention toute particulière revient aux outils de simulation en éclairagisme.

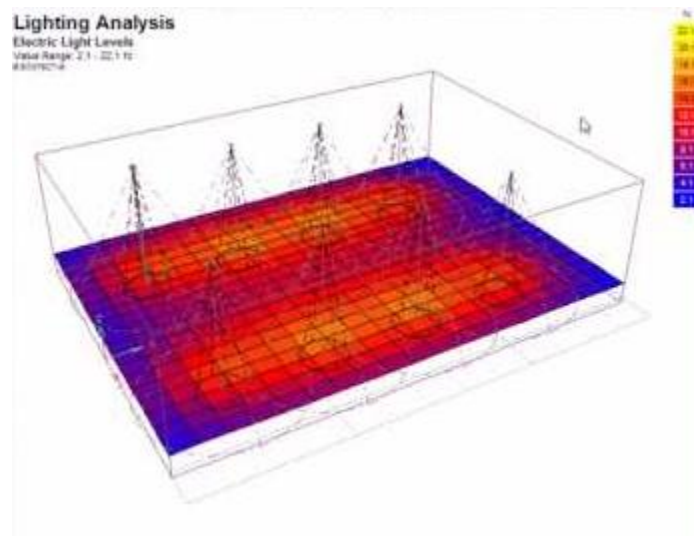


Figure 70: simulation de l'éclairage source : www.autodesk.com

III.3.5 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.4 Simulation à l'aide du logiciel TRNSYS version 14.1:

III.4.1 Aperçus sur le logiciel :

TRNSYS (TRANSIENT SYSTEM SIMULATION PROGRAM : programme de simulation de systèmes transitoires), est un logiciel développé par le laboratoire « solar energy » de l'université de WISCONSIN Madison. C'est un outil de simulation en régime dynamique multi zones, structuré de manière modulaire, ce qui assure au programme une grande flexibilité et facilité par l'insertion des sous-programmes. La version 14.1 est développée en fortran. Ce logiciel informatique, se caractérise par ses trois fonctions qui se résument comme suit : · Les entrées (inputs): Elles concernent toutes les informations à introduire et à stocker selon l'ergonomie du logiciel dans des bibliothèques que le concepteur peut utiliser. Ces entrées englobent l'environnement physique (climat, site), le bâtiment (l'enveloppe), les apports internes (occupants...) et les équipements « ventilation, chauffage, climatisation...)

Chapitre 3 : Simulation et recherche méthodologique

Le traitement des données : se fait en fonction d'un modèle de représentation du bâtiment et la demande de l'utilisateur.

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

Bien que l'application initiale de TRNSYS fût orientée vers les systèmes énergétiques solaires, le logiciel intègre aujourd'hui des types liés aux autres énergies renouvelables et aux calculs énergétiques des bâtiments.

TRNSYS utilise un grand nombre de modules représentant les composants de systèmes courants mais également de sous programmes et de gestion de base de données thermiques. Ce logiciel multi zones permet de valider plusieurs options architecturales.

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

- Type 9 : Lecteur de données standard.
- Type 54 : Générateur des données météorologiques.
- Type 33 : Lecture à partir du diagramme psychrométrique.
- Type 16 : Processeur ou générateur d'ensoleillement.
- Type 56 : Bâtiment multi zones (simuler le comportement thermique du bâtiment).
- Type 34 : Introduction et simulation des caractéristiques de la fenêtre; dimensions, type de protections, position de la protection avec détail.
- Type 25 : Impression des données.
- Type 65 : Affichage des résultats.

Les phénomènes que le model de simulation thermique doit prendre en compte :

- Le transfert de chaleur par conduction à travers l'enveloppe et les effets de stockages calorifiques dans la masse du bâtiment.
- Les gains dus aux occupants, aux appareils, à la lumière électrique.
- L'ombrage des parois opaques et transparentes.
- Les effets des radiations solaires de courte longueur d'onde et les radiations reçues par les surfaces exposées et internes.

Chapitre 3 : Simulation et recherche méthodologique

- Les radiations de longueur d'ondes échangées entre les surfaces externes, la voûte céleste et l'environnement.
- Les effets de l'humidité.

III.4.2 Objectifs

- Minimiser les besoins énergétiques prévisionnels des bâtiments, sur la base des simulations thermiques dynamiques, tout en maintenant un bon confort des occupants.
- Valider le concept énergétique et orienter vers une architecture bioclimatique des bâtiments.
- Limiter ou annuler totalement les besoins en rafraîchissement des locaux.
- Recourir à l'utilisation d'énergies renouvelables, pour assurer une partie ou la totalité de ces besoins énergétiques.
- Expérimenter par simulation des procédés alternatifs aux technologies énergivores. Il s'agit de mettre en œuvre des outils de calcul de conception permettant de simuler d'une façon réaliste le comportement des bâtiments et des systèmes (typiquement il s'agit d'un calcul dynamique heure par heure sur toute l'année).

III.4.3 Déroulement de la simulation :

A partir des données architecturales et des propriétés thermo physiques du matériau, une analyse du comportement thermique des échantillons est effectuée à l'aide du logiciel « TRNSYS V 14.1 » Le déroulement de la simulation a pris comme cheminement :

- 1. La première étape :** concerne l'introduction des données climatiques de la région de Guelma (36° 17') ; les valeurs horaires des températures et des humidités relatives pour la période d'été.
- 2. La deuxième étape :** concerne la description détaillée du bâtiment et les scénarios de la pratique de l'espace dans les fichiers TRNWIN et BID.
- 3. La dernière étape :** concerne la lecture des résultats de la simulation par le biais du logiciel Excel.

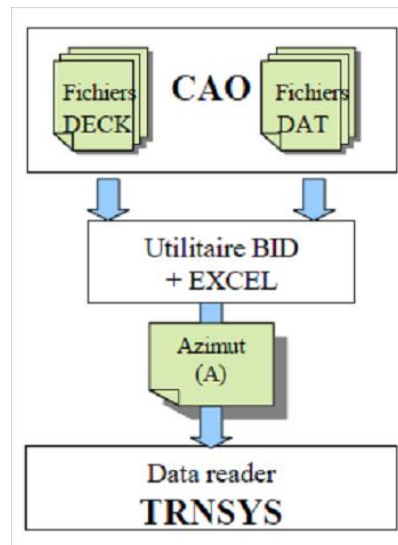


Tableau 5 schema de déroulement de la simulation

III.4.4 Avantages du logiciel TRNSYS :

- Grâce à son approche modulaire, TRNSYS est extrêmement flexible pour modéliser un ensemble de systèmes thermiques à différents niveaux de complexité.
- L'accès au code source permet aux utilisateurs de modifier ou d'ajouter des composants qui ne figurent pas dans la bibliothèque d'origine.
- Documentation vaste de sous programmes y compris explication, usages usuels et équations de base. - Définition très souple de la période de simulation : choix de pas de temps, du début et de la fin de la simulation.

III.4.5 Inconvénients du logiciel TRNSYS :

TRNSYS ne dispose pas de valeur ou de système par défaut, l'utilisateur doit donc posséder des données définissant le bâtiment et le système.

III.4.6 Cas d'étude :

Le cas d'étude sera appliqué directement sur mon projet .

IV. Etapes de projet : Analyse des exemples, de Site, la programmation, et intervention.

Chapitre 4 : Etapes de projet : Analyse des exemples ,de Site, la programmation, et intervention

Introduction :

Dans ce chapitre on va faire une analyse sur des exemples livresques pour tirer des principes (constructifs et écologiques), 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 des exemples

IV.1.1 Exemple 01 : Paradise Valley Community College

IV.1.1.1 Présentation :

Adresse: Paradise Valley Community College, Phoenix Arizona, USA

Superficie : 1002m²

Année de réalisation :2009

Architectes: Marlene Imirzian & Associates



Figure 71: centre de recherche PVCC source :www. Archdaily.com

Chapitre 4 : Etapes de projet : Analyse des exemples ,de Site, la programmation, et intervention

IV.1.1.2 Situation géographique :

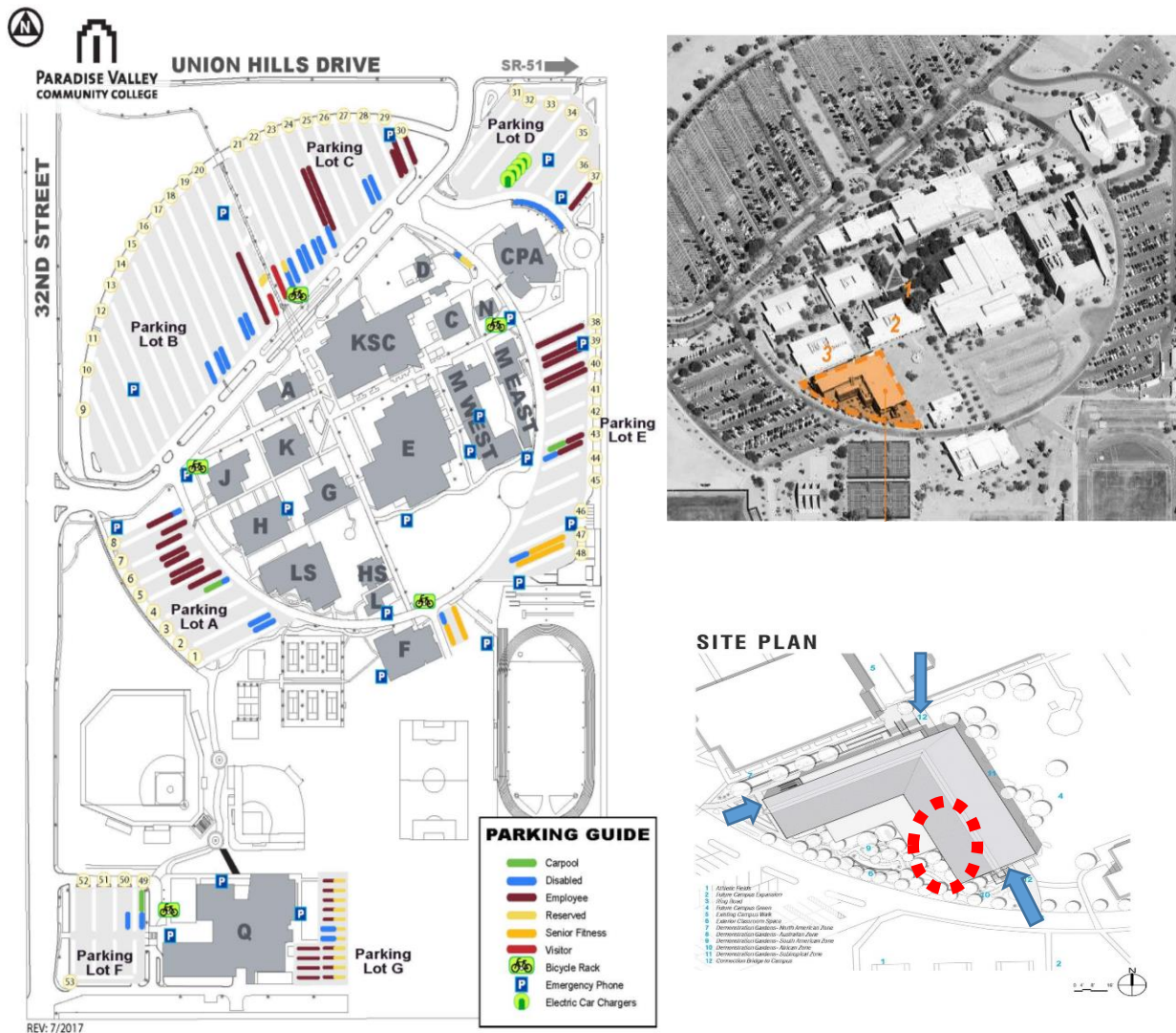


Figure 72: Différents plans du centre de recherche
source: www.Archdaily.com

Le centre de recherche est situé au milieu du pôle universitaire Paradise Valley Community College, Phoenix Arizona, USA délimité par :

Au nord, le département de physique .

Au sud, complexe sportif .

A l'est la future extension dite campus vert .

A l'ouest parking lot-a .

Chapitre 4 : Etapes de projet : Analyse des exemples ,de Site, la programmation, et intervention

IV.1.1.3 accessibilité :

Le centre est accessible par 3 accès.
 nord-ouest coté du département de physique.
 sud-ouest et sud-est par un grand boulevard.

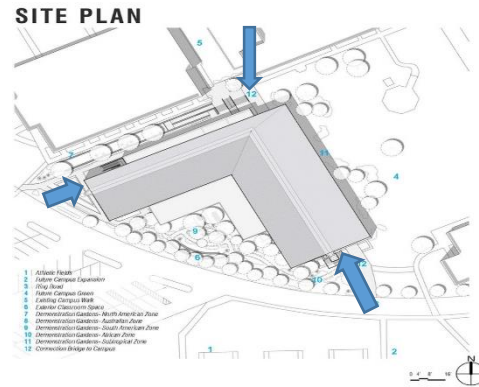


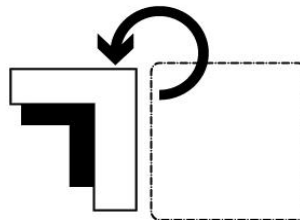
Figure 73: Plan du centre
 source:www.archdaily.com

IV.1.1.4 le processus de conception :



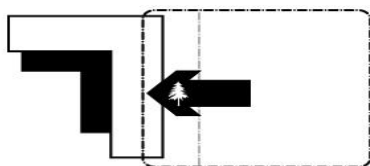
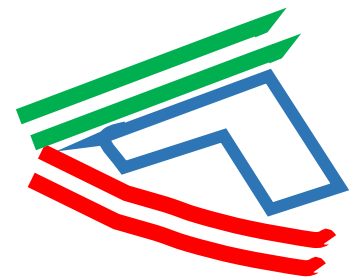
1 EFFICIENCY

Les salles de classes et les laboratoires s'alignent et permettent un accès direct



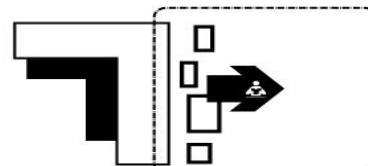
2 FIT TO SITE

La forme du bâtiment est pliée(inclinée) tournant pour s'adresser au campus existant, mais il ne s'adapte pas avec la forme du site ,

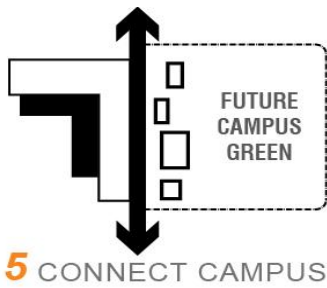


3 EXTEND GREEN SPACE

Le bâtiment est étendu de manière a créer un espace vert dont des modules s'étendent sous le toit du campus créant des salles de classes en plein air



4 EXTEND COLLABORATION SPACE



un nouvel espace de promenade ombragée du campus est insérée entre les modules et le bâtiment reliant le campus principal au nord aux terrains de sport et au développement futur au sud,

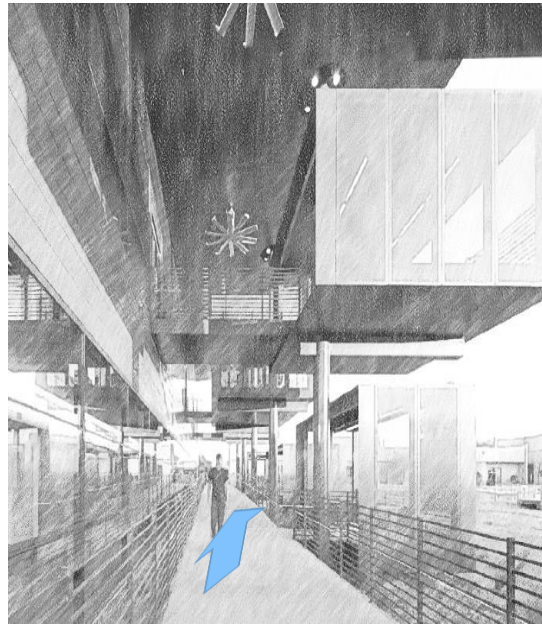
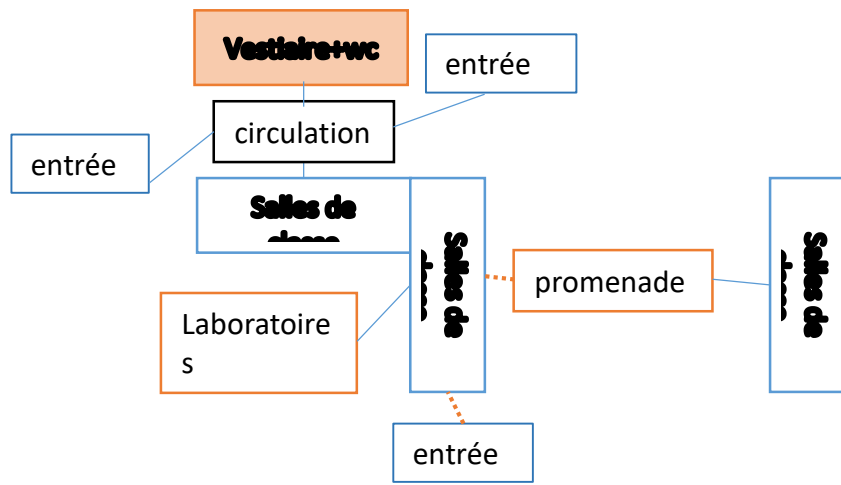


Figure 74: croquis du centre
source :www.archdaily.com

IV.1.1.5 analyse des plans :



Figure 75; plan RDC source : www.archdaily.com



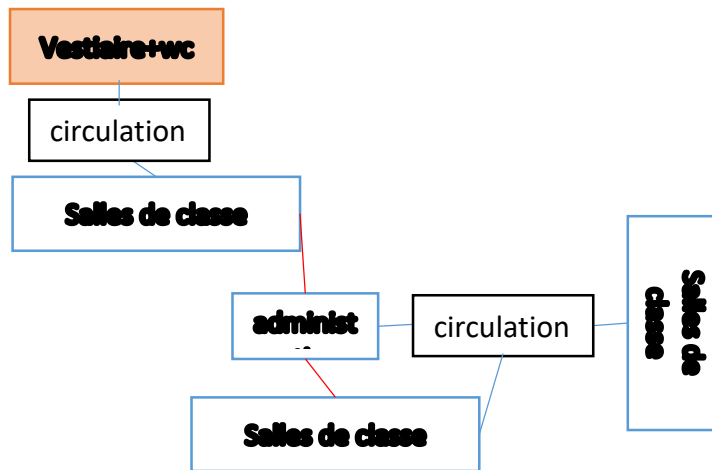
Organigramme spatial

1^{er} étage



Figure 76: Plan 1^{er} source : www.archdaily.com

Chapitre 4 : Etapes de projet : Analyse des exemples ,de Site, la programmation, et intervention



Organigramme spatial

IV.1.1.6 analyse des façades :

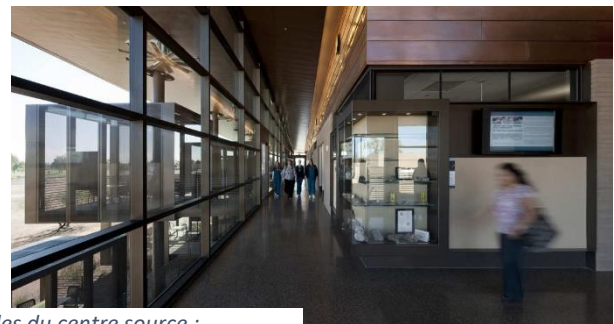
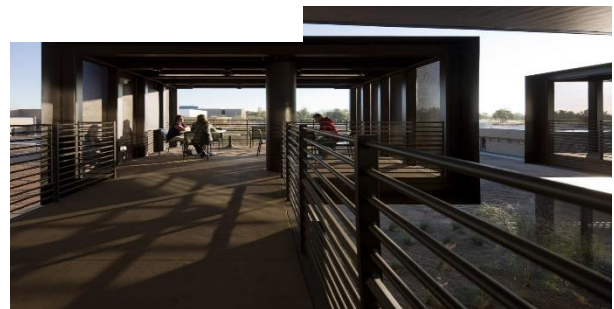
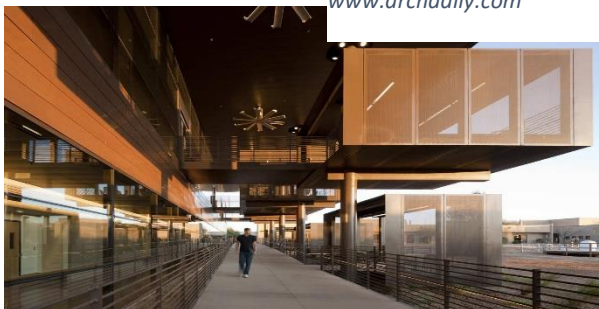


Figure 77: les différentes façades du centre source : www.archdaily.com



La série de huit modules de collaboration extérieurs situés sous le toit du grand porche offre des espaces de réunion accueillants, Les modules de différentes afin de créer des espaces hautement fonctionnels qui donnent sur un futur campus vert.

Chapitre 4 : Etapes de projet : Analyse des exemples ,de Site, la programmation, et intervention

Chaque module de collaboration a une taille et une proportion différentes et dispose d'une connexion pontée vers le bâtiment. En présentant les modules le long de la façade principale, L'équipe de conception a également cherché à exprimer la beauté et la diversité du désert de Sonora, Façade légère vitrée et simple ou on peut distinguer la démarque entre le plein et le vide.

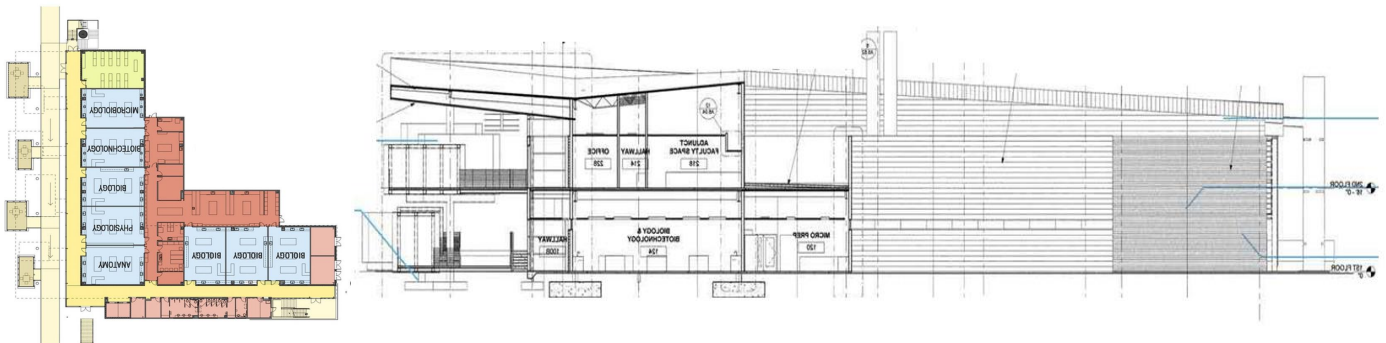


Figure 78: coupe du centre source : www.archdaily.com

Une façade horizontale

qui se divise en 2 parties selon le degré de l'inclinaison. le projet est sur élevé a cause de la pente du terrain .



Figure 79: les types de revêtements, source : www.archdaily.com

- Façade opaque à cause des revêtements.

- Le diversité en termes de revêtements.

- Les murs sont construit en brique pour ne pas créer un rupture entre le nouveaux bâtiment et l'ancien

- La cage d'escalier couverte par des occultations solaire horizontal afin de l'ombrer , ces brises soleil sont en cuivre perforé parce que selon l'Architect c'est le meilleur choix car il ne nécessite pas beaucoup d'entretien ,

IV.1.1.7 la démarche écologique:

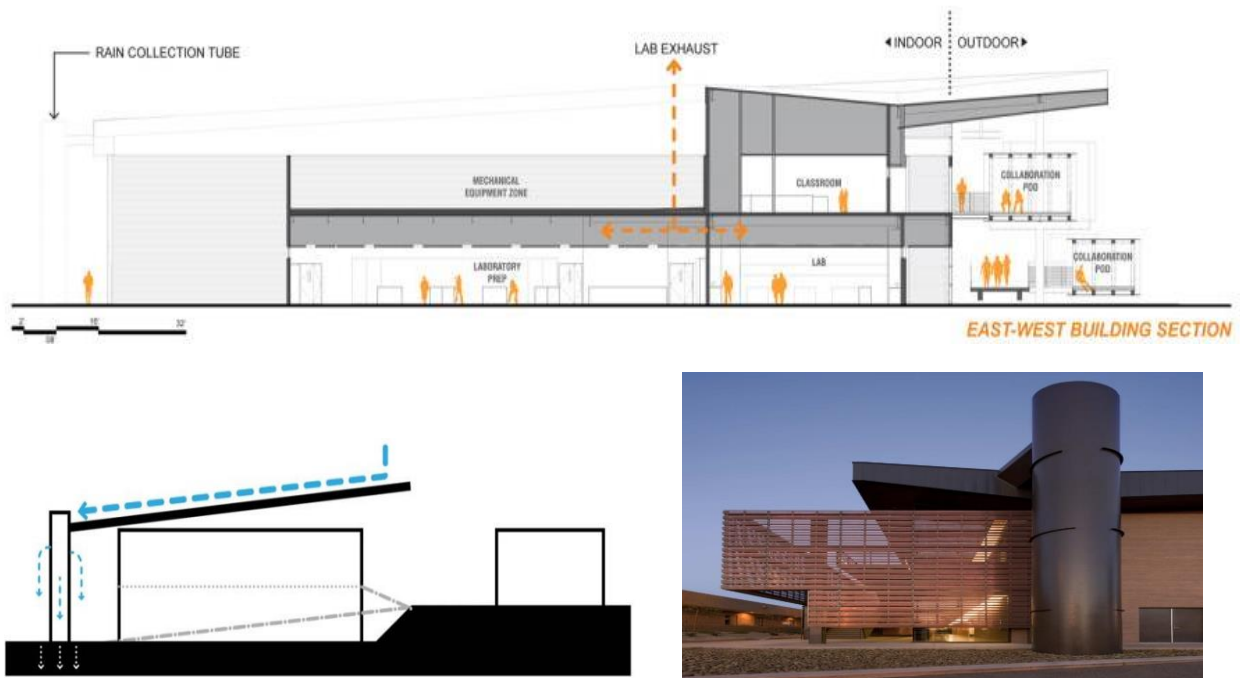


Figure 80: système de récupération des eaux pluviales, source : www.archdaily.com

L'eau est rare. C'est pourquoi il était important, au cours du processus de conception, d'exploiter les moussons saisonnières qui fournissent la majorité de l'eau du désert pour l'année. La conception du système de collecte d'eau de pluie et de toit en pente respecte ces tempêtes peu fréquentes. Les tuyaux de descente ludiques et surdimensionnés s'activent lorsqu'il pleut. Les fentes soigneusement conçues le long du tuyau de descente agissent comme un appareil de mesure, indiquant la durée et l'intensité des pluies suivantes. L'eau coule ensuite à l'intérieur du tuyau de descente où elle est stockée dans des citernes souterraines.

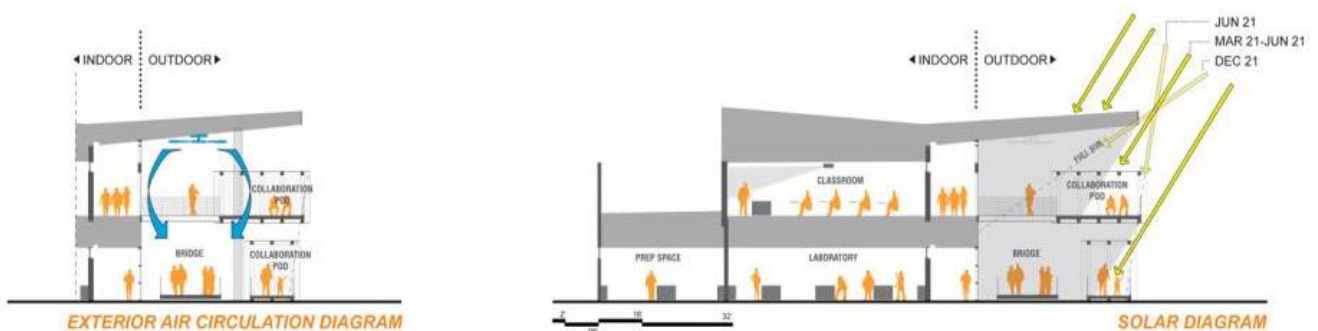


Figure 81: système d'ombrage, source : www.archdaily.com

Chapitre 4 : Etapes de projet : Analyse des exemples ,de Site, la programmation, et intervention

le toit est conçu d'une inclinaison de manière a brisé les rayon solaire en été est les laisser pénétrer l'hiver .

Un couloir vitré offrant un éclairage naturel à tout les espaces.

L'utilisation d'un système de ventilation extérieur optimisé .



Synthèse :

- surface global insuffisante par rapport a l'ensemble du campus,
- Le projet répond aux normes écologique par l'utilisation des techniques qui permettent d'exploiter les paramètres locaux pour combler les besoins (eau et ombrage, ventilation) ,
- Le manque de dispositifs énergétique : panneau photovoltaïque, malgré la quantité d'insolation importante diffusée au projet,
- le programme manque de variété en termes de capacité pour accueillir les occupants,
- fonctionnement intérieur réussie grâce au deux passage en forme de L,
- l'exploitation du vitrage pour bien bénéficier de l'éclairage naturel et réduire la consommation énergétique,
- l'utilisation de la ventilation mécanique au lieu de naturel,

Chapitre 4 : Etapes de projet : Analyse des exemples ,de Site, la programmation, et intervention

IV.1.2 Exemple 02 : Centre de recherche Schlumberger Cambridge

IV.1.2 .1 présentation :

Adresse: Galway, en Ireland

Superficie : 8000m²

Année de réalisation ; 2009

Architect: Reddy Architecture and Urbanism.



Figure 82le centre de recherche SC
source :www.archdaily.com

Situé dans une prairie vallonnée près de la rivière

Corrib à Galway, en Irlande. Il présente le centre scientifique de l'université de Galway.

Sa mission : La recherche sur le cancer, la médecine régénérative, la biologie chimique et la recherche sur les animaux BSL3.

IV.1.2.2 Situation géographique :

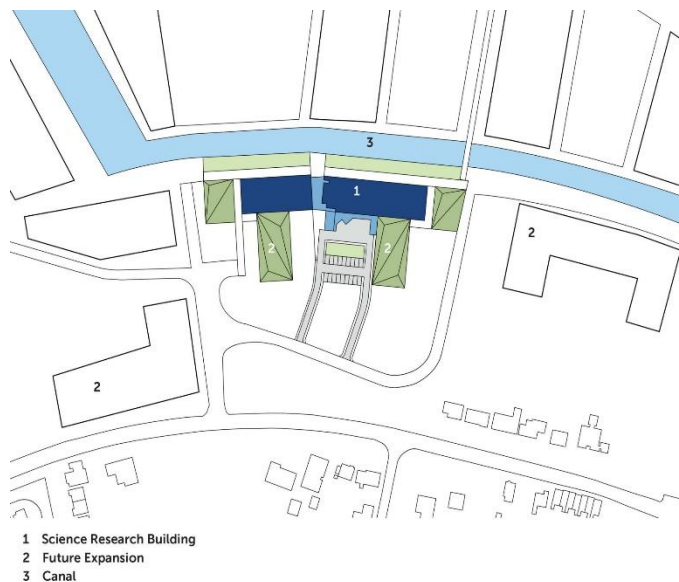


Figure 83:plan de masse source :www.archdaily.com



Figure 84: vue aérienne du centre

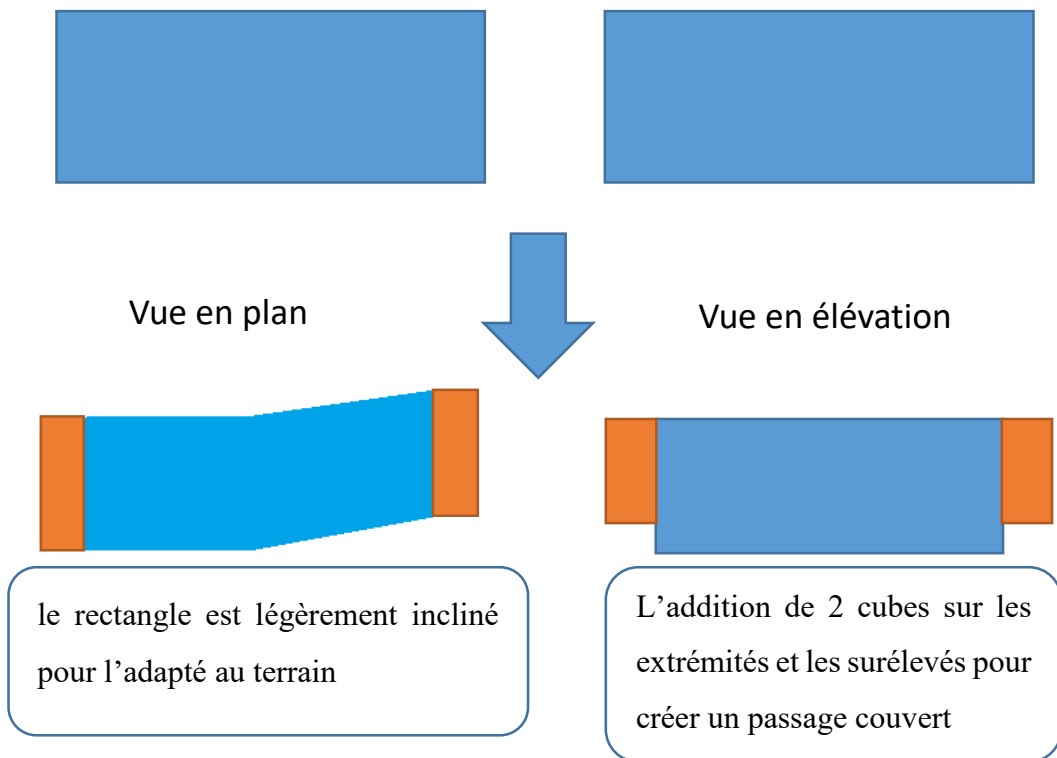
IV.1.2.3 accessibilité :



Figure 85:accès du centre source : www.archdaily.com

Le projet est accessible par 4 entrées .

IV.1.2.4 Processus de conception :



IV.1.2.5 Analyse des plans :

TYPICAL RESEARCH PLAN

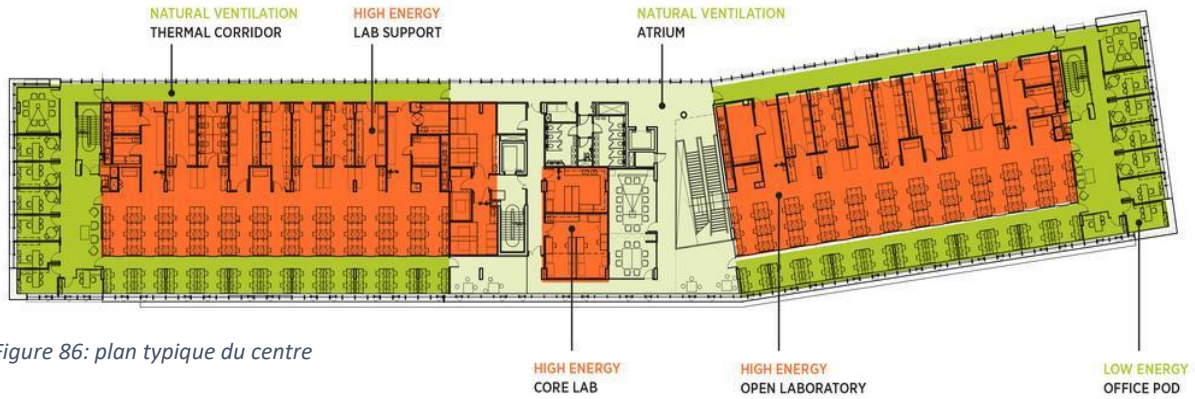
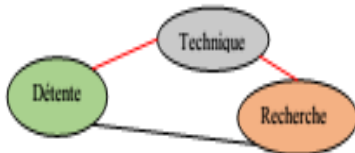


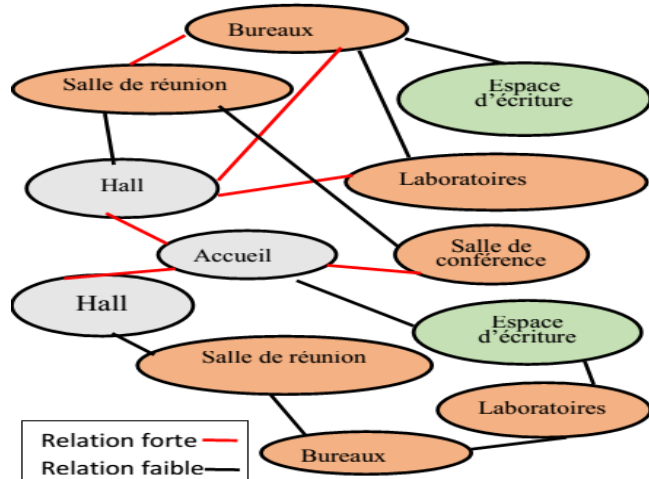
Figure 86: plan typique du centre



Organigramme fonctionnel :



Organigramme spatial :



Deux grands laboratoires ouverts sur l'extérieur et sont séparés par un atrium de deux étages.

Les suites bureautiques, reliées sur trois niveaux par un escalier communicant, correspondent au plan.

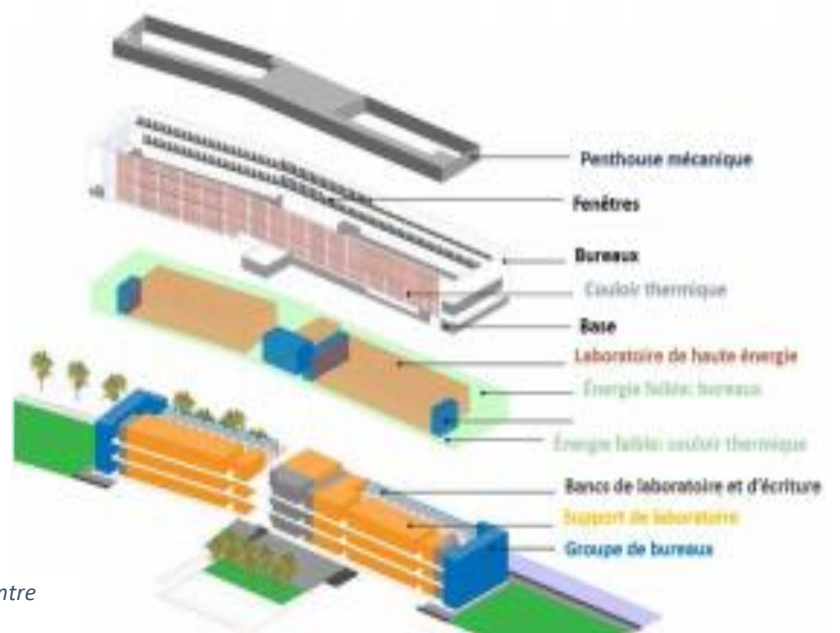


Figure 87: composition du centre
source : www.archdaily.com

IV.1.2.5 Analyse des façades :



Figure 88: les différentes façades source : www.archdaily.com

-le centre s'agit d'un parallélépipède, avec des façades simples

-On distingue 4 types de revêtement de différentes textures :

RDC: pierre de basalte

Etages: stuc

Penthouse mécanique: panneaux métalliques

Sur la façade principale : les ouvertures sont couvertes d'occultations solaires en bois .

-Le rapport plein et vide :

Façade principale :80% vide , 20% plein

Façade postérieur : 30% vide, 70%plein

-Le RDC est marqué grâce au revêtement sombre (basalte)

On remarque un élément d'articulation marqué par une petite extraction de la façade et le changement de la texture sur les autres étages

IV.1.2.6 Approche écologique :



Figure 89: 3d du centre source : www.archdaily.com



Plante adaptive:
utilisation d'un type de plante qui demande moins de maintenance et de drainage



système de collecte des eaux pluviales:
exploiter les eaux pluviales dans la consommation .



végétation :
la réduction du limon et éviter lapollution dans les eaux de ruissellement



occultation solaire en bois:
brise les rayons solaires et gère la quantité de la lumière qui penetrent a l'intérieur



occultation solaire horizontale:
controle la quantité de lumière pénétrante



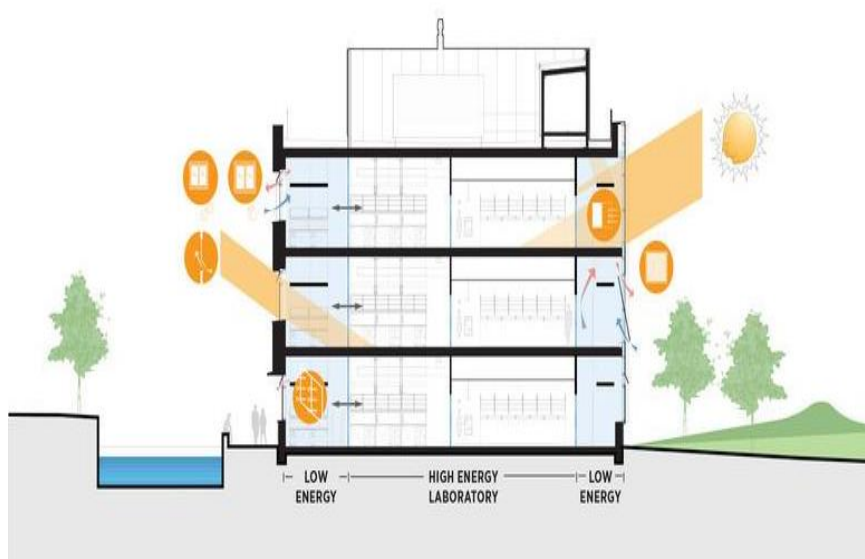
stockage des eaux pluviales:
grace a un réservoir souterrain



éclairage zénithal :
permet d'éclairer l'atrium



occultation solaire verticale:
limite les gains solaires .



80%
des espaces occupés sont éclairés naturellement

45%
Du bâtiment est aéré naturellement

Figure 90:système d'occultation solaire source : www.archdaily.com

Chapitre 4 : Etapes de projet : Analyse des exemples ,de Site, la programmation, et intervention

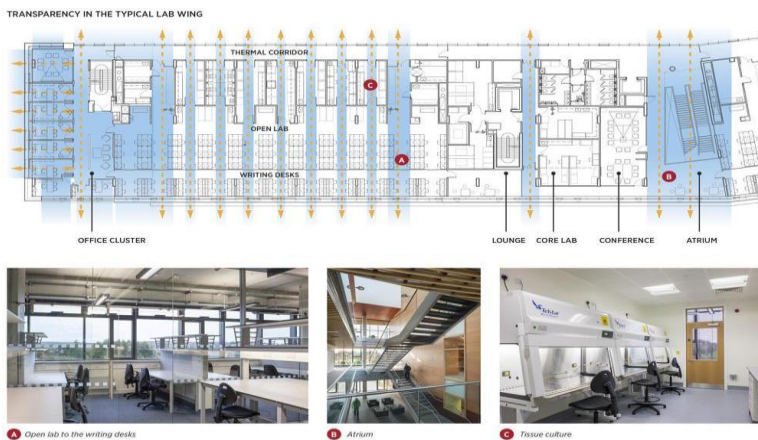


Figure 92 plan et vue du centre source : www.archdaily.com

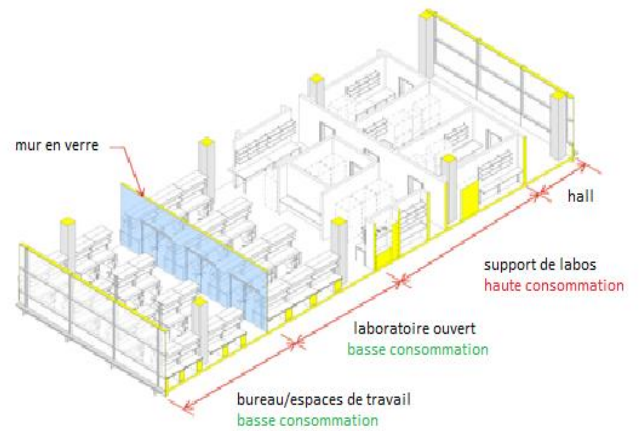


Figure 91: coupe 3d source : www.archdaily.com

Utilisation d'un système de récupération des eaux pluviales

1/ l'augmentation de la surface des ouvertures :

- avoir plus de visibilité vers l'extérieur .
- avoir le maximum de lumière naturelle .
- profiter de la ventilation naturel .
- capter le maximum de rayons solaires en hiver >>> chaleur

2/ les fenêtres sont munies d'un système automatisé (ouverture et fermeture contrôlée)

Chapitre 4 : Etapes de projet : Analyse des exemples ,de Site, la programmation, et intervention

Synthèse :

- intérioriser l'extérieur (grâce aux fenêtres)
- L'utilisation de la transparence :Assurer la continuité visuelle
- Une composition architecturale simple : Liberté dans la conception spatiale et fonctionnelle.
- Utilisation de la technologie (fenêtres automatisées).
- L'utilisation des espaces centraux (salle de conférence):Animer le projet
- Un site favorable au niveau de l'aspect visuel (l'ouverture sur l'environnement).
- Le projet répond au normes écologique par l'utilisation des techniques qui permettent d'exploiter les paramètres locaux pour combler les besoins (eau et ombrage , ventilation) ,
- Le manque de dispositifs énergétique : panneau photovoltaïque ,malgré la quantité d'insolation importante diffusée au projet,
- fonctionnement intérieur réussie grâce aux passages linières, -l'utilisation des matériaux locaux dans la construction,

IV.1.3 Exemple 03 : Centre de recherche Sahlri

IV.1.3.1 Présentation :

Adresse: Adelaide, Australie

Superficie : 25000m²

Année de réalisation ; 2014

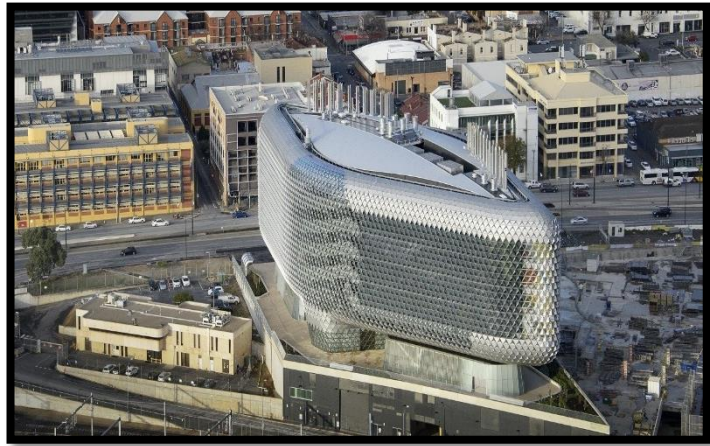
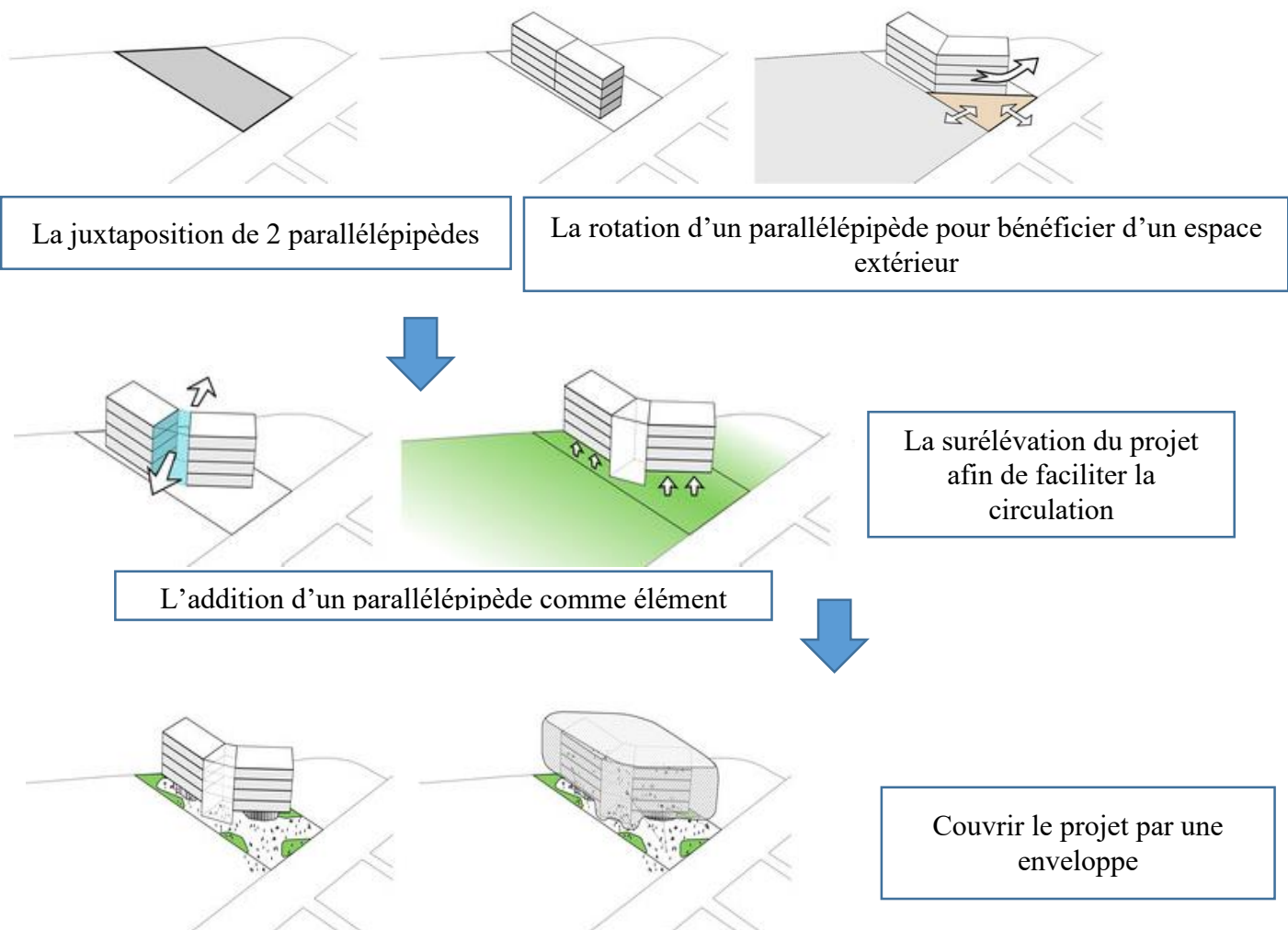


Figure 93: vue aérienne source : www.archdaily.com

IV.1.3.2 processus de conception :



IV.1.3.3 Analyse des plans :

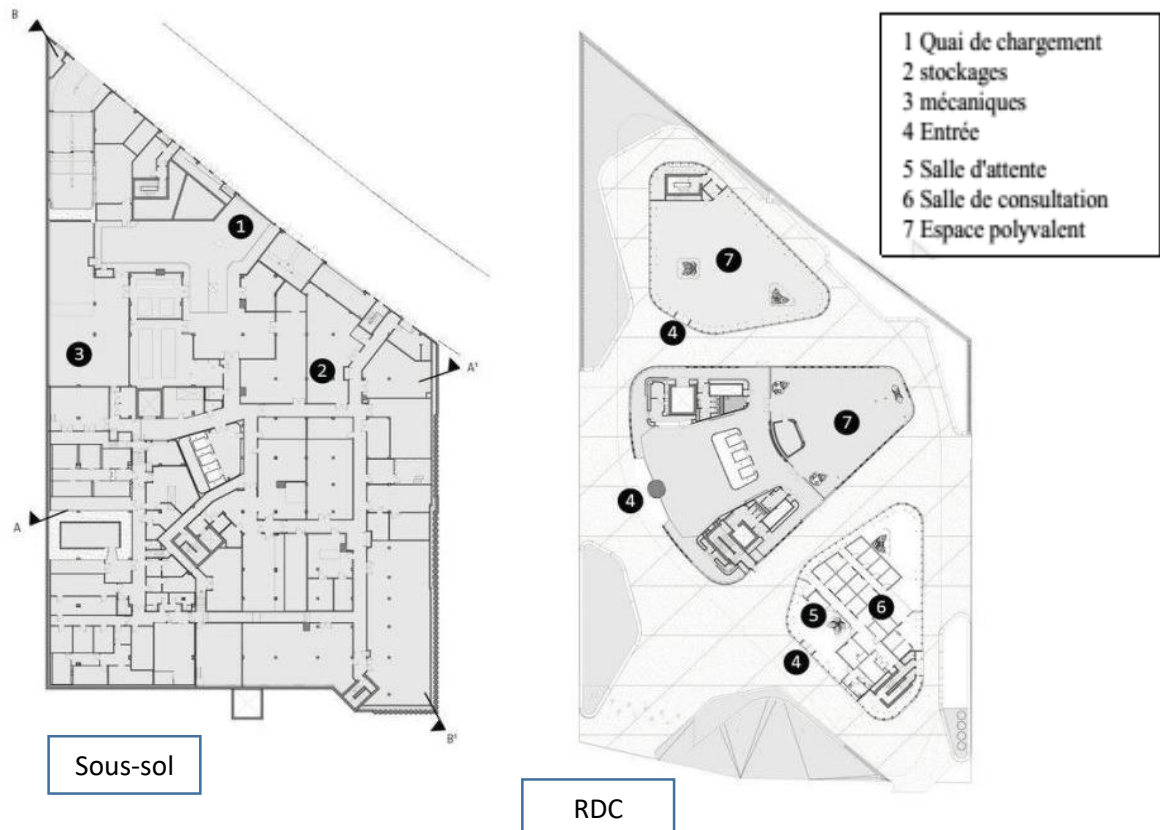


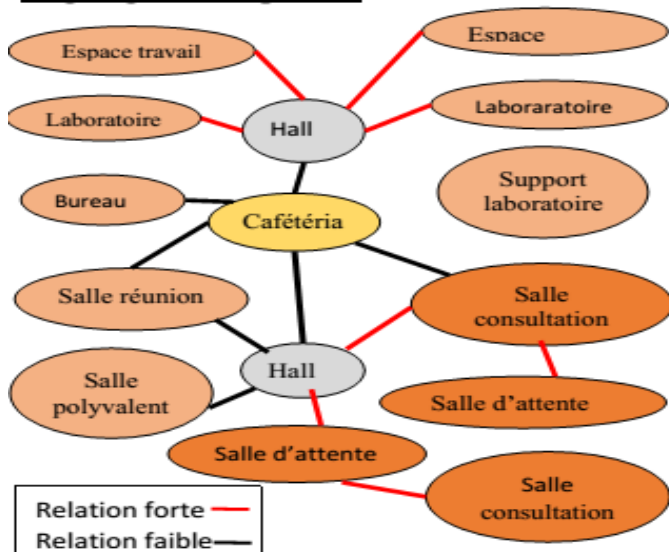
Figure 94 plan sous sol + rdc source : www.archdaily.com

Chapitre 4 : Etapes de projet : Analyse des exemples ,de Site, la programmation, et intervention

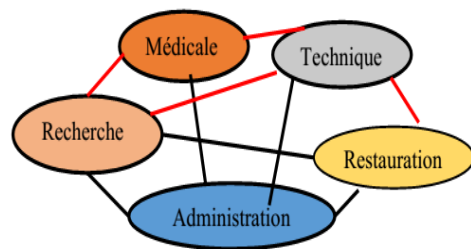


Figure 95 plan type+1er etage source : www.archdaily.com

Organigramme spatial :



Organigramme fonctionnel :



Chapitre 4 : Etapes de projet : Analyse des exemples ,de Site, la programmation, et intervention

IV.1.3.4 Analyse des façades :

- Le centre est symétrique par rapport a l'atrium.
- Le vide constitue 90% de la façade.

Utilisation du principe de la Peau vivante dans le traitement des façades Inspirée de la peau d'une pomme de pin, la façade triangulaire unique répond à son environnement comme un organisme vivant.

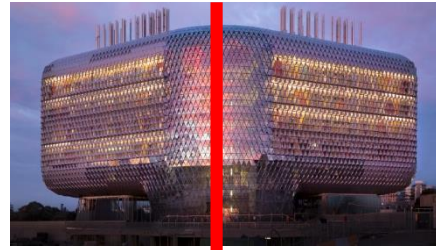


Figure 96 différentes façades source : www.archdaily.com

IV.1.3.5 Approche écologique :

Utilisation du principe de la Peau vivante dans le traitement des façades,

Elle agit comme un pare-soleil articulé qui traite la lumière du soleil, de la charge thermique, de l'éblouissement et du vent, tout en préservant la vue et la lumière du jour.

Utilisation des outils de modélisation paramétrique pour intégrer les exigences environnementales, programmatiques et formelles à la façade.

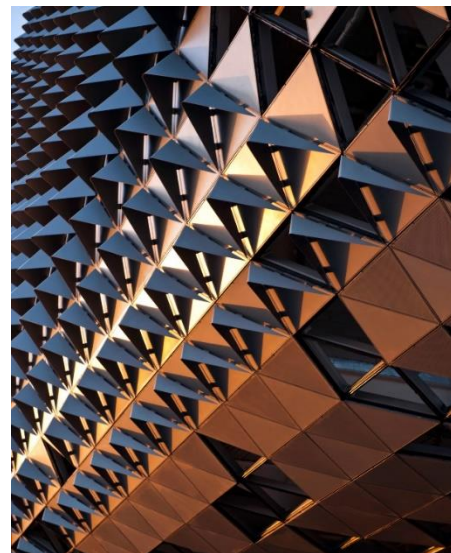


Figure 97: revêtements en occultations solaires source : www.archdaily.com

Façade Shading

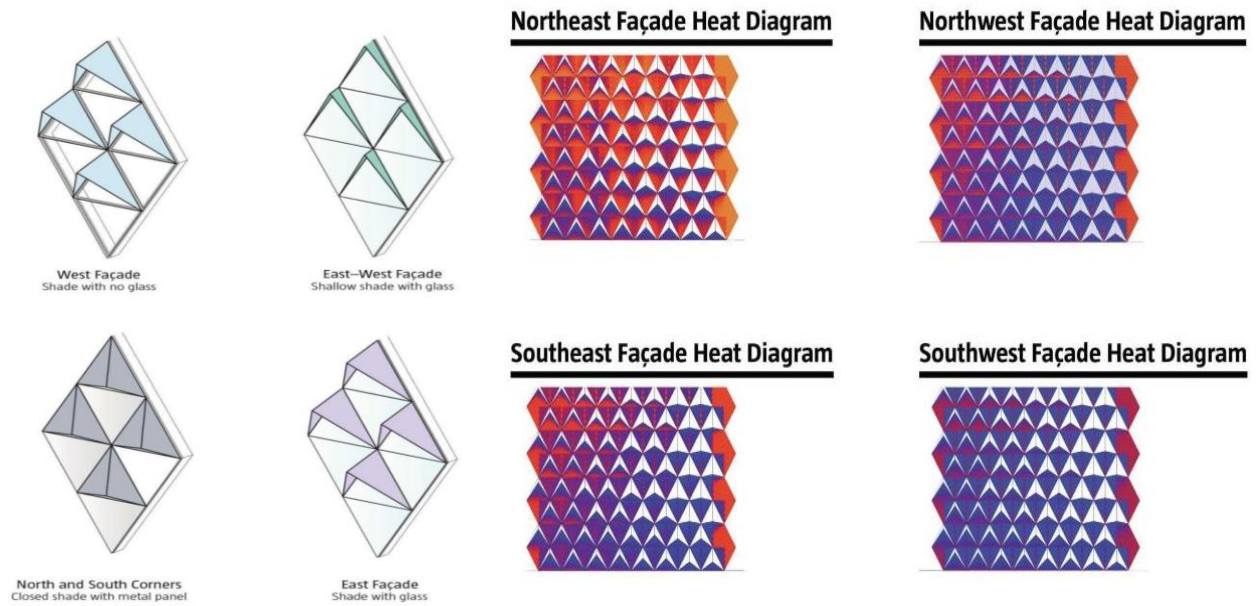


Figure 98; les différentes formes des occultations source : www.archdaily.com

La forme de l'occultation change selon l'orientation.

Synthèse :

- L'utilisation de la transparence : Assurer la continuité visuelle
- Une composition architecturale complexe : Liberté dans la conception spatiale et fonctionnelle.
- Utilisation de la technologie.
- L'utilisation des espaces centraux pour Animer le projet
- Un site favorable au niveau de l'aspect visuel (l'ouverture sur l'environnement).
- Le projet répond aux normes écologiques par l'utilisation des techniques qui permettent d'exploiter les paramètres locaux pour combler les besoins,
- Le manque de dispositifs énergétique : panneau photovoltaïque
- fonctionnement intérieur réussie la distribution des espaces autour de l'atrium
- superficie importante et suffisante,

IV.2. La Programmation :

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

Démarche prévisionnelle, la démarche programmatique permet d'avoir une vision globale de l'opération envisagée et de maîtriser le processus de rationalisation de celle-ci par rapport à la commande. Elle part de l'idée initiale, fondatrice du futur projet, jusqu'à la mise en service des locaux.⁶⁷

IV.2.1 les objectifs de la programmation :

1. Définir un programme de base .
2. Définir les fonctions et leurs organisations ;
3. Les exigences conceptuelles du projet ;

IV.2.2 le programme retenu :

Fonctions	Espaces	Sous espaces	nombre	Surface unitaire(m ²)	Surface Total (m ²)
administration	administration	Espace d'attente	1	25	205
		Bureau de secretariat	1	15	
		Bureau de directeur	1	30	
		Bureau de comptabilité	1	25	
		Bureau de service de coordinations	1	20	
		Bureau d'information scientifique	1	20	
		Salle d'archive	1	20	
		Salle de réunion	1	50	
culture	médiathèque	Hall d'entrée	1	50	690
		Comptoir de prêt	1	10	
		Stockage livre	1	100	
		Salle de lecture	1	250	
		Salle d'internet	1	200	

⁶⁷ http://www.formation-architecte.com/medias/annuaire_formation/2349-fiche_approche-de-la-programmation-architecturale.pdf

Chapitre 4 : Etapes de projet : Analyse des exemples ,de Site, la programmation, et intervention

		Sale de lecture de groupes	4	20	
formation	auditorium	Salle 300p	1	500	880
		Scène	1	50	
Bureau		1	20		
Box de projection		1	10		
	Salle d'exposition	Permanente	2	100	
		Temporaire	1	100	
restauration	restaurant	Cuisine	1	80	625
		Salle de restauration	1	200	
Stockage		1	45		
Local de déchets		1	20		
Chambre froide		1	20		
Vestiaire		1	10		
		Cafeteria	Salle de préparation	1	
	Cafeteria		1	150	
	Stockage		1	30	
	Vestiaire		1	20	
Recherche	Unité de biologie moléculaire				
	laboratoires	Dépistage néonatal	1	60	628
		hématologie	1	60	
		immunologie	1	60	
		bactériologie	1	60	
		virologie	1	60	
		parasitologie	1	60	
	Bureaux de chercheurs		1	15	
	Unité de biochimie et pharmacologie				
	laboratoires	d'hormonologie	1	60	350
		chimie	1	60	
		pharmaceutique	1	60	
		toxicologie	1	60	
		enzymologie			
	Bureaux de chercheurs		1	15	
	Unité de la cancérologie				
	laboratoires	bio production automatisée	1	60	438
		criblage à haute débit	1	60	
		Imagerie cellulaire	1	60	
		Laboratoire d'analyse génomique	1	60	
		Bio banque	1	60	

Chapitre 4 : Etapes de projet : Analyse des exemples ,de Site, la programmation, et intervention

	Bureaux de chercheurs		1	15	
	Unité de la botanique				
	laboratoires	mycologie	1	60	1718
		physiologie végétale	1	60	
		d'écologie végétale	1	60	
		bactériologie	1	60	
		nutrition	1	60	
	Bureaux de chercheurs		1	15	
	Jardin d'expérience		1	480	
	Jardin potager		1	800	
Technique	Locaux techniques	Locale des déchets	1	20	530
		Locale de stockage de matériel	1	100	
		Locale de stockage de produit	1	100	
		Local de gestion solaire	1	50	
		Local d'entretien d'eau	1	50	
		Vestiaires pour les techniciens	1	30	
		Local ménage	1	50	
		Bâche à eau	1	100	
service	sanitaire		3	50	200
	infirmierie		1	50	
	Parking				
Surface utile					6265
Surface de circulation 30%					1880
Surface totale de bâtis					8145

IV.2.2 Les exigences conceptuelles :⁶⁸

IV.2.2.1 Laboratoire de recherche :

IV.2.2.1.1 Définition :

Local pourvu des installations et des appareils nécessaires à des manipulations et des expériences effectuées dans le cadre de recherches scientifiques, d'analyses médicales

ou de matériaux, de tests techniques ou de l'enseignement scientifique et technique.

Les exigences spécifiques au laboratoire

⁶⁸ Mémoire de master : La recherche scientifique dans le cadre de la qualité environnementale présenté par : BENAHMED Houria et SEDDIKI Ikram université de Tlemcen en 2018-2019

Chapitre 4 : Etapes de projet : Analyse des exemples ,de Site, la programmation, et intervention

Les portes :



Figure 99: porte de laboratoire
source : www.lelaborantin.com

Les portes sont préférentiellement conçues de façon à :

- Permettre le passage des automates les plus volumineux.
- S'ouvrir sans l'aide des mains ce qui les laisse libres pour porter des échantillons ou d'autres produits dangereux.
- Eviter les collisions et voir les personnes travaillantes.
- Les revêtements des portes doivent être imperméables, résistant aux agents nettoyants et désinfectants.

Les zones de circulation doivent rester libres et ne doivent pas servir de zone de stockage

La hauteur sous plafond :

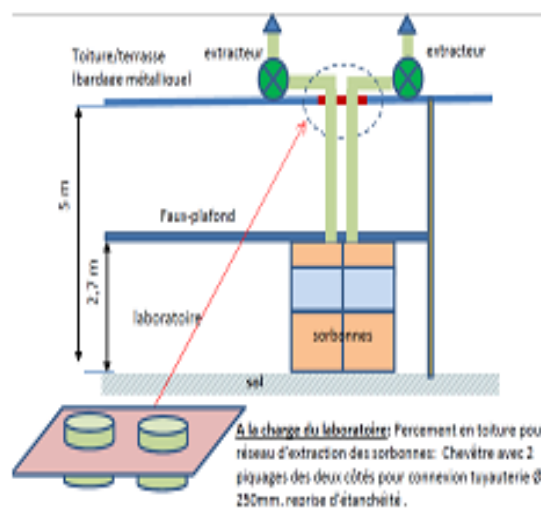


Figure 100 schéma de sous plafond source :
www.lelaborantin.com

La hauteur sous plafond doit être suffisante pour :

Chapitre 4 : Etapes de projet : Analyse des exemples ,de Site, la programmation, et intervention

- Contenir le plus haut appareil, en tenant compte des systèmes de ventilation associée.
- Une hauteur de plafond de 3m et généralement suffisante pour accueillir des Sorbonne et des PSM.
- Permettre l'installation des systèmes de ventilation de la pièce avec des arrivés et des sortis d'air à la verticale du sol.
- Permettre le passage de canalisations et de chemins électriques et télématiques.

Le laboratoire doit être conçu de manière à assurer partout une bonne ventilation grâce à un système de ventilation actif. Le laboratoire devrait aussi être assez spacieux pour permettre la circulation des personnes et des chariots.

Les pièces devraient avoir un plafond haut pour assurer une ventilation correcte, les murs et les plafonds devraient être peints avec une peinture brillante et lavable ou recouverts d'une matière qui puisse être lavée et désinfectée.

Le sol doit être facilement lavable et désinfecté et il ne devrait pas y avoir d'angles entre les murs et le sol.

La dalle doit être suffisamment résistante pour supporter tous les automates pouvant parfois avoir une charge au sol très élevée. La charge utile peut être de l'ordre de 500kg/m³.

Le revêtement de sols



Figure 101 revêtements de sol de laboratoire
source : www.laborantin.com

Le revêtement des sols doit être résistant à l'usure et au poinçonnement, antidérapant, imperméable, résistant aux agents nettoyants et désinfectants ainsi qu'aux produits chimiques utilisés lors des analyses.

- Le revêtement doit également capable de dériver les charges électrostatiques (en principe <108 ohms et ne pas dégager de gaz toxiques en cas d'incendie

Chapitre 4 : Etapes de projet : Analyse des exemples ,de Site, la programmation, et intervention

- Il est souhaitable d'installer des revêtements plastifiés à joints thermo soudés plutôt que du carrelage - Il convient de faire remonter d'au moins 10cm le revêtement des sols le long des murs avec une moulure concave pour limiter l'accumulation de particules et faciliter la décontamination (plinthe à gorge).

La paillasse :

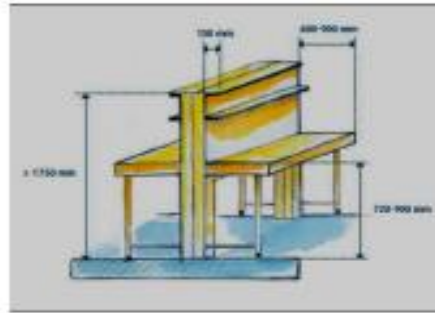


Figure 102 schéma de la paillasse source : www.laborantin.com

Paillasse murale à dossier, équipée d'eau froide à deux endroits avec deux bénitiers, trois blocs de quatre prises de courants 220 v 10/16 ampères sur tableaux muraux.

- Les paillasses sont réalisées en éléments modulaires de 1,50 ou 2m
- Paillasse centrale sèche avec : (étagère inférieure – dossier arrière et bloc tiroir sous paillasse).

La Sorbonne :



Figure 103 schéma de la Sorbonne source : www.laborantin.com

La Sorbonne (Il s'agit d'une hotte posée sur une paillasse et raccordée à un conduit de ventilation. Cet équipement permet de manipuler ou de stocker des produits dont les émanations peuvent être nocives.) La hauteur standard HT des Sorbonne est d'environ 2,80m.

Chapitre 4 : Etapes de projet : Analyse des exemples ,de Site, la programmation, et intervention

Il faut prévoir, suivant leur localisation dans la pièce, un habillage jusqu'au plafond afin de cacher le conduit souple d'évacuation.

Des armoires ventilées :



Figure 104 l'armoire ventilées source : www.lelaborantin.com

Une armoire ventilée et système de filtration sert à stocker les produits utiliser en laboratoire. Elle diminue les risques chimiques inhalatoires souvent entraînés par la concentration de vapeurs présentes dans le laboratoire.

- Ces armoires ventilées représentent donc la meilleure solution pour un rangement sécurisé des produits qui ont la mauvaise habitude d'encombrer le plan de travail et de polluer l'air intérieur. Elles sont dotées d'un système de filtration d'air et procurent un stockage sain.

Les ouvertures :



Figure 105 ouverture type d'un laboratoire source : www.lelaborantin.com

Dans les laboratoires, il faut mettre des fenêtres d'observation pour voir le personnel qui occupe la pièce.

Chapitre 4 : Etapes de projet : Analyse des exemples ,de Site, la programmation, et intervention

L'éclairage doit être suffisant, on veillera à éviter les reflets gênants et les lumières éblouissantes tout en favorisant l'éclairage artificiel contrôlé.

Les fenêtres doivent être fermées hermétiquement pour être décontaminé.

L'éclairage doit être suffisant, on veillera à éviter les reflets gênants et les lumières éblouissantes tout en favorisant l'éclairage artificiel contrôlé.

IV.2.2.2 Accueil



Figure 106 atrium source : archiproducts.com

Cet espace occupera une place prépondérante dans l'équipement, sa lecture doit se faire directement de l'extérieur de telle façon que chaque personne puisse se repérer par son aspect. De ce fait, il doit être traité pour qu'il soit un lieu d'orientation, d'information, d'exposition, il sera aussi un espace de desserte des différentes composantes de l'équipement.

Le hall d'accueil doit être un lieu propice à la présentation de l'équipement, en créant une ambiance confortable et détendue. Un bon éclairage et une aération naturelle.

IV.2.2.3 administration :



Figure 107 schéma type d'un bureau d'administration source : archiproducts.com

Espace où se concentrent les services chargés de veiller au bon fonctionnement du centre. L'administration ne devra pas être en relation directe avec les espaces fréquentés par les usagers et les utilisateurs.

IV.2.2.4 Restaurant

Dans un centre de recherche il est nécessaire d'injecter la fonction de la restauration, qui est un espace d'ambiance et d'échange. Ils marqueront un moment de repos pour les chercheurs dans le parcours de travail. Il doit avoir :

bonne aération et muni bien éclairé et visible partout.

orientation est/ouest/sud.

Confort acoustique indispensable.

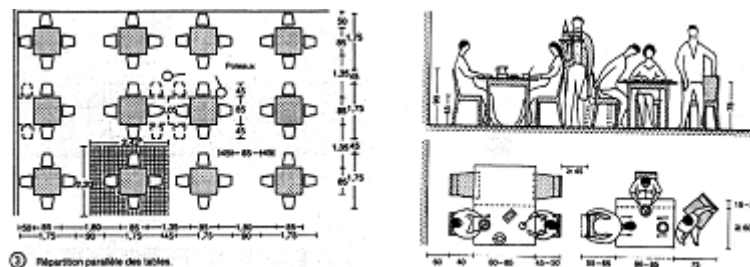


Figure 108 schéma des normes d'un restaurant source :neufert

IV.2.2.5 Médiathèque :

Lieu où sont rassemblés et où peuvent être consultés différents médias.

Nécessite une meilleure visibilité, espace ouvert et bien éclairé, calme et flexible.

L'espace réservé à la lecture doit être étudié d'une manière efficace, doit être loin du bruit et le mouvement continu, doit avoir une relation avec les espaces importants.



Figure 109 photo a l'intérieur d'un médiathèque source : archiproducts.com

IV.2.2.6 Auditoriums :

Permettre aux chercheurs et professeurs d'animer des séminaires, et des cours dans le cadre d'échange. Il doit être en relation avec l'accueil. La place nécessaire par étudiant dans une

Chapitre 4 : Etapes de projet : Analyse des exemples ,de Site, la programmation, et intervention

position confortable est (70 x 85 cm). On peut avoir une position de (60 x 80 voire 55 x 75 cm) par étudiant en comptant toutes les surfaces dans les grands amphithéâtres avec une marge étroite de 0,62 m² (dans les amphithéâtres plus petits, on dispose d'une marge normale de (0,80-0,95 m²).

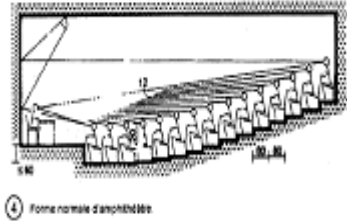


Figure 110 coupe d'un auditorium
source :neufert

IV.2.2.6 Les locaux techniques



Figure 111 photo d'un stock de matériels source :
archiproducts.com

Stockage matériel : rayonnage fonctionnel avec un emplacement proche de l'accès.

Stockage des produits chimiques :

-Un local séparé, bien ventilé, sécurité, équipé d'étagères solides et fixées doit être organisé près des zones de travail pour stocker les produits chimiques, lorsque l'espace est disponible.

-Les étagères doivent être mises à terre afin de dissiper l'électricité statique et donc le risque de production d'étincelle.

-Organiser le stockage de telle sorte que les règles de séparation et de compatibilité des produits chimiques soient respectées. Les produits chimiques incompatibles ne doivent pas être stockés ensemble.

Chapitre 4 : Etapes de projet : Analyse des exemples ,de Site, la programmation, et intervention

-Définir un lieu de stockage spécifique pour chaque catégorie de produit chimique et y ranger les produits après utilisation.

-Toutes les zones de stockage (locaux, armoires de sécurité, frigos, etc.) doivent être identifiées et identifiables par les pictogrammes de danger pertinents.

Monte-charge

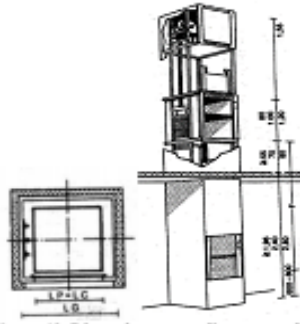


Figure 112 schéma d'un monte charge source :neufert

Appareil de levage qui permet de monter ou de descendre d'un étage à un autre toutes espèces d'objets pesants.²⁹ Charge utile >300 kg, avec une surface de la cabine <0.8m²

On utilise couramment des éléments en acier profilé préfabriqués pour garnir les parois de la gaine ou le plafond.

Les sanitaires

- Les sanitaires ont le caractère d'être publics.
- Facilement accessibles (dès le hall).
- Aérés naturellement ou par des gaines d'aération.
- Exigence d'utiliser dans les revêtements des matériaux résistant à l'humidité

Système de sécurité incendie



Figure 113 détecteur de fumé source : archiproducts.com

Chapitre 4 : Etapes de projet : Analyse des exemples ,de Site, la programmation, et intervention

Un système de détection incendie est une unité faisant partie du système de sécurité incendie, dont l'objectif est de déceler de façon aussi précoce que possible la naissance d'un feu. Pour cela, on prévoit utiliser les dispositifs suivants :

Détection de l'incendie : l'alarme d'incendie Lorsque les détecteurs de fumée reçoivent un signal, ils le transmettent à la centrale, où le professionnel responsable le vérifie immédiatement et lance les actions de protection contre l'incendie.

Une protection sprinkler

Une protection sprinkler est un système fixe d'extinction automatique à eau. L'installation est un ensemble hydraulique constitué par un poste de contrôle et un réseau de canalisations en acier, maintenu sous pression permanente d'eau (ou d'air).

Les canalisations sont équipées de têtes sprinklers, logées dans les plafonds des bâtiments protégés et disposées de façon à s'ouvrir, dans les délais les plus brefs, sous l'action de la chaleur. Le principe du système consiste à déverser une quantité d'eau adaptée au sinistre sur une zone d'une surface prédéterminée.

L'ouverture d'une tête sprinkler est due à l'élévation de la température. La chaleur dégagée par le feu s'élève jusqu'au plafond. À une certaine température, l'ampoule (ou fusible) qui maintient la tête sprinkler fermée, éclate et libère l'eau à l'aplomb du foyer.

Local, l'arrosage est également progressif. Si le refroidissement est insuffisant, les sprinklers voisins s'ouvrent également et participent à la maîtrise du feu. La chute de pression provoquée par l'ouverture du premier sprinkler entraîne le démarrage des pompes.

Le passage de l'eau actionne un gong hydraulique et un contact électrique de report qui donnent l'alarme. L'arrosage est maintenu pour contenir le feu jusqu'à l'intervention des secours et la fermeture manuelle des vannes.

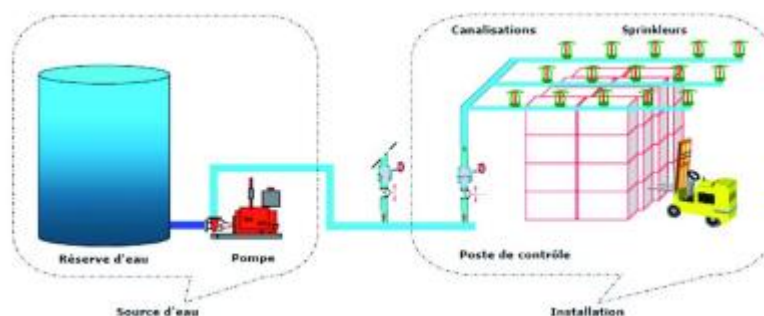


Figure 114 schéma de mécanisme d'un système d'incendie

source : archiproducts.com

IV.3 Analyse de site :

IV.3.1 Présentation de la ville :⁶⁹

IV.3.1.1 Aperçu générale sur de la ville de Guelma:



Figure 115 la carte d'Algérie source : Thèse consulte: Thèse de magistère de Mme Medjelekh Dalel, 2006,

Des inscriptions libyques trouvées à Guelma prouvent que la région a été civilisée bien avant l'arrivée des Carthaginois ou des Romains; des mentions latines attestent que Guelma portait déjà le nom de « Calama », bien que ce nom soit probablement d'origine phénicienne ,C'est à l'époque de la civilisation arabo-musulmane que Calama appelée désormais Guelma..

⁶⁹ Thèse consulte: Thèse de magistère de Mme Medjelekh Dalel, 2006, Impact de l'inertie thermique sur le confort hygrothermique et la consommation énergétique du bâtiment cas de l'habitation de l'époque coloniale à Guelma. Université Mentouri de Constantine.

IV.3.1.2 La situation géographique et l'aspect administratif de la ville de Guelma



Figure 116 les wilayas qui entourent la wilaya de Guelma source :
Thèse consulte: Thèse de magistère de Mme Medjelekh Dalel, 2006,

La Wilaya de Guelma se situe au Nord-est du pays et constitue, du point de vue géographique, un point de rencontre, voire un carrefour entre les pôles industriels du Nord (Annaba et Skikda) et les centres d'échanges au Sud (Oum El Bouaghi et Tébessa). Elle occupe une position médiane entre le Nord du pays, les Hauts plateaux et le Sud. La wilaya de Guelma s'étend sur une superficie de 3.686,84 Km².

Elle est limitrophe aux Wilayas de: Annaba, au Nord, El Taref, au Nord-est, Souk Ahras, à l'Est, Oum El-Bouaghi, au Sud, Constantine, à l'Ouest, Skikda, au Nord-ouest.



Figure 117 les daïras de Guelma source : Thèse consulte: Thèse de magistère de Mme Medjelekh Dalel, 2006,

La Wilaya de Guelma, créée en 1974, comprend 10 Daïras qui sont Guelma, Khezarra, Guelaat Bou Sbâa, Héliopolis, Oued Zenati, Ain Makhlouf, Hammam Debagh, Bouchegouf, Hammam N'Bails et Ain Hessaïna et 34 Communes. Elle compte également une population de 524 443 habitants (2014) avec une superficie totale de 4101 km²

Chapitre 4 : Etapes de projet : Analyse des exemples ,de Site, la programmation, et intervention

IV.3.1.3 Situation géographique et l'aspect administratif de chef-lieu de la ville de Guelma

Localement la commune de Guelma profite d'une position géométrique centrale par rapport à ces plus importants centres (Oued Zenati et Bouchegouf), elle s'étend sur une superficie de 44 Km² entre les berges d'Oued Seybouse au nord et le mont de la Mahouna au sud.

Administrativement la commune de Guelma est limitée :

- Au nord par les communes d'El Fedjoudj et Héliopolis
- Au sud par la commune de Bendjerrah
- A l'est par la commune de Belkheir
- A l'ouest par la commune de MEDJEZ-AMAR

Elle a été érigée en commune mixte en 1854, puis en chef-lieu d'arrondissement (Daïra) en 1858, avant d'être promue chef de Wilaya en 1975.



Figure 118 les daïras de la ville de Guelma source : Thèse consultée: Thèse de magistère de Mme Medjelekh Dalel, 2006,

IV.3.2 Evolution historique de la ville de Guelma :

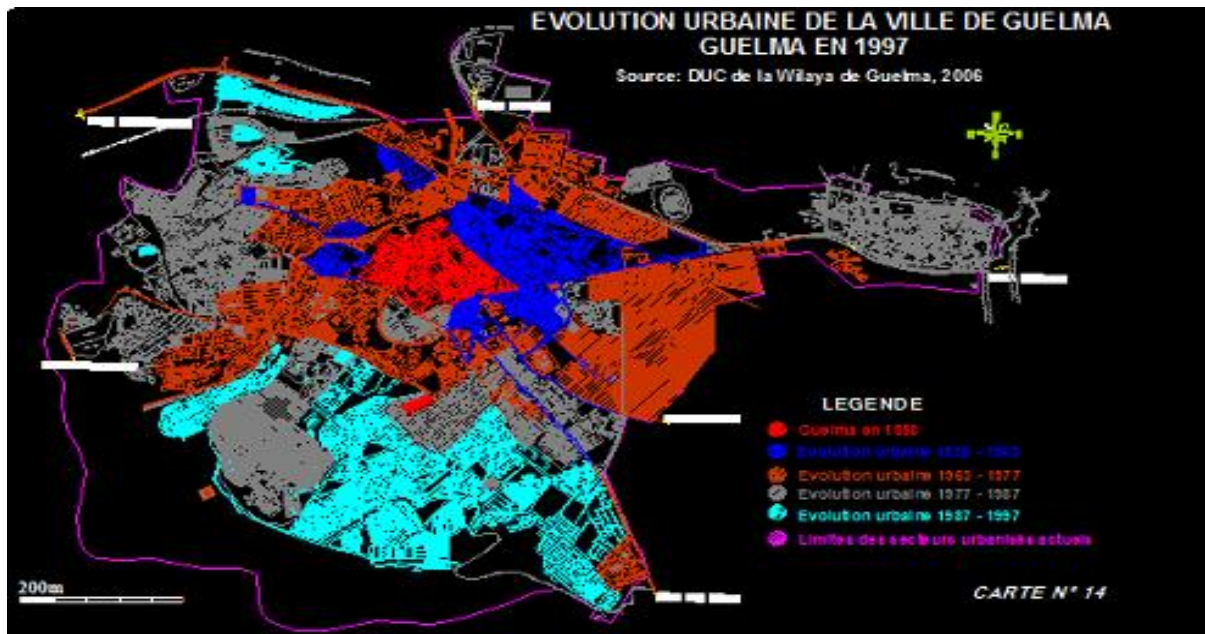
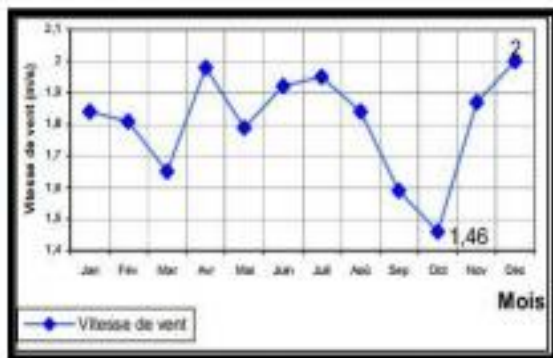


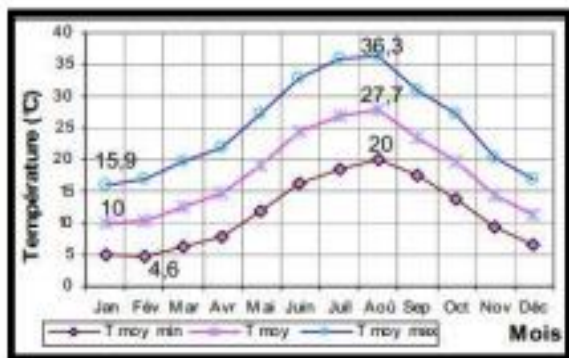
Figure 119: l'évolution historique de la ville de Guelma source : Thèse consultée: Thèse de magistère de Mme Medjelekh Dalel, 2006,

- Guelma en 1858
- Evolution urbaine 1858 - 1963
- Evolution urbaine 1963 - 1977
- Evolution urbaine 1977 - 1987
- Evolution urbaine 1987 - 1997
- Limites des secteurs urbanisés actuels

IV.3.3 Climat de la ville de Guelma :



Graphe 1 : vitesse de vent



Graphe 2 : Températures

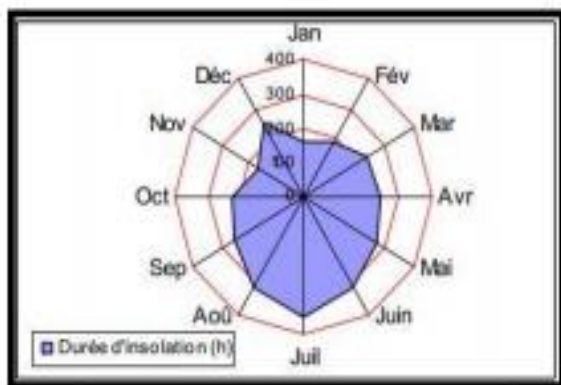
-Les vents prédominants à Guelma sont d'une vitesse moyenne qui varié de 1.46 à 2m/s pour une moyenne annuelle de 1.80m/s. Mais il est enregistré 36.2 j/an de Sirocco.

-Les vents à Guelma sont de diverses directions. Ceux de nord-ouest avec une moyenne de 23.77%, ils atteignent leur maximum au mois de décembre et leur minimum au mois

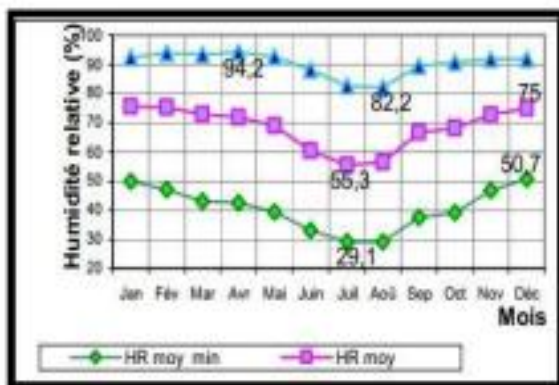
Chapitre 4 : Etapes de projet : Analyse des exemples ,de Site, la programmation, et intervention

de juillet avec 10.36%. A l'inverse les vents nord-est sont plus fréquents au mois de juillet, avec un maximum de fréquences entre les mois d'octobre et février.

-La température annuelle moyenne est de 17.9°C avec 27.7°C en août (le mois le plus chaud) et 10°C en janvier (le mois le plus froid). Les extrêmes absolus enregistrés varient entre -3.5°C au mois de janvier à 47°C au mois de juillet. Les amplitudes mensuelles ne sont pas très contrastées comparées aux amplitudes annuelles qui dépassent les 31.6°C . Ce qui distingue la période chaude de la période froide.



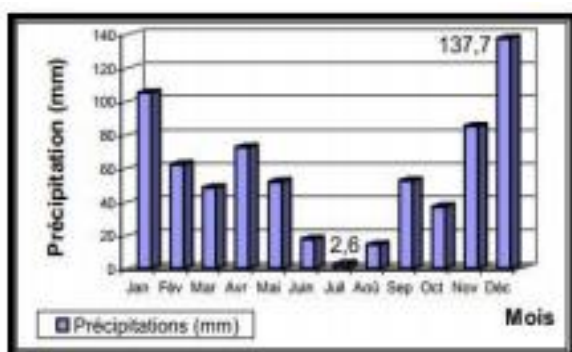
Graph 3 : Durée d'insolation



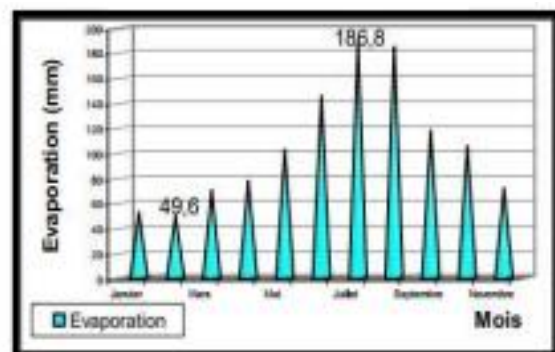
Graph 4 : Humidité relative

-L'insolation totale mensuelle est considérable. D'une moyenne de 243.3 h avec un minimum 160.9 h enregistré en janvier et un maximum 353 h enregistré en juillet.

-L'amplitude diurne variée entre 15.4 et 20.4°C pendant les saisons fraîches. La moyenne mensuelle de l'humidité relative dépasse les 68.3 % avec une moyenne maximale de 94.2% et une moyenne minimale de 29.1%. Les valeurs des humidités moyennes maximales laissent penser à un climat humide ou sub-humide. Donc le climat de Guelma est un climat sub- humide.



Graph 5 : précipitation



Graph 6 : évaporation

-Le total annuel est de 688.3 mm avec un maximum de 137.7 mm enregistré en décembre. Près de 57% de la pluviométrie est enregistrée pendant la saison humide.

Chapitre 4 : Etapes de projet : Analyse des exemples ,de Site, la programmation, et intervention

- L'évapotranspiration potentielle (ETP) calculée est de l'ordre de 994 mm. La répartition des précipitations à Guelma est marquée par une durée de sécheresse durant l'été, avec un minimum de 2.6mm enregistré en juillet. Le reste des saisons est marqué par des précipitations considérables.

Diagramme solaire de Guelma :

Heurs	Angle	21Juin	21 Mai et 21 juillet	21Avril et 21Août	21Mars et 21Sept	21Fev et 21Octo	21Janv et 21Nov	21Déce
12	H	77°16'	74° 16'	65° 47'	53° 52'	41° 97'	33° 28'	30° 27'
	A	0	0	0	0	0	0	0
13	H	71° 77'	69° 44'	61° 98'	50° 95'	39° 92'	31° 53'	28° 61'
	A	49° 38'	43° 68'	32° 64'	24° 25'	19° 29'	16° 53'	15° 69'
14	H	61° 15'	59° 40'	53° 51'	44° 11'	35° 66'	26° 58'	23° 89'
	A	71° 92'	66° 98'	55° 40'	44° 13'	37° 04'	31° 59'	30° 11'
15	H	49° 32'	47° 80'	42° 73'	34° 61'	25° 94'	19° 11'	16° 70'
	A	84° 38'	80° 54'	70° 47'	59° 22'	50° 34'	44° 50'	42° 63'
16	H	37° 25'	35° 75'	31°	23° 64'	15° 90'	09° 85'	07° 72'
	A	93° 64'	90° 78'	81° 55'	70° 97'	61° 83'	55° 45'	53° 30'
17	H	25° 27'	23° 71'	18° 95'	11° 92'	4° 80'		
	A	101°50'	98° 68'	89° 10'	80° 82'	71° 72'		
18	H	13° 62'	11° 92'	6° 92'				
	A	109°27'	106°72'	99° 52'				
19	H	2° 52'	0° 64'					
	A	117°50'	115°15'					
20	H							
	A							
Angle du soleil levant & couchant		60° 43' 4h 03'	64° 32' 4h 17'	75° 36' 5h 01'	90° 24' 6h 01'	104°63' 6h 59'	115°67' 7h 43'	119°58' 7h 58'

Chapitre 4 : Etapes de projet : Analyse des exemples ,de Site, la programmation, et intervention

Afin de connaître la trajectoire annuelle apparente du soleil dans la ville de Guelma, on a procédé au calcul des hauteurs et des azimuts solaires. Les valeurs calculées le 21 de chaque mois sont indiquées au tableau ci-dessous :

Les trajectoires solaires du mois de décembre, novembre ou janvier sont très rapprochées. Le soleil se lève à 7h58' le 21 décembre (solstice d'hiver: la plus courte journée de l'année) et se couche à 16h 03'. A midi, il prend une position inférieure à une hauteur de $30^{\circ}27'$ et azimut 0. A 16h l'azimut atteint son maximum de $53^{\circ}30'$.

Au 21 juin le soleil occupe une position supérieure à une hauteur maximale de $77^{\circ}16'$ à midi. L'azimut atteint son maximum de $117^{\circ}5'$ à 19h. Le lever de soleil est à 04h 03'(solstice d'été: la plus longue journée de l'année) et le coucher est à 7h58'. Les trajectoires du mois de juin et juillet ou mai sont aussi très rapprochées.

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

Tableau 6 les angles du soleil dans la ville de Guelma

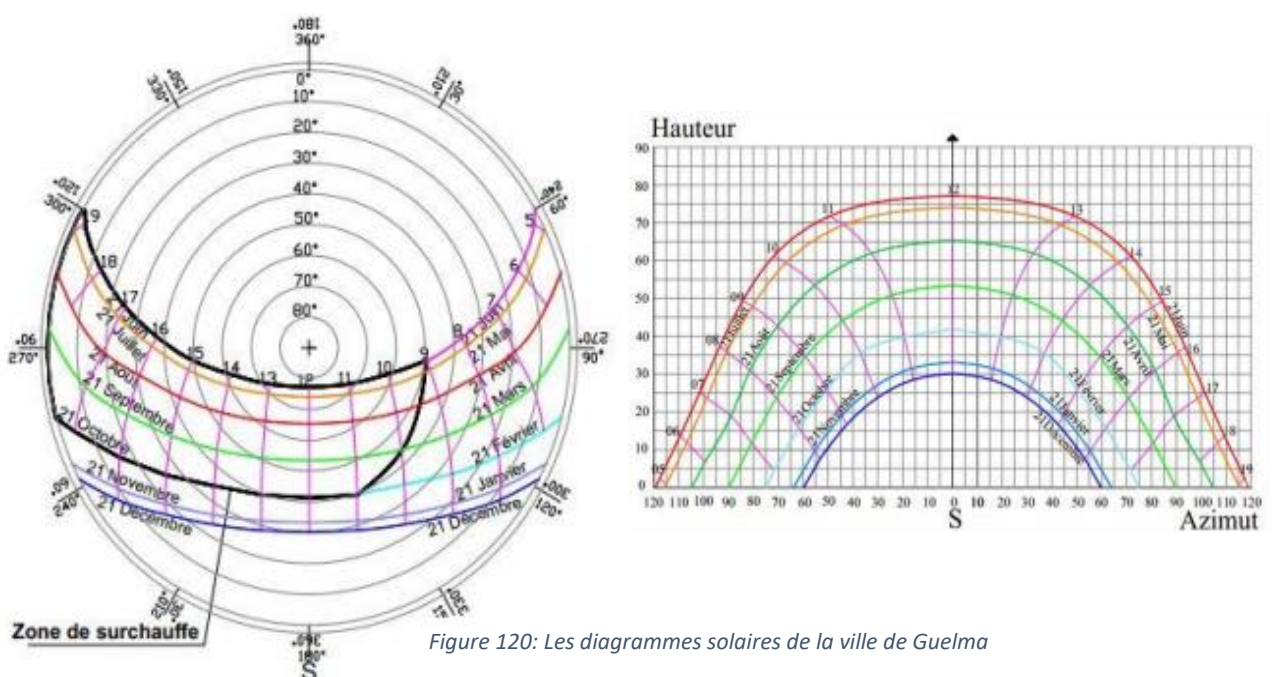


Figure 120: Les diagrammes solaires de la ville de Guelma

Chapitre 4 : Etapes de projet : Analyse des exemples ,de Site, la programmation, et intervention

IV.3.4 Analyse de terrain :

IV.3.4.1 Motivation de choix :

Ensoleillement favorable pour l'exploitation de l'énergie solaire photovoltaïque et thermique.

La vocation juridique du terrain.

La proximité des établissements universitaires existants : pôle et résidences universitaires.

IV.3.4.2Présentation et délimitation :

Le terrain est situé à l'intérieur de l'université de 08 mai 1945 , du côté de l'entrée nord :



Figure 121vue aérienne du site source : auteur

Il est limité par :

Nord-Est :quartier d'habitation.

Nord-Ouest : la caserne militaire .

Sud-Est :Terrain de sport.

Sud-Ouest : Le centre de contrôle de qualité .

IV.3.4.3 Analyse physique du site :

Chapitre 4 : Etapes de projet : Analyse des exemples ,de Site, la programmation, et intervention

IV.3.4.3.1 Morphologie :

Forme ; Irrégulière .

Surface total : 16750m²

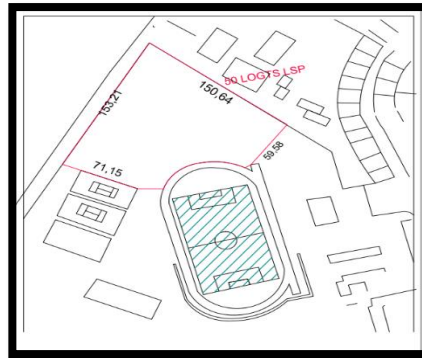


Figure 122 plan du terrain source : auteur

IV.3.4.3.1 le profil topographique :



Figure 123 plan du terrain source : auteur

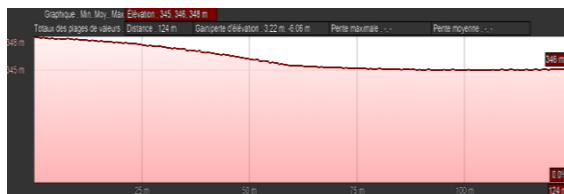


Figure 125 coupe longitudinale source : Google Earth



Figure 124 coupe transversale du terrain source : Google Earth

La topographie du site comporte des pentes plus ou moins moyennes à faibles : La coupe longitudinale montre une pente de 2.42% dont l'altitude se varie entre (345m et 348m) et la coupe transversale montre une pente de 6% dont l'altitude se varie entre (342m et 350m).

IV.3.4.3.2 Accessibilité :

Le terrain est desservi par une seule voie principale.



Figure 126: vue aérienne du terrain source : auteur

IV.3.4.3.3 Analyse microclimatique du terrain:

IV.3.4.3.3.1 Ensoleillements:

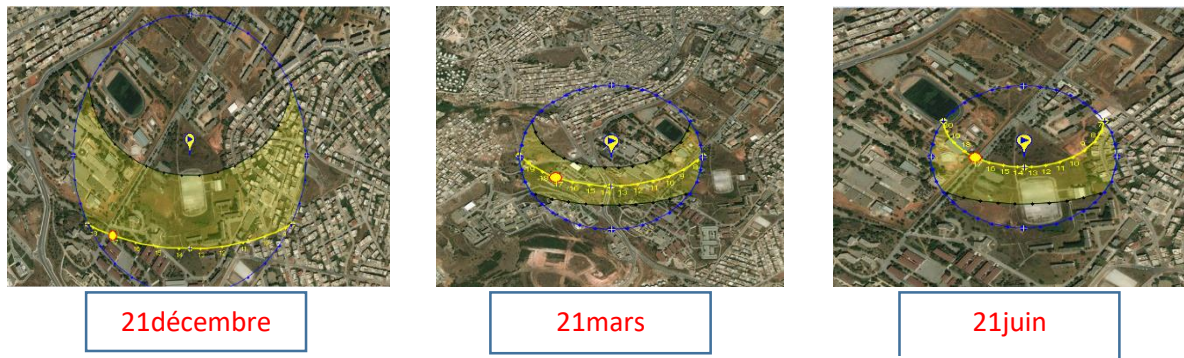


Figure 127 les diagrammes solaire du site source : auteur

Le terrain est bien exposé au soleil vu leur environnement, est un peu ombré du côté Nord-ouest par des arbres .

V.3.4.3.3.1 vents dominants:



Figure 128 : schématisation des vents dominants source : auteur

Le terrain est exposé aux vents dans les façades sud-est en été , et protégé par la présence des arbres du côté Nord-ouest .

Synthèse :

La situation à l'intérieur du pôle universitaire.

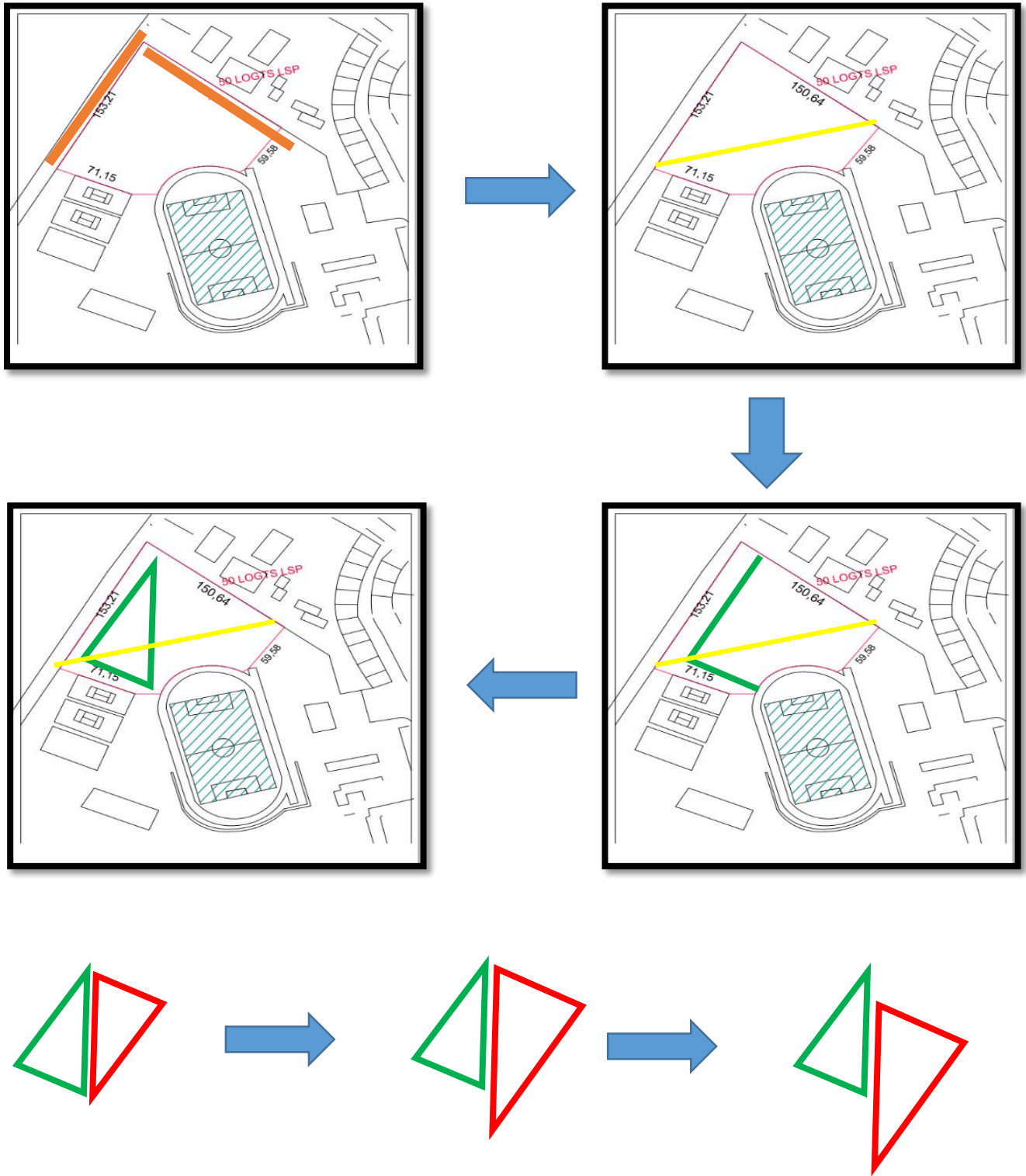
La topographie du terrain est favorable à tout type de construction.

Le terrain est bien exposé au soleil vu leur environnement immédiat.

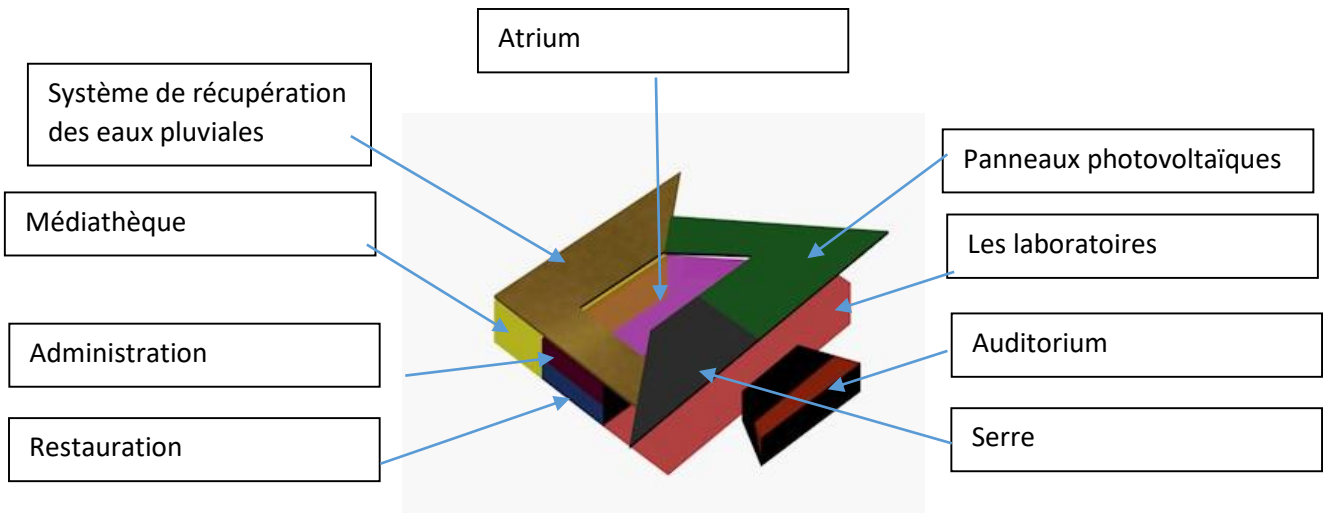
Le terrain est favorable pour l'implantation d'un équipement éducatif.

IV.4 Genèse de projet

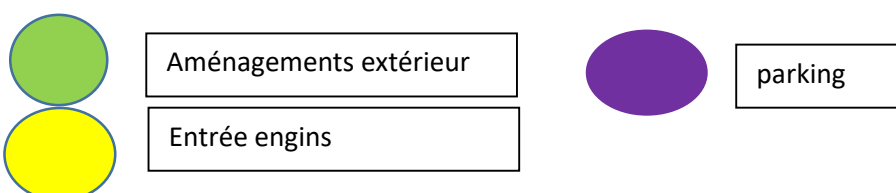
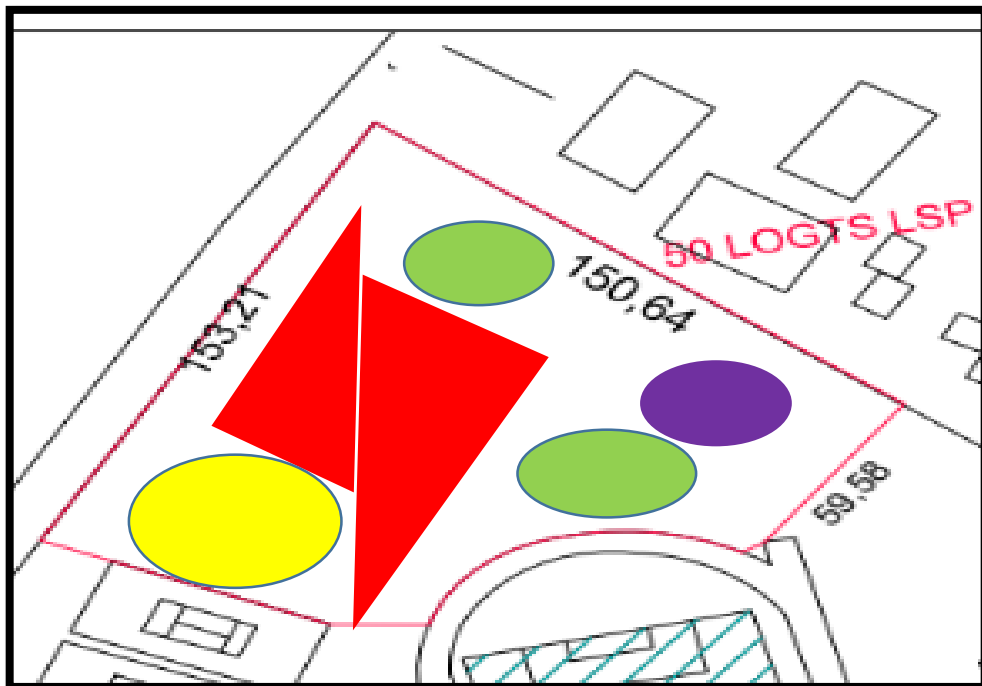
IV.4.1 Processus de conception :



IV.4.2 Distribution des espaces



IV.4.3 Schéma de principe



Conclusion générale :

Le long de cette étude, nous avons essayé de mettre en évidence l'efficacité de l'énergie solaire en tant que source énergétique renouvelable dans le processus de la production du projet architecturale.

Les enjeux énergétiques et climatiques mondiaux nous rappellent une importante croissance de la consommation énergétique dont le secteur du bâtiment est le premier consommateur d'énergie et troisième émetteur de gaz à effet de serre.

Les ressources fossiles ne cessent de diminuer d'un rythme élevé, qui mène à l'épuisement à cause de la consommation énorme, ses derniers sont considérés comme étant très nocifs à l'environnement. Donc les scientifiques ont trouvé un remplaçant assez efficace et propre.

De ce fait le solaire est le plus adapté dans le cas de l'Algérie, qui dispose d'un gisement solaire important.

Sur le plan opérationnel, il existe une diversité de méthodes « solaires », chacune d'elles a des conséquences sur l'aspect du bâtiment, sur la consommation de l'énergie et sur le coût de la construction. L'utilisation de l'énergie solaire dans le bâtiment conduit au recours aux techniques différentes : thermiques pour produire de la chaleur ou photovoltaïques pour produire de l'électricité.

Pour un résultat optimal et efficace vaut mieux chercher l'intégration au bâtiment la plus adaptée et la plus efficace afin de réussir à combler les besoins en énergie. Tout en respectant l'orientation et l'inclinaison recommandées pour un meilleur rendement énergétique ; tout en les associant dans une démarche bioclimatique.

Dans cette optique, nous avons tenté d'effectuer une analyse d'efficacité énergétique des panneaux solaires sur notre cas d'étude par l'intermédiaire des outils d'analyse offerts par la simulation architecturale notamment avec le logiciel TRNSYS.

Bibliographie

Ouvrages :

- Olgyay, V., (1963). Design with climate: Bioclimatic approach to architectural regionalism. U.S.A : Princeton university press, -
- Szokolay, S-V., (1979). Environmental science handbook for architects and builder. LACASTRE, LONDON, NEW YORK: THE CONSTRUCTION PRESS.
- Estienne, P et Godard, A., (1970). Climatologie, Paris: Edition Armand Colin.
- Liebard, A., (2004). Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique. Paris : Le moniteur,
- Bell, R., (2007). La bulle verte : La ruée vers l'or des énergies renouvelables. Paris : Scali.
- Akbari & al., (1992). Cooling our communities - a guibook on tree planting and light colored .U S : Environmental Protection Agency. Office of policy Analysis. Climate change Division. Berkeley Laboratory,
- Fernandez, P & Lavigne, P., (2009). Concevoir des bâtiments bioclimatiques. Paris : Le moniteur,
- Liebard, A., Traité d'architecture et urbanisme. France : L'observatoire des énergies renouvelable.
- Chitour, Ch., (1991). L'énergie- Les enjeux de l'an 2000. Alger : Office des Publications Universitaires OPU,
- Amory, B., (1975). Stratégie énergétique planétaire. Paris : Christian Bourgeois.
- Mazria, E., (1981). Guide de l'énergie solaire passive. France : Parenthèses, 339 p.
- Izard, J-L., (1993). Architectures d'été, construire pour le confort d'été. France : Edisud,
- Givoni, B., (1978). L'homme, l'architecture et le climat. Paris : Le Moniteur
- Mazouz, S. (2004). Éléments de conception Architecturale. Alger : OPU

- S, Assyl., (2004). Revue de SONATRACH. Réseau N°3. P30
- Matagne, P., (2003). « Aux origines de l'Étapos ; écologie, Innovations ». n°18, 31-32pp
- Abdulac, S & Pinon, P., (1973). «Maisons en pays islamiques : modèles d'architecture climatique ». L'architecture d'aujourd'hui. Paris: Group expansion. N°167. 14-15 pp.
- DEMERS, C & POTVIN, A., (2004). « Le chauffage solaire passif comme stratégie bioclimatique ». Esquisses. Ordre des Architectes du Québec.
- Zondag, H- A & al., (2003). « The yield of different combined PV-thermal collector designs ». Solar Energy. Vol 74. 253-269 pp.

Thèses et mémoires :

- KERMICHE, H & BECETTI, M., (2010). « Essai d'élaboration d'un rapport de développement durable SELON LE STANDARD GLOBAL REPORTING INITIATIVE ». Mémoire de licence. Ecole supérieure de commerce. Algérie. [En ligne]
 'https://www.memoireonline.com/'
- Toudert, A., (2000). « Intégration dimension climatique en urbanisme ». Mémoire de magister. Ecole polytechnique d'architecture et d'urbanisme. Alger.
- Medjelekh, D., (2006). « Impact de l'inertie thermique sur le confort hygrothermique et la consommation énergétique du bâtiment ». Mémoire de magister. UNIV MENTOURI de Constantine.
- Emilie, B., (2013). « Éléments de conception architecturale ». Mémoire de magister. UNIV Québec. Canada.
- Gagnon, Sh., (2012). « ÉNERGIE SOLAIRE ET ARCHITECTURE : Les outils numériques et leur utilisation par les architectes pour la conception solaire ». Mémoire de maitre en science. UNIV LAVAL. QUÉBEC.
- Dillman, D., (2014). « Architecture solaire passive et réhabilitation ». Mémoire de master.

Ecole nationale supérieure d'architecture de la ville et des territoires à Marne la vallée.

- Talal, S., (2007). « Intégration des composants solaires thermiques actifs dans la structure bâtie ». Thèse de doctorat. L'Institut National des Sciences Appliquées. Lyon.

- Benamra, M., (2013). « Intégration des systèmes solaires photovoltaïques dans le bâtiment : Approche architecturale ». Mémoire de magister. UNIV Mohamed KHIDER. BISKRA.

Bibliographie

- Houpert, S., (2003). « Approche inverse pour la résolution de contraintes solaires et individuelles dans le projet architectural et urbain ». Thèse de doctorat. École d'architecture de Nantes.

Articles :

- Bentouba.S. (2006). «Les énergies renouvelables dans le cadre d'un développement durable en Algérie willayas du grand sud exemple » article Centre Universitaire de Béchar - Algérie, P11- 12.

Rapports d'étude :

Guide pratique. (2016). « La pollution de l'air extérieur ».P2 [En ligne] <http://www.ademe.fr>

Guide en ligne. « Changement climatique et énergie '' de quoi parle-t-on ? » [En ligne] <http://www.ademe.fr>

- MAHIEU, E., (2006). Avec la collaboration de THEATE.P et BRAHY.B, dossier scientifique, AIR2 La destruction de la couche d'ozone, chapitre 9 : L'air et le climat P1.

- Rapport spécial du GIEC et du GETE, (2005), Préservation de la couche d'ozone et du système climatique planétaire: Questions relatives aux hydrofluorocarbures et aux hydrocarbures perfluorés,

- YACEF, A., (Avril 1997). Séminaire sur « L'économie de l'énergie ». Alger.

- JACQUOT, J., (2001). Energies renouvelables pour l'habitat.

- RECAUT, A., (2011). « Système photovoltaïque ». Ecole polytechnique Savoie. P152
- BEGUIN, D., (Février 2006). « Guide de l'éco-construction » Agence Régionale de l'Environnement en Lorraine, ADEME. P23. [En ligne] <http://www.ademe.fr>.

Sites web :

- Peeters, V., (2010). [En ligne] <http://www.legrenelle-environnement.fr>.
- Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie [En ligne] <http://www.ademe.fr>.
- Mémoire online (200-2010) [En ligne] <https://www.memoireonline.com/>
- Photovoltaïque Info : toute information sur le photovoltaïque. [En ligne]
<http://www.photovoltaique.info/>
- Enerray : [En ligne] <https://www.enerray.com/>
- MUCK, D., « capteurs solaire thermiques », COGESOL. [En ligne] <http://www.cogesol.be/>
- IPCC. [En ligne] <http://www.ipcc.ch/>
- www.archdaily.com

