

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



UNIVERSITÉ ABOU BEKR BELKAID DE TLEMCEM
FACULTÉ DE TECHNOLOGIE
DÉPARTEMENT D'ARCHITECTURE

MÉMOIRE DE MASTER EN ARCHITECTURE

OPTION : Architecture et Nouvelles Technologies

ARCHITECTURE SOLAIRE
CAS D'UNE UNITÉ DE RECHERCHE
EN ÉNERGIES RENOUVELABLES A - TLEMCEM

Soutenue le 13 septembre 2015 devant le jury:

Président:	Mr : Alili .A	UABT Tlemcen
Examineur:	Mme :Nadjari .L	UABT Tlemcen
Examineur:	Mme : Charef .N	UABT Tlemcen
Encadreur :	Mr : Lobiyed .A	UABT Tlemcen
Co-encadreur:	Mr : Mahmoudi .I	UABT Tlemcen

Présenté par: Oussama Cheriguene
Matricule: 11073-T-10

Année académique: 2014-2015

REMERCIEMENT

Je voudrais exprimer par ces lignes de remerciements ma gratitude envers tous ceux en qui par leur présence, leur soutien, leur disponibilité et leurs conseils, j'ai eu courage d'accomplir ce projet.

Je commence par remercier mes encadrateurs

Mr. LODIYED.A et Mr.MAHMOUDI ainsi que tous mes enseignants.

Je les remercie profondément pour leurs encouragements continus et aussi d'être toujours là pour nous écouter, nous aider et nous guider à retrouver le bon chemin par leurs sagesses et leurs précieux conseils.

Mes vifs remerciements vont également

Aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à ma recherche en acceptant d'examiner mon travail et de l'enrichir par leurs propositions.

A tous les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace :

Tout d'abord je remercie mon dieu de m'avoir permis de faire ce parcours scientifique et de me donner la capacité d'écrire et de réfléchir, et d'aller jusqu'au bout.

Je dédie ce modeste travail :

❖ *A mes très chers et sublimes parents **MOSTAPHA** et **CHAFIA** qui m'ont soutenu, aidé et qui m'ont encouragé au long de mes études*

Quelle fierté et quelle joie d'être votre fils - Pour tous les sacrifices et les efforts que vous avez fourni pour moi, veuillez trouver dans cet ouvrage l'expression de ma gratitude et de mon amour.

❖ *A mes chers frères : **YOUNES** et **MOHAMED***

❖ *A mes chères sœurs*

❖ *A tous mes amis (e) .Ainsi qu'à toute ma promo en leur souhaitant un avenir très brillant.*

❖ *Une spéciale dédicace à Mademoiselle **HELLALI .M** et **HICHEM NAAS***

Oussama

Approche introductive

☞ I. Introduction générale	14
☞ II. Problématique générale.....	15
☞ III. Motivation de choix du thème	16
☞ IV. Problématique spécifique	17
☞ V. Les objectifs.....	17

Approche théorique

☞ I. Définition du thème.....	20
I-1 /Unité de recherche ?	20
I-2/ Qu'est ce qu'on fait dans une unité de recherche ?	20
I-3/ Type Unité de recherche	21
I-4/ Ou se font ces unités de recherche ?.....	22
☞ II. L'énergie.....	23
II-1/ Introduction sur l'énergie	23
II-2/Définition de l'énergie renouvelable	23
II-3/ Type des énergies renouvelables	23
☞ III. Unité de recherche des énergies renouvelables	26
☞ IV. Spécialité de notre unité de recherche des énergies renouvelables.....	26
☞ V. L'architecture solaire.....	27
V-1/ Définition de l'architecture solaire	27
V-2/ Le principe de l'architecture solaire.....	28
V-3/ Les formes de l'énergie solaire	28
• V-3-1/ Energie solaire passive	28
• V-3-2/ Energie solaire active.....	40

Approche thématique

Analyse des exemples

☞ I. Exemple 01 : Centre de recherche Schlumberger Cambridge.....	50
☞ II. Exemple n° 02 : Institut de recherche en agronomie a Wageningen –pays bas-.....	55
☞ III. Exemple n°03 : Pôle d’innovation en micro-nanotechnologies MINATEC.....	60
☞ IV. Exemple n°04 : Centre de développement des satellites à Bir El Djir-Oran.....	65
☞ V. Exemple n°05 : Institut national de l’énergie solaire.....	69
☞ VI. Exemple n°06 : Lycée Kyoto-Poitiers Zero Energie Fossile.....	73
☞ Synthèse.....	79

Approche contextuelle

☞ I. Choix de ville.....	83
☞ II. Présentation générale de Tlemcen.....	83
☞ III. Lecture de la ville de TLEMCEN.....	84
III-1/ Aperçue historique.....	84
III-2/ Analyse de milieux physique.....	85
III-3/ L’accessibilité.....	86
☞ IV. L’analyse climatique.....	87
☞ V. Etude démographique.....	88
☞ VI. Présentation de site.....	89
VI-1/ La situation.....	89
VI-2/ Les critères de choix du site.....	89
VI-3/ Analyse de l’environnement.....	91
VI-4/ Limites du terrain.....	91
VI-5/ L’accessibilité.....	92
VI-6/ La morphologie de site.....	92
VI-7/ Des coupes sur le terrain.....	93

VI-8/ Les données climatiques du site.....	94
☞ Synthèse.....	95

Approche programmatique

☞ Introduction	97
☞ I. objectifs de la programmation.....	98
☞ II. Types d'usagers	98
☞ III. La structure du programme	99
☞ IV. Le programme qualitatif de l'unité de recherche en énergies renouvelables	99
IV-1/Fonction accueil et logistique	99
IV-2/ Fonction recherche et formation	101
IV-3/ Exposition « sensibilisation et communication »	103
☞ V. Le programme quantitatif de l'unité de recherche en énergies renouvelables	104
☞ VI. Organigramme spatiale	106
☞ Synthèse.....	106

Approche architecturale

☞ Introduction	108
☞ I. Principes et concepts	109
☞ II. Démarche méthodologique	110
II-1 /La genèse du projet.....	110
II-2/Organisation des espaces intérieures.....	115
II-3/Conception de la façade	123
☞ Les vues en 3D	127

Approche technique

☞ Introduction	130
☞ I. Définition du concept Architecture et Nouvelle Technologie	130
☞ II. La technologie choisie dans notre projet	131
II-1/Le système structurel.....	131
II-2/ Puits canadien (Puits provençal)	136
II-3/ bardages (façades)	138
II-4/ La végétation intérieur	144
☞ III. Plus des donner technique	145
III-1/ les cloisons	145
III-2/ les faux plafonds	145
III-3/ Eclairage.....	147
III-4/ les ascenseurs	147
III-5/ les corps d'état secondaires	147
☞ Synthèse.....	150
☞ Conclusion générale	152

Liste des figures :

Figure 01 : répartition territoriale des centres de recherche des énergies renouvelables.....	16
Figure 02 : Schéma de principe de production d'électricité par l'énergie hydraulique	24
Figure 03 : schéma de principe de fonctionnement de l'énergie géométrique.....	25
Figure 04 : Schéma de principe de fonctionnement de la transformation des déchets.....	25
Figure 05 : Le rayonnement solaire annuel (kWh/m ² /an).....	26
Figure 06 : Exemple d'analyse de site en fonction du climat.....	29
Figure 07 : L'orientation par rapport à la course de soleil	30
Figure 08 : Impact de la forme, la taille et la proximité sur la compacité.....	31
Figure 09 : Schéma d'organisation des espaces intérieures	33
Figure 10 : La surface des ouvertures en fonction des façades	34
Figure 11 : Schéma d'isolation d'une maison	36
Figure 12 : L'effet de la masse thermique	36
Figure 13 : Schéma représentant la ventilation transversale	38
Figure 14 : La ventilation unilatérale	39
Figure 15 : La ventilation par effet de cheminée.....	39
Figure 16 : Schéma de la technologie solaire thermique.....	40
Figure 17 : Schéma de fonctionnement du capteur à air	42
Figure 18 : Schéma d'installation photovoltaïque raccordée au réseau.	44
Figure 19 : Détail d'une capture soleil	45
Figure 20 : Schéma d'un générateur photovoltaïque.....	45
Figure 21 : La situation de Centre de recherche Schlumberger Cambridge.....	50
Figure 22 : Plan de composition.....	51
Figure 23 : Le site d'implantation du centre.....	51
Figure 24 : Schéma d'orientation	52
Figure 25 : La structure du centre.....	53
Figure 26 : Schéma des espaces intérieures du centre.....	53
Figure 27 : Schéma d'organisation spatiale du centre.....	54
Figure 28 : Schéma d'orientation	56
Figure 29 : La situation d'un pôle d'innovation en micro-nanotechnologies MINATEC	61
Figure 30 : Schéma d'orientation	62
Figure 31 : La composition de l'équipement.....	64
Figure 32 : Les différents espaces du centre.....	65
Figure 33 : La situation du centre.....	66

Figure 34 : Schéma d'orientation	67
Figure 35 : Les différents espaces	68
Figure 36 : La situation d'institut national de l'énergie solaire.....	69
Figure 37 : Schéma d'orientation	70
Figure 38 : Le programme	72
Figure 39 : La situation géographique du lycée	73
Figure 40 : L'implantation du lycée	74
Figure 41 : Schéma d'orientation	74
Figure 42 : Schéma de production de l'énergie renouvelable	77
Figure 43 : répartition territoriale des centres de recherche des énergies renouvelables	83
Figure 44 : La situation internationale.....	83
Figure 45 : La situation régionale.....	83
Figure 46 : La situation locale	84
Figure 47 : Schéma d'aperçu historique de la ville de Tlemcen	85
Figure 48 : La carte géographique qui présente la topographie de la ville de Tlemcen.....	85
Figure 49 : La carte géographique qui présente l'accessibilité de la ville de Tlemcen.....	86
Figure 50 : La température moyenne.....	87
Figure 51 : La précipitation	87
Figure 52 : Les différentes matières des minéraux de la ville de Tlemcen	88
Figure 53 : Répartition de la population par sexe.....	88
Figure 54 : Perspectives d'évolution de la population par groupement 2004-2025.....	88
Figure 55 : La carte géographique de Tlemcen	89
Figure 56 : La situation de terrain.	90
Figure 57 : Les limites de terrain.....	91
Figure 58 : Schéma d'accessibilité	92
Figure 59 : Schéma qui présente la morphologie de site.....	92
Figure 60 : La coupe –AA-.....	93
Figure 61 : La coupe –BB-	93
Figure 62 : Schéma d'étude climatique de site.....	94
Figure 63 : Vue satellite schématisée pour représenter les axes.....	110
Figure 64 : Vue satellite schématisée pour représenter le choix des accès	111
Figure 65 : Vue satellite schématisée pour représenter le zoning	111
Figure 66 : Vue satellite schématisée pour représenter le zoning	112
Figure 67,68 : Vue satellite schématisée pour représenter l'organisation spatiale.....	113

Figure 69 : Drainage du mur de soutènement.....	132
Figure 70 : Schéma de fabrication d'une poutre alvéolaire.....	134
Figure 71 : Détail de plancher collaborant	134
Figure 72 : La charpente métallique	135
Figure 73 : Schéma de principe des puits canadien	137
Figure 74 : L'effet de serre	139
Figure 75 : Schéma qui présente la ventilation naturelle	141
Figure 76 : Schéma qui présente le mode de la ventilation naturelle	143
Figure 77 : Schéma qui présente la végétation intérieure.....	144
Figure 78 : Schéma de fixation d'un faux plafond	146
Figure 79 : Une coupe d'un lit filtrant vertical planté de réseaux d'assainissement	147

Liste des tableaux :

Tableau 1 : Le programme qualitatif et quantitatif du lycée	76
Tableau 2 : Le programme qualitatif et quantitatif de l'unité de recherche en énergies renouvelable.....	105

Liste des photos :

Photo 1 : Les éoliennes	24
Photo 2 : Energie solaire.....	27
Photo 3 : Le concentrateur parabolique	41
Photo 4 : Le central à tour	41
Photo 5 : Les capteurs cylindro-parabolique	42
Photo 6 : Un capteur plan non vitré.....	43
Photo 7 : Un capteur plan vitré.....	43
Photo 8 : Un capteur a tube sous vide	43
Photo 9 : Panneaux intégrés en toiture	46
Photo 10 : Les tuiles solaires	46
Photo 11 : Panneaux intégrés sur les brise-soleils.....	46
Photo 12 : Couvertures et façades semi-Transparentes	46
Photo 13 : Le parking	47
Photo 14 : Ardoises solaires	47
Photo 15 : Exemple d'un mur capteur	47

Photo 16 : Centre de recherche Schlumberger Cambridge.....	50
Photo 17 : Une vue sur le site	51
Photo 18 : Photo qui présente l'environnement immédiat	51
Photo 19 : Les ouvertures du l'équipement.....	53
Photo 20 : Les labos (chimie, physique).....	54
Photo 21 : Salle de conférence	54
Photo 22 : Jardin d'hiver (espace de loisir)	54
Photo 23 : Institut de recherche en agronomie a Wageningen	55
Photo 24 : Vue sur le site d'implantation	56
Photo 25 : La volumétrie	57
Photo 26 : Pôle d'innovation en micro-nanotechnologies MINATEC.....	60
Photo 27 : L'implantation d'un complexe.....	61
Photo 28 : Photo qui présente les ouvertures du le complexe	63
Photo 29 : Le centre de développement des satellites à bir el djir-Oran	65
Photo 30 : L'implantation du centre	66
Photo 31 : La volumétrie	67
Photo 32 : La façade principale	67
Photo 33 : L'implantation de l'institut	70
Photo 34 : La volumétrie	70
Photo 35 : Lycée Kyoto – Poitiers zéro énergie	73
Photo 36 : La volumétrie	74
Photo 37 : La façade principale d'un lycée	75
Photo 38 : Un atrium	78
Photo 39 : Un perspectif logement	78
Photo 40 : Vue sur un couloir.....	78
Photo 41 : Vue intérieur	78
Photo 42 : Un accueil	99
Photo 43 : Bureau cloisonné.....	100
Photo 44 : Bureau paysagé	100
Photo 45 : Un laboratoire.....	101
Photo 46 : Atelier d'essai et d'expérimentation	101
Photo 47 : Bureau de recherche.....	102
Photo 48 : Salle de cour.....	102
Photo 49 : La bibliothèque.....	102

Photo 50 : Champ d'essai et d'exposition permanente	103
Photo 51 : Un amphithéâtre	103
Photo 52 : La façade principale	123
Photo 53 : La façade postérieure	123
Photo 54 : La façade latérale droite	124
Photo 55 : La façade latérale gauche	124
Photo 52 : Photo qui présente la fondation	132
Photo 53 : Un poteau tubulaire métallique	133
Photo 54 : Une poutre alvéolaire	133
Photo 55 : Assemblage poteau-poteau.....	135
Photo 56 : Assemblage poteau-poutre	136
Photo 57 : Assemblage poutre-poutre	136
Photo 58 : Une bouche d'aspiration de l'air	137
Photo 59 : Des conduits pour le passage de l'air	138
Photo 60 : La protection solaire.....	142
Photo 61 : La protection solaire par des stores	142
Photo 62 : Un moucharabieh	143
Photo 63 : Un boulon.....	143
Photo 64 : Une rotule.....	143
Photo 65 : Une cloison vitrée	145
Photo 66 : Le faux plafond	146
Photo 67 : Un désenfumage.....	148
Photo 68 : Un sprinkler.....	149
Photo 69 : Des extincteurs mobiles	149
Photo 70 : Un extincteur automatique	149
Photo 71 : L'éclairage de signalisation des issues de secours	150
Photo 72 : La signalisation des incendies	150

CHAPITRE I

APPROCHE INTRODUCTIVE

Chapitre I : APPROCHE INTRODUCTIVE

On entamera ce chapitre par la célèbre conférence des Nations Unies sur environnement et de développement, traitant la problématique de dépendance politico-économique aux énergies fossiles ainsi que l'impact écologique de ces derniers.

On présentera aussi notre forte motivation de choix de thème et les problématiques spécifiques et par la suite les objectifs à atteindre.

I-Introduction générale :

En juin 1992, une conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement, appelée le « sommet de la Terre », a réuni les représentants de 168 pays à Rio de Janeiro, au Brésil. Les principaux sujets abordés furent les changements climatiques, la biodiversité et la protection des forêts. Un calendrier de protection de l'environnement fut adopté, et ses conséquences politiques et économiques furent envisagées. Cette réunion, très médiatisée, a eu bien peu de résultats concrets intéressant la conservation de la nature et les multiples problèmes liés à la dégradation de l'environnement.

La solution réside peut-être dans un ensemble des concepts et des propositions qui constituent le développement durable, « développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs propres besoins» (définition de l'ONU en 1987).

Il s'agit de trouver les moyens d'éviter une croissance destructrice de l'environnement (croissance démographique, industrielle, urbaine) et, par contrecoup, menaçant l'avenir de l'homme sur une planète dont on perçoit enfin qu'elle a des possibilités limitées et que ses ressources ne peuvent pas être exploitées et dilapidées indéfiniment .

II-Problématique générale :

Bien que les hydrocarbures soient des ressources fiables et efficaces, ils constituent une polémique à cause de leurs impacts économiques, sociaux, écologiques et politiques.

➤ économique :

- Le caractère non durable des énergies fossiles.
- La dépendance économique inimaginable aux hydrocarbures.

➤ politique :

- Les énergies fossiles étant situées principalement en hémisphère sud non développé met ces pays devant une crise de souveraineté nationale devant les géants industriels avides à ces matières premières.

➤ sociale :

- L'inégalité du partage de ces richesses entre les générations actuelles et celles futures.

➤ écologique :

- La violation de l'environnement par l'exploitation abusée des ressources fossiles illustrée par la pollution sous ses différentes formes :
 - ✓ Potentialisation du réchauffement climatique communément appelé « effet de serre ».
 - ✓ Les effets néfastes sur la couche d'Ozone aboutissant à un affaiblissement de la protection contre les rayons solaires.
 - ✓ La dégradation de la santé humaine et l'extinction animale.

Cette situation grave nous oblige de parer contre les effets néfastes qui intimident l'humanité et pour ce la ,il est temps d'agir !!!

III-Motivation de choix du thème :

Les besoins accrus en hydrocarbures qui ne cessent de se multiplier ont créé une véritable crise énergétique. Cette crise complexe refuse toute politique de tricot et impose une résolution qui consiste à éradiquer totalement les causes. A mon avis tant qu'étudiant j'ai choisi **l'architecture solaire** comme objet d'étude vu qu'elle représente un thème d'actualité de la communauté scientifique qui recommande impérativement une transition immédiate vers ce type d'énergie, l'Algérie étant parfaitement adaptée à cela grâce à la disponibilité d'une plate-forme importante se trouvant devant la nécessité de revalorisation de la qualité qui a été remarquablement dégradée suite à l'orientation abusée vers la quantité.

Comme futur architecte je propose comme espace une **unité de recherche en énergies renouvelables** qui représente le point de départ de ce passage vers l'architecture solaire.

Notre **projet de fin d'étude** sera un support de recherche et de formation, qu'on a envisagé qu'il soit un : **unité de recherche en énergies renouvelables**.

- On remarque sur la carte le manque des unités de recherches en énergies renouvelables surtout à l'ouest du pays.

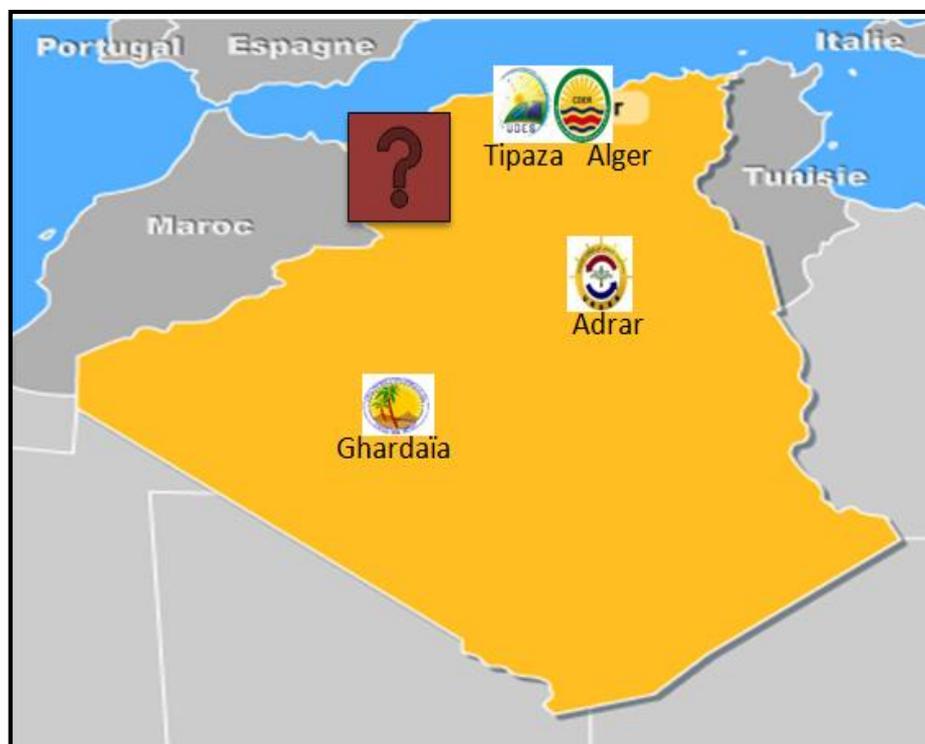


Figure 1 : répartition territoriale des centres de recherche des énergies renouvelables.

Source : Auteur.

IV- Problématique spécifique :

- Comment peut-on réaliser un projet qui va combiner la recherche et la sensibilisation pour l'énergie renouvelable ?
- Comment peut-on faciliter la création scientifique et la transmission de l'information ?
- Comment peut-on concevoir une architecture qui adopte les concepts de l'architecture solaire ?

V- Les objectifs :

- Créer un pôle assurant un échange entre l'université et la production afin de réaliser une contribution efficace à l'innovation technologique.
- Assurer un exemple réussi en matière d'architecture solaire.
- Créer un milieu confortable permettant le bon déroulement de la mission de recherche.

CHAPITRE II

APPROCHE THEORIQUE

Chapitre II : PARTIE THEORIQUE

Dans ce deuxième chapitre on met en évidence l'unité de recherche en la définissant, la classifiant et décrivant ses objectifs ainsi son idéal implantation.

On présente les types des énergies renouvelables, puis selon une base de données on a présenté les types d'énergie renouvelable qu'on adopte pour notre projet et son mode d'utilisation.

I- Définition du thème :

UNITE DE RECHERCHE DES ENERGIES RENOUVELABLES

-1-UNITE DE RECHERCHE

-2- ENERGIE RENOUVELABLE

-3- UNITE DE RECHERCHE DES ENERGIES RENOUVELABLES

I-1 /Unité de recherche ?

Unité de recherche est un organisme public qui a pour mission de développer et de coordonner les recherches scientifiques dans tous les domaines. Dépendant du ministère de l'enseignement supérieur de la recherche scientifique, cet établissement est à caractère civil et d'une autonomie financière.

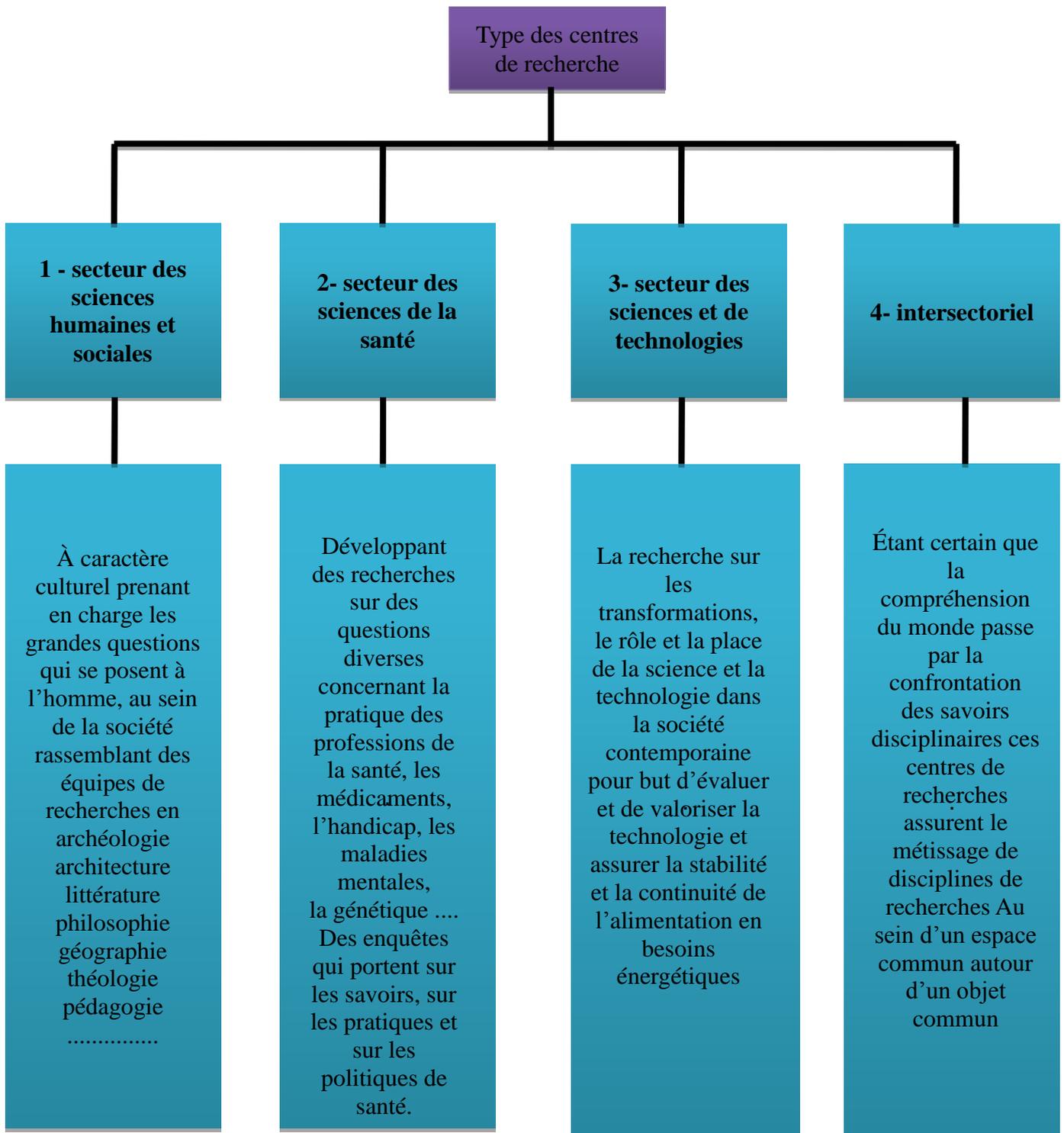
I-2/ Qu'est ce qu'on fait dans une unité de recherche ?

L'unité de recherche est un organisme d'étude et d'investigation qui exerce des activités dans tous les champs de connaissance : scientifique, technologique et sociale.

Au sein de ces structures, on produit le savoir et on développe de façon privilégiée la collaboration entre spécialistes éminents de différentes disciplines particulièrement avec l'université ouvrant, aussi de nouveaux champs d'enquête d'action notamment mono disciplinaire, pluridisciplinaire mais aussi interdisciplinaire.

Au niveau de cette unité de recherche , on concourt à la mise en place des conditions favorables à la confrontation des secteurs scientifiques en s'impliquant au cote des universitaire, et en assurant une coordination opérationnelle à travers des actions ciblant la diffusion des savoirs, en direction du grand public proposant des formations et des encadrement dans les établissements d'enseignement supérieur .

L'entreprise étant un principal partenaire des unités de recherches, ces derniers ont comme mission la valorisation économique, et le transfert de technologie et du savoir-faire développe dans leurs laboratoires vers les secteurs socio-économiques, répondant ainsi aux besoins d'innovations industrielles et aux problèmes techniques.

I-3/ Type Unité de recherche :

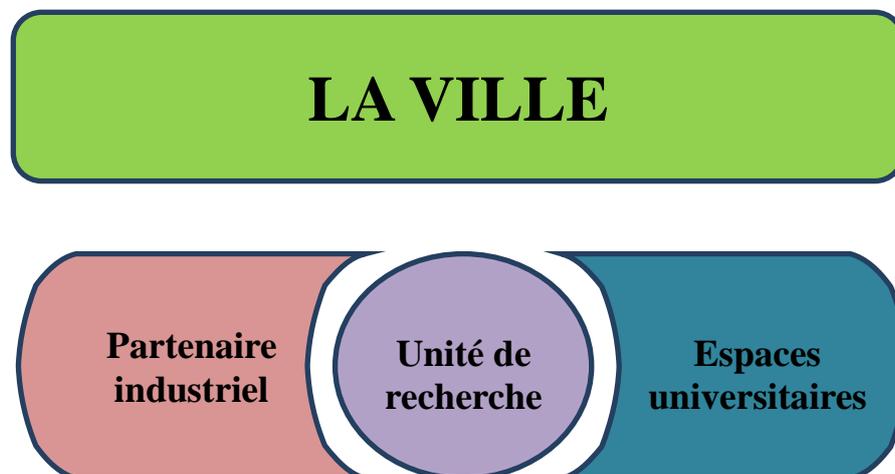
I-4/ Ou se font ces unités de recherche ?

La bonne implantation revêt une importance primordiale dans l'élaboration de la stratégie de l'établissement de recherche, qui vise à se positionner scientifiquement dans le paysage mondial régional. Le lieu de réalisation de l'unité joue pleinement son rôle en articulant l'ancrage territorial, et politique de recherche, et en coordonnant action sur site et dynamisme de réseau dans le cas d'une éventuelle extension du projet de recherche.

Le caractère disciplinaire de l'unité de recherche doit être pris en considération comme facteur principale dans le choix de l'emplacement, qui doit fournir les conditions fondamentales relatifs aux domaines d'étude, ex : centre de recherche de l'énergie solaire doit se trouver dans zone ensoleillée.

Préférentiellement, ces unités doivent être portées à proximité des partenaires nécessaires à l'accomplissement des missions confiées. Des laboratoires proches géographiquement des espaces universitaires permettent d'une part la fluidité du transfert des différents éléments de recherche, et d'autre part facilite le déplacement des masses étudiantes qui bénéficient des connaissances approfondies et des compétences existantes au niveau de l'unité.

Le partenaire industriel sollicitant des travaux d'expertise, et d'orientation auprès de l'unité de recherche pour valoriser le transfert technologie ouvrant à l'alimentation, au développement et à la maintenance des bases industrielles, et cette proximité permet l'accompagnement simultané des plusieurs entreprises et un grand nombre de données mobilisées dans un temps record.



II -L'ENERGIE

II-1/ Introduction sur l'énergie :

L'énergie (du grec : force en action) est la capacité d'un système à modifier un état, à produire un travail entraînant un mouvement de la lumière, ou de la chaleur. C'est une grandeur physique qui caractérise l'état d'un système, et qui est d'une manière globale conservée au cours des transformations.

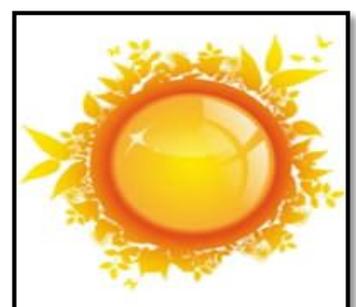
II-2/Définition de l'énergie renouvelable :^{1*}

Une énergie renouvelable est une énergie qui est considérée comme telle à l'échelle de quelques générations humaines. Fournies par le soleil, le vent, la chaleur de la terre, les chutes d'eau, les marées ou encore la croissance des végétaux, les énergies renouvelables n'engendrent pas ou peu de déchets ou d'émissions polluantes. Elles participent à la lutte contre l'effet de serre et les rejets de CO₂ dans l'atmosphère, facilitent la gestion raisonnée des ressources locales. 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. Le pétrole ainsi que tous les combustibles fossiles ne sont pas des énergies renouvelables, les ressources étant consommées à une vitesse bien supérieure à la vitesse à laquelle ces ressources sont naturellement créées.

II-3/ Type des énergies renouvelables :^{2*}

II-3-1/Energie solaire :

L'énergie solaire est l'énergie transmise par le Soleil sous la forme de lumière et de chaleur. Cette énergie est virtuellement inépuisable à l'échelle des temps humains, ce qui lui vaut d'être classée parmi les énergies renouvelables.



^{1*} Renewable Energy & Development. Brochure to accompany the Mobile Exhibition on Renewable Energy in Ethiopia. By Jargstorf, Benjamin. GTZ & Ethiopian Rural Energy Development and Promotion Centre (EREDPC). Addis Ababa 2004.

II-3-2/Energie éolienne :

Le principe consiste à utiliser la force propulsive du vent quand sa vitesse est supérieure à 15 Km/heure, pour faire tourner une génératrice et produire de l'électricité. Il existe deux types d'éoliennes :

a- Faible puissance : pour alimenter en électricité une maison, ou une installation comme le pompage d'eau.

b- Grande puissance : pour une production d'électricité pouvant atteindre 2500 à 6000 KWh, et pouvant être rattachée à un réseau de distribution.



Photo 01 : Les éoliennes.
Source : PERACOD

II-3-3/ Energie hydraulique :

L'eau de rivières, les chutes d'eaux, et l'eau des barrages fournissent une énergie transformable en électricité. Le principe consiste à utiliser l'énergie mécanique de l'eau pour faire tourner une turbine et un alternateur pour produire de l'électricité.

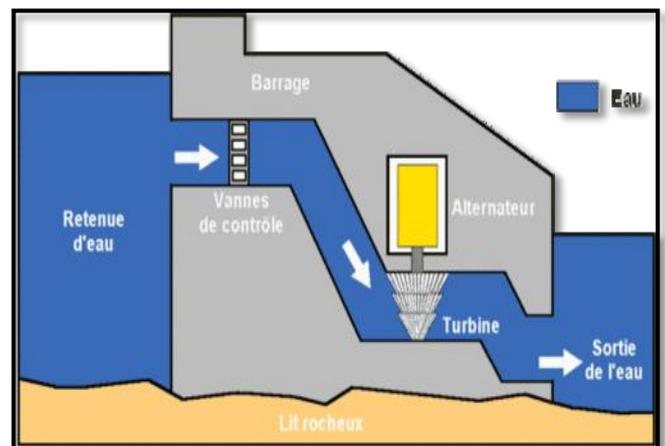


Figure 02 : Schéma de principe de production d'électricité par l'énergie hydraulique.
Source : Tomia / GNU Free Documentation License

II-3-4/ Energie géothermique :

La chaleur du sous-sol chauffe directement l'eau ou fait tourner les turbines des centrales pour produire de l'électricité.

Permet à la fois de chauffer et de rafraîchir grâce à un système de climatisation.

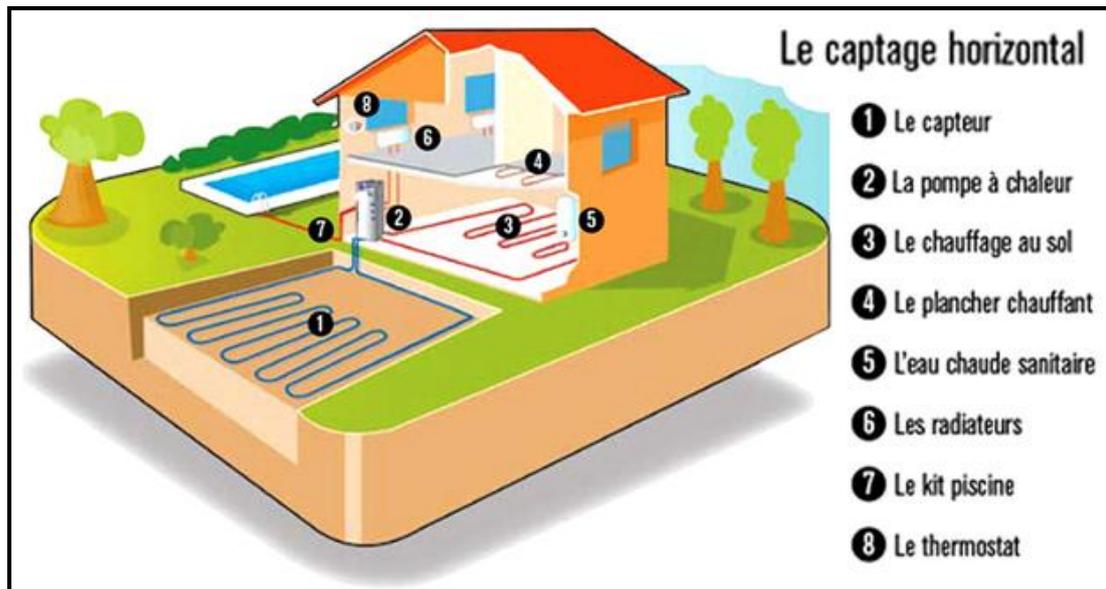


Figure 03 : schéma de principe de fonctionnement de l'énergie géométrique
Source : PERACOD

II-3-5/ Energie de la biomasse :

Le principe consiste à transformer des matières ou déchets renouvelables d'origine végétale ou organique en énergie en les brûlant.

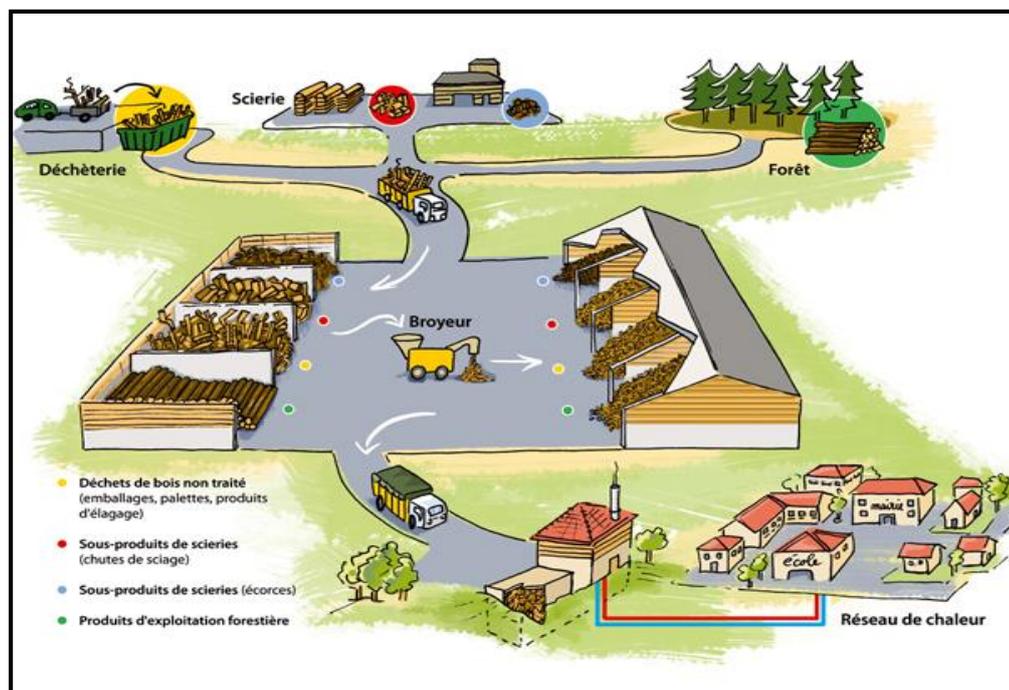


Figure 04 : Schéma de principe de fonctionnement de la transformation des déchets
Source : PERACOD

III- UNITE DE RECHERCHE DES ENERGIES RENOUVELABLES :

C'est un espace qui s'engage à la recherche, l'expérimentation sur les énergies Renouvelables, Il s'intéresse également à l'amélioration du cadre réglementaire, il vise à Développer les politiques favorables pour l'énergie renouvelable qui a son tour soutiendra la croissance de l'industrie dans ce domaine.

Le centre de recherche doit représenter un retour aux fondements du design, il doit être aménagé de façon de faciliter le travail manuel et intellectuel et d'assurer le confort.

IV-SPÉCIALITÉ DE NOTRE UNITE DE RECHERCHE DES ENERGIES RENOUVELABLES :

La plateforme technologique regroupe le personnel technique et administratif autour des équipements scientifiques et techniques.

Dans ce domaine énergétique la situation géographique joue son rôle primordial dans la détermination, le développement et l'exploitation du plus grand nombre possibles d'énergies renouvelables. Les conditions climatiques de la région qui représente la porte du Sahara rend possible le développement et l'exploitation de l'énergie solaire sous ses différentes formes, d'après cette carte on constate une quantité de rayons solaires importante caractérisant notre région.

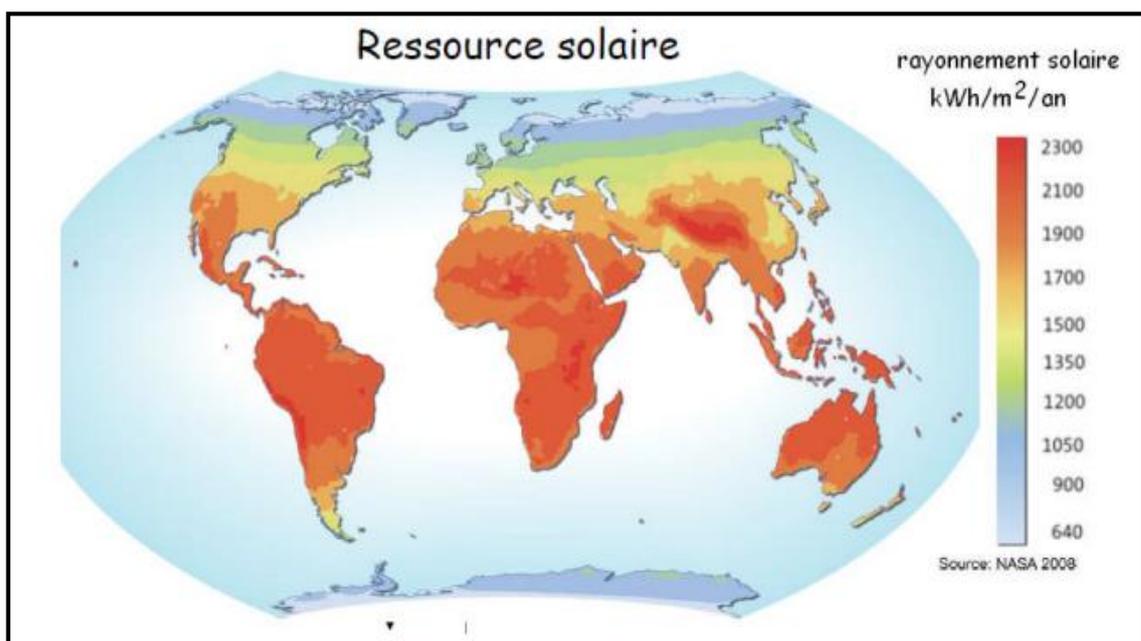


Figure 05 : Le rayonnement solaire annuel en (kWh/m²/an).
Source : NASA 2008

✚ Donc la spécialité de notre unité de recherche est **l'énergie solaire**. Cette dernière devra être impliquée dans toute les phases de réalisation du projet y compris la conception de l'unité pour cela on adopte le mode de **l'architecture solaire**.



Photo 02 : Energie solaire
Source : www.enerzine.com/Userfiles/image/breve7507e.jpg.

V- L'ARCHITECTURE SOLAIRE :

V-1/ Définition de l'architecture solaire :

C'est une conception des constructions en fonction du soleil.^{2*}

Elle est une architecture plus confortable et plus conviviale pour les occupants. L'architecture solaire, la conception bioclimatique, le chauffage solaire actif ou passif, sont des termes qui couvrent des choix techniques et philosophiques de construction. Ils utilisent, avec bon sens, des ressources qui sont toujours présentes dans la nature : le soleil, le vent, la végétation et la température ambiante.

D'une part, l'architecture solaire dite "**active**" met en œuvre des équipements qui captent, stockent et distribuent de l'énergie naturelle pour les besoins des occupants d'un bâtiment, notamment pour le chauffage et l'eau sanitaire, mais aussi pour la fourniture de l'électricité et éventuellement pour la climatisation. D'autre part, les techniques dites "**passives**" utilisent les phénomènes naturels de transfert de l'énergie afin d'obtenir des gains ou des pertes de chaleur à travers l'enveloppe du bâtiment. Ces techniques permettent d'assurer que de tels gains ou pertes de chaleur soient bénéfiques aux occupants en créant des conditions de confort physique et psychologique désirées, tout en limitant le recours aux systèmes mécaniques de chauffage et de climatisation.^{3*}

^{2*} Dictionnaire Médiadico.

^{3*} Glossaire solaire.com

V-2/ Le principe de l'architecture solaire :

L'architecture solaire passive a pour but de réduire au maximum la consommation énergétique d'un bâtiment. Elle repose sur l'exploitation judicieuse des phénomènes naturels comme le climat et le rayonnement solaire.^{4*}

V-3/ Les formes de l'énergie solaire : L'énergie solaire peut être utilisée sous deux formes :

- ✓ **Energie solaire passive** qui doit tenir compte de l'énergie solaire lors de la conception architecturale < utilisée directement par l'Homme pour s'éclairer (fenêtres, puits de lumière), se chauffer et cuisiner (chauffe-eau solaire, four solaire) >.
- ✓ **Energie solaire active** qui utilise des techniques développées pour interagir avec les rayonnements.

V-3-1/ Energie solaire passive :^{5*}

La plus ancienne utilisation de l'énergie solaire consiste à bénéficier de l'apport direct du rayonnement solaire, c'est-à-dire l'énergie solaire passive. Pour qu'un bâtiment bénéficie au mieux des rayons du Soleil, on doit tenir compte de l'énergie solaire lors de la conception architecturale (façades doubles, orientation vers le sud, surfaces vitrées, etc.).

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.

▪ **Le solaire passif s'articule autour de quatre paramètres essentiels :**

- La conception bioclimatique.
- L'isolation thermique.
- L'inertie thermique.
- La ventilation naturelle.

^{4*}lamaisonpassive.fr - Quelques informations sur la maison passive.

^{5*}Guide de l'énergie solaire passive. Edward Mazria, ISBN : 2863640119 .Éditeur : Parenthèses (1981).

V-3-1-1/ La conception bioclimatique :

La conception bioclimatique d'un bâtiment passive doit respecter certaines règles essentielles. La plus importante est la situation du bâtiment. Vient alors le choix de son orientation et de sa forme. Une fois tous ces paramètres déterminés, on peut penser à son agencement intérieur et à la disposition des ouvertures.

a- La situation :

Tout d'abord la situation idéale du bâtiment : sur le flanc sud d'une colline car elle y est à l'abri du vent froid du nord ; et l'ensoleillement, élément très important de l'architecture bioclimatique, y est bien meilleur. De plus, en règle générale, il est plus favorable sur le plan énergétique de construire des maisons mitoyennes que des maisons quatre façades. Une bonne disposition de la végétation alentour est également bénéfique : au nord, des arbres persistants pour protéger du vent froid, au sud, des arbres caducs pour laisser passer le rayonnement solaire en hiver.^{6*}

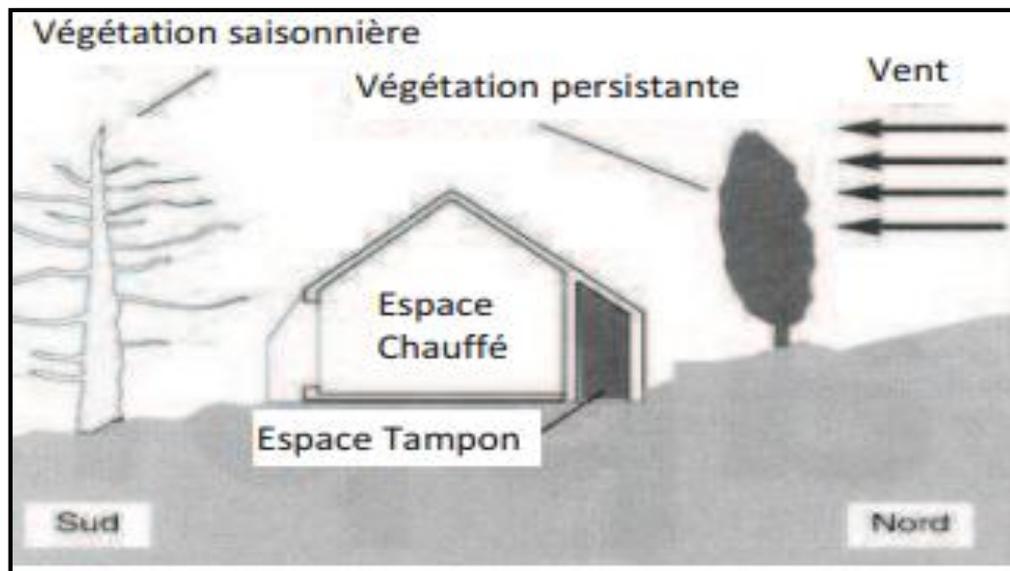


Figure 06 : Exemple d'analyse de site en fonction du climat.

Source : Wikipédia Commons

^{6*}L'architecture écologique .Auteur : Dominique Gauzin-Muller.

b- **L'orientation :**

✚ **Définition :** Le terme 'Orientation' d'un bâtiment désigne habituellement la direction à laquelle la façade ou les façades principales font face. Afin d'éviter toute confusion, les concepteurs préfèrent l'expression « le bâtiment faisant face à une direction plutôt que orienté dans cette direction ». ^{7*}

- B. Givoni, place le concept de l'orientation au centre des éléments influant sur les ambiances intérieures d'un bâtiment.

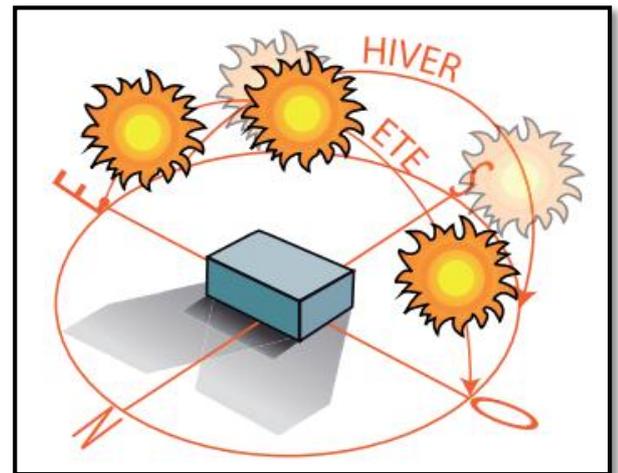


Figure 07 : L'orientation par rapport à la course de soleil.

Source : guide de bioclimatique Nice.

Il définit, l'orientation d'un bâtiment par la direction vers laquelle sont tournées ces façades. Ce facteur est soumis à de nombreuses considérations, telles que la vue, les déperditions possibles, l'aération et la nature du climat. En effet, l'orientation des bâtiments détecte la qualité de l'équipement en affectant son ambiance intérieure de deux manière et ce par la régulation de deux facteurs climatiques distinctes :

- Le rayonnement solaire et ses effets d'échauffement sur les murs et pièces orientées selon différentes directions ;
- La ventilation en rapport avec la direction des vents dominant et l'orientation de la construction.

- **Les paramètres importants dans le choix de l'orientation :**

L'orientation d'un bâtiment est fonction de sa destination :

- ✓ les besoins en lumière naturelle.
- ✓ l'intérêt d'utiliser le rayonnement solaire pour chauffer le bâtiment ou ; au contraire, la nécessité de s'en protéger pour éviter la surchauffe.
- ✓ l'existence de vents pouvant refroidir le bâtiment en hiver ou le rafraîchir en été.
- ✓ la ventilation en rapport avec la direction des vents dominants.

^{7*}B. GIVONI, « L'homme, l'architecture et le climat », Éditions du Moniteur, Paris (1978).

c- La forme et la compacité :

Une habitation confortable ne peut être que de forme simple et compacte. Toutefois, la forme du bâtiment influe sur :

- ✓ Le bilan global de l'éclairage énergétique du soleil.
- ✓ Le taux de déperditions thermiques.
- ✓ L'écoulement des flux aux abords des bâtiments.

Ainsi, selon (V. Olygay (1963))^{8*}, la forme optimale d'un bâtiment correspond à celle qui permet de perdre un minimum de chaleur en hiver et d'en gagner un minimum en été. Il précise que :

- ✓ La forme allongée dans la direction est-ouest, donne de meilleurs résultats pour tous les climats.
- ✓ Par contre le carré, n'est pas optimale quelle que soit la localisation de la construction. Et toutes les formes allongées dans la direction nord-sud sont encore moins efficaces que la forme carrée.

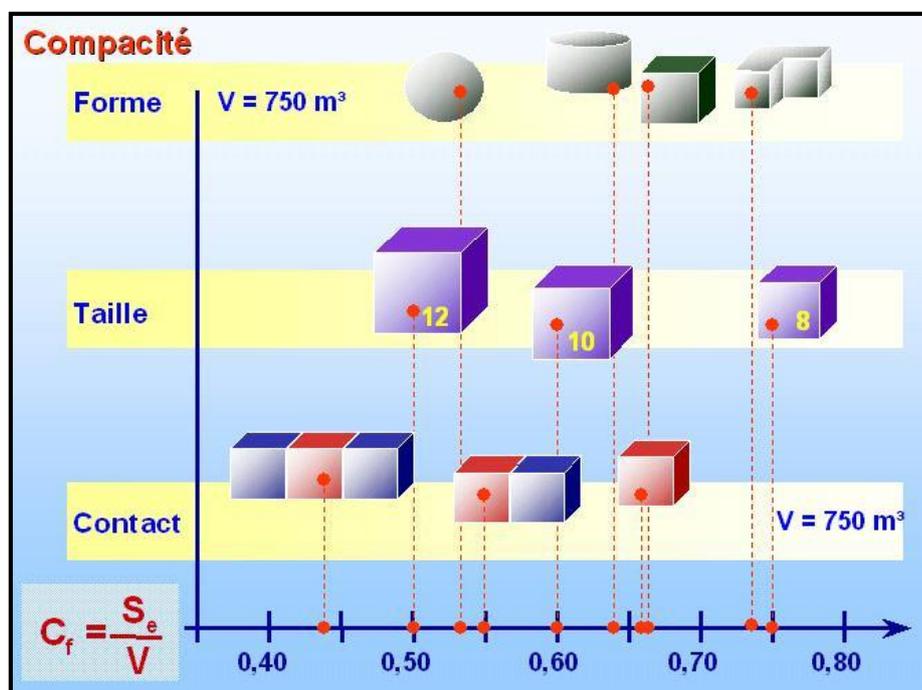


Figure 08 : Impact de la forme, la taille et la proximité sur la compacité.
Source : <http://www.jan-maison-passive.com>

^{8*}V. OLYGAY, «Design with climate: Bioclimatic approach to architectural regionalism », Princeton, University Press, N.J., U.S.A. (1963), page.185.

Les études sur la compacité des bâtiments résultent non seulement de la recherche d'économie d'énergie à long terme mais également de la limitation simultanée désinvestissements grâce à la diminution des surfaces des parois d'échange extérieures.

La forme de chaque construction est l'élément essentiel du calcul du facteur de compacité dont l'objectif doit uniquement rester l'orientation des concepteurs vers les solutions à privilégier.

d- organisation intérieure du bâti :

L'un des grands principes du bâtiment solaire passif est le fait qu'elle doit consommer un minimum d'énergie, que ce soit pour le chauffage ou pour l'éclairage. On utilise donc ces deux critères, le besoin en éclairage et le besoin en chauffage, dans le choix de la disposition des différentes pièces. On prend aussi en compte la durée, le moment et la manière dont ces pièces seront utilisées. Donc nous pouvons séparer les pièces selon 4 zones distinctes :

- **Zone Sud :** on retrouvera toutes les pièces "de vie" ; bien éclairées et bien chauffées par une bonne exposition au soleil, ce sont les pièces les plus souvent occupées. On peut y implanter le salon, la cuisine, la salle à manger...
- **Zone Nord :** on s'assurera d'y créer un espace "tampon", dont les besoins en éclairage et chauffage sont faibles. Ce sont les pièces les moins occupées : couloirs, placards de rangement, buanderies, garages...
- **Zone Est :** on profitera du soleil matinal pour y installer les pièces ayant besoin de chaleur le matin et de fraîcheur en fin de journée. On peut y implanter les chambres, le coin "petit-déjeuner" comme la cuisine, la salle de bain...
- **Zone Ouest :** à l'inverse de la zone Est, on profitera du soleil du soir pour les pièces ayant besoin de fraîcheur le matin et de chaleur en fin de journée. On peut y implanter une salle de jeux, un bureau, la salle de bain...

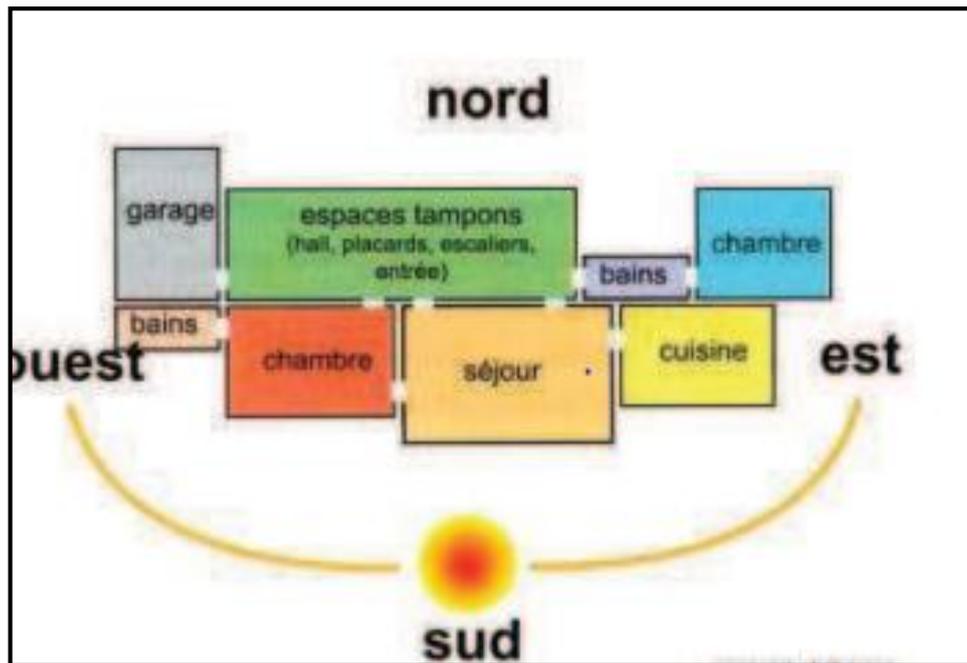


Figure 09 : Schéma d'organisation des espaces intérieurs.
Source : Adem.

e- Emplacement des ouvertures :

L'emplacement et la taille des ouvertures détermineront les apports en éclairage et en chaleur. L'installation des ouvertures devra correspondre à un besoin maximal d'éclairage et de chaleur en période froide et minimal en période chaude.

Les caractéristiques des ouvertures ne sont donc pas les mêmes selon l'orientation des murs. On notera 3 types d'emplacements des ouvertures distinctes :

- **Pour les vitres orientées au Sud :** elles doivent être en grand nombre et de grande taille afin de capter un maximum de chaleur et de luminosité en période froide. On s'assurera de les protéger en été par des avancées (auvents, stores) en fonction de l'inclinaison des rayons du soleil.
- **Pour les vitres orientées à l'Est ou à l'Ouest :** il n'est pas souhaitable de leur donner de grandes dimensions au seul plan d'énergie solaire, car elles reçoivent très peu d'énergie solaire en hiver^{9*}. Il faut aussi éviter de sur dimensionner les fenêtres

^{9*} Thierry CABRIOL- Daniel ROUX, « Chauffage de l'habitat et énergie solaire », tome2, Edition Edisud, France (1984).

orientés ouest pour risque de surchauffe^{10*}. On ne dimensionne les ouvertures Est et ouest qu'en fonction de la vue et de l'éclairage. En été, elles sont, par contre, largement exposées (le matin pour les fenêtres Est, l'après-midi pour les fenêtres ouest). La température extérieure étant plus élevée l'après-midi, les ouvertures ouest produisent des surchauffes plus difficiles à éliminer^{11*}.

- Les ouvertures vitrées orientées au nord, sont celles qui reçoivent le moins d'énergie solaire car c'est souvent du nord que viennent les vents les plus froids, donc ses ouvertures doivent être réduites^{12*}. Mais à cause du problème de surconsommation en éclairage artificiel il faut éviter de trop réduire ces ouvertures^{13*}.

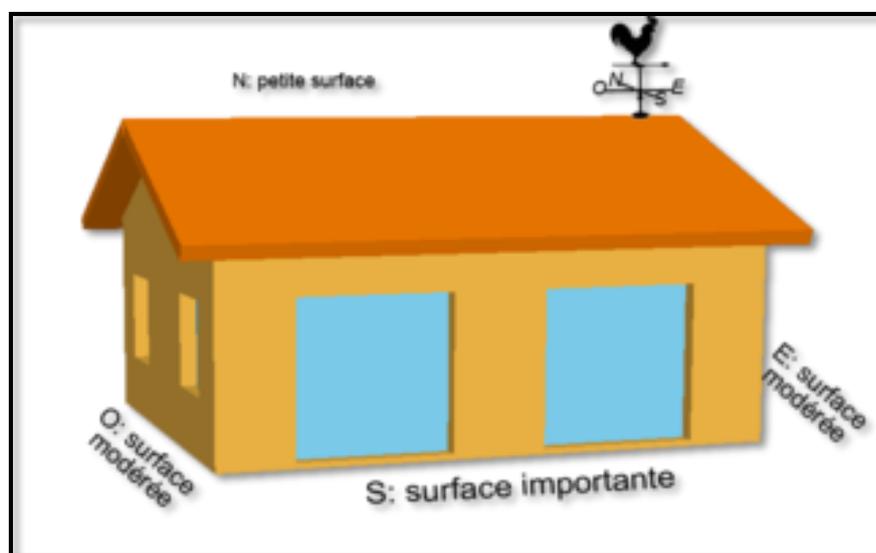


Figure 10 : La surface des ouvertures en fonction des façades.

^{10*}A. De HERDE & A. Evrard, « béton et utilisation rationnelle de l'énergie », Bulletin publié par : FEBELCEM – Fédération de l'Industrie Cimentière Belge, (2005), p 85a.

^{11*}C. et P. DONNADIEU/ H. et J.M. DIDILLON, «Habiter le désert – les maisons mozabites – », architecture + Recherches/ Editeur : Pierre MARDAGA, Bruxelles 1977.

^{12*} André RAVERAU, « Le M' Zab, une leçon d'architecture », Éditions Sindbad, Paris, 1981.

^{13*}C.A.U.E (Conseil en Architecture Urbanisme et Environnement), « L'Architecture bioclimatique », In revue d'architecture d'urbanisme et d'environnement de l'Ariège, France, (2005).

V-3-1-2/ L'isolation thermique :

Tout isolant installé participe à la préservation de l'environnement, et pour avoir un confort thermique, une isolation thermique est plus que nécessaire.

- En hiver, l'isolation donne une bonne sensation de confort tout en limitant sa note de chauffage.
- En été, le confort sera obtenu en associant les atouts de cette isolation à une forte inertie thermique de la maison ainsi la température intérieure sera maintenue stable et la plus fraîche possible sans recours à la climatisation.

En effet, d'après (P. de Haut (2007)^{14*} une maison chauffée perd continuellement une partie de sa chaleur. Les grosses fuites de chaleur s'effectuent par les surfaces : toiture, murs et vitrages. Ces points sensibles d'une habitation peuvent générer jusqu'à 60 % des déperditions en chaleur, les joints entre les parois laissent également fuir la chaleur appelée « Ponts thermiques ». Ces derniers peuvent participer de 5 à 25 % à la fuite de chaleur.

Mais l'impact d'un isolant, comme celui des autres matériaux d'un bâtiment, ne se réduit pas aux grains qu'il procure pendant son utilisation :

C'est l'ensemble du cycle de vie du matériau, de sa production à son élimination, qui doit être pris en compte.

- **Le rôle de l'isolation :**

Le rôle d'isolation est d'interposer entre l'intérieur et l'extérieur une barrière au passage des calories au moyen de matériaux ayant une capacité de conduction la plus faible possible.

^{14*}A. De HERDE & A. Evrard, « béton et utilisation rationnelle de l'énergie », Bulletin publié par : FEBELCEM – Fédération de l'Industrie Cimentière Belge, (2005), p 28a.

✚ La fonction des isolants :

Lorsque l'on chauffe l'air d'une habitation non isolée, les parois ne s'échauffent pas. Les calories qui atteignent ces dernières par convection et rayonnement passent au travers par conduction, et s'en échappent, à nouveau par convection et rayonnement, avant d'avoir eu le temps de l'échauffer. Ce n'est pas le froid qui entre, mais la chaleur qui sort.

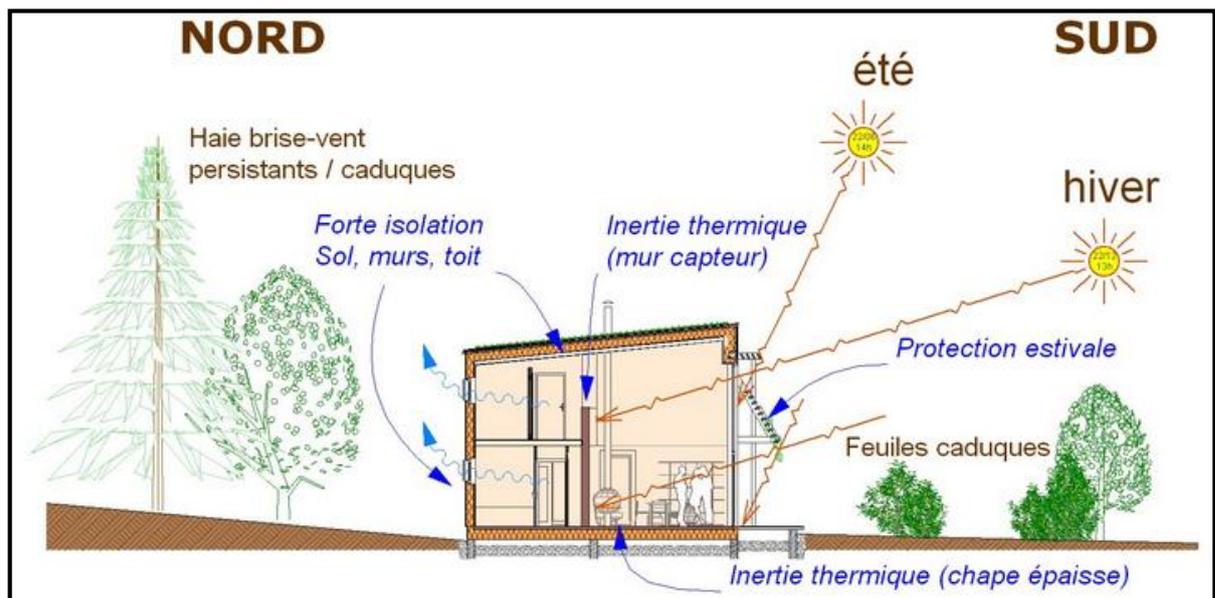


Figure 11 : Schéma d'isolation d'une maison.
Source : Liébard, A. et De Herde, A., 2005

V-3-1-3/ L'inertie thermique :

- **Définition :** L'inertie thermique est la capacité d'un matériau à accumuler la chaleur puis à la restituer dans un temps plus ou moins long. Plus l'inertie est importante, plus l'habitation met de temps à se réchauffer ou se refroidir.^{15*}

L'inertie thermique (ou la masse thermique) est le potentiel de stockage thermique d'un bâtiment. Elle peut être composée de divers matériaux lourds (pierre, brique, terre crue,...) qui répartis à l'intérieur de l'enveloppe isolante d'une construction, agissent comme accumulateurs de chaleur (l'hiver) ou de fraîcheur (l'été).^{16*}

^{15*}Roger. CASAR, Guide des calculs des déperditions et charges thermiques d'hiver, « Détermination des puissances de chauffage à installer dans les locaux », collection des guides de l'AICVF, ouvrage de la commission technique coordonné, Edition(1989).

^{16*}ARCHIBIO : Groupe d'intervention en habitat écologique.

- **Le principe de l'inertie thermique :**

Le principe de l'inertie thermique est complexe et fait appel à des notions de physique des matériaux. L'inertie d'un bâtiment est une fonction directe de sa capacité thermique, donc du produit de la masse de tous ses composants par leur chaleur spécifique massique.

- Pour simplifier, on peut dire que plus un matériel est lourd et dense plus sa capacité à accumuler de la chaleur sera importante.

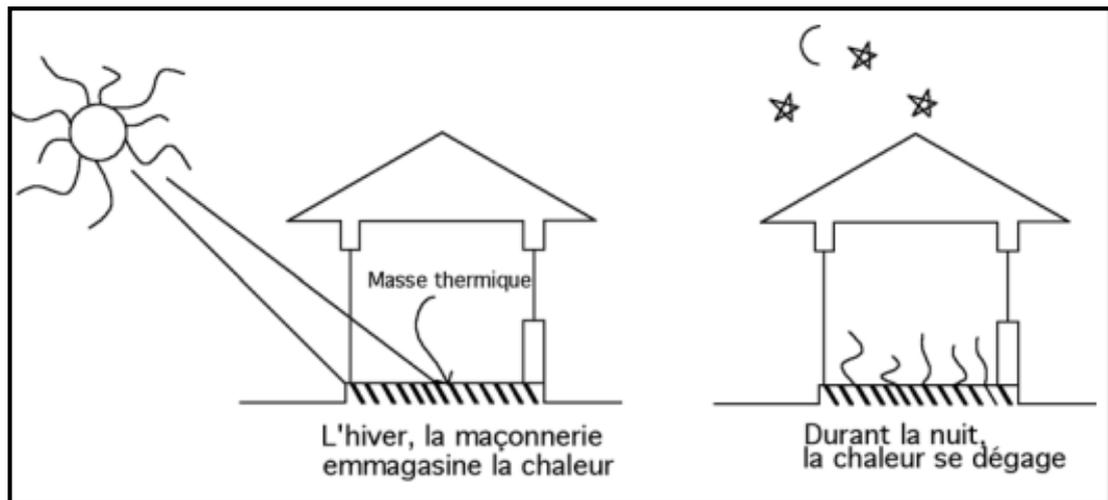


Figure 12 : L'effet de la masse thermique.
Source : Liébard, A. et De Herde, A., 2005

V-3-1-4/ La ventilation naturelle :

La ventilation vient du mot latin «ventus» qui signifie le mouvement d'air, (Watson et Labs, 1983)^{17*}. La ventilation naturelle est une stratégie passive, sans moyen mécanique, de maintenir un environnement intérieur confortable, donc elle est le cœur de la conception bioclimatique surtout dans les climats chauds. Elle est intéressante car d'une part, elle peut apporter de la fraîcheur si l'air extérieur est plus froid que l'air intérieur. D'autre part, elle permet un mouvement d'air qui joue sur le confort thermique car il accroît les échanges thermiques entre le corps et l'air.^{18*}

^{17*}GIVONI .B : « L'homme, l'architecture et le climat » Edition Le Moniteur, Paris 1978 p 285.

^{18*}Hugues Boivin, **la ventilation naturelle développement d'un outil d'évaluation du potentiel de la climatisation passive et d'aide à la conception architecturale**, maître ès sciences (M.Sc.), université Laval Québec, (2007).

V-3-1-4-1/Le rôle de ventilation naturelle : La ventilation naturelle est nécessaire pour : ^{19*}

- Pour fournir l'air frais (santé).
- Pour fournir le mouvement d'air nécessaire.
- pour le refroidissement évaporatif convectif du corps humain (confort). Et pour dissiper la chaleur d'un bâtiment sans besoin de climatisation (économie d'énergie).

V-3-1-4-2/ Les stratégies de la ventilation naturelle : ^{20*}

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

- La ventilation transversale.
- La ventilation de simple exposition.
- La ventilation par tirage thermique.

A-La ventilation naturelle transversale :

La prise en compte de la position des ouvertures par rapport au vent est importante dans la création du déplacement d'air. La ventilation traversant dans un local doit réunir deux conditions : Le premier est que le local comporte deux ouvertures, et la deuxième est que celles-ci soient sur deux façades opposées du local.

Givoni B, estime que la meilleure condition de ventilation transversale est obtenue lorsque le flux d'air change de direction à l'intérieur de l'espace en se déplaçant de l'entrée vers la sortie. ^{21*}

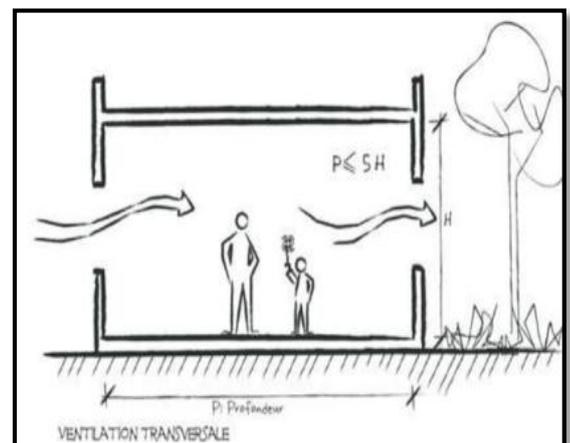


Figure 13 : Schéma représente la ventilation transversale.
Source : « Natural ventilation in non domestic buildings ». Guide CIBSE, 2005.

^{19*}Mat Santamouris (Ed), Environmental design of urban buildings: An Integrated Approach, Scan, London, UK, 2006.

^{20*}Guide Bio-Tech. La ventilation naturelle et mécanique, pilotage : Dominique Sellier, ARENE Île-de-France. (978-2-911533-00-6).

B- La ventilation par une seule façade :

C'est le mode de ventilation naturelle le plus simple, il consiste en l'aération d'un espace sur une seule façade, permettant à l'air extérieur d'accéder et à l'air intérieur de sortir par la même ouverture, ou par une autre ouverture située sur le même mur de façade. Les fenêtres doivent être hautes, ou être munies d'ouvertures en bas et en haut de la façade, pour favoriser l'établissement d'un tirage thermique qui permettra à l'air extérieur plus frais d'entrer par les entrées basses, et à l'air intérieur de s'extraire par les orifices hauts.

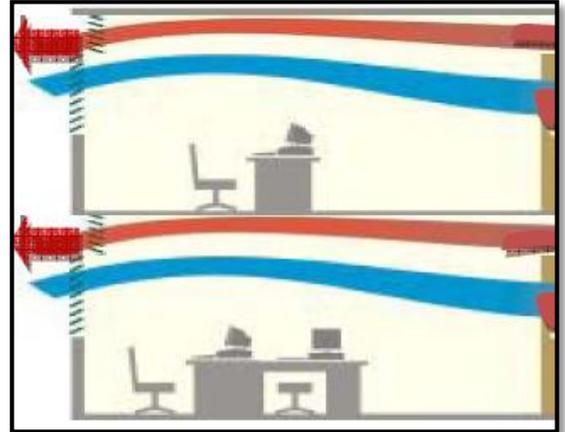


Figure 14 : La ventilation unilatérale
Source : « Natural ventilation in non domestic buildings ». Guide CIBSE, 2005.

C-La ventilation naturelle par tirage d'air (effet de cheminées) :

La ventilation par tirage thermique est parfois utilisée quand la ventilation traversant n'est pas possible et quand la ventilation par exposition simple n'est pas suffisante. Le tirage thermique est en général assuré la différence de température entre l'air chaud intérieur et l'air plus frais de l'extérieur.

L'effet cheminée, particulièrement efficace en hiver et les nuits d'été, est le mouvement ascensionnel de l'air intérieur dans un conduit, du fait qu'il est plus chaud et donc plus léger que l'air extérieur. Ce mouvement induit une entrée d'air frais dans le bas du bâtiment ou du conduit et une sortie de l'air chaud par le haut. Un effet cheminé peut se réaliser à l'échelle d'une fenêtre, ou d'un bâtiment entier, ce procédé dépend de la hauteur de la <<cheminée>> et de la différence de température.^{22*}

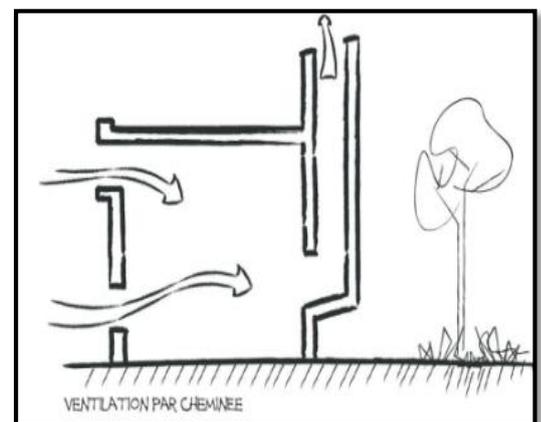


Figure 15 : La ventilation par effet de cheminée
Source : « Natural ventilation in non domestic buildings ». Guide CIBSE, 2005.

^{21*}GIVONI .B : « L'homme, l'architecture et le climat » Edition Le Moniteur, Paris 1978 p 285).

^{22*}Guide pratique pour la construction et la rénovation durable de petit bâtiment, permettre une ventilation intensive recommandation pratique, ENE07, Février 2007.

V-3-2/ Energie solaire active :

L'énergie solaire active se dit d'un principe de captage, de stockage et de distribution solaire nécessitant, pour son fonctionnement, l'apport d'une énergie extérieure (par opposition à l'énergie solaire passive).^{23*}

On parle d'utilisation active de l'énergie solaire, lorsque celle-ci est captée par des moyens techniques tels que, les collecteurs solaires thermiques ou les installations photovoltaïques.

V-3-2-1/ L'énergie solaire thermique :^{24*}

Un système solaire thermique exploite le rayonnement du soleil afin de le transformer directement en chaleur (énergie calorifique).

✚ On distingue trois types de technologies permettant d'exploiter l'énergie solaire thermique :

a- La technologie solaire thermique à basse température :

La technologie solaire «active» : traditionnellement, ce terme désigne les applications à basse et moyenne température. Les rayons du soleil, piégés par des capteurs thermiques vitrés, transmettent leur énergie (énergie solaire) à des absorbeurs métalliques - lesquels réchauffent un réseau de tuyaux de cuivre où circule un fluide caloporteur.

Cet échangeur chauffe à son tour l'eau stockée dans un cumulus. Un chauffe-eau solaire produit de l'eau chaude sanitaire ou du chauffage généralement diffusé par un «plancher solaire direct».

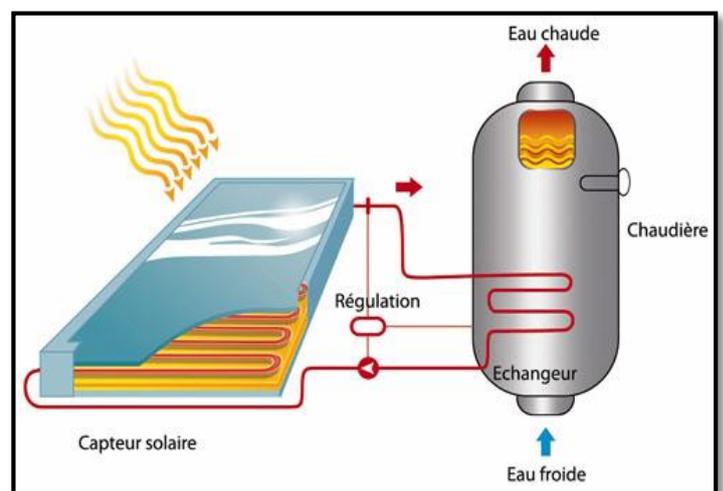


Figure 16 : Schéma de la technologie solaire thermique.

Source : www.AdvanceBuilding.org

^{23*}Ch. CHAULIAGUET, «Energie solaire dans le bâtiment », Editions Eyrolles, Paris 1979.

^{24*}Guide pédagogique sur les énergies renouvelables.

b- La technologie solaire thermique haute température :

La technologie solaire concentrée ou « thermodynamique » : ce procédé fournit de la chaleur haute température (de 250 à 1 000°C) par concentration du rayonnement solaire. Ce pouvoir calorifique est utilisé pour actionner des turbines à gaz ou à vapeur afin de produire de l'électricité.

- Trois technologies distinctes sont utilisées dans les centrales solaires à concentration :

+ les concentrateurs paraboliques :

Dans les concentrateurs paraboliques, les rayons du soleil convergent vers un seul point, le foyer d'une parabole.



Photo 03 : le concentrateur parabolique
Source : GIZ / Michael Netzhammer

+ les centrales à tour :

Dans les centrales à tour, des centaines voire des milliers de miroirs (héliostats) suivent la course du soleil et concentrent son rayonnement sur un récepteur central placé au sommet d'une tour.



Photo 04 : Le central à tour
Source : GIZ / Michael Netzhammer

✚ Les capteurs cylindro-paraboliques :

Les capteurs cylindro-paraboliques concentrent les rayons du soleil vers un tube caloporteur situé au foyer du capteur solaire.



Photo 05 : Les capteurs cylindro-parabolique
Source : GIZ / Michael Netzhammer

V-3-2-1-1/ Les types de capteurs solaires thermiques :

Il existe différents types de capteurs solaires thermiques. Leur choix de mise en application dépend du type d'utilisation, de la nature de l'élément caloporteur utilisé et du niveau de température qu'ils permettent d'atteindre. On distingue généralement les **capteurs à air** et des **capteurs à eau** :

a- **Les capteurs à air** : permettent, par l'apport d'air réchauffé, d'augmenter la température de l'air ambiant interne de quelques degrés. D'un fonctionnement simple, ils sont pourtant peu employés.

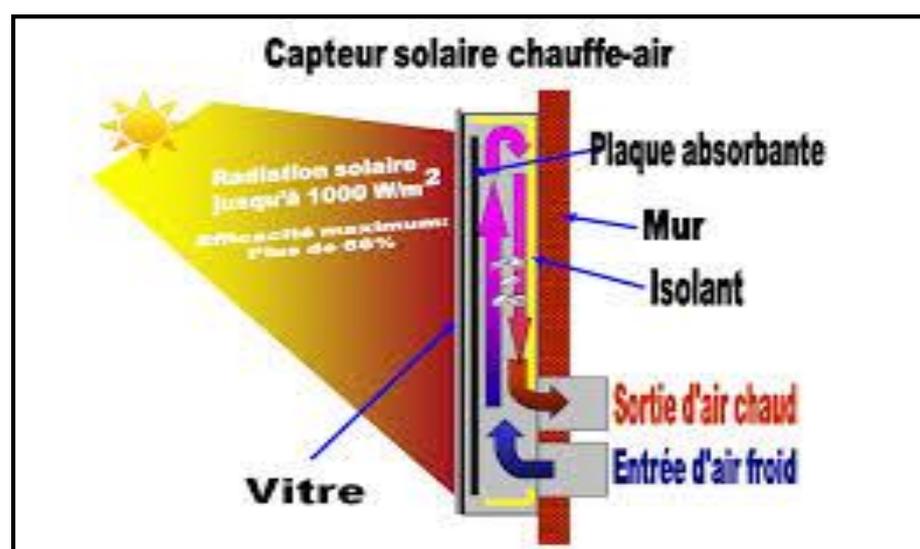


Figure 17 : Schéma de fonctionnement du capteur à air.
Source : www.AdvanceBuilding.org

b- **Les capteurs à eau :** fonctionnent à l'aide d'un fluide caloporteur. Ils se répartissent en trois familles :

➤ Les capteurs plans non vitrés : leur structure est assez simple, puisque composée d'un réseau de tubes plastiques noirs où circule le fluide caloporteur. Ils sont utilisés essentiellement pour le chauffage de l'eau des piscines en été.



Photo 06 : Un capteur plan non vitré
Source : Ressources naturelles Canada

➤ les capteurs plans vitrés : le fluide caloporteur, très souvent de l'eau mélangée à un antigel, passe dans un circuit en serpentin placé derrière une vitre.



Photo 07 : Un capteur plan vitré
Source : Ressources naturelles Canada

➤ les capteurs à tubes sous vides : le fluide caloporteur circule à l'intérieur d'un double tube sous vide. Le principe est le même que pour les capteurs plans vitrés, l'isolation étant simplement assurée par l'absence de molécules d'air (sous vide).



Photo 08 : Un capteur à tube sous vide
Source : Ressources naturelles Canada

V-3-2-2/ Les installations photovoltaïques :^{25*}

✚ **Définition :** Un panneau solaire photovoltaïque est constitué de modules photovoltaïques rassemblés et câblés en série ou en parallèle. Les panneaux solaires photovoltaïques sont aussi appelés modules photovoltaïques. Les panneaux solaires photovoltaïques convertissent la lumière en électricité.^{26*}

^{25*}Guide d'intégration des capteurs solaires dans l'architecture et dans le paysage.

^{26*}dictionnaire environnement et développement durable.

Le procédé consiste à transformer directement le rayonnement solaire en électricité. Il existe des installations de toutes les tailles, mais les grandes sont particulièrement rentables. Le courant produit peut être injecté dans le réseau d'électricité existant.

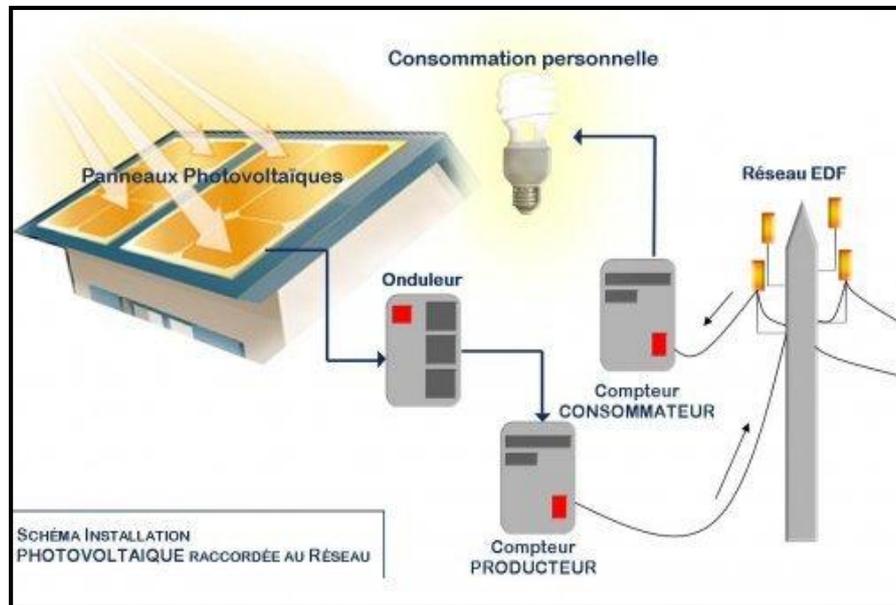


Figure 18 : Schéma d'installation photovoltaïque raccordée au réseau.

Source : www.AdvanceBuilding.org

- L'énergie solaire photovoltaïque provient de la conversion de la lumière du soleil en électricité au sein de matériaux semi-conducteurs comme le silicium ou recouverts d'une mince couche métallique. Ces matériaux photosensibles ont la propriété de libérer leurs électrons sous l'influence d'une énergie extérieure. C'est l'effet photovoltaïque.

L'énergie est apportée par les photons, (composants de la lumière) qui heurtent les électrons et les libèrent, induisant un courant électrique. Ce courant continu de micro puissance calculé en watt crête (WC) peut être transformé en courant alternatif grâce à un onduleur.

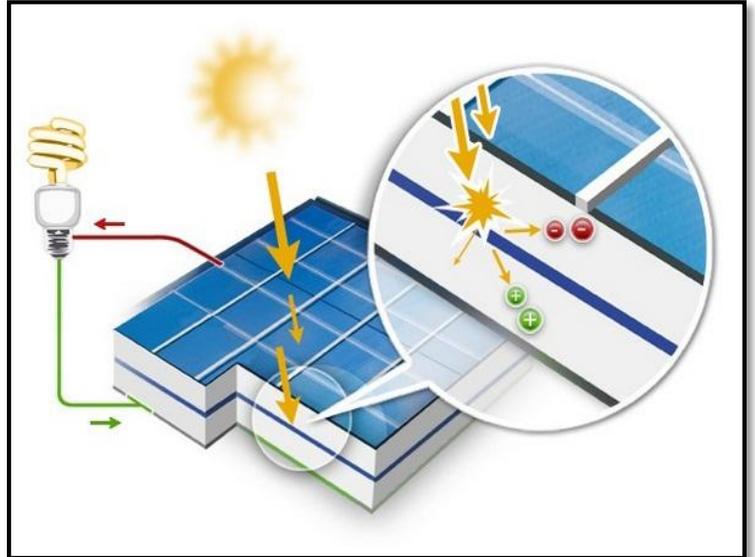


Figure 19 : Détail d'une capture soleil.

Un générateur solaire photovoltaïque est composé de modules photovoltaïques eux même composés de cellules photovoltaïques connectées entre elles.

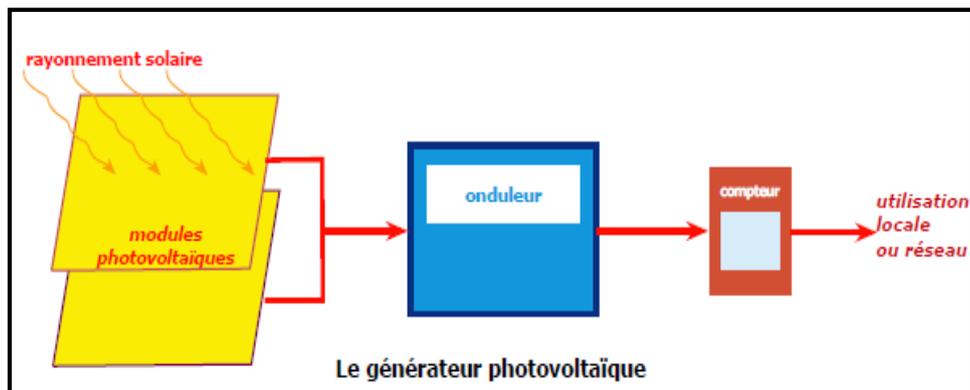


Figure 20 : Schéma d'un générateur photovoltaïque.

Les performances d'une installation photovoltaïque dépendent de l'orientation des panneaux solaires et des zones d'ensoleillement dans lesquelles vous vous trouvez.

➤ **L'intégration architecturale de panneaux photovoltaïques et thermique :**

L'intégration des panneaux solaires dans une architecture est un aspect important de l'installation d'un système photovoltaïque. Les fabricants de panneaux photovoltaïques font des efforts pour que les équipements offrent des possibilités d'intégration, plus esthétique que ce qui a pu exister auparavant.



Photo 09 : Les panneaux intégrés en toiture



Photo 10 : Les tuiles solaires



Photo 11 : Panneaux intégrés sur les brise-soleils

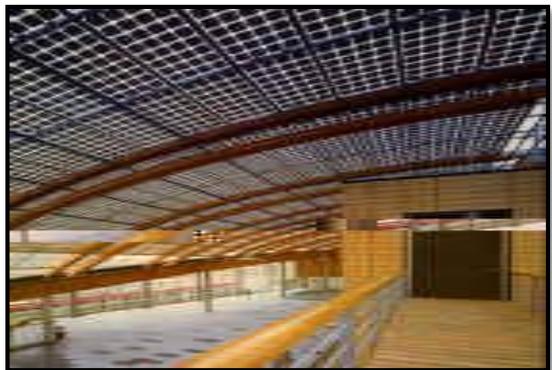


Photo 12 : Couvertures et façades semi-Transparents



Photo 13 : Le parking



Photo 14 : Ardoises solaires

- Tous les dispositifs qui agissent comme capteurs solaires thermiques sont de plus en plus intégrés dans les projets d'architecture bioclimatique (maisons solaires, serres, murs capteurs, murs Trombe...).



Photo 15 : Exemple d'un mur capteur

CHAPITRE III

APPROCHE THEMATIQUE

Chapitre III : ANALYSE THEMATIQUE

Dans cette partie on analysera les exemples de quelques centres de recherches à partir des quels on s'inspirera de tout ce qui est commun pour notre unité.

Par la suite on étudiera des cas similaires à notre projet d'étude doté de plusieurs spécificités les mettant en tête des centres homologues.

LES ÉTAPES D'ANALYSE DES EXEMPLES

Aspect urbain:

- 1 - La situation
- 2 - L'implantation
- 3 - L'orientation

Aspect perceptuel:

- 4- La volumétrie
- 5- Les façades

Aspect technique et Fonctionnelle:

- 6- L'organisation spatiale et fonctionnelle

I. Exemple 01 : Centre de recherche Schlumberger Cambridge.

1 -Fiche Technique :

- Situation : Cambridge
- Architecte : Michael Hopkins
- Structure : structure métallique
- Réalisation : 1983 – 1985



Photo 16 : Centre de recherche Schlumberger Cambridge

2-Description :

Le centre de recherche Schlumberger Cambridge est un exemple remarquable dans lequel la technologie avancée de la tenture a été brillamment adoptée à une fonction inattendue conférant au bâtiment une évidence qui est la marque de toute grande architecture.

3-Aspect urbain :

3-1/ La situation :

Le centre de recherche Schlumberger est situé dans le côté ouest de la ville de Cambridge.

- Site spécialement pour la recherche.
- Site isolé de la ville.

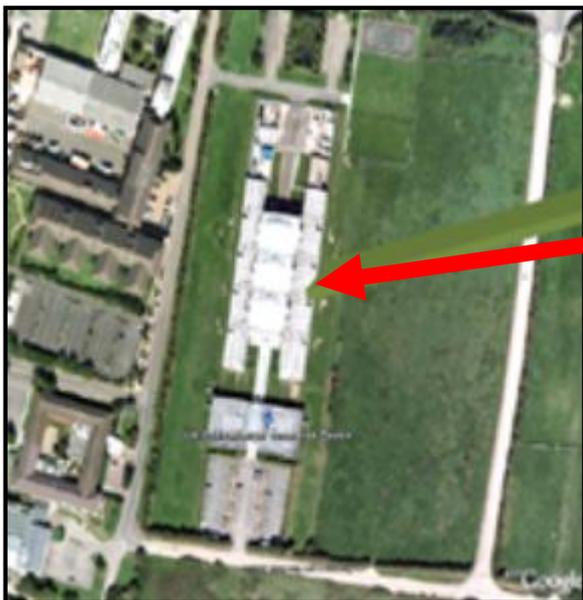


Figure 21 : La situation de Centre de recherche Schlumberger Cambridge.

Source: www.google.com

3-2/ L'implantation :

1- Un site riche en verdure (site naturel), les besoins de recherche (calme et concentration).



Figure 22 : plan de composition.



Figure 23 : le site d'implantation du centre.

2-Un site favorable au niveau de l'aspect visuel (implanté dans une colline).



Photo 17 : une vue sur le site

3-Ouverture sur l'environnement.

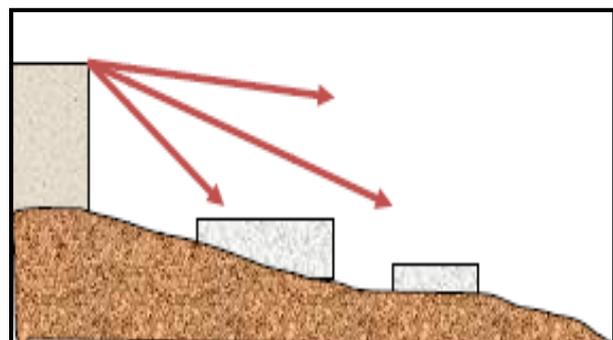


Photo 18 : Photo qui présente l'environnement immédiat.

3-3/ L'orientation :

- L'orientation du centre de recherche lui permet un éclairage naturel plus que satisfaisant au NORD, à l'EST (les bureaux, salle de conférence) et même à l'OUEST (bureaux, bibliothèque).
- Les laboratoires sont orientés vers l'intérieur (jardin) pour faciliter l'opération de recherche.

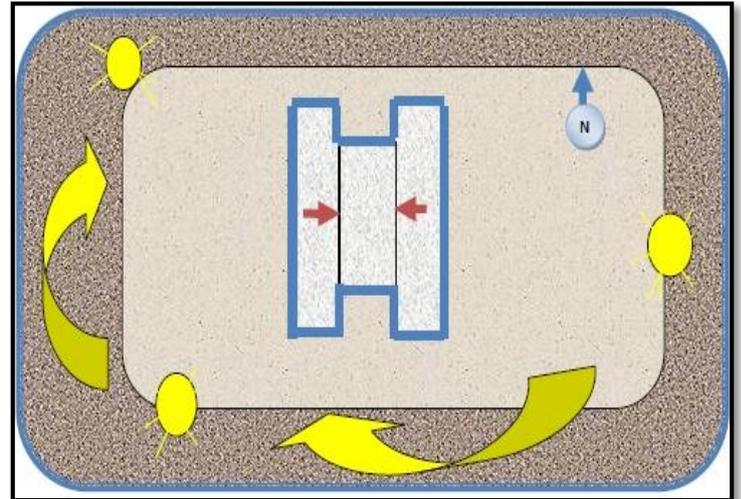
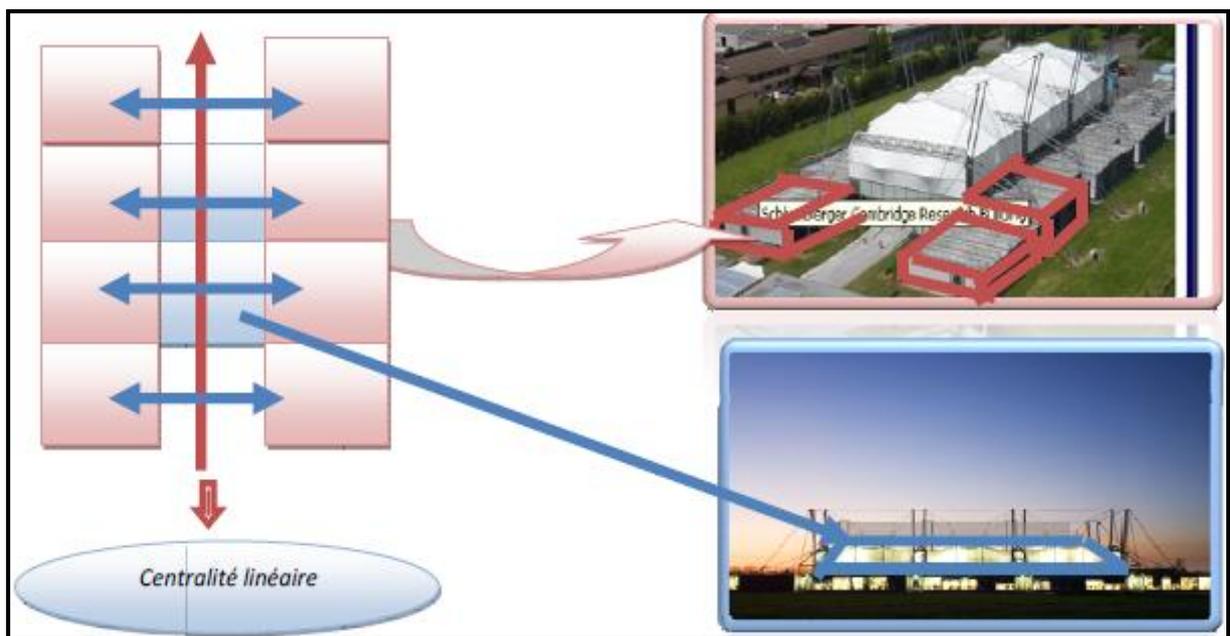


Figure 24 : Schéma d'orientation

4- Aspect perceptuel :

4-1/ la volumétrie :



4-2/ les façades :

- Les ouvertures sont placées dans un parfait alignement horizontal : afin de réaliser un équilibre entre l'horizontalité et la verticalité.



Photo 19 : les ouvertures de l'équipement

- La structure transparente : pour exprimer la technologie avancée.



Figure 25 : La structure du centre

5 - Aspect fonctionnel et technique :

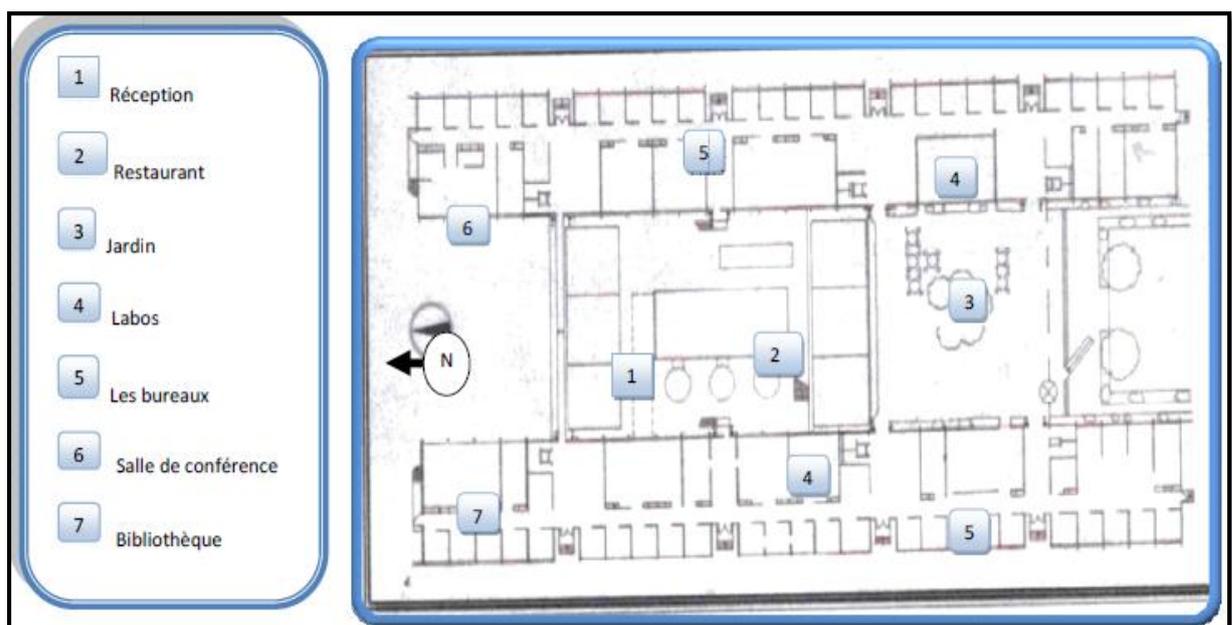


Figure 26 : Schéma des espaces intérieurs du centre.

5-1/ Organisation spatiale :

La séparation entre les espaces publics et les espaces du travail.

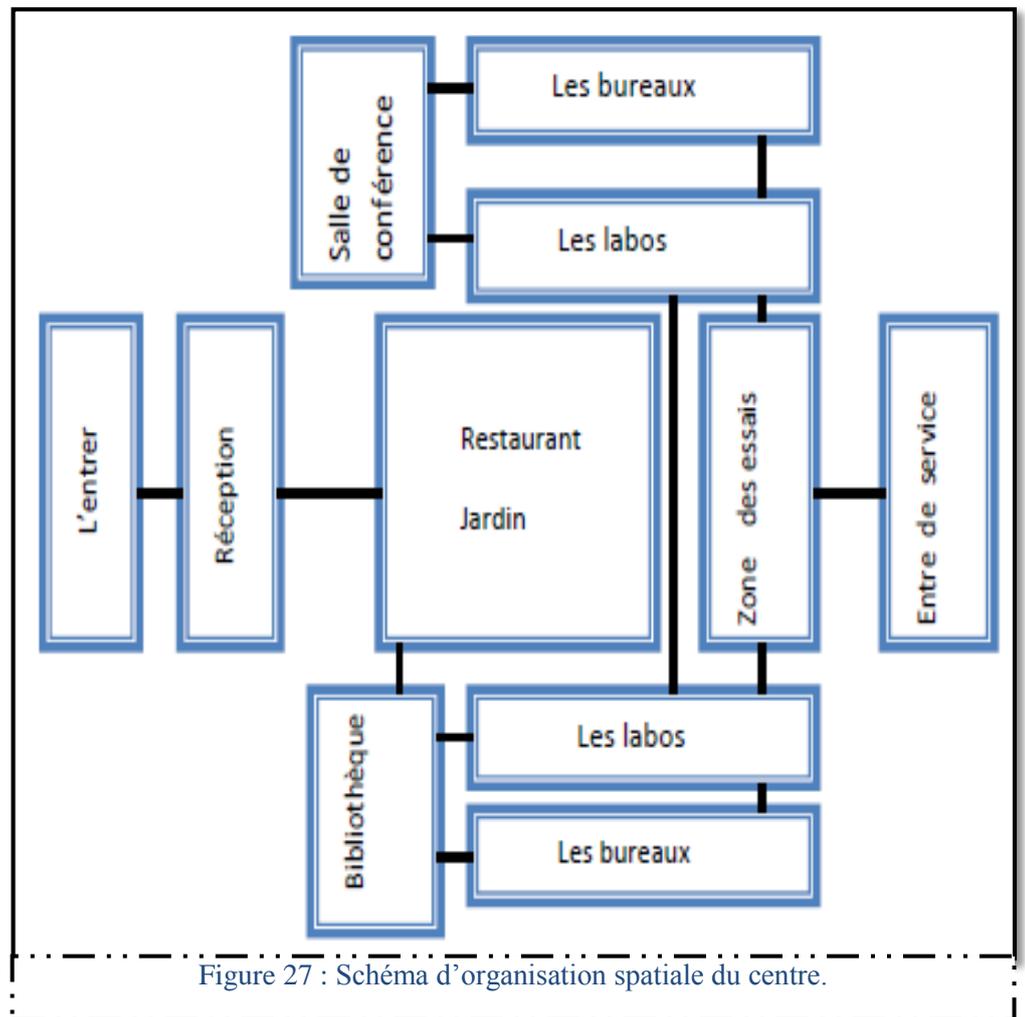


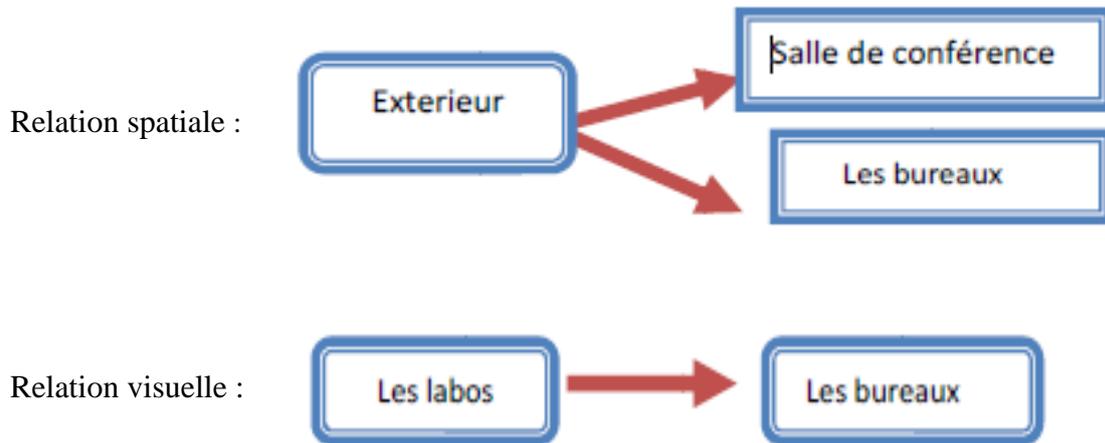
Photo20 : Les labos (chimie, physique).



Photo 21 : Salle de conférence.



Photo22 : Jardin d'hiver (espace de loisir).



6- Synthèse :

- L'implantation dans un site de recherche pour faciliter le changement Fonctionnel.
- Un site favorable au niveau de l'aspect visuel (l'ouverture sur l'environnement).
- L'utilisation de la centralité linéaire dans la distribution des espaces.
- L'utilisation de la technologie (la structure transparente le High Tech).

II. Exemple n° 02 : Institut de recherche en agronomie a Wageningen –pays bas –

1 -Fiche Technique :

- Architect : Behnisch
- Réalisation : 1998



Photo 23 : Institut de recherche en agronomie a Wageningen.

2-Description :

Les architectes ont réussi à construire un bâtiment remarquable et généreux qui doit beaucoup à la maîtrise joueuse des matériaux semi –industriels grâce au rapprochement entre l'objet de recherche et son site. Cet institut montre que les serres se prêtent à bien d'autres usagers que de faire pousser des tomates.

3-Aspect urbain :

3-1/ La situation :

Le projet est situé dans la ville de Wageningen Pays-Bas sur une grande surface à côté des terrains agricoles.

Choix du terrain : le terrain est un site de recherche → la mission de l'institut de recherche est la rénovation et l'évolution des terrains agricoles.

3-2/ L'implantation :

1- Cet institut implanté au centre d'université des sciences de la vie Wageningen dans un site riche de verdure et dans un endroit très calme.



Photo 24 : vue sur le site d'implantation.

3-3 / L'orientation :

- L'orientation du centre de recherche lui permet un éclairage naturel plus que satisfaisant au NORD (les laboratoires sont orientés vers l'intérieur (jardin)).
- À l'EST et à l'ouest (les bureaux) et au centre (atrium qui permet l'accès de lumière de soleil).
- À la côte sud la bibliothèque, l'administration et le cafeteria.

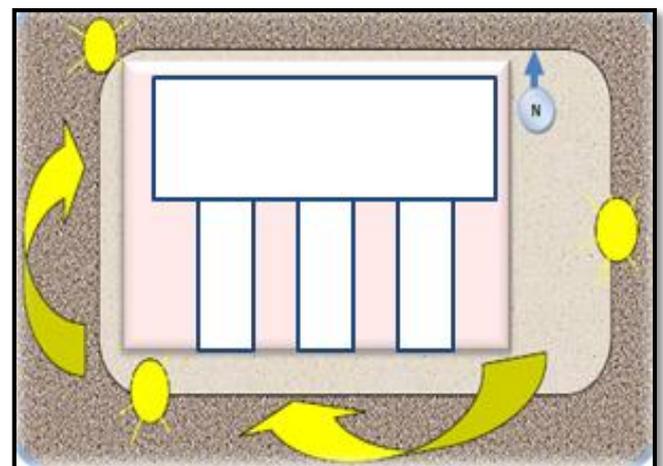


Figure 28 : Schéma d'orientation.

4- Aspect conceptuel :

4-1/ La volumétrie :

Le projet est conçu sous la forme d'un peigne, se composant de quatre parallélépipèdes dont le but est :

- L'intégration dans le site (forme simple)
- La facilité de la distribution spatiale par la composition linéaire.

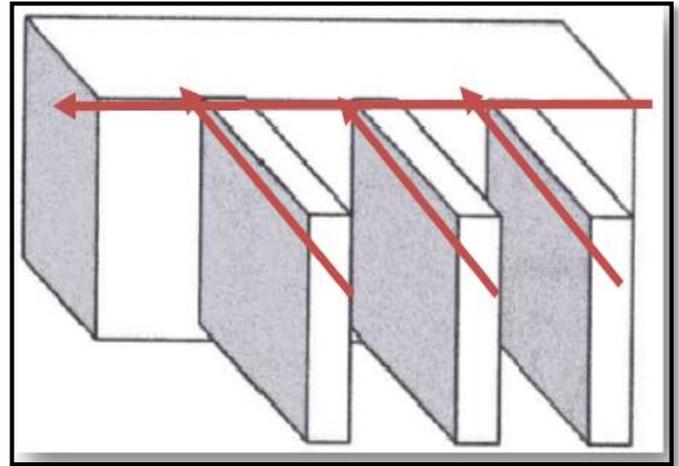
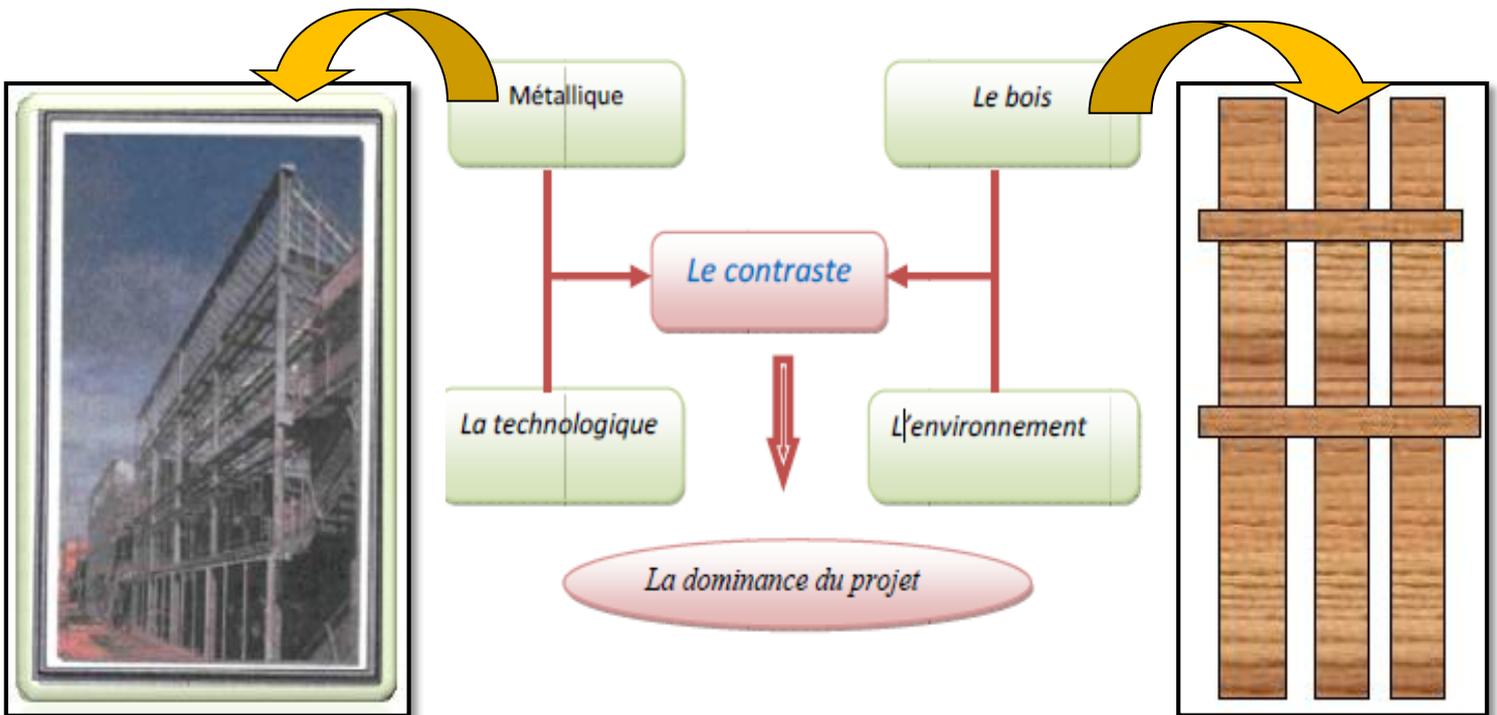
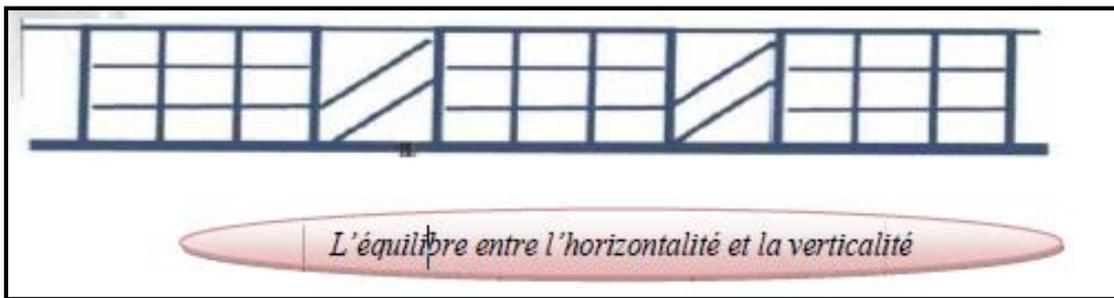


Photo 25 : La volumétrie.

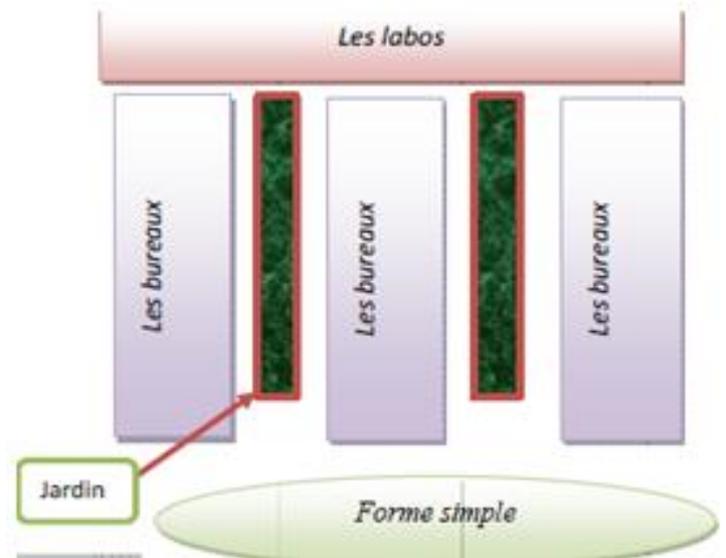
4-2/ Les façades :



5- Les relations spatiales et fonctionnelles :

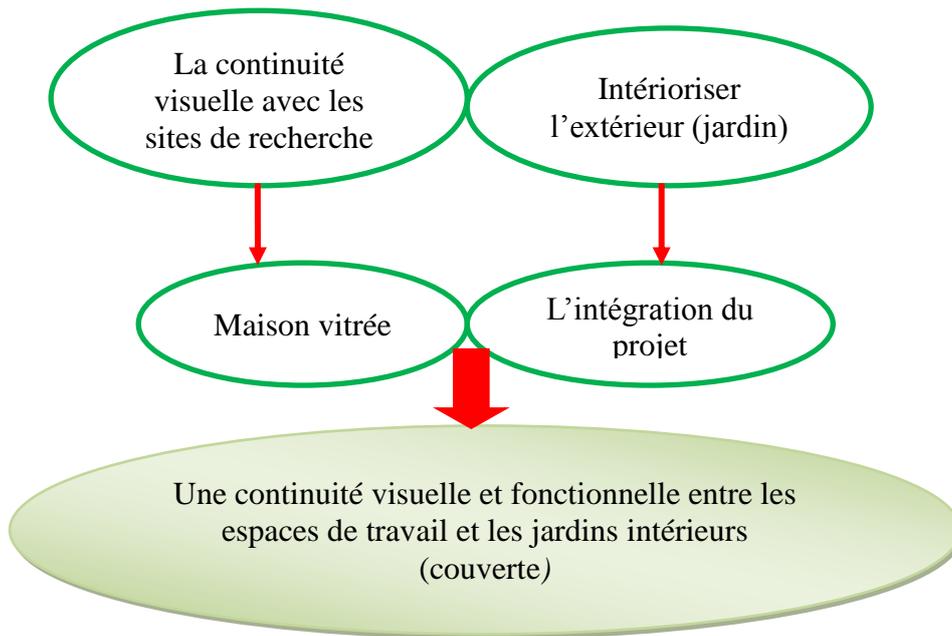
5-1/ Composition spatiale : Le projet est conçu sous forme de la lettre « E »

- Les laboratoires sont situés dans la côte nord du projet,
- Dans les trois parties parallèles on trouve les bureaux,
- Entre chaque deux partie, on trouve une cour (jardin intérieur),
- La bibliothèque, l'administration et le cafeteria sont situés dans le côté sud.

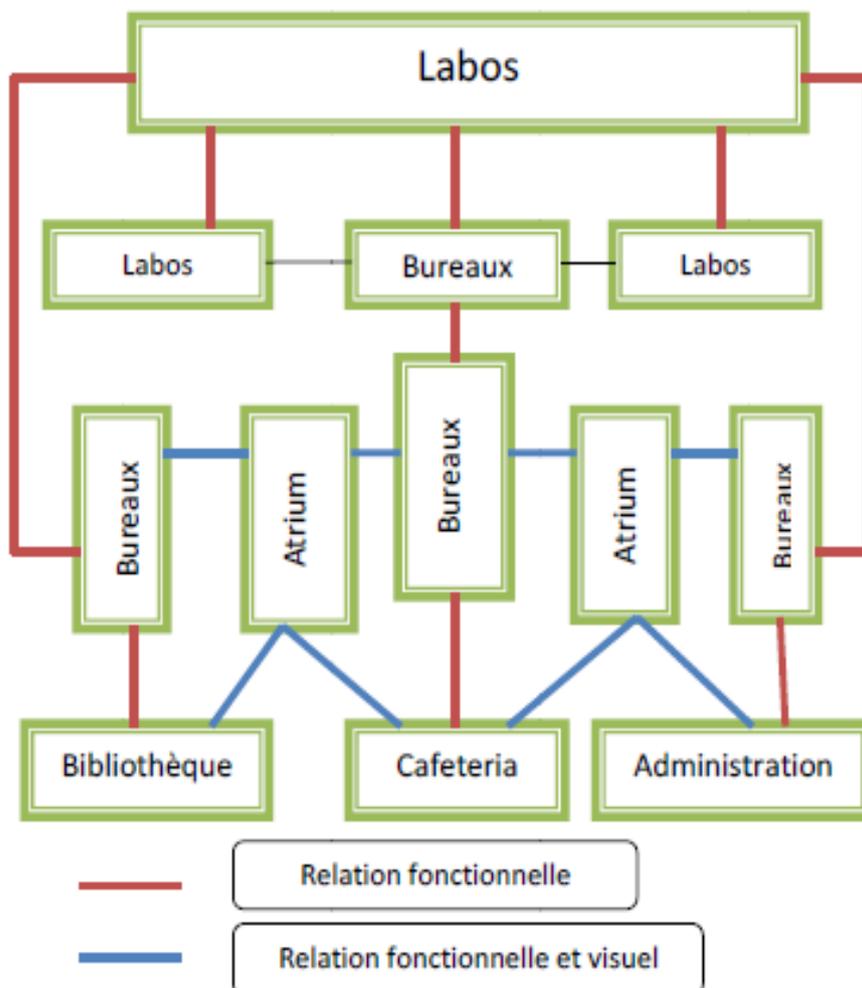


Liberté dans la conception spatiale et fonctionnelle

Relation intérieur –extérieur :

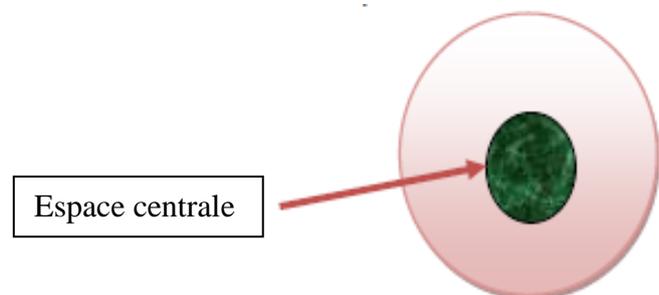


Relation fonctionnelle :



6-Synthèse :

- L'intégration du projet → interioriser l'extérieur et exterioriser l'intérieur (jardin intérieur couvert)
- L'utilisation de la transparence → Assurer la continuité visuelle avec le site de recherche.
- Une composition architecturale simple → Liberté dans la conception spatiale et fonctionnelle.
- La dominance du projet → Utilisation de la technologie (le High-tech).
- L'utilisation des espaces centraux → Animer le projet.



III. Exemple n°03 : Pôle d'innovation en micro-nanotechnologies MINATEC.

1 -Fiche Technique :

- Situation : L'Isère Grenoble.
- Architecte : Groupe 06 (Alaineyraud.)
- Mise en service : 2005.
- Capacité : 1000 étudiants, 2000 chercheurs, 1000 industriels.



Photo 26 : Pôle d'innovation en micro-nanotechnologies MINATEC

2-Description :

Créée en 2003 et intégrée à MINATEC, pôle d'innovation en micro-nanotechnologies, la SEM MINATEC Entreprises accueille au sein de son Bâtiment de Haute Technologie (BHT), des entreprises, grands groupes, PME-PMI, start-ups dans le cadre de projets collaboratifs avec des laboratoires publics.

3-Aspect urbain :

3-1/ La situation :

Située au sud-est au cœur d'un campus d'innovation mondial et d'une métropole, Grenoble, « capitale secrète de l'Europe pour l'innovation », elle bénéficie d'une situation stratégique et d'un environnement de qualité.

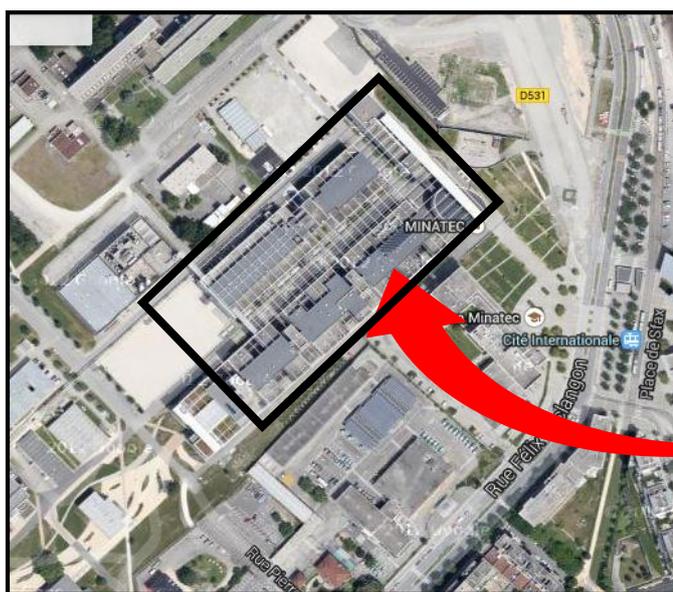


Figure 29 : La situation d'un pôle d'innovation en micro-nanotechnologies MINATEC.

3-2/ L'implantation :

Minatec est un complexe scientifique européen situé sur le polygone scientifique de Grenoble, ce complexe consacré aux nanotechnologies réunit au total plus de 4 000 personnes (2 400 chercheurs, 1 200 étudiants et 600 industriels).



Photo 27 : L'implantation d'un complexe.

3-3 /L'orientation :

L'orientation du Minatec lui permet un éclairage naturel plus que satisfaisant au NORD, à l'EST (Maison des micros et nanotechnologies) et même à l'OUEST (les labos de recherche).

Les laboratoires sont orientés vers l'intérieur (jardin) pour faciliter l'opération de recherche.

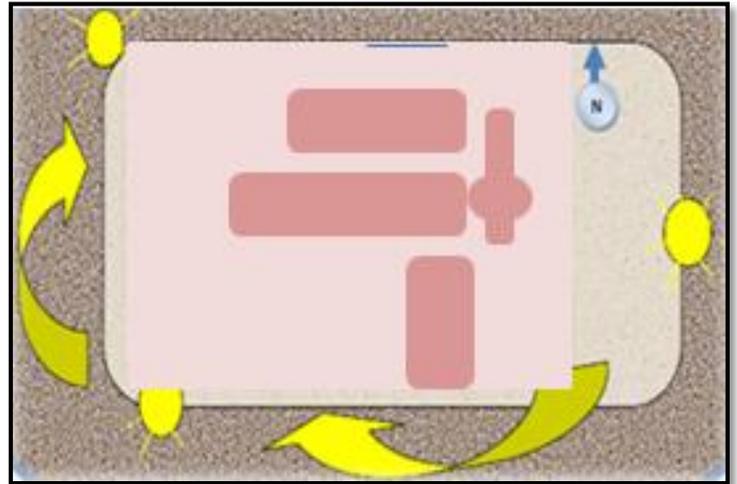


Figure 30 : Schéma d'orientation.

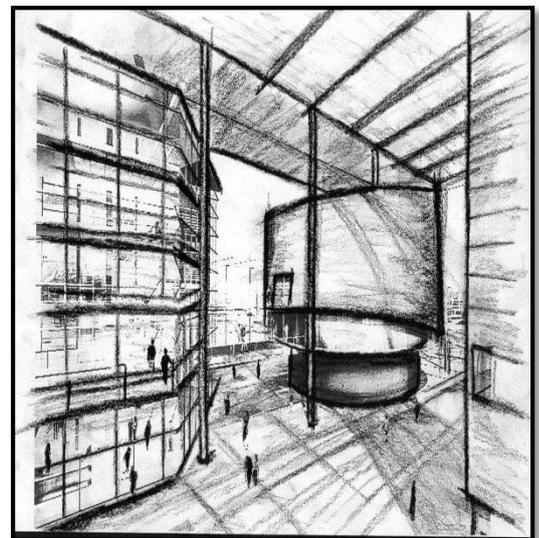
4- Aspect conceptuel :

4-1/ La volumétrie :

C'est la disposition des simples volumes avec des passerelles pour assurer la continuité des fonctions intérieures.

Le pôle forme un ensemble compact afin de favoriser la symbiose des différentes activités qui le composent.

Elément essentiel du pôle Minatec, la rue piétonne traverse du nord au sud. Autour de cette rue se concentrent les principales activités du site. Elle est à la fois espace de distribution, lieu de rencontre et de détente. Les toiles tendues au-dessus des entrées, l'ombre et la lumière tamisée.



4-2/ Les façades :

Les ouvertures sont placées dans un parfait alignement horizontal.

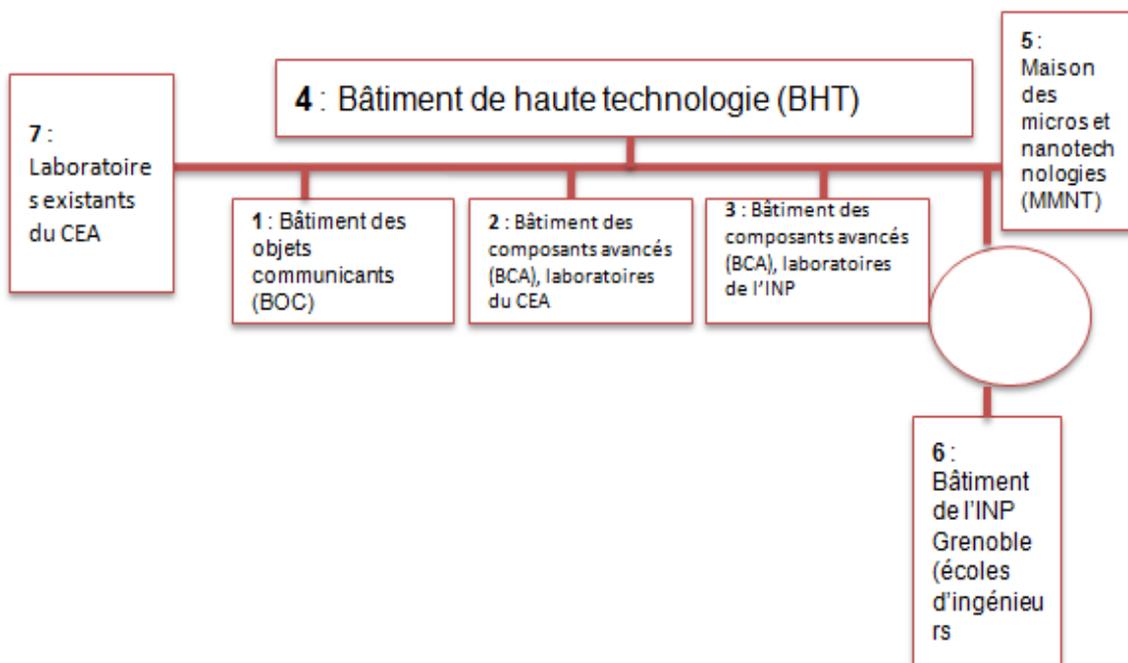
Pour faire l'équilibre entre l'horizontalité et la verticalité.



Photo 28 : photo qui présente les ouvertures du le complexe.

5 - Aspect fonctionnelle et technique :

5-1/ Organigramme fonctionnelle :



Programme et fonctionnement :

44000 m² de bâtiments répartis sur 8 hectares de terrain.

Le projet définit plusieurs plateformes à l'intérieur d'un même site ; chacune accueille un domaine bien particulier (enseignement, recherche, valorisation) pour assurer la continuité entre les trois domaines, des passerelles ont été aménagées à différents endroits afin d'établir un lien entre certains bâtiments.

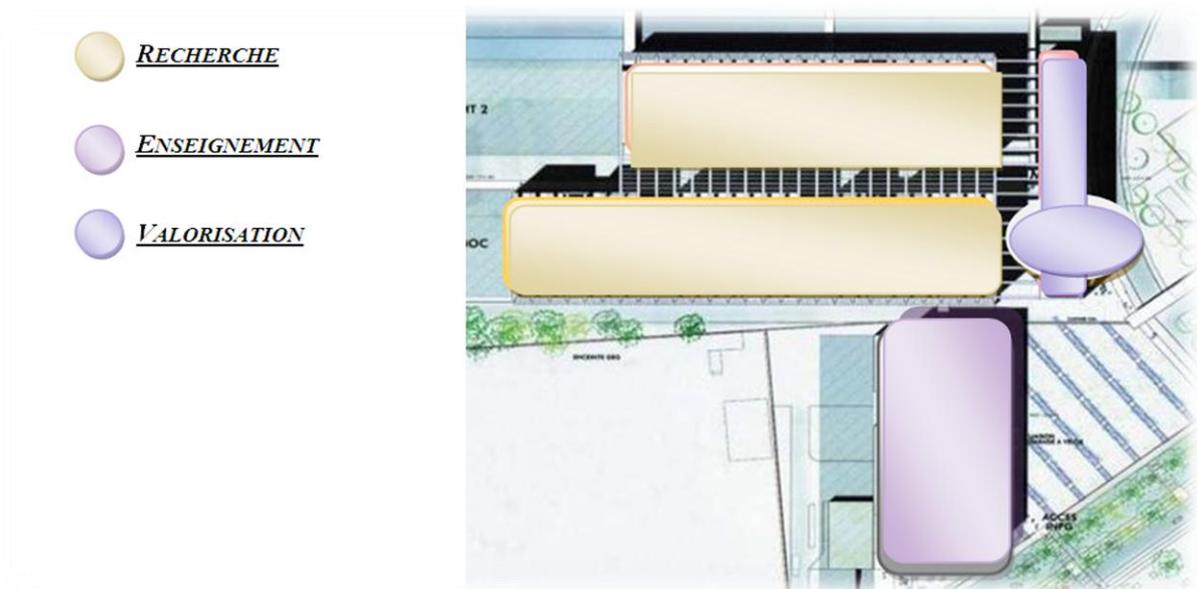


Figure 31 : La composition de l'équipement.

Installation :

- 2.000 m² de salles blanches.
- 20.000 m² de laboratoires de haute technologie (caractérisation, tests physiques et électriques, conception de composants et systèmes).
- 2 écoles d'ingénieurs (9.000 m²),
- Un centre de formation continue en microélectronique et microsystèmes.
- Un centre de promotion et d'animation du pôle dans la Maison des Micro et Nanotechnologies (amphithéâtre de 400 places).
- Un restaurant universitaire.



Figure 32 : Les différents espaces du centre.

- 1 : Bâtiment des objets communicants (BOC)
- 2 : Bâtiment des composants avancés (BCA), laboratoires du CEA
- 3 : Bâtiment des composants avancés (BCA), laboratoires de l'INP
- 4 : Bâtiment de haute technologie (BHT)
- 5 : Maison des micros et nanotechnologies (MMNT)
- 6 : Bâtiment de l'INP Grenoble (écoles d'ingénieurs)
- 7 : Laboratoires existants du CEA

IV. Exemple n°04 : Centre de développement des satellites à bir el djir-Oran.

1 -Fiche Technique :

Maitre de l'ouvrage : Agence spatiale algérienne "ASAL".

Maitre d'œuvre : M+W Zander.

Date de démarrage des travaux : le 03/12/2008.

Délai de réalisation : 18mois.



Photo 29 : Le centre de développement des satellites à bir el djir-Oran.

2-Description :

Le Centre de développement des satellites (CDS, l'une des entités opérationnelles de l'Agence nationale spatiale (ASAL), est destiné à concevoir et à développer localement des outils spatiaux qui seront mis au service du développement économique, social et culturel du pays.

3-Aspect urbain :

3-1/ La situation :

Le centre de développement des satellites situé dans le côté nord de la ville de Oran - Algérie, à proximité de l'université des sciences et technologies.

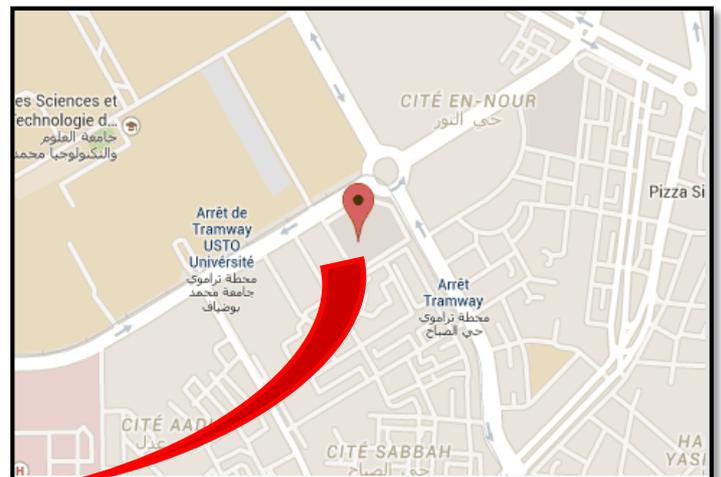


Figure 33 : La situation du centre.

3-2/ L'implantation :

Son implantation au niveau du pôle technologique d'Oran, à proximité de l'université des sciences et technologies Mohamed Boudiaf, traduit le souci de complémentarité entre les secteurs de la recherche de pointe et celui de l'enseignement supérieur.



Photo 30 : L'implantation du centre.

Le projet est implanté en recule pour le protéger du bruit de la route par l'aménagement du parking et des espaces verts.

L'espace de valorisation est implanté sur la partie bruyante exposée au public.

3-3 /L'orientation :

La bonne orientation du centre de recherche lui permet un éclairage avec l'utilisation des murs vitrés dans les unités de recherche et les laboratoires sont orientés vers l'intérieur (jardin) au côté sud,

Au nord (salle de conférence) et même à l'OUEST (satellite).

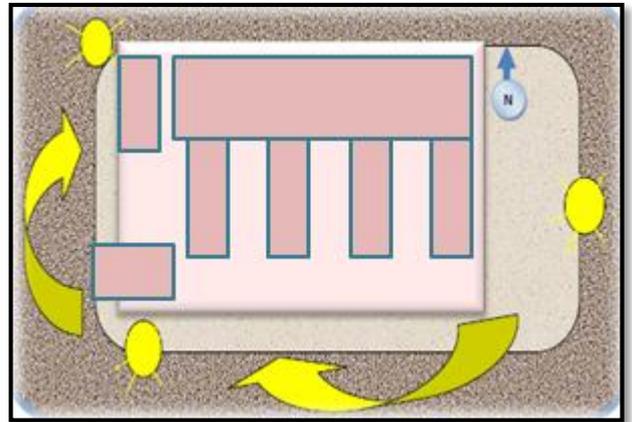


Figure 34 : Schéma d'orientation.

4- Aspect conceptuel :

4-1/ la volumétrie :

Le projet est conçu avec des formes simples 5 parallélépipèdes et le but de cette composition est :

- L'intégration dans le site (forme simple).
- La facilité de la distribution spatiale.
- Assurance de la continuité des fonctions intérieures.
- Le centre forme un ensemble compact afin de favoriser la symbiose des Différentes activités qui le composent.

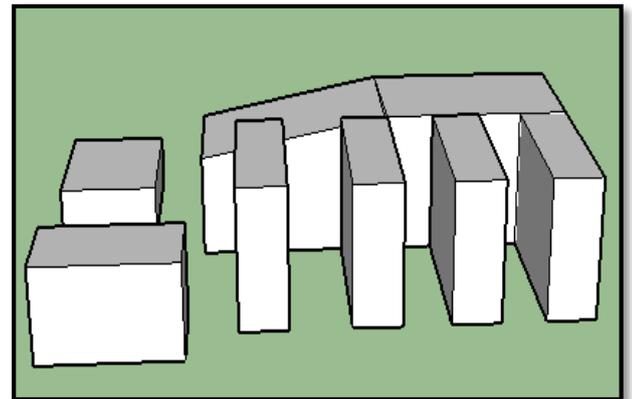


Photo 31 : La volumétrie.

4-2/ Les façades :

L'emplacement des ouvertures a un parfait alignement horizontal Permet la réalisation d'un équilibre entre l'horizontalité et la verticalité avec utilisation des plaques préfabriquées sur la façade.



Photo 32 : La façade principale.

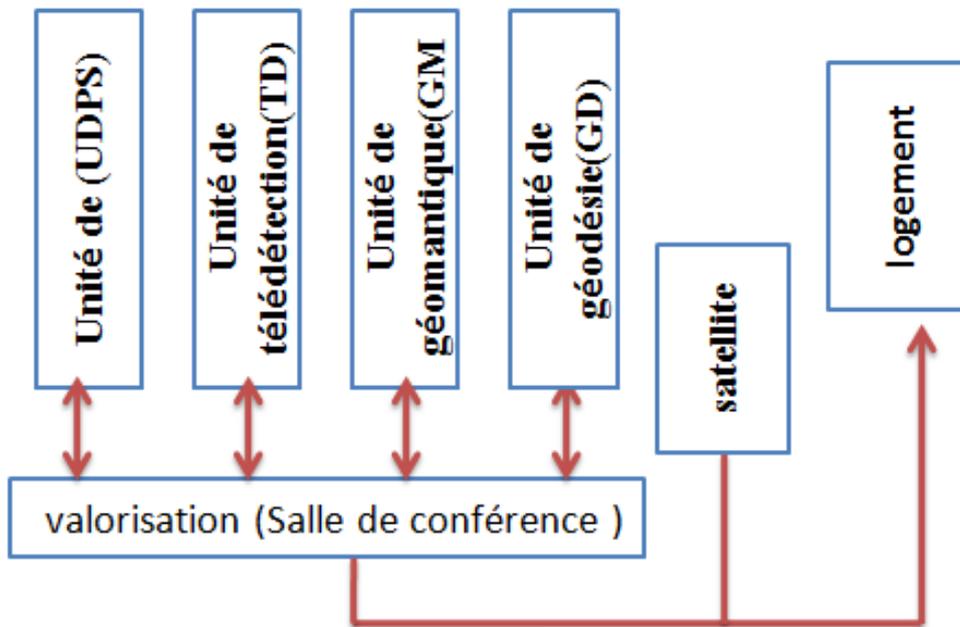
5 - Aspect fonctionnelle et technique :**5-1/ Organigramme fonctionnelle :**

Figure 35 : Les différents espaces.

- | | |
|------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1 : La valorisation(les salles de conférence). | 5 : Unité de télédétection(TD). |
| 2 : satellite. | 6 : Unité de (UDPS). |
| 3 : Unité de géodésie(GD). | 7 : Habitat des fonctionnaires. |
| 4 : Unité de géomantique(GM). | |

V. Exemple n°05 : Institut national de l'énergie solaire.

1 -Fiche Technique :

- Situation : Savoie techno lac France
- Architecte : Bernard maillet
- Mise en service : 2012
- Capacité : 500 personnes
- Surface : 22000m²



2-Description :

L'INES est le centre français de référence dans le domaine du solaire, il est situé à savoir techno lac.

L'INES a construit son premier bâtiment en 2005. Il aura terminé son extension en 2012 pour atteindre une dimension européenne .Il regroupera à terme plus de 500 personnes sur un site de 22000 m².

3-Aspect urbain :

3-1/ La situation :

Située en France dans la commune du Bourget-du-Lac au département de la Savoie en région Rhône-Alpes. Bourget-du-Lac situé à l'est sud de France.



Figure 36 : La situation d'institut national de l'énergie solaire

3-2/ L'implantation :

Il est implanté au Bourget du lac sur le technopôle de Savoie Technolac, à proximité de Chambéry. Le choix de la région Rhône alpes était justifié comme un territoire privilégié par un réseau particulièrement dense d'acteurs de référence dans ces domaines : industriels, chercheurs collectivités locales, et associations.



Photo 33 : L'implantation de l'institut.

3-3 /L'orientation :

L'orientation de l'institut de recherche lui permet un bon éclairage avec l'utilisation des murs vitrés dans les espaces de recherche qui sont orientés vers l'intérieur (jardin) au côté sud-ouest.

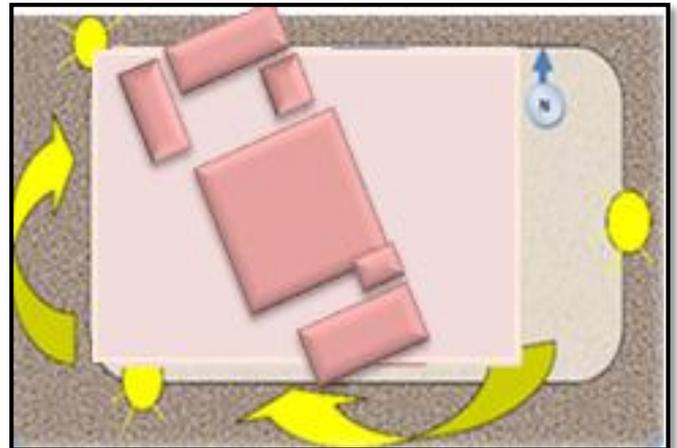


Figure 37 : Schéma d'orientation.

4- Aspect conceptuel :

4-1/ la volumétrie :

C'est une composition linéaire, chaque bâtiment est séparé de l'autre.

C'est la disposition du simple volume avec des passerelles pour la continuité des fonctions intérieures.

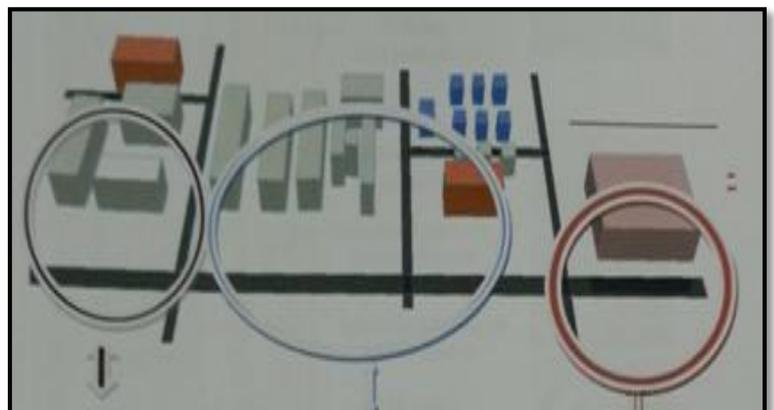


Photo 34 : La volumétrie.

4-2/ Les façades :

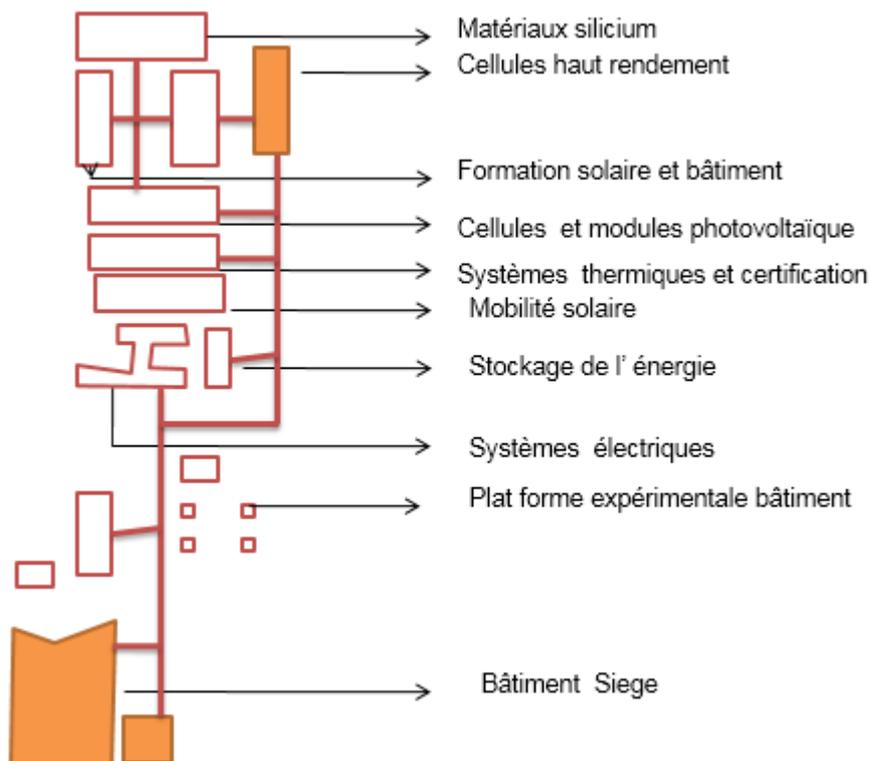
L'architecte a utilisé de moderne type de façade qui montre la nouvelle technologie avec l'emplacement des ouvertures a une parfait alignement horizontal qui Permet de donner l'équilibre entre l'horizontalité et la verticalité avec l'utilisation des plaques préfabriquées dans la façade.



5 - Aspect fonctionnelle et technique :

5-1/fonctionnement et Programme :

Le projet définit plusieurs plateformes à l'intérieur d'un même site ; chacun accueille un domaine bien particulier (enseignement, recherche, valorisation).



Le programme :

Figure 38 : Le programme.

1	Hélios : Siège administratif, formation et évaluation, solaire organique et bâtiment
2	Démonstrateurs expérimentaux : Energétique du bâtiment
3	Lynx 4 : Modules photovoltaïques
4	Lynx 2 : Stockage de l'énergie
5	Lynx 3 : Stockage et systèmes électriques
6	Puma 3 : Cellules solaires et solaire thermique
7	Puma 2 : Cellules solaires et solaire thermique
8	Alouette 3 : Matériau silicium
9	Gazelle : Matériau silicium
10	10/ Puma 1 : Matériau silicium
11	Ecureuil : Cellules haut rendement
12	La Base : Pépinière d'entreprises

VI. Exemple n° 06 : LYCEE KYOTO – POITIERS ZERO ENERGIE FOSSILE.

1 -Fiche Technique :

- Situation : Savoie techno lac France.
- Architecte : Equipe SCAU/TECHNIP/CEDRE.
- Surface : 18000m².
- Mise en service : 2009.



Photo 35 : Lycée Kyoto – Poitiers zéro énergie.

2-Description :

Lycée Kyoto « premier de l'après- pétrole 100% énergie propre ». Le « lycée Kyoto » est un lycée agricole de Poitiers, destiné à la formation tertiaire agricole et aux métiers de la restauration. Sa construction a débuté en novembre 2006 dans le quartier Saint-Éloi.

3-Aspect urbain :

3-1/ La situation :

Il est situé en France sur quartier saint Eloi. Poitiers ouest de France.

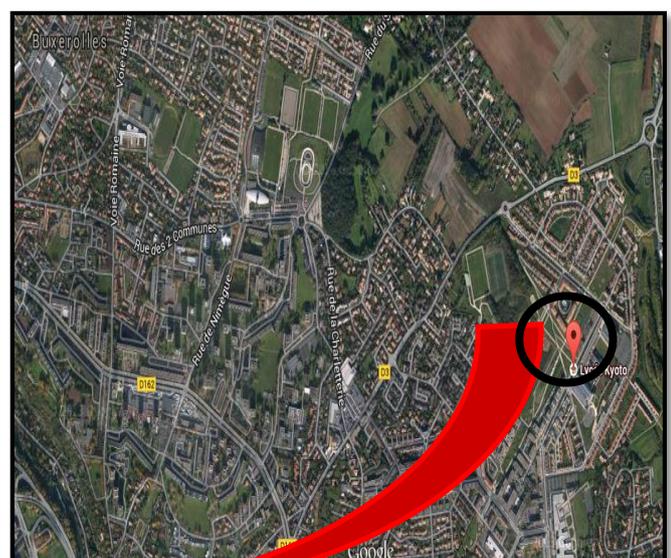
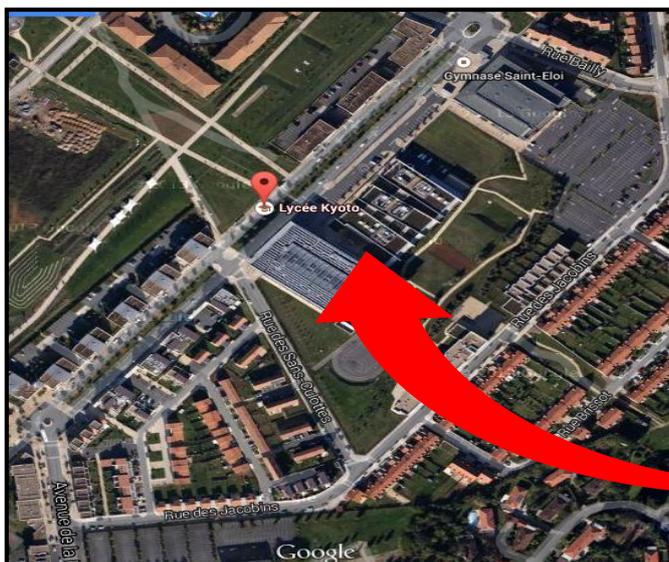


Figure 39 : La situation géographique du lycée.

3-2/ L'implantation :

Il est implanté dans un site riche de verdure (site naturel), Les besoins de recherche (calme concentration).



Figure 40 : L'implantation du lycée

3-3 /L'orientation :

La bonne orientation de lycée Kyôto lui permet un bon éclairage avec l'utilisation des murs vitrés dans les espaces et les murs en pierre pour diminuer le Transfert de chaleur de côté nord.

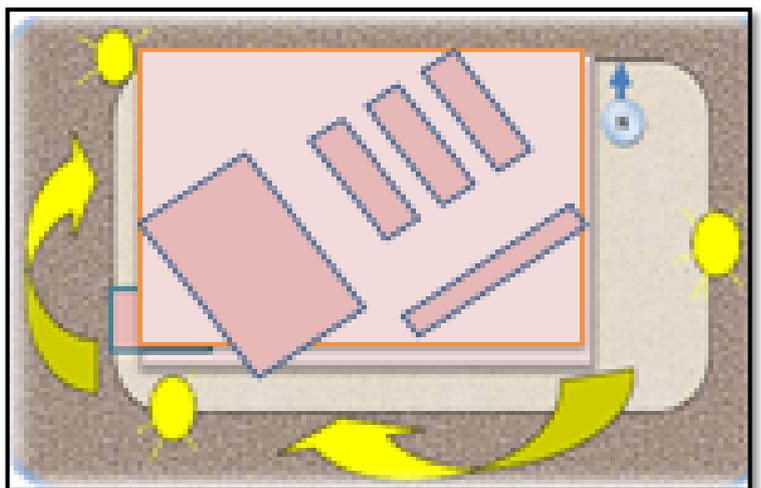


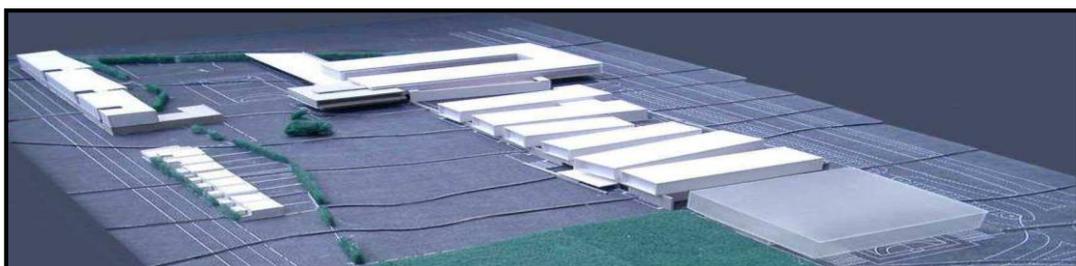
Figure 41 : Schéma d'orientation.

4- Aspect conceptuel :**4-1/ la volumétrie :**

C'est une composition linéaire avec des formes simples dans le but de l'intégration dans le site et la facilité de distribution spatiale.



Photo 36 : La volumétrie.



4-2/ Les façades :

L'architecte a utilisé de modernes types de façades qui montrent de nouvelles technologies avec l'emplacement des ouvertures à un parfait alignement horizontal qui permet de réaliser un équilibre entre l'horizontalité et la verticalité. Le bardage bois rappelle les claies des séchoirs à tabac.



Photo 37 : La façade principale d'un lycée.



5 - Aspect fonctionnelle et technique :

Programme :

Tranche ferme			Tranche conditionnelle	
Enseignement général	Salles de cours	621m ²	Formation continue	103m ²
Enseignement spécialisé	Informatique. Langues etc...	935m ²	/	/
Enseignement professionnel		2040m ²	/	/
Enseignement scientifique	/	1167m ²	/	/

Institut régional de qualité agroalimentaire		/	/	245m ²
Médiathèque CDI 6CDR	/	513m ²	/	/
Amphithéâtre, salle polyvalente socio-éducative socio-culturelle scolaire sport		2088m ²	/	148m ²
Administration	/	390m ²	/	/
Demi-pension	/	953m ²	/	/
Internat	54 chambres à trois lits	2358m ²	42 chambres à trois lits	1314m ²
Logements de fonction	7 logements	790m ²	1 logement	110m ²

Tableau 01 : Le programme qualitatif et quantitatif du lycée.

Techniques :

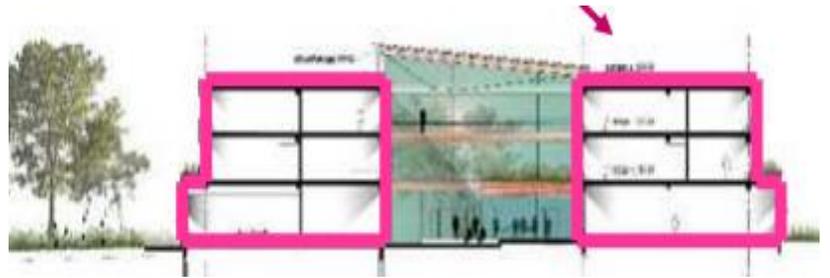
Conception bioclimatique :

- Isolation thermique
- Eclairage naturel
- Inertie thermique
- Atrium bioclimatique
- Ventilation naturelle
- Optimisation compacité
- Architecturale

Equipements techniques performants

- Régulation éclairage artificiel / naturel.
- Et occupation optimisation double flux performance d'équipements.

Solution architecturale
isolation renforcée,
compacité architecturale
Éclairage naturel.



REDUIRE LES BESIIONS : Enveloppe du bâti

Production de chaleur renouvelable
Production électrique renouvelable

Panneaux solaires
Photovoltaïques



Figure 42 : Schéma de produire de l'énergie renouvelable

Atrium

Un travail bioclimatique a été effectué notamment à travers la création d'un atrium au centre du bâtiment d'enseignement général.



Photo 38 : Un atrium.

Perspectif logement

L'enveloppe des bâtiments repose sur une épaisseur d'isolant importante, soit 20 cm de laine de verre, 5 cm de bois et 18 cm de béton.



Photo 39 : Un perspectif logement.

Intérieur couloir

De nombreux équipements "verts" participent à l'objectif zéro énergie fossile du bâtiment.

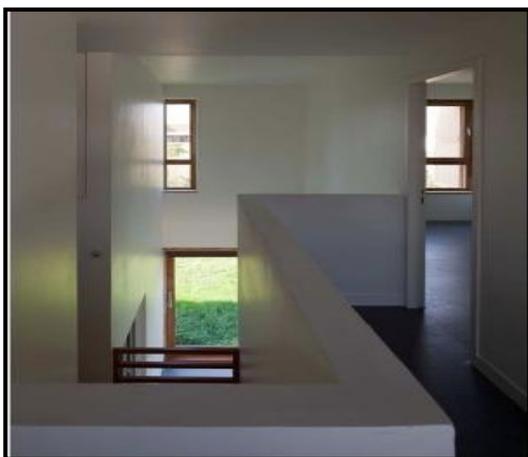


Photo 40 : Vue sur un couloir

Intérieur

L'architecture du lycée Kyoto privilégie la lumière naturelle.



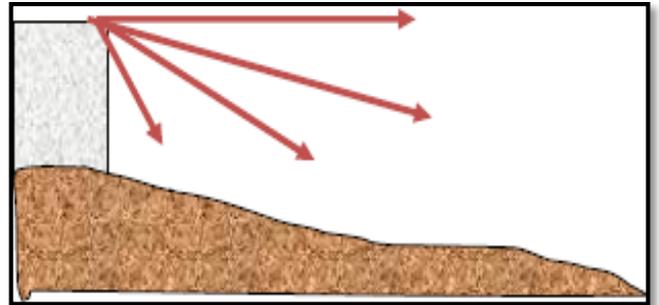
Photo 41 : Vue intérieur

Synthèse :

Après une analyse thématique on a conclu les points suivants :

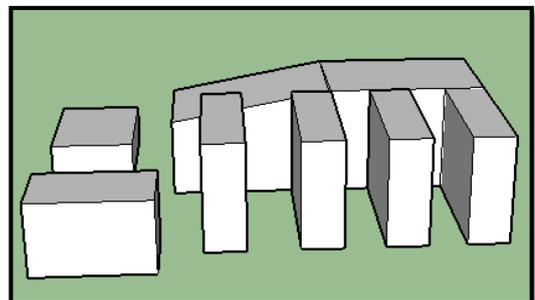
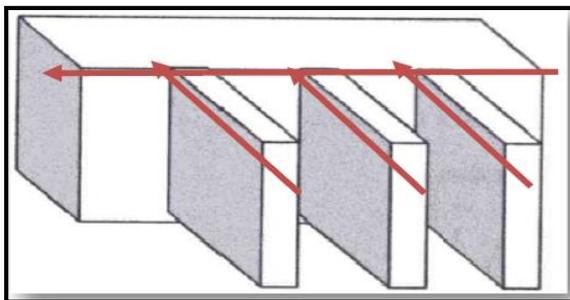
+ Implantation :

- L'implantation dans un site de recherche pour faciliter le changement fonctionnel
- Un site favorable sur le plan visuel (l'ouverture sur l'environnement).



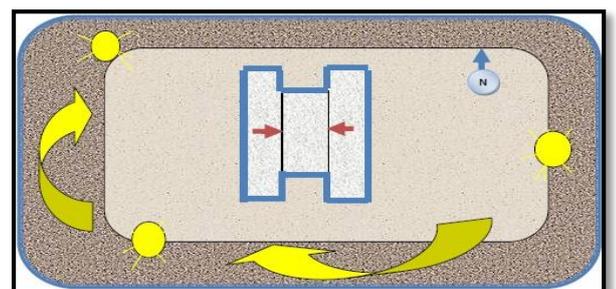
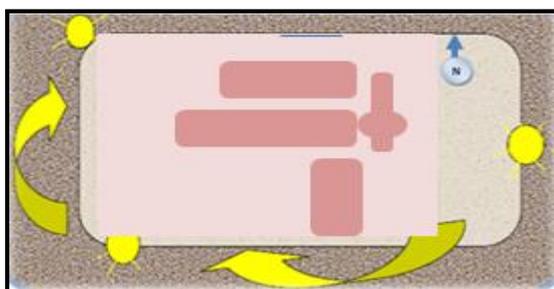
+ Volumétrie :

- Composition architecturale simple pour la liberté dans la conception spatiale et fonctionnelle ainsi que la facilité de d'intégration dans le site.
- Assure la continuité des fonctions intérieures.
- La forme d'un ensemble compact afin de favoriser la symbiose des différentes activités qui le composent.



+ Orientation :

- La meilleure orientation est celle du sud ou sud est qui permet un éclairage naturel des espaces.
- Les laboratoires sont toujours orientés vers les jardins ou à l'intérieur d'atrium.



✚ Façades :

- Utilisation des façades modernes qui utilisent les nouvelles techniques des façades bien orientées et isolent contre les vents et les rayons solaires.
- Des ouvertures avec un alignement horizontal pour faire un équilibre horizontalité/verticalité.



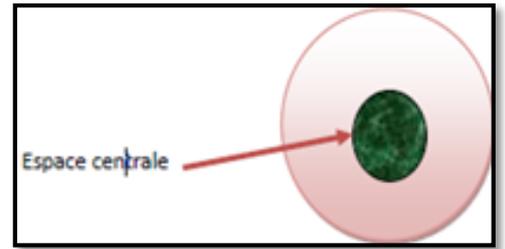
✚ Aspect fonctionnel et technique :

- L'intégration du projet → intérieuriser l'extérieur et extérioriser l'intérieur (jardin intérieur couvert).

L'utilisation de la transparence → assurer la continuité visuelle avec le site de recherche.

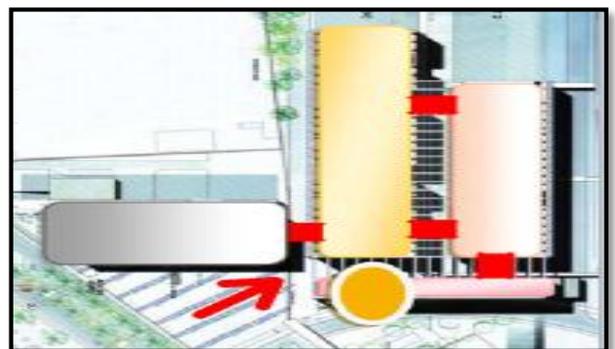
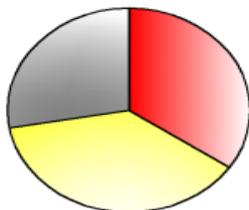
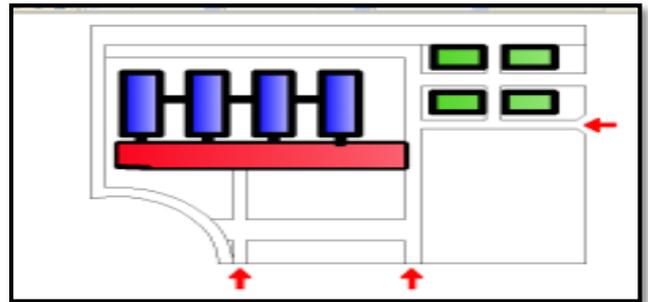
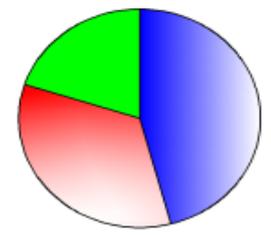


- L'utilisation des espaces centraux → animer le projet



Après une analyse thématique, on constate que chaque exemple est composé de trois (3) parties :

- **L'enseignement** : (activité purement pédagogique).
- **La recherche** : activité principale regroupant des fonctions de travail techniques et autres bureautiques.
- **La valorisation** (création) : les fonctions de contrôles, transferts de technologies et l'exposition au publique.



CHAPITRE IV

APPROCHE CONTEXTUELLE

I-Choix de ville :

Pourquoi la Wilaya De Tlemcen ?

La carte illustre le déséquilibre d’implantation d’unités de recherches en énergies renouvelables marqué par le manque régional de de la côte ouest algérien. Le choix de ville n’étant pas aléatoire prend en compte la situation géographique interne lui conférant un climat adapté à l’exploration de ce genre d’énergie.

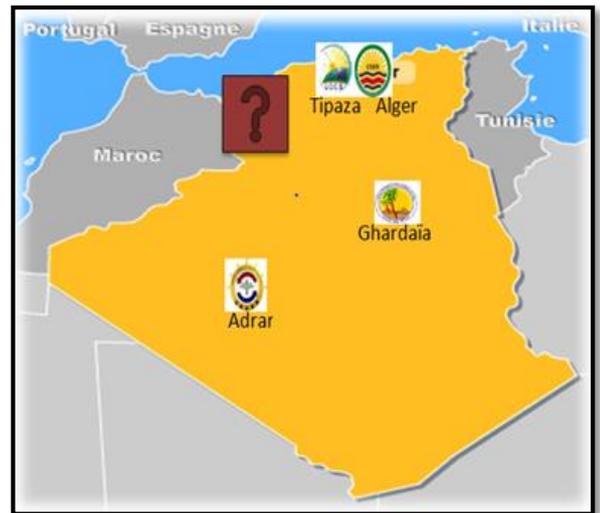


Figure 43 : répartition territoriale des centres de recherche des énergies renouvelables.
Source : Auteur.

II-Présentation générale de Tlemcen :

II-1/La situation de la ville de TLEMCEN :

II-1-1/ La situation internationale :

Tlemcen se situe au nord-ouest de l’Algérie. Elle représente une position stratégique (carrefour d’échange). TUNISIE (Est), MAROC (Ouest), EUROPE (Nord). AFRIQUE (Sud).



Figure 44 : La situation internationale.
Source. Encarta 2010

II-1-2/La situation régionale :

Tlemcen est située à 600km à l’Ouest de la capitale Alger. La wilaya est limitée par :

- La mer méditerranée au Nord.
- La wilaya d’Ain T’émouchent à l’Est.
- la wilaya de Sidi Bel Abbes à Sud –Est.
- La wilaya de Saida au Sud.
- Le Maroc à l’Ouest.

Superficie de 9017,69 Km².

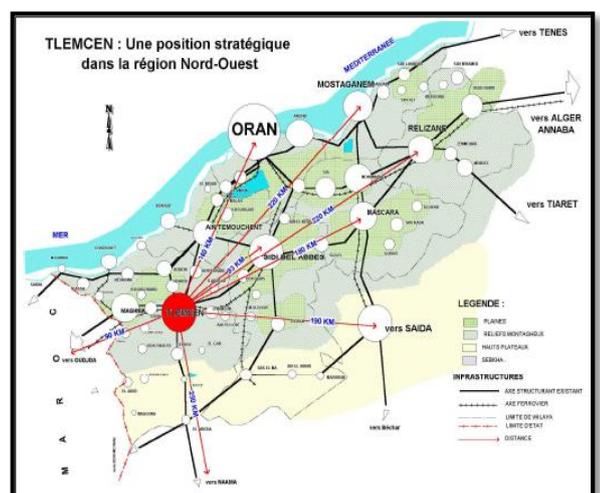


Figure 45 : La situation régionale.
Source. Encarta 2010

II-1-3/La situation locale :

Le groupement de Tlemcen se situe au centre de la wilaya .Conformément au dernier découpage administratif du territoire national, la Wilaya de Tlemcen regroupe actuellement 20 Daïras et 53 Communes.

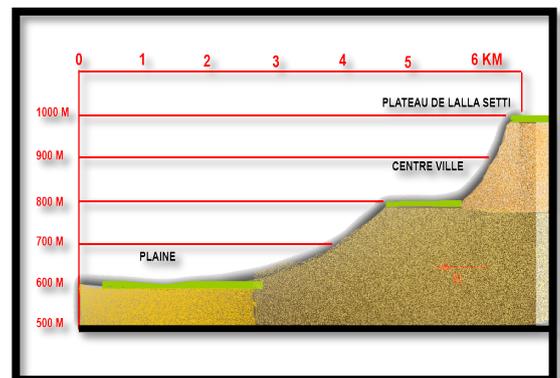


Figure 46 : La situation locale.

Source. Encarta 2010

La climatologie :

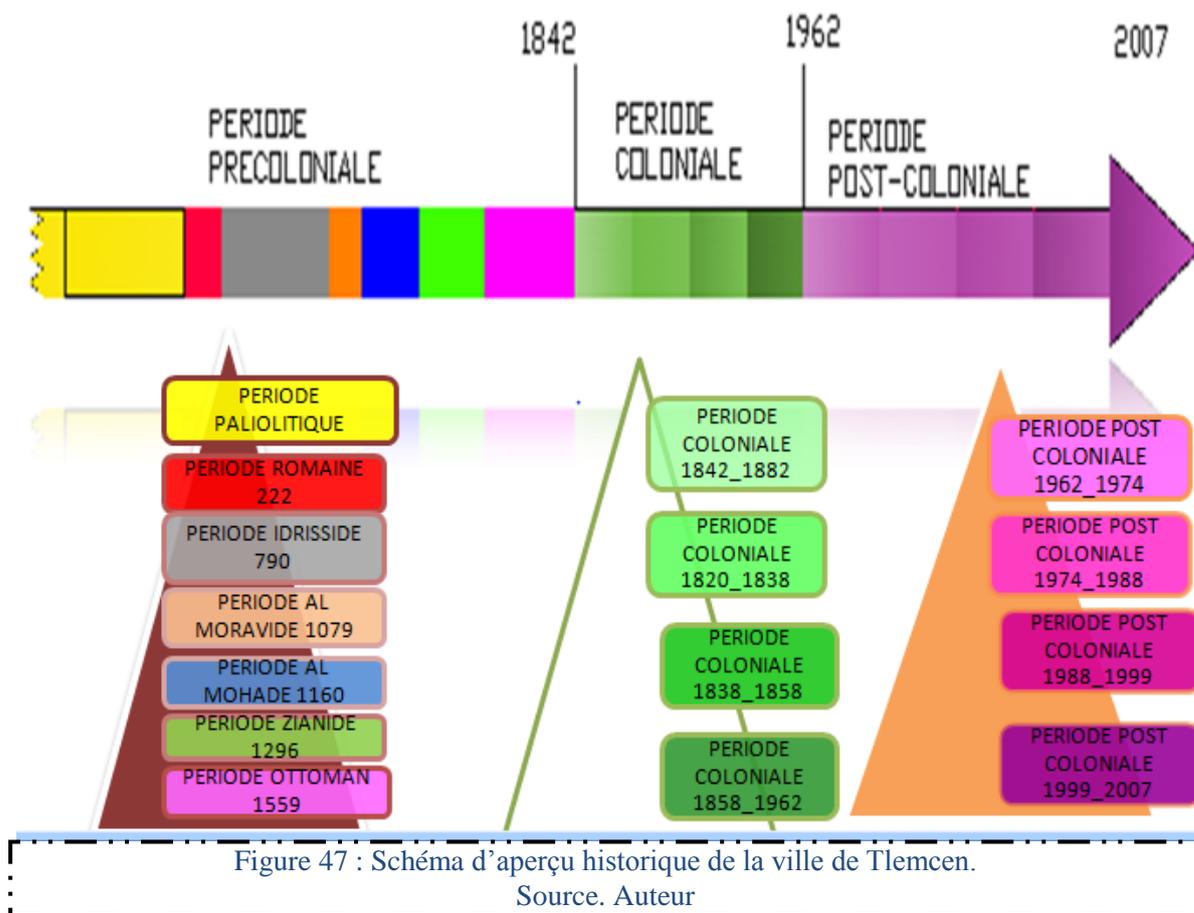
- Latitude : 34° 52' 42 N.
- Longitude : 1° 18' 54 W.
- Altitude : 1032 mètres.



III- Lecture de la ville de TLEMCEN :

III-1/ Aperçue historique :

Tlemcen est l'une des plus anciennes villes, elle est passée par (03) grandes périodes : période précoloniale, coloniale et post coloniale. Pendant chacune des périodes, elle a connu des évolutions plus ou moins importantes qui ont laissé leurs empreintes sur les caractères de la ville.



III-2/ Analyse de milieux physique :

+ La topographie :

La ville de Tlemcen est caractérisée par la diversité des paysages et la multitude des formes de relief. Quatre grands ensembles physiques peuvent être distingués :

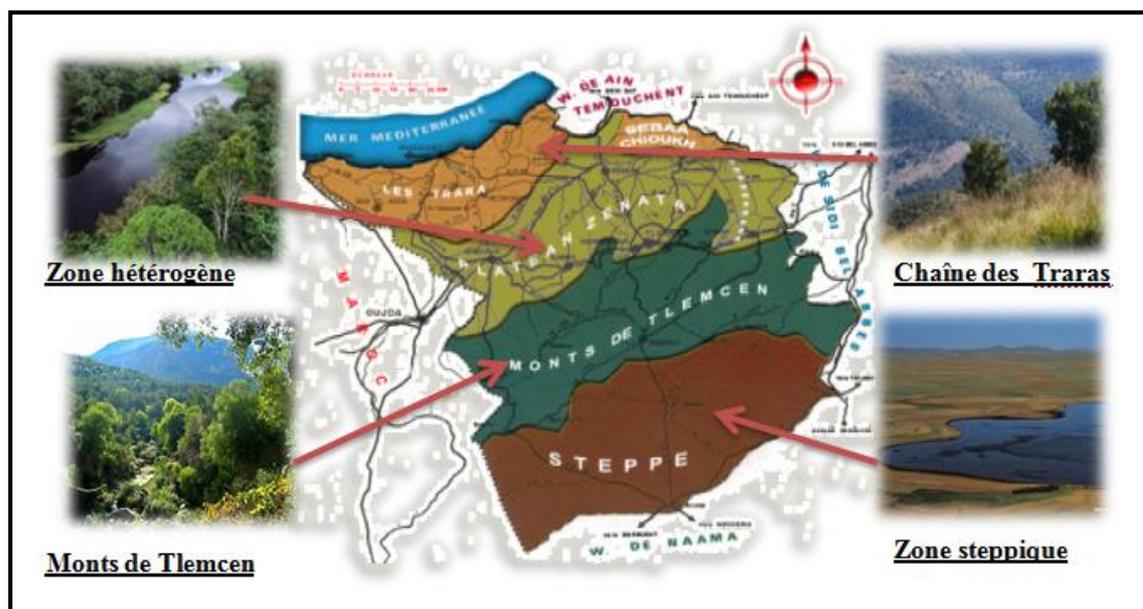


Figure 48 : La carte géographique qui présente la topographie de la ville de Tlemcen.

III-3/ L'accessibilité :

Tlemcen dispose d'une part d'un réseau routier interagglomération repérable selon la classification administrative en : route nationale RN, chemin de wilaya CW et chemins communaux ou vicinaux CV et d'autre part d'un réseau interne a chaque agglomération classé en voiries urbaines :

- voies primaires.
- voies secondaires .
- voies tertiaires.

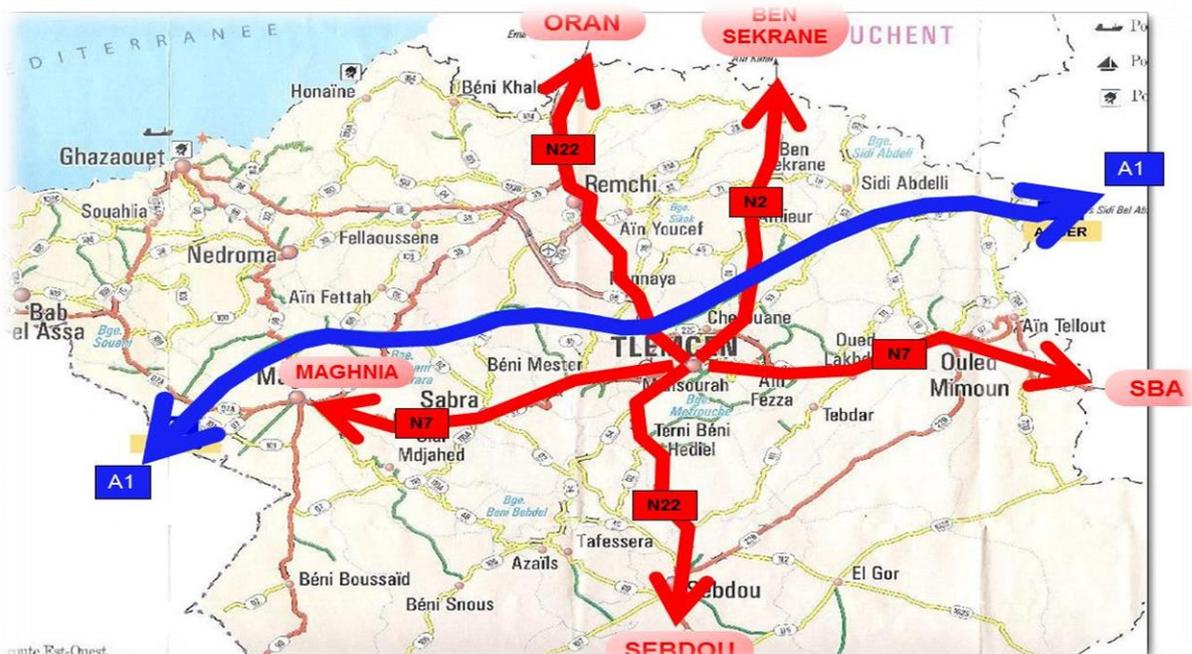


Figure 49 : La carte géographique qui présente l'accessibilité de la ville de Tlemcen.

- **RN 7** : Relie le Maroc, Tlemcen et Sidi Bel Abbés à l'Est.
- **RN 7A** : Relie Marsa Ben M'Hidi à Meghnia.
- **RN 98** : Relie Ghazaouet à Tlemcen.
- **RN 2** : Traverse Tlemcen vers Ain Temouchent jusqu'à Oran.
- **RN 99** : Relie Maghnia à El Aricha, Naâma, Saïda et Ain Safra.
- **RN 22** : L'axe le plus important qui relie le Nord au Sud : De Beni Saf à Méchria en passant par Remchi, Hennaya, Tlemcen, Sebdo et El Aricha sur 130km.
- **RN 13** : Débute d'El Aricha vers Telegh, puis vers Sidi Bel Abbés.

IV- L'analyse climatique :

Le climat de Tlemcen de type méditerranéen se caractérise par deux saisons contrastées.

- La première : allant d'Octobre à Mai où se concentre le gros volume des précipitations.
- La deuxième : allant de Mai à Septembre est nettement sèche (grand chaleur 27°C à 35°C).

Les précipitations sous forme de neige sont :

- Les ressources minières :

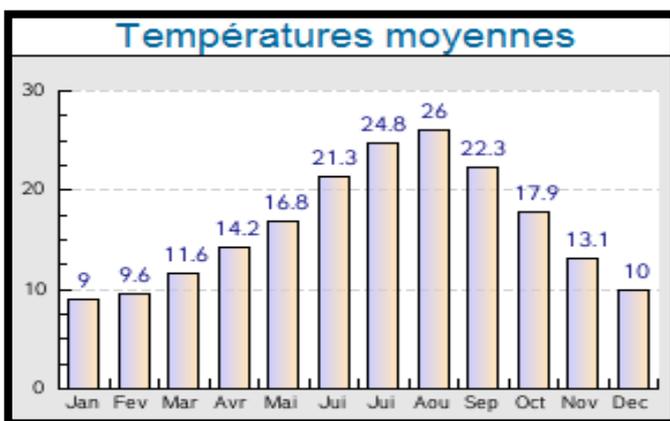


Figure 50 : La température moyenne.

Source : service météorologique de l'aérogare Mésali el hadj -Tlemcen-

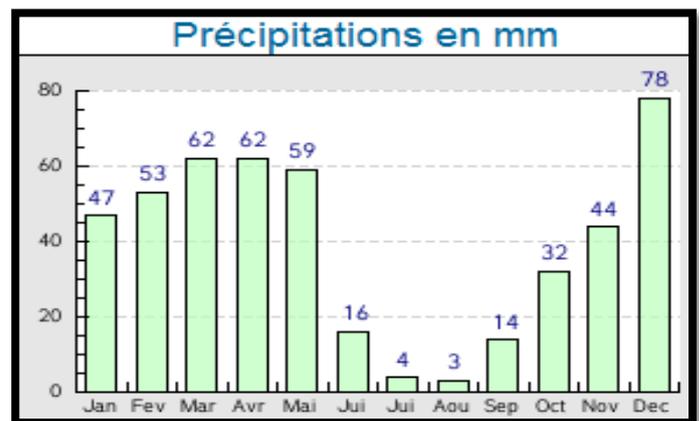


Figure 51 : La précipitation.

Source : service météorologique de l'aérogare Mésali el hadj -Tlemcen-

Tlemcen est une ville très riche en matière des minéraux car elle contient dans chaque zone qu'elle entoure au moins une matière par exemple :

- AIN FEZZA (travertins).
- OUED LAKHDER (argile pour brique et tuile).
- BNI MESTER (métallurgie).

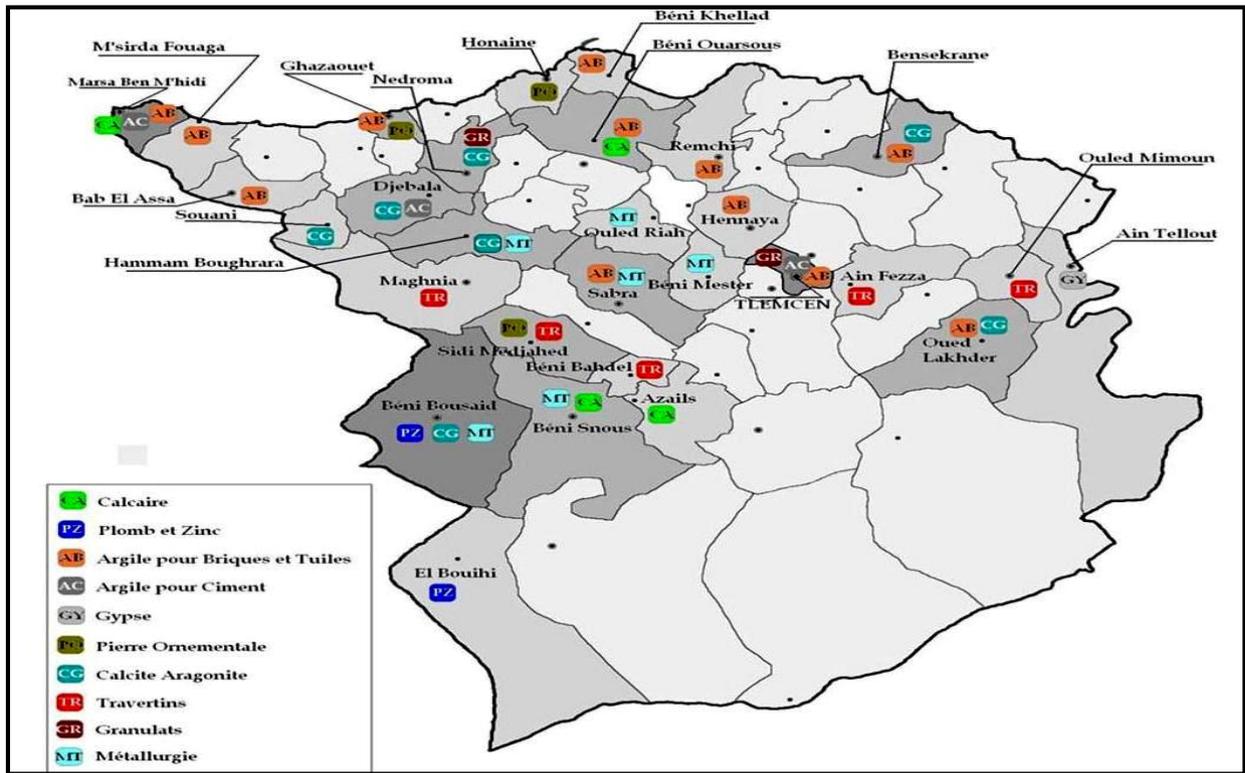


Figure 52 : Les différentes matières minérales de la ville de Tlemcen.

V- Etude démographique :

En terme de poids démographique la population évolue selon un rythme d'accroissement relativement élevé.

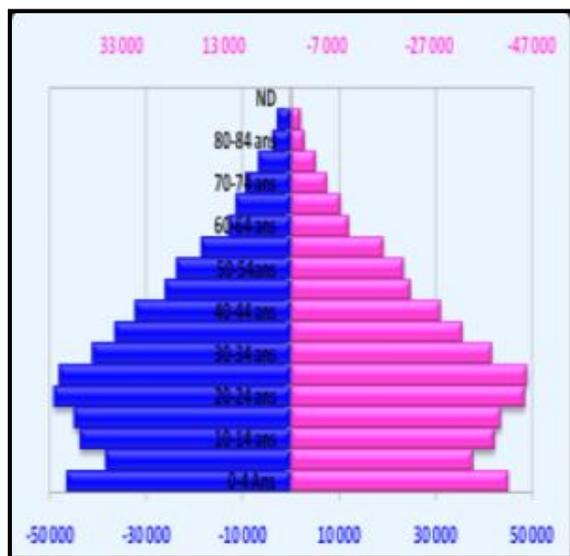


Figure 53 : Répartition de la population par sexe.

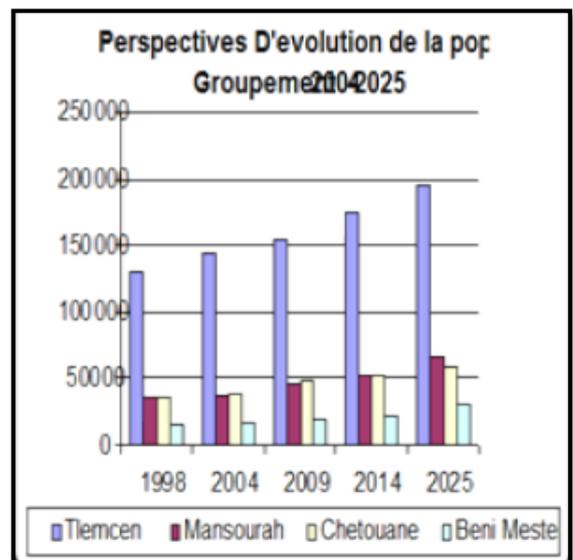


Figure 54 : Perspectives d'évolution de la population par groupement 2004-2025.

D'ici l'an 2025, le groupement des communes de Tlemcen, Mansourah, Chetouane et Beni Mester compterait un volume de population de l'ordre de 350000 habitants, soit un complément de 113000 habitants par rapport à la population de 2004 et un taux d'urbanisation de 92%.

VI-Présentation de site :

VI-1/ La situation :

La zone d'étude se trouve à l'entrée de la ville de Tlemcen du côté nord ouest, elle fait l'un des vastes programmes d'extensions mené à partir des années 80.



Figure55 : La carte géographique de Tlemcen.

VI-2/ Les critères de choix du site: Pour le choix du site, on s'est basé sur certains critères parmi eux :

- La facilité d'accessibilité au terrain.
- La nature du terrain facile pour éviter tout surplus budgétaires.
- Les conditions climatiques les plus favorables (ensoleillement, vent, température...).
- La proximité de l'aéroport pour les déplacements rapides.
- Une surface importante du terrain.
- Ensoleillement favorable pour l'exploitation de l'énergie solaire photovoltaïque et thermique.
- La présence du réseau de voiries.
- une grande superficie pour profiter de grands champs d'essais.
- une visibilité appréciable et une accessibilité au site .
- Le terrain assure le regroupement des différentes unités de recherche situées en nord et ouest ainsi que la proximité des facultés des sciences à l'est permettant une coordination efficace .

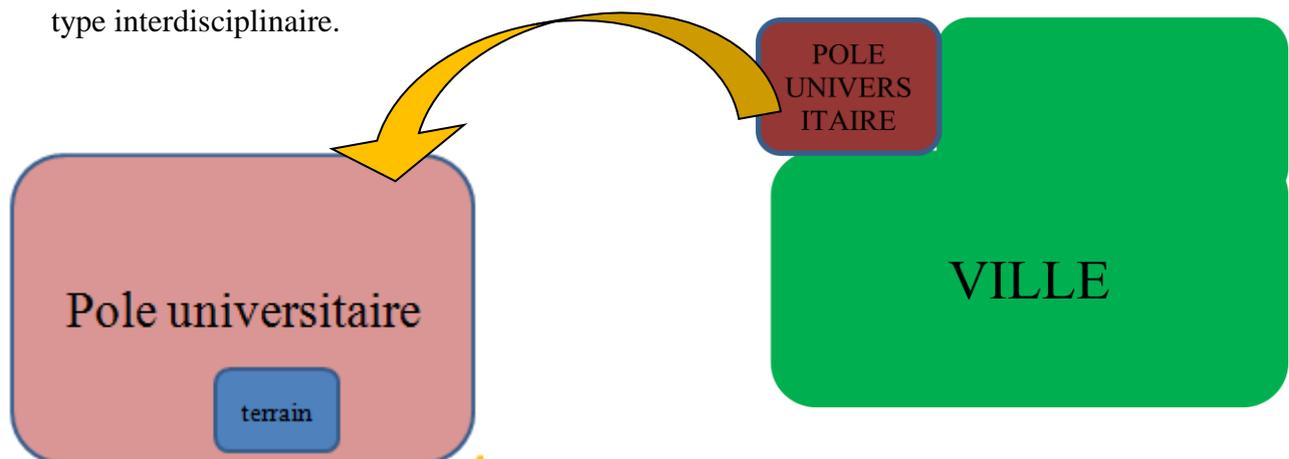
- ✚ Le terrain situé au sud de pole universitaire de Tlemcen, qui se trouve a proximité de Rocade qui relie le Nord-Ouest de Tlemcen avec le Nord-Est de Tlemcen.



Figure 56 : La situation de terrain.

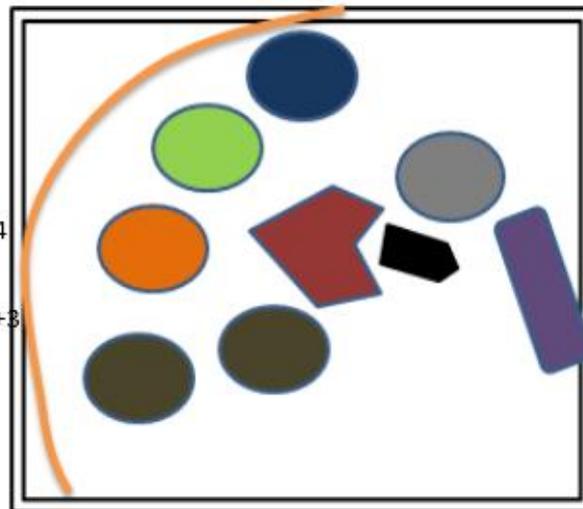
✚ Pourquoi le nouveau pole universitaire ?:

Comme il a été cité précédemment dans la partie théorique, la situation de pole au périphérique de la ville procure le calme et fournit le climat convenable pour le bon déroulement des activités de recherche. L'implantation de cette unité au sein d'une faculté rassemblant plusieurs départements permet le contact permanent avec les acteurs du domaine du savoir étudiant / personnel encadrant et d'autre part favorise travaux de recherche de type interdisciplinaire.



VI-3/ Analyse de l'environnement:

-  Terrain proposer
-  Faculté de science R+4
-  Des unités de recherche encore R+1 a R+4
-  Des unités de recherche projeter R+1 a R+3
-  Faculté de science de la nature R+4
-  Faculté des langue arabe R+3
-  Faculté des langues étranger R+4
-  Résidence universitaire R+4



VI-4/ Limites du terrain :

Le terrain est limité du coté Nord par un laboratoire de recherche , et Sud par une voie mécanique , et des terrain projeté pour des projet des unité de recherche , du coté Est par une faculté des sciences et du coté Ouest par une voie mécanique projetée et des projet encore de realisation <<des unités de recherche>>.

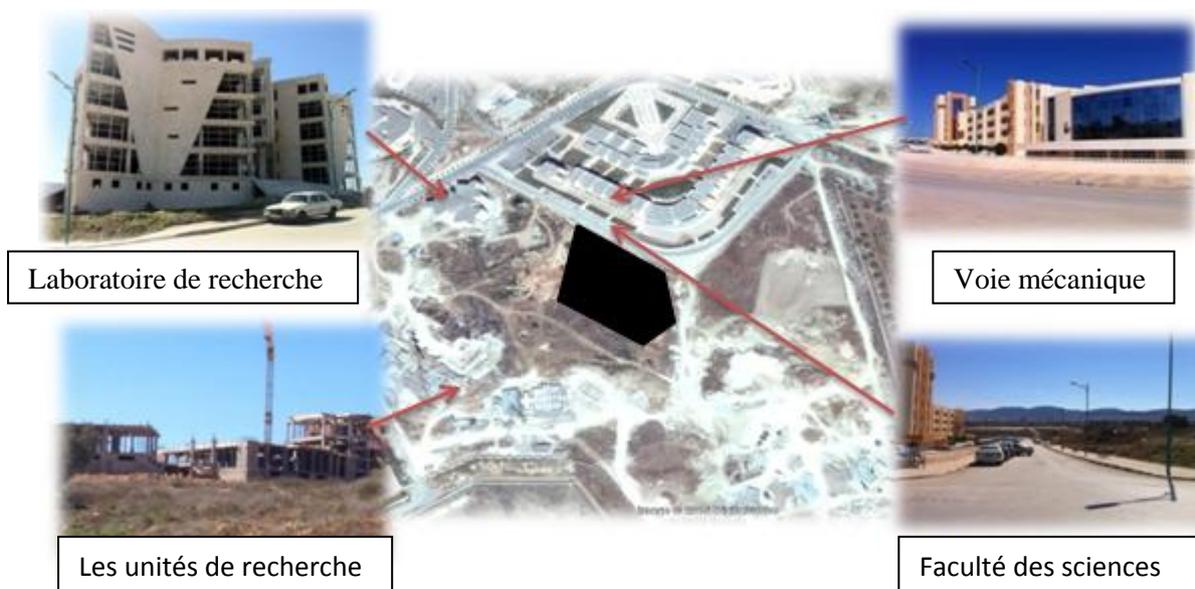


Figure 57 : Les limites de terrain.
Source : Auteur.

VI-5/ L'accessibilité :

Le terrain est accessible par 02 voies mécaniques.

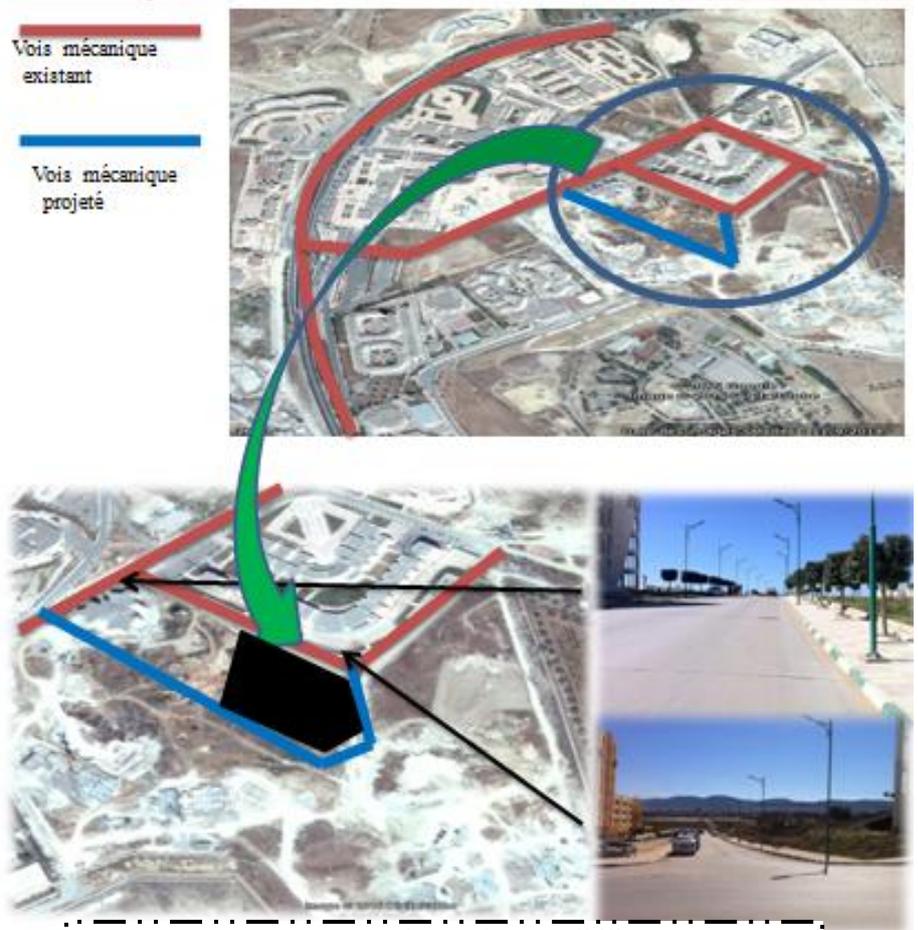


Figure 58 : Schéma d'accessibilité.
Source : Auteur.

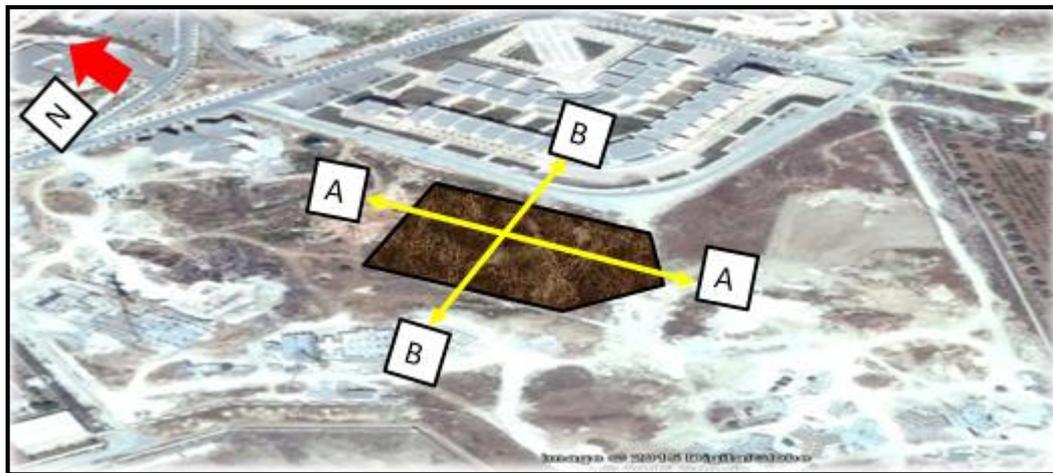
VI-6/ La morphologie de site :

- La forme du terrain d'assiette est une forme irrégulière.
- Le site est caractérisé par un terrain proportionnellement plat.
- La surface du terrain est : 7320.88 m².



Figure 59 : Schéma qui présente la morphologie de site.
Source : Auteur.

VI-7/ Des coupes sur le terrain :



Coupe -AA-

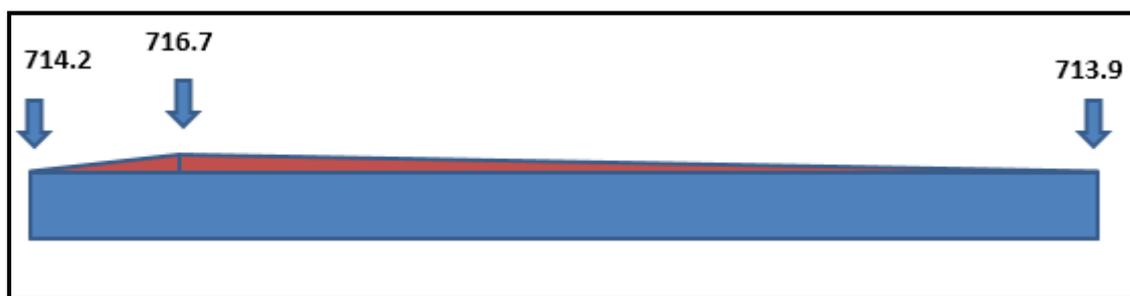


Figure 60 : La coupe –AA-.
Source : Auteur.

Coupe -BB-

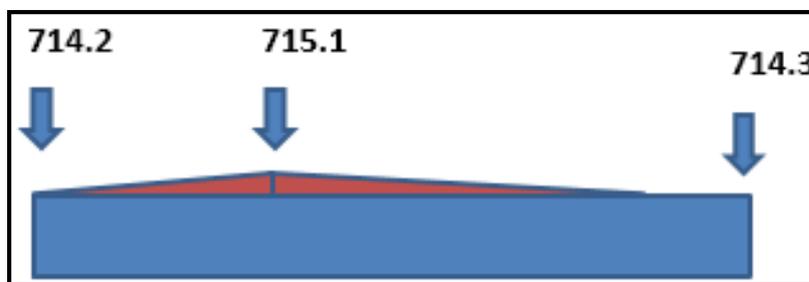


Figure 61 : La coupe –BB-.
Source : Auteur.

VI-8/ Les données climatiques du site :

La parcelle est bien exposée au soleil durant toute la journée. Sa position dégagée privilégie les orientations les plus ensoleillées, en captant le maximum de lumière et de soleil.

La parcelle est exposée durant toute l'année aux vents qui soufflent régulièrement du côté Nord- Ouest.

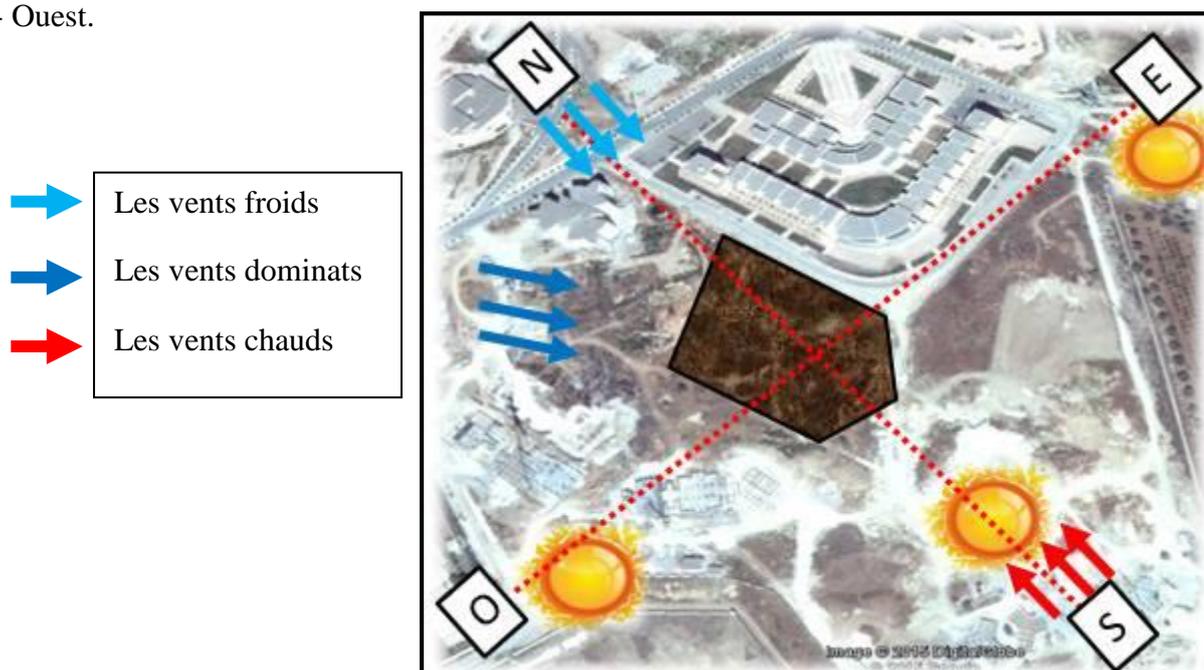


Figure 62 : Schéma d'étude climatique de site.

Source : Auteur.

SYNTHESE :

Les différentes étapes de l'analyse du terrain nous ont apporté des informations et des contraintes qui vont nous aider dans l'étape suivante qui est la conception du projet.

Pour le projet l'analyse climatique va nous aider non seulement pour l'orientation de notre espace bâtie, mais aussi pour le fonctionnement de ce dernier, et la répartition de chaque unité de recherche selon les conditions qu'elle exige.

	Le site d'intervention
Situation	-Le terrain se trouve dans une zone très importante par ses activités : pédagogique, et résidentiel.
Accessibilité	-Bénéfice d'une bonne accessibilité à partir de la route (rocade) qui relie l'ouest de Tlemcen avec l'est de Tlemcen.
Relation avec la ville	-Se trouve dans un milieu universitaire.
Les influences du site sur les données climatiques	-Le site est exposé aux vents et l'ensoleillement.

Le projet dans son contexte local et régional nécessite fortement de composer avec l'environnement tout en tenant compte les éléments climatique du site.

CHAPITRE V

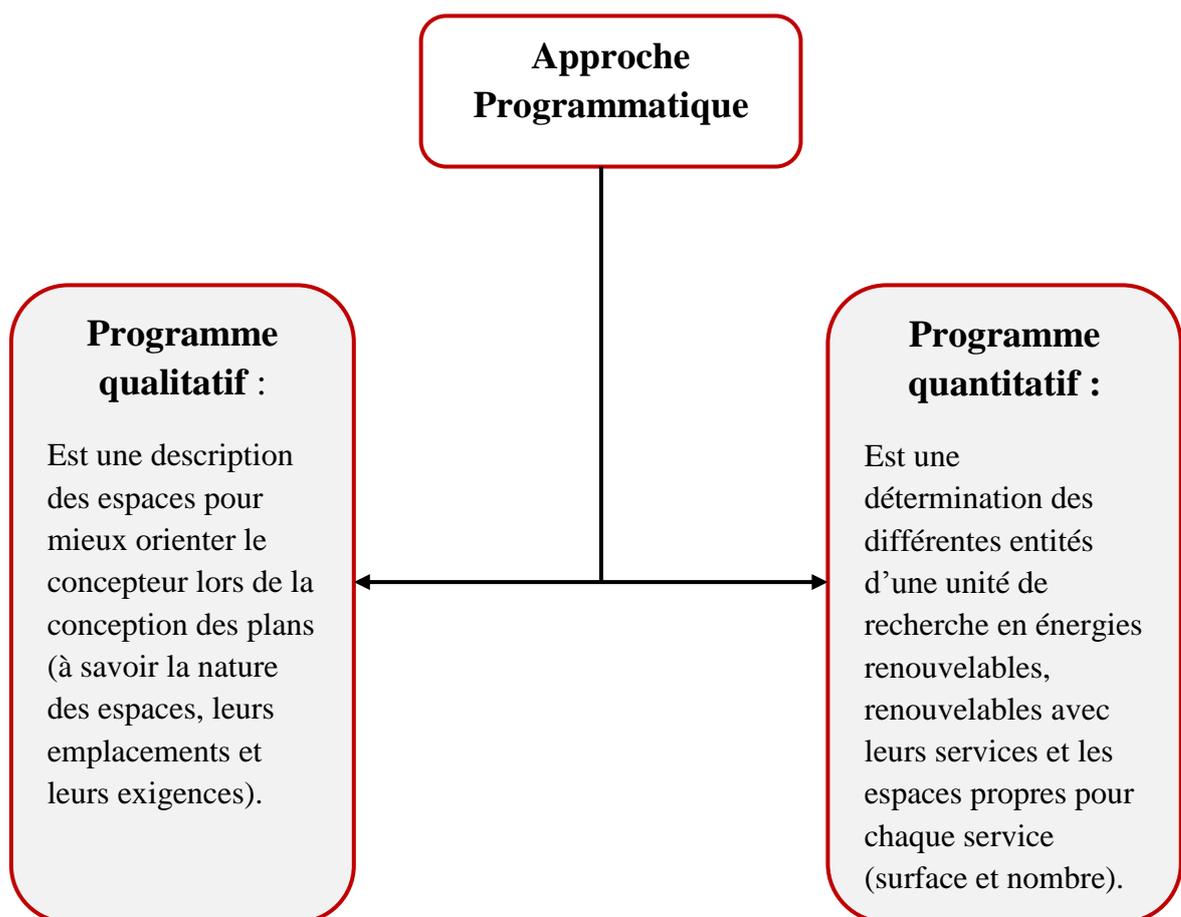
APPROCHE PROGRAMMATIQUE

Introduction :

« Le programme est un moment fort du projet. C'est une information obligatoire à partir de laquelle l'architecture va pouvoir exister. C'est un point de départ mais aussi une phase préparatoire »^{1*}

La programmation architecturale est une démarche prévisionnelle, elle 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.

Le programme est la dimension arithmétique de quantification pour constituer un véritable cadre objectif pour la conception architecturale en définissant les rôles et les buts de l'équipement ; en hiérarchisant et regroupant les activités.



¹ *cahier de l'EPAU n°2-3 1993, «programmation et conception en architecture» ; essais méthodologiques »,
M. Azouz ; enseignant à l'EPAU.

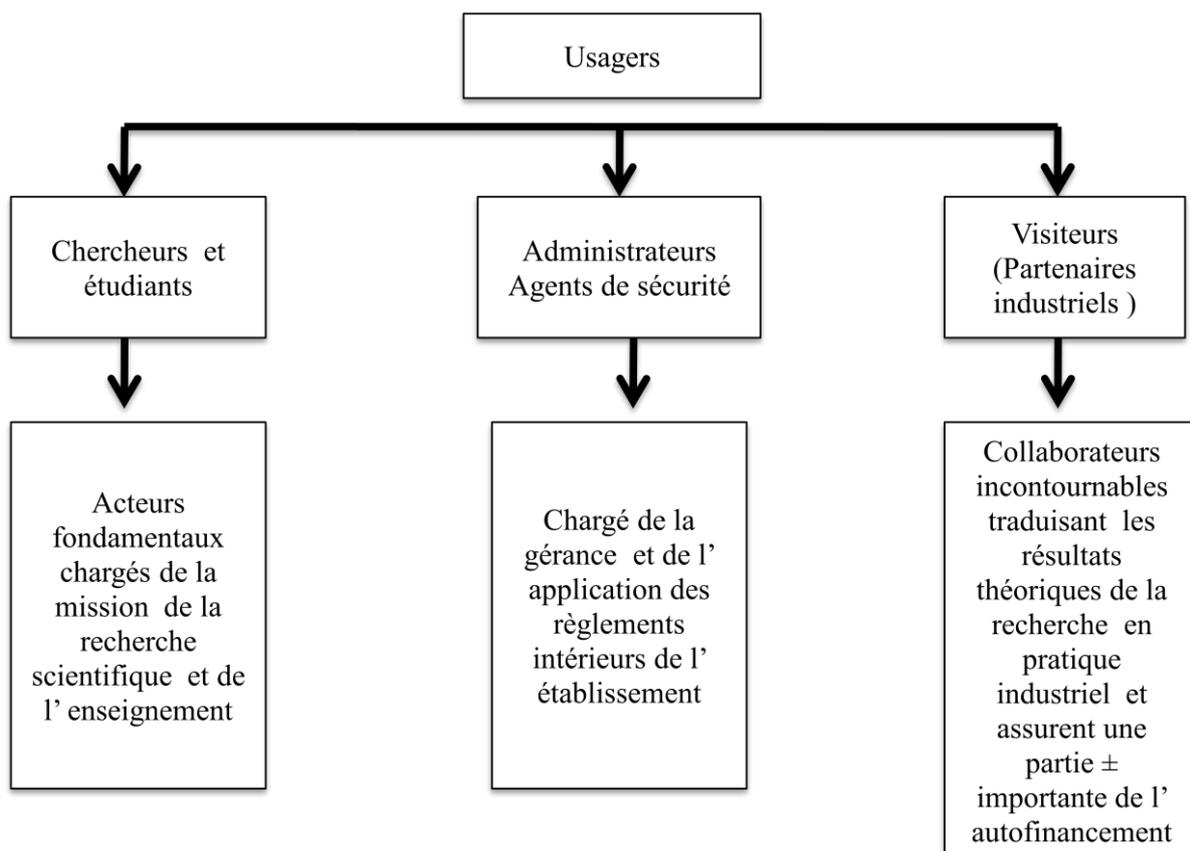
- ✚ Après une analyse thématique on constate que chaque exemple est composé de trois (3) parties.
- **L'enseignement** : 15 % (activité purement pédagogique). « Salle d'enseignement »
 - **La valorisation** : 35% (création) : les fonctions de contrôles, transfert de technologie. L'exposition au public « Salle de réunion, les amphithéâtres, bibliothèque, les salles de conférence, restaurant + cafeteria, administration ».
 - **La recherche** : 50% c'est l'activité principale ; engendre une fonction de travail technique et autre bureautique « les ateliers, les labos de recherche ».
 - Et pour la partie spécifique dans l'unité de recherche des énergies renouvelables par rapport aux autres unités c'est :
 - **Le champ d'essai et d'expérimentation.**
 - **L'espace de stockage d'énergie.**

I-Objectifs de la programmation :

Évaluer les performances fonctionnelles, environnementales, techniques, que doit atteindre le bâtiment, les conditions opérationnelles (délais, coûts, procédures, ...) et d'exploitation qui doivent précéder à sa réalisation et à sa vie future.

II-Types d'utilisateurs :

On distingue trois types d'utilisateurs :



III- La structure du programme :

Le programme architectural est l'ensemble des fonctions et des activités déterminantes dans l'espace. Suivant les exigences du programme d'une unité de recherche en énergies renouvelables, on distingue trois grands ensembles d'activités :



✚ Accueil et logistique :

- Accueil : représente la surface de contact avec l'établissement.
- Logistique : responsable de la fourniture des outils et des matériaux indispensables pour le déroulement des études.

✚ Recherche et Formation : Offrir toutes les capacités qui permettent de travailler dans une atmosphère détendue afin d'obtenir les résultats souhaités et fournir toutes les infrastructures humaines et matérielles pour assurer une bonne formation.

✚ Exposition : Des aires qui s'intéressent à la médiation communicationnelle reliant diverses sortes d'institutions ou d'organisations sociales avec l'établissement de recherche.

IV- Le programme qualitatif de l'unité de recherche en énergies renouvelables :

Nous citons quelques recommandations importantes pour le bon fonctionnement d'une unité de recherche en énergies renouvelables.

IV-1/Fonction accueil et logistique :

- **Accueil** : 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.



Photo 42 : Un accueil.
Source : fr.wikipedia.org

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.

L'accueil doit présenter les caractéristiques suivantes :

- ✓ L'articulation entre l'intérieur et l'extérieur.
- ✓ La lisibilité en proposant divers parcours à suivre.
- ✓ La transparence afin d'attirer le flux de l'extérieur vers l'intérieur.

➤ **Fonction logistique :**

Dans le but de veiller au bon fonctionnement de l'équipement, la fonction logistique englobera :

- ✓ Un service administratif de l'équipement.
- ✓ Un service technique de maintenance.

1- Espace administration : 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. Elle disposera d'un accès en retrait. L'administration englobe des bureaux pour le personnel et le directeur et une salle de réunion.

✚ Typologies de bureaux : il y a différents types de bureaux :

- ✓ Les bureaux cloisonnés :
 - une utilisation optimale de l'espace.
 - Une meilleure communication.
 - Une rentabilité certaine.



Photo 43 : Bureau cloisonné.
Source : www.ihes.com.

- ✓ Les bureaux paysagés :
Suppression des couloirs, aération des espaces facilitant les relations d'échange entre l'individu.



Photo 44 : Bureau paysagé.
Source : www.ihes.com.

✚ Le confort thermique et acoustique :

- Eclairage d'une intensité de 500 lux pour l'ensemble des bureaux de l'administration.
- L'éclairage naturel assurera une grande partie d'éclairage.
- Détecteur de fumée et alarme anti-incendie.
- Issue de secours.

2- Espace locaux techniques :

Ce sont les emplacements où les centrales de climatisation seront mises, de conditionnement de l'air et d'alimentation électrique dans l'équipement. Les conduits d'air du système de climatisation devront éviter la transmission des bruits de la centrale aux locaux climatisés.

IV-2/ Fonction recherche et formation :

C'est la fonction qui prime dans notre équipement. Elle se fera sur trois étapes : recherche, production d'essai et utilisation. Elle comprendra :

IV-2-1/ Les laboratoires :

Les laboratoires de recherche présentent un certain nombre d'exigences, ils doivent être ouverts, flexibles et spacieux, propices à la collaboration et l'interdisciplinarité.



Photo 45 : Un laboratoire.
Source : www.prodilog.fr.

IV-2-2/ Les ateliers d'essai et d'expérimentation :

Ils seront spacieux afin d'accueillir le plus grand nombre d'activités. Spatialement, les ateliers seront caractérisés par des espaces flexibles et libres afin de permettre le maximum de contact et d'échange.



Photo 46 : Atelier d'essai et d'expérimentation.
Source : www.admirabledesign.com.

IV-2-3/ Bureaux de chercheurs ou professeur :

Ce sont des bureaux qui serviront comme espace de rangement et de travail personnel.

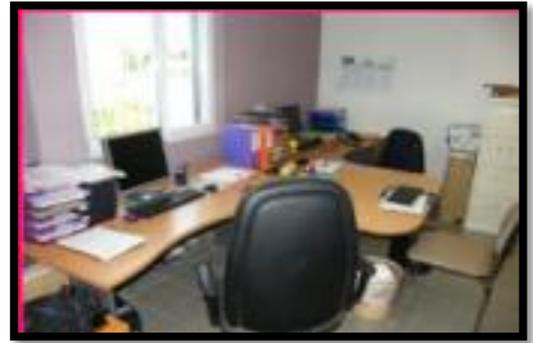


Photo 47 : Bureau de recherche.
Source : www.loft-design.com.

IV-2-4/ Les salles de cours :

Cet espace permet aux chercheurs de donner des cours, exercer leurs travaux dirigés, et compléter les assimilations théoriques et pratiques.



Photo 48 : Salle de cour.
Source : www.brebeuf.qc.ca.

IV-2-5/ Bibliothèque :

C'est un espace majeur dans ce type d'équipements car il apporte l'accompagnement théorique et le fond documentaire et livres dont auront besoin les recherches scientifiques. La bibliothèque sera composée de différents espaces d'activité tels que :

- La salle de lecture.
- La salle des ouvrages.
- La salle des revues et espaces de consultation périodique.
- L'espace de stockage.
- Le bureau de responsable.



Photo 49 : La bibliothèque.
Source : www.placo.fr.

IV-2-6/ Champ d'essai et d'exposition permanente :

Aura lieu à l'air libre, elle permet d'implanter des champs d'expériences à l'extérieur de l'équipement qui doivent être à la fois une aire d'exposition pour les visiteurs ainsi qu'un espace de production d'énergie pour le besoin du centre.



Photo 50 : Champ d'essai et d'exposition permanente.

Source : www.mosa.nl.fr.

IV-3/ Exposition « sensibilisation et communication » :

- **Amphithéâtre :** Pour un meilleur déroulement des opérations, le centre doit être équipé d'amphithéâtre afin de permettre aux chercheurs et professeurs d'animer des séminaires, et des cours dans le cadre d'échange.
- **Hall d'exposition.**
- **Salle d'exposition.**



Photo 51 : Un amphithéâtre.

Source : www.cpe.fr.

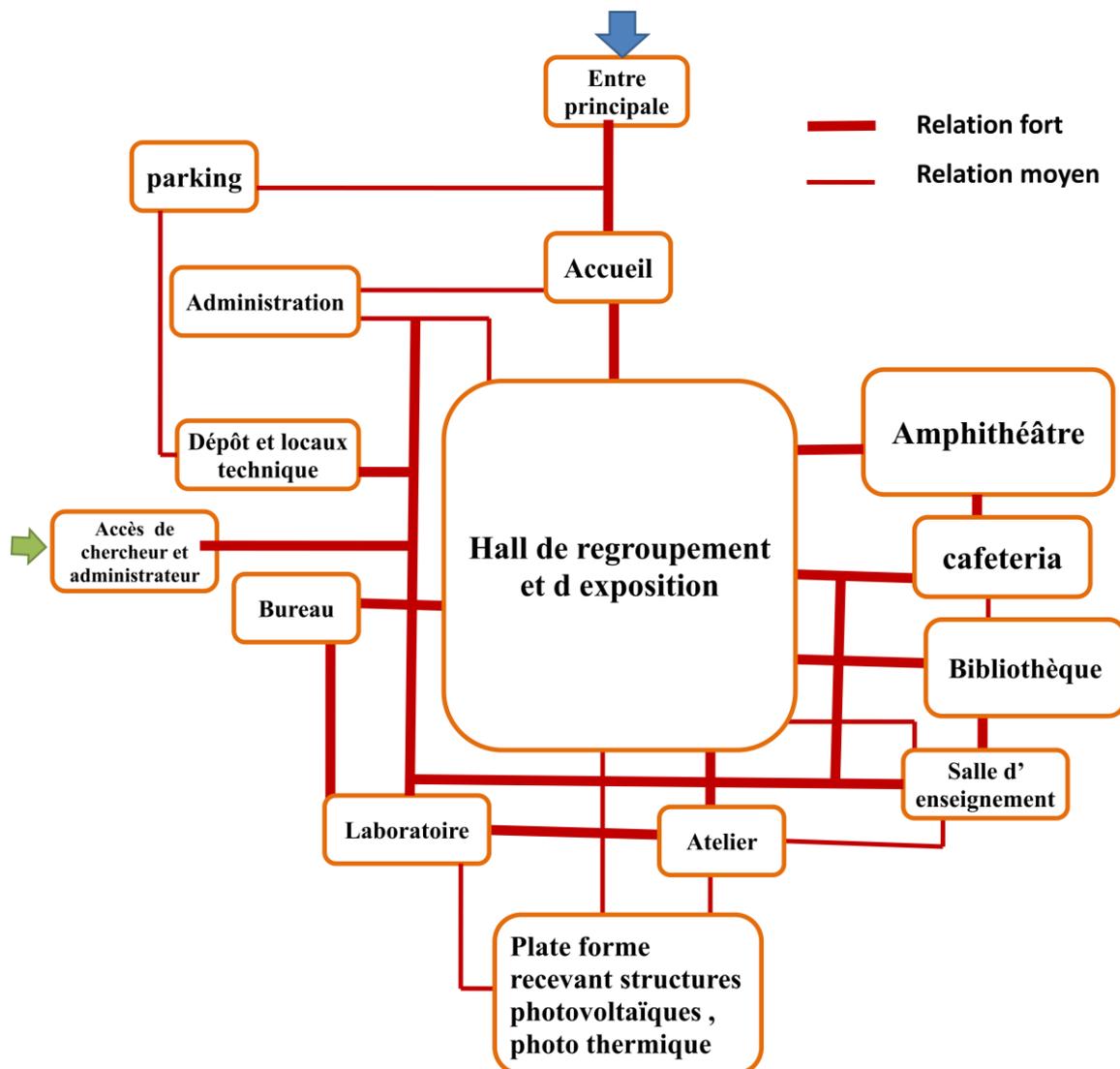
V- Le programme quantitatif de l'unité de recherche en énergies renouvelables :

Réf	Désignation des locaux	Nombre de locaux	Superficie unitaire (m ²)	Superficie totale (m ²)
RECHERCHE ET FORMATION				
1	Laboratoire d'informatique	1	48.00	48.00
2	Laboratoire de caractérisation électrique	1	64.00	64.00
3	Laboratoire de caractérisation optique	1	64.00	64.00
4	Laboratoire photovoltaïque	1	64.00	64.00
5	Laboratoire thermique	1	64.00	64.00
6	Laboratoire de chimie	1	32.00	32.00
7	Laboratoire de dépôts	1	32.00	32.00
8	Laboratoire de traitements thermiques	1	48.00	48.00
9	Atelier de maintenance mécanique	1	32.00	32.00
10	Atelier de maintenance électronique	1	32.00	32.00
11	Bureau du chef d'équipe	12	20.00	240.00
12	Bureau enseignant /chercheur permanent	24	20.00	480.00
13	Bureau doctorants	12	20.00	240.00
14	Bureau de techniciens et ingénieurs de labo	4	20.00	80.00
15	Salle d'enseignement	4	32.00	128.00
16	Plateforme recevant structures photovoltaïques, photothermique	1	500.00	500.00
17	Salle de réunion	1	40.00	40.00

18	Bibliothèque	1	192.00	192.00
ACCUEIL ET LOGISTIQUE				
1	Bureau de direction de l'unité de recherche	1	24.00	24.00
2	Bureau de secrétaire de direction	1	16.00	16.00
3	Bureau du chef de division	4	24.00	96.00
4	Espaces de stockage d'énergie	1	128.00	128
5	Magasine générale	1	64.00	64.00
6	Magasine de produits chimiques	1	24.00	24.00
7	Locale de groupe électrogène (électricité de secours)	1	20.00	20.00
8	Chaufferie	1	24.00	24.00
EXPOSITION				
1	amphithéâtre	1	192.00	192.00
2	Cafétéria	1	60.00	60.00
ESPACE DE SERVITUDES				
Surface totale				3028.00
Hall d'exposition et de rencontre 12%				363.36
Sanitaires 7%				211.96
Circulation 12%				363.36
Stationnement 64 places				
Totale générale en m ²				4701

Tableau 02 : Le programme qualitatif et quantitatif de l'unité de recherche en énergies renouvelables.
Source : Auteur.

VI- Organogramme spatiale :



Synthese :

L'approche programmatique est la liaison entre les deux parties majeures du travail, qui articule les trois approches (theorique , thématique, et contextuelle) avec l'approche architecturale qui donne la naissance au projet.

Le programme quantitatif est conçu de manière qui met en harmonie les usages /mission attribuées avec le programme de base.

CHAPITRE VI

APPROCHE ARCHITECTURALE

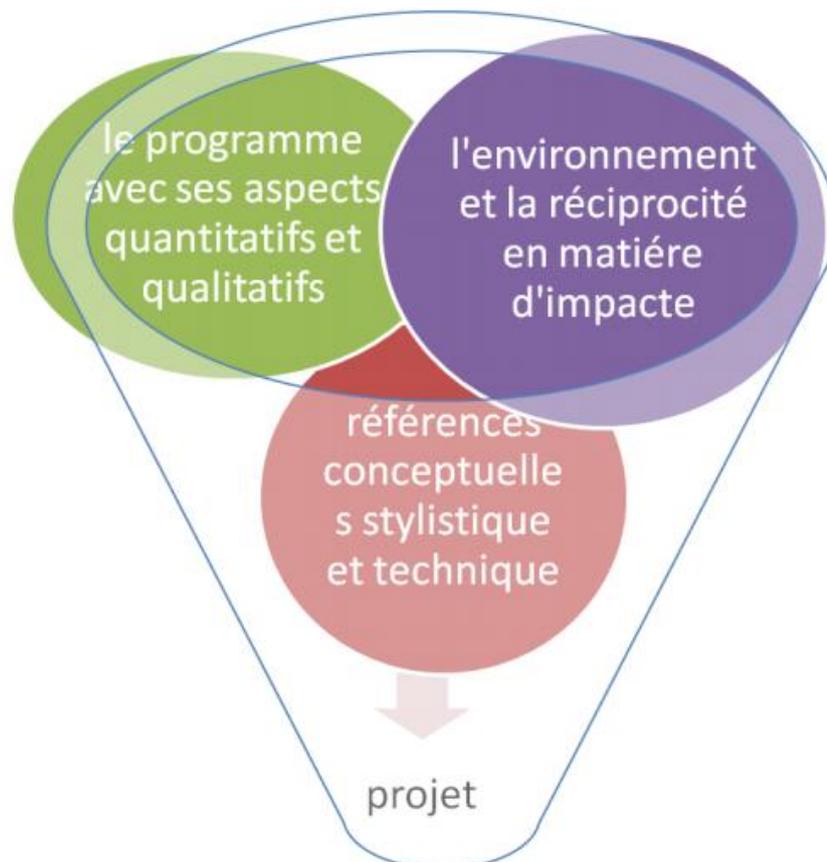
Introduction :

« Tout projet doit être pensé dans son contexte, organisé par rapport à des exigences, et s'inscrire dans une théorie ».^{1*}

Selon **CRISTOPHER ALEXENDER** « La tâche d'un concepteur n'est pas seulement de créer une forme qui répond correctement à certaines conditions, mais de créer une forme telle qu'il n'y ait pas de relation conflictuelle d'inadaptation entre celle-ci et le contexte de l'environnement, formé sur l'ensemble des contraintes connues ou prévisibles ».

L'architecture se déploie dans le champ de préoccupation que l'on peut tenter de circonscrire, elle est le résultat de plusieurs composantes qui entrent en interaction et se combinent dans un espace.

Le projet comme moyen de connaissance et de production doit se baser sur une idée capable de mettre en interaction le site d'intervention, le programme, et les références théoriques. Le projet doit aussi être pensé dans un contexte organisé par rapport aux exigences et s'inscrire dans un processus conceptuel.



^{1*}Mathias.un gers et a GUINEX.

I-Principes et concepts :

I-1/ Fonctionnalité :

Afin d'avoir un bon fonctionnement, les différentes disciplines, seront disposées suivant leurs relations et leurs caractéristiques, pour obtenir une continuité et une complémentarité.

I-1/ Hiérarchie :

Le projet présente un programme riche et une diversité de fonctions qui nécessite une hiérarchisation dans la disposition de ces derniers afin que l'on puisse distinguer les fonctions primaires et secondaires, calmes et bruyantes.

I-3/La centralité

On peut définir l'aspect de la centralité comme un élément articulatoire et organisateur, qui assure les différentes liaisons fonctionnelles et spatiales. Où l'espace central a pour but :

- La liberté du mouvement.
- Le dégagement visuel.
- L'identification des espaces.
- La lecture rapide de l'espace.

I-4/ La transparence :

Elle renforce l'accessibilité et implique la notion de continuité visuelle et le contact de l'homme avec son environnement, c'est une façon de découvrir l'espace avant même de le franchir.

I-5/ La perméabilité :

Elle assure la relation de l'équipement avec son environnement à travers ces différents accès (piéton et mécaniques) et les relations fonctionnelles entre les différentes entités internes. Elle peut se traduire aussi à travers les relations visuelles internes et externes de l'équipement.

II-Démarche méthodologique :

La conception d'un projet est caractérisée par l'interaction de trois phases complémentaires qui sont nécessaires dans le processus de son évolution.

II-1 /La genèse du projet.

II-2/Organisation des espaces intérieures.

II-3/Conception de la façade.

II-1/LES ETAPES DE LA GENESE : (idéation du projet)

Notre but, c'est d'élaborer un projet qui pourra marquer et témoigner de la richesse architecturale de la ville universitaire.

L'intervention s'articule autour de 4 étapes. Passons à la formalisation du projet schéma de principe, et cela dans cette genèse du projet.

➤ 1 ère étape : les axes

Un axe fort de visibilité : C'est un axe majeur à partir duquel on aura une vue globale de l'équipement (Projet).

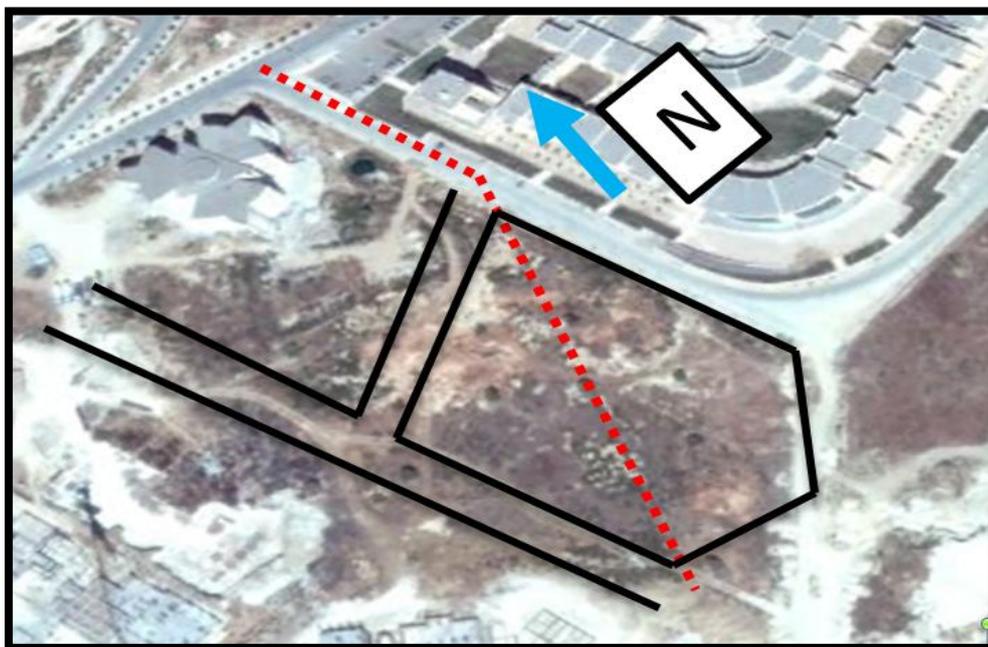


Figure 63 : Vue satellite schématisée pour représenter les axes.

Source : Auteur.

➤ **2^{ème} étape : l'accessibilité**

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

L'accès mécanique et le parking sont placés sur la voie Est et à qui seront caractérisés par un faible flux mécanique.

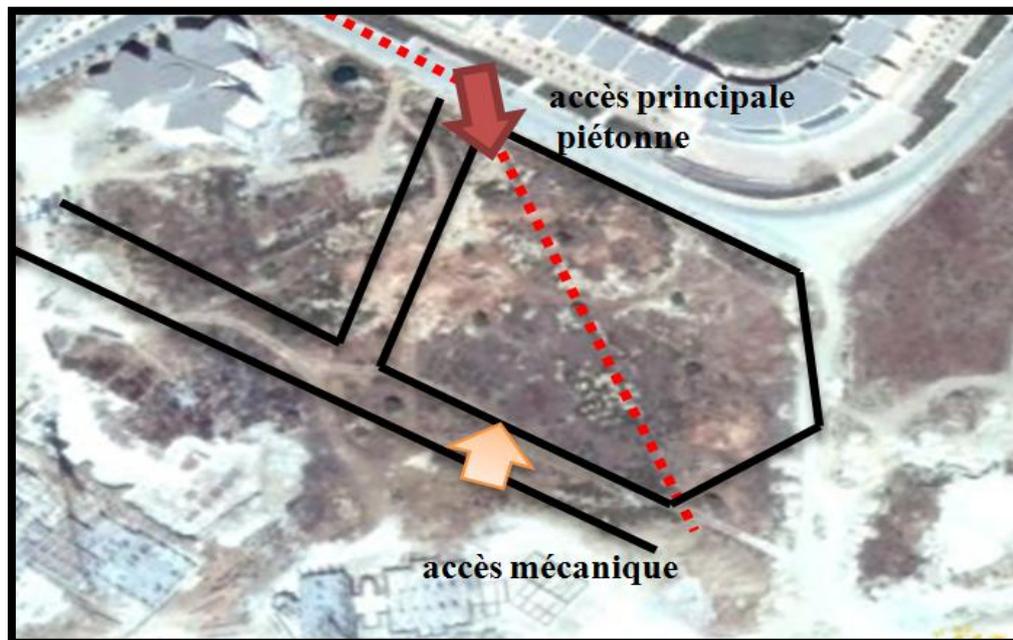


Figure 64 : Vue satellite schématisée pour représenter le choix des accès.
Source : Auteur.

➤ **3^{ème} étape : principe d'implantation (zoning)**

La forme de terrain en trapèze est divisée :

- Triangle situé au sud pour un maximum profit du soleil lors des essais techniques.

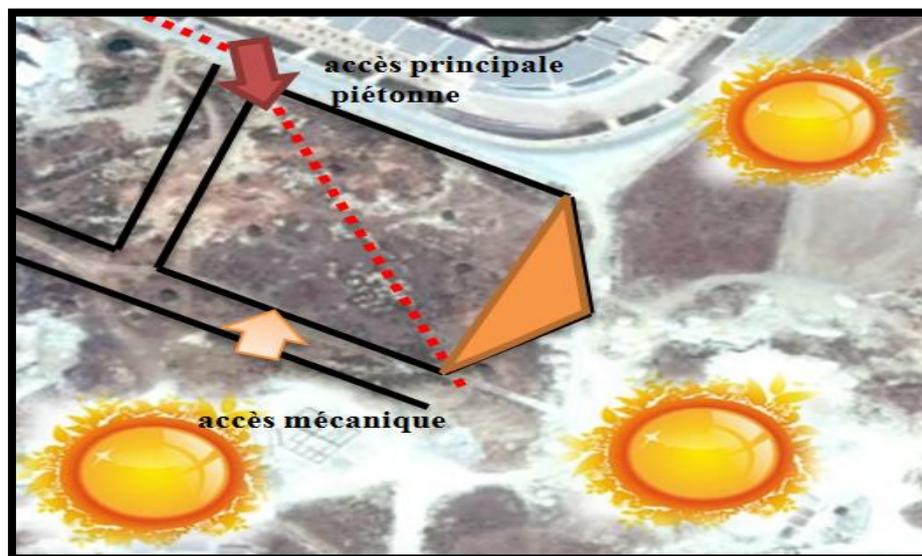


Figure 65 : Vue satellite schématisée pour représenter le zoning.
Source : Auteur.

- Rectangle à son tour subdivisé en 3 espaces.

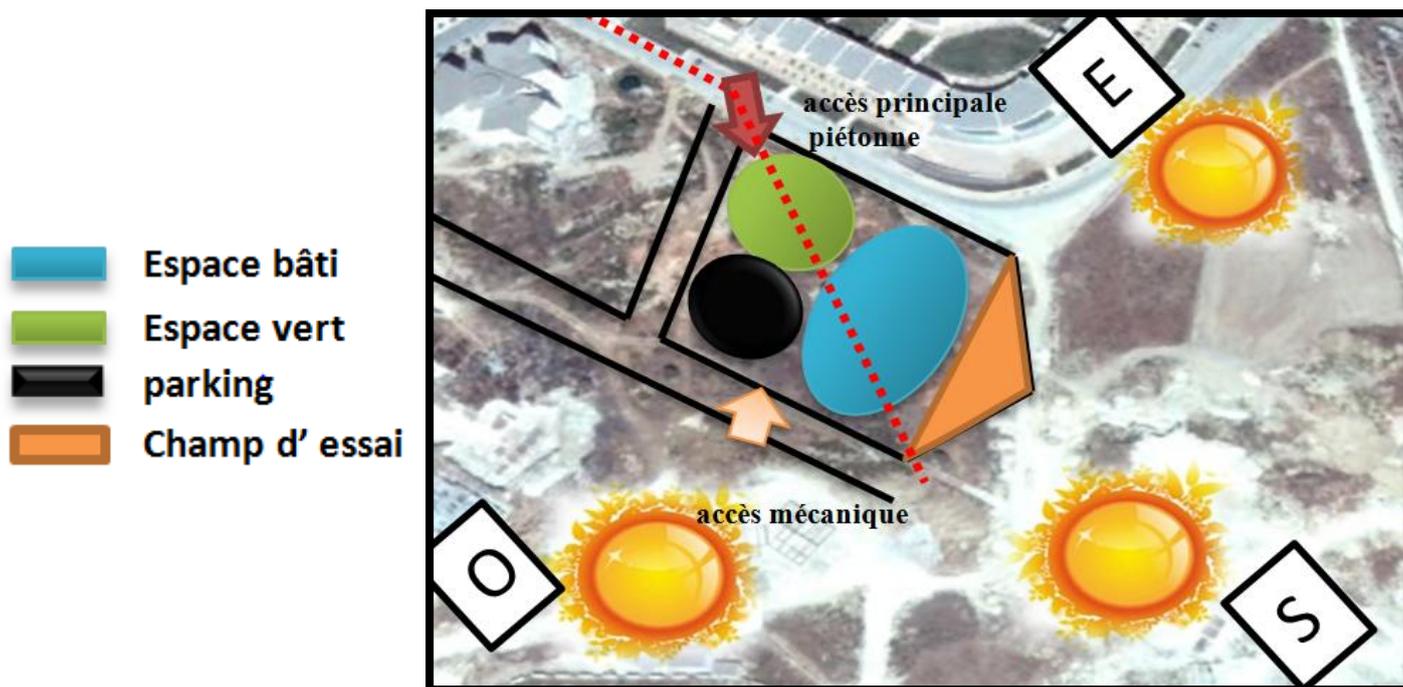


Figure 66 : Vue satellite schématisée pour représenter le zoning.
Source : Auteur.

- Espace bâti : au sud et implanté au milieu du terrain Sur l'axe majeur de composition.
- Espace de stationnement : au nord-ouest caractérisé par un faible flux mécanique et servant aussi à l'installation de panneaux photovoltaïques au-dessus des parasols du parking.
- Espace vert : au nord-est pour l'ornement et détente.

4ème étape : l'organisation spatiale

On a opté pour la forme carrée à la base d'une volumétrie cubique car c'est la meilleure forme de limitation de déperditions.

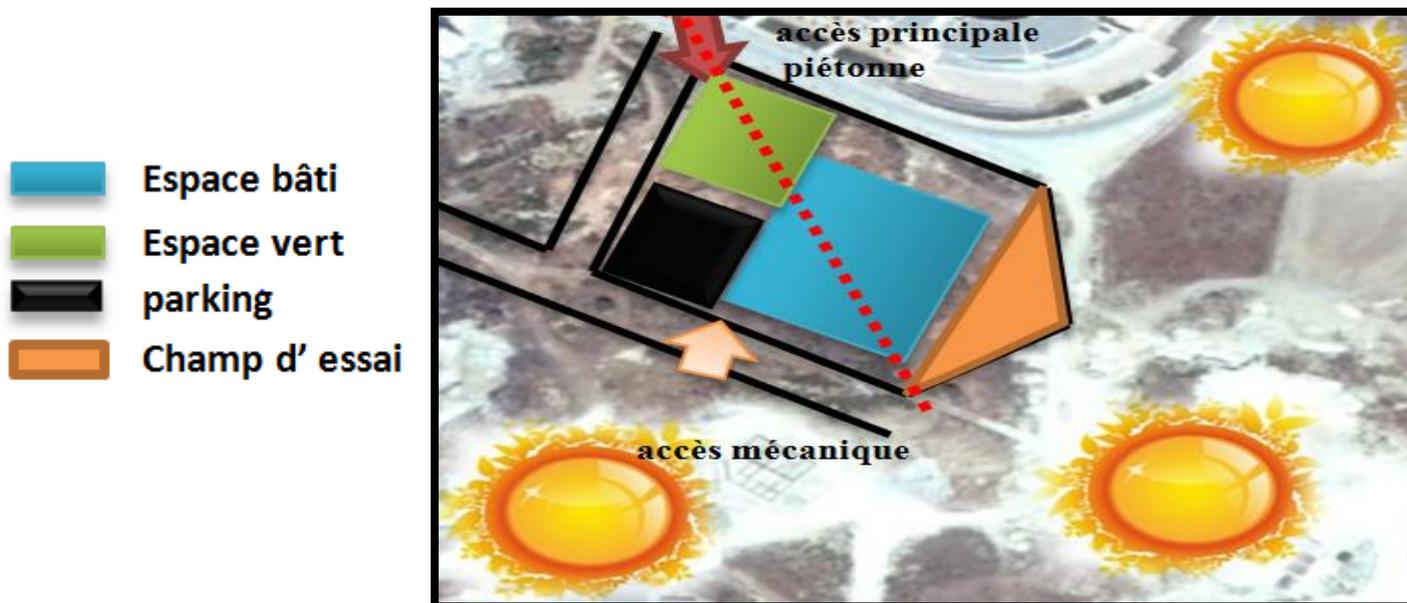


Figure 67 : Vue satellite schématisée pour représenter l'organisation spatiale.

Source : Auteur.

- ✓ On applique une rotation du carrée de 45 degré pour éviter l'impact des vents nord-ouest dominants.

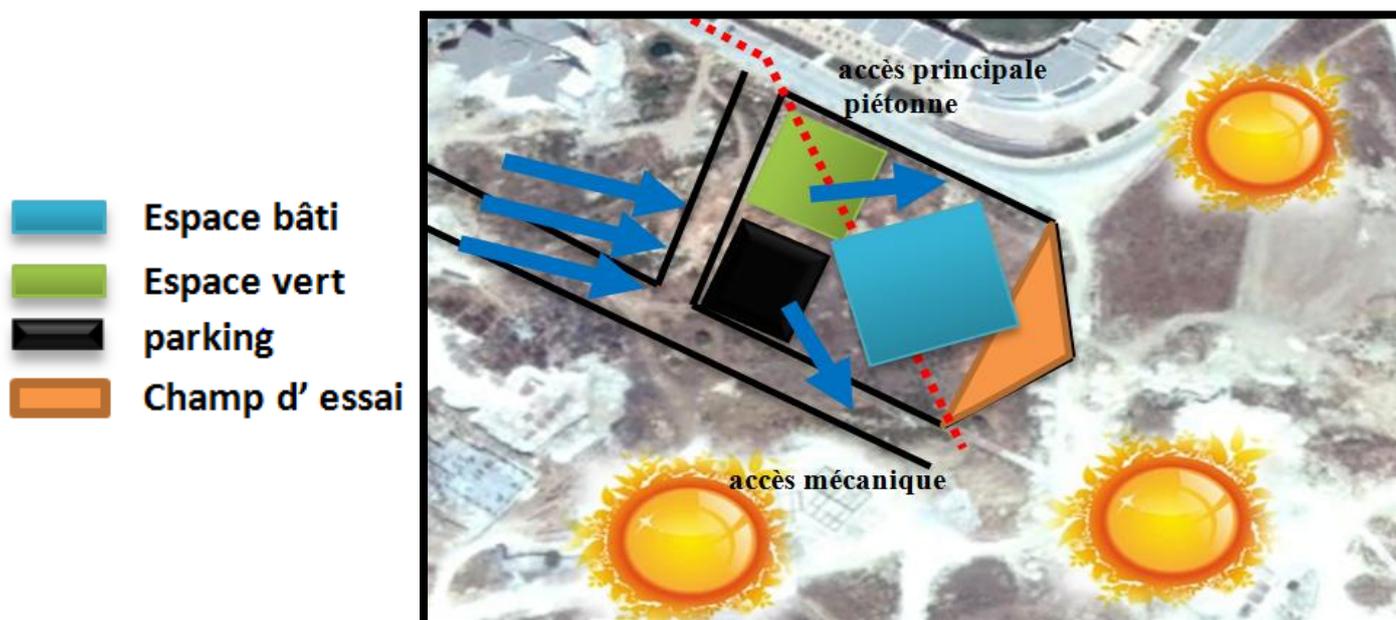
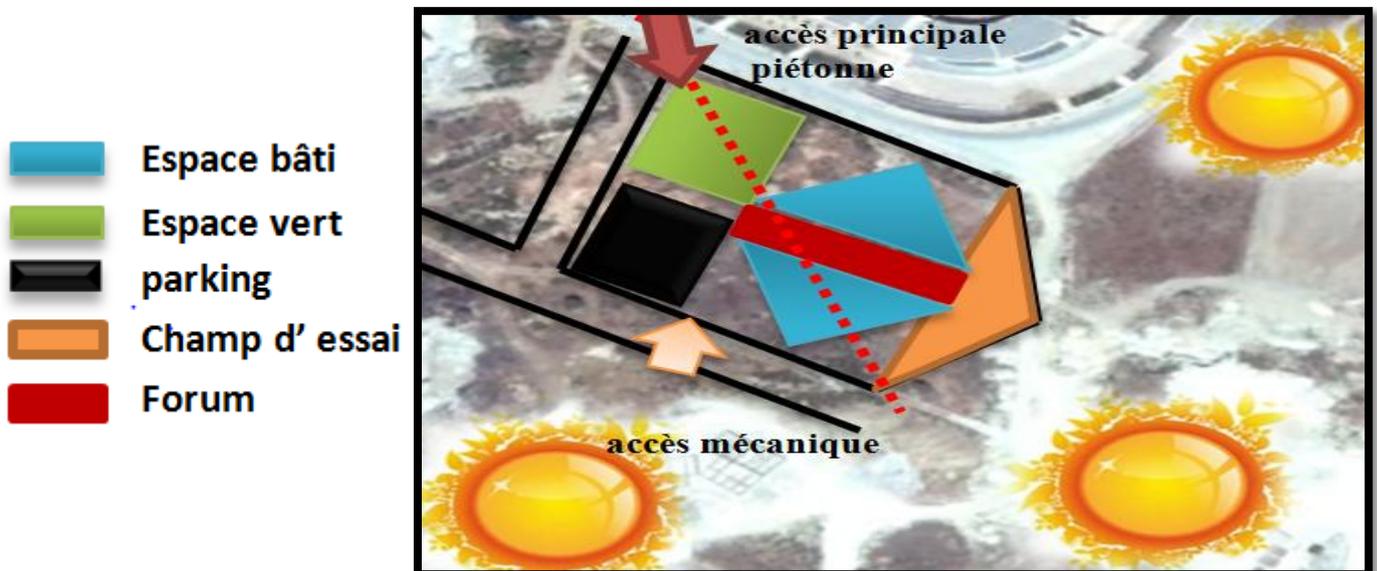


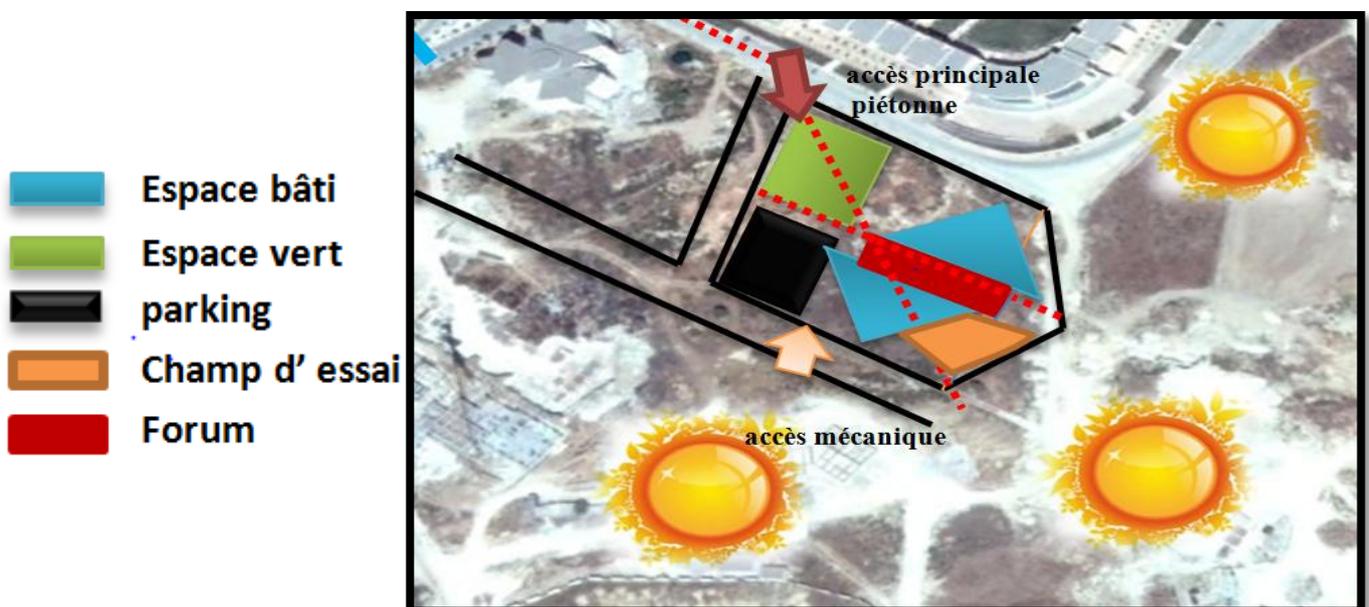
Figure 68 : Vue satellite schématisée pour représenter l'organisation spatiale.

Source : Auteur.

- ✓ Division en deux triangles que j'ai écartés par la suite, visant la création d'un forum central qui sera le cœur du projet.



- ✓ Mouvement de translation pour agrandir la surface exposée au soleil.



Conclusion :

La genèse basée sur les analyses théoriques et thématiques nous a donné une vue d'ensemble du projet et a facilité la conception architecturale.

II-3/Conception de la façade :



Photo 52 : La façade principale (façade nord).



Photo 53 : La façade postérieure (façade sud).



Photo 54 : La façade latérale droite (façade est).



Photo 55 : La façade latérale gauche (façade ouest).



- Notre projet est caractérisé par une façade contemporaine.
- Utilisation un sky-line diversifié pour intégrer notre projet à l'échelle d'université (relation harmonieuse avec les autres unités de recherche).

Utilisation d'un atrium au niveau de l'axe actif dans le but de créer un forum central qui sera le cœur du projet.



La transparence pour créer une relation entre l'intérieur et l'extérieur.

Utilisation d'un moucharabieh afin de créer une ambiance lumineuse à l'intérieure.



L'intégration des panneaux photovoltaïques au niveau des parkings pour la production d'électricité.



Les vue 3D du projet





CHAPITRE VII

APPROCHE TECHNIQUE

Introduction :

La technologie a toujours été au service de l'architecture, et par conséquent elle devient une nécessité pour affronter les difficultés de l'architecture ; l'aspect technologique n'est pas seulement technique, il est aussi un instrument de composition formelle qui repose sur le choix des matériaux et des procédés de construction, pour ainsi refléter leurs fonctions et leurs époques. Les principaux sujets examinés par la technologie de l'architecture sont :

1. Matériaux de construction : on peut citer le bois, le verre, le béton, l'acier, l'aluminium, et les plastiques.
2. Technologique sur les systèmes constructifs : on trouve les couvertures de grande portée, les mégastructures, et les IGH.
3. Confort : on cite le contrôle de la lumière naturelle, le confort thermique et acoustique, ainsi que le contrôle des réseaux techniques.

I- Définition du concept Architecture et Nouvelle Technologie :

La technologie de l'architecture est une discipline liée à la conception des bâtiments. C'est une nouvelle discipline qui a émergé de la pratique de l'architecture et en génie du bâtiment. De nouvelles technologies ont généré de nouvelles méthodes de conception et de construction qui répondent aux certaines exigences tels que :

- Exigences techniques : L'utilisation de nouveaux matériaux, ainsi que les avancées technologiques.
- Exigences spatiales : Créativité architecturale dont on utilise de différents styles et de diverses formes.
- Exigences environnementales : La construction écologique.
- Exigences fonctionnelles : l'architecture d'un bâtiment doit être adaptée à sa fonction et qui doit être liée aux facteurs technologiques.
- Exigences sécuritaires.
- Exigences financières.

II- La technologie choisie dans notre projet :

Un système innovant de chauffage et de climatisation naturelle reposant sur quatre techniques intégrées :

1. Système de structure avec des poteaux tubulaires métalliques carrés comme gaine technique.
2. Système de puits canadiens.
3. Les façades doubles peau.
4. Végétation intérieure.

II-1/ Le système structurel :

Le choix du système structurel a été adopté en tenant compte de la nature et des exigences de notre équipement. Nous avons adopté des trames structurelles en fonction des besoins spécifiques aux différentes parties de notre projet, tout en tenant compte du souci de la préfabrication de nos éléments.

Le projet demande un maximum de dégagements et d'espaces libres, une flexibilité totale dans l'aménagement, que ce soit dans sa partie publique ou privée. Avec un profit maximal des vides intérieurs des poteaux métalliques tubulaires.

Pour cela j'ai opté pour une structure mixte en béton armé et en charpente métallique :

- a) **Structure en béton armé :** Ce type de structure est utilisé dans l'entre sol afin d'assurer :
 - ✓ Une bonne résistance aux efforts de compression et de cisaillement.
 - ✓ Une bonne protection contre l'incendie.
- b) **Structure métallique :** Le choix s'est fait en raison de trois paramètres fondamentaux :
 - ✓ Les qualités physiques et mécaniques, de ces éléments pour franchir de grandes portées avec un minimum de points porteurs.
 - ✓ La résistance de l'ensemble avec le maximum d'efficacité pour reprendre toutes sortes de sollicitations (charge importante, forces des vents). Ainsi que la légèreté et la rapidité du montage.
 - ✓ Profitant aux vides intérieurs des poteaux tubulaires pour Le passage des câbles et des gaines techniques

II-1-1/ L'infrastructure :

L'infrastructure représente l'ensemble des fondations et des éléments en dessous du R.D.C, elle constitue un ensemble capable de :

- ✓ Transmettre au sol la totalité des efforts.
- ✓ Assurer l'encastrement de la structure dans le terrain.
- ✓ Limiter les tassements différentiels.

✚ Les fondations :

Le choix s'est fait sur des fondations isolées pour le projet vu la nature équilibrée et non agressive du sol et des semelles filantes sous les murs voiles et au sous-sol.

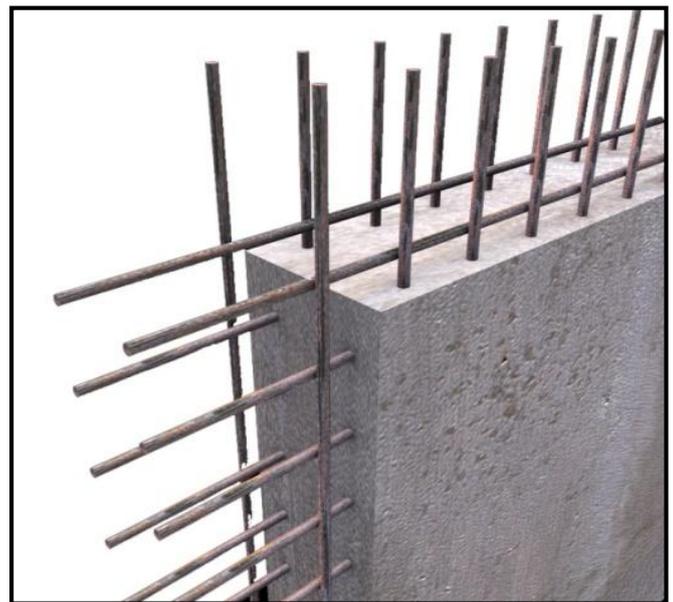


Photo 52 : photo qui présente la fondation.

✚ Les murs voiles :

Pour la réalisation du sous-sol, un voile périphérique en béton armé est nécessaire afin d'assurer une résistance à la poussée des terres. Ces voiles exigeront un drainage périphérique afin d'éviter l'infiltration des eaux.

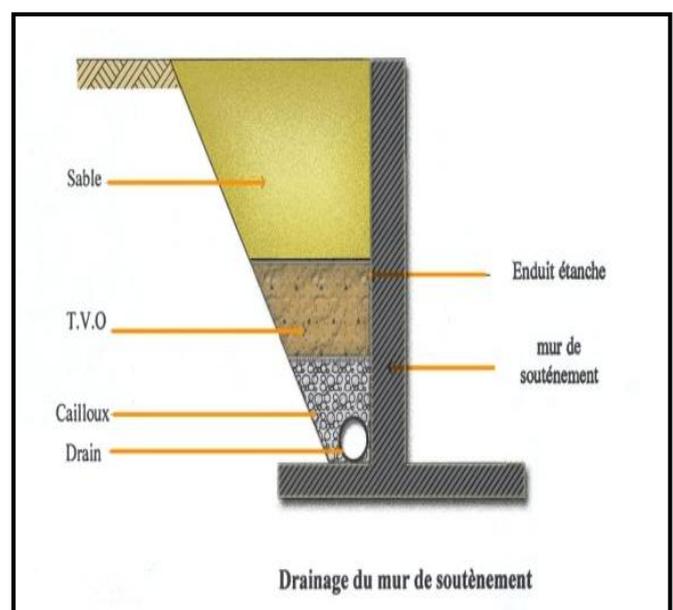


Figure 69 : drainage du mur de soutènement.

II-1-2/La superstructure :

II-1-2-1/ Choix du système constructif :

Vu la richesse formelle, et les exigences spatiales de notre projet, les systèmes constructifs les plus adéquats et répondant le mieux sont :

- a) **Poteaux tubulaires métallique :** Utilisés dans la structure de l'ensemble du bâtiment.

Les poteaux sont traités contre la corrosion (un anti-rouille à base de zinc), un contre feu Par une peinture intumescente.

Les profils creux sont utilisés principalement comme poteaux, car ils sont idéals pour les sollicitations centrées. Comparés aux profilés HEA, les profils Creux ont une superficie légèrement plus réduite. Leur diamètre extérieur reste le même, indépendamment de l'épaisseur de leur paroi.

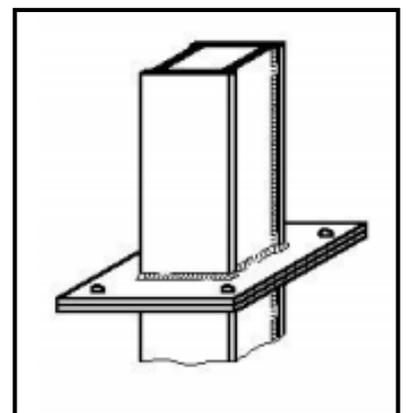


Photo 53 : un poteau tubulaire métallique.

- b) **Les poutres :**

- ✚ **Poutres alvéolaires :** Préfabriquées sur commande en usine, elles peuvent atteindre des portées importantes afin de dégager l'espace et avoir un plan libre sans poteaux intermédiaires.

La protection des structures horizontales poutres et poutrelles métalliques se fait par un flocage avec la laine minérale (ou bien flocage avec plâtre).

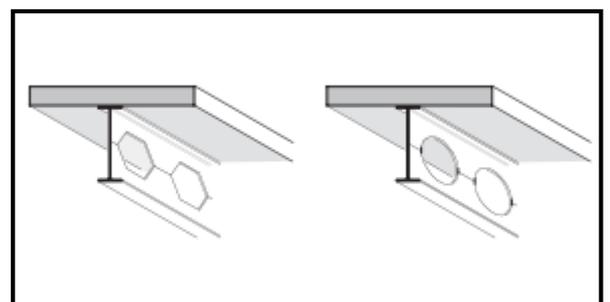


Photo 54 : Une poutre alvéolaire.

Fabriquées à partir de profilés HEA des conduites jusqu'à un diamètre 40cm. Hauteur des poutres $h = 1/16$ de la portée.

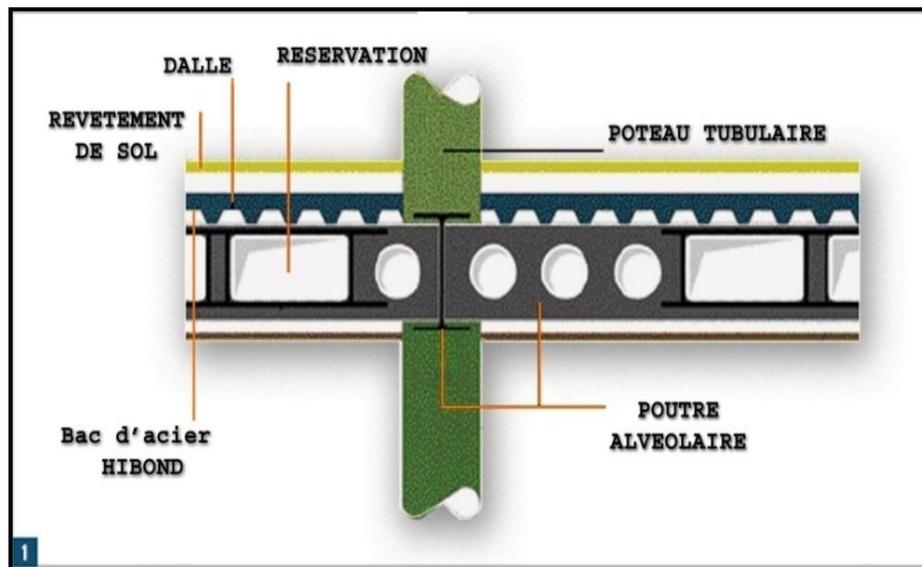


Figure 70 : Schéma de fabrication d'une poutre alvéolaire.

c) Les planchers :

Ce type de dalle consiste à associer deux matériaux pour qu'ils participent ensemble, par leur « collaboration », à la résistance à la flexion. Ces planchers associent une dalle de compression en béton armé à des bacs nervurés en acier galvanisé travaillant en traction comme une armature.

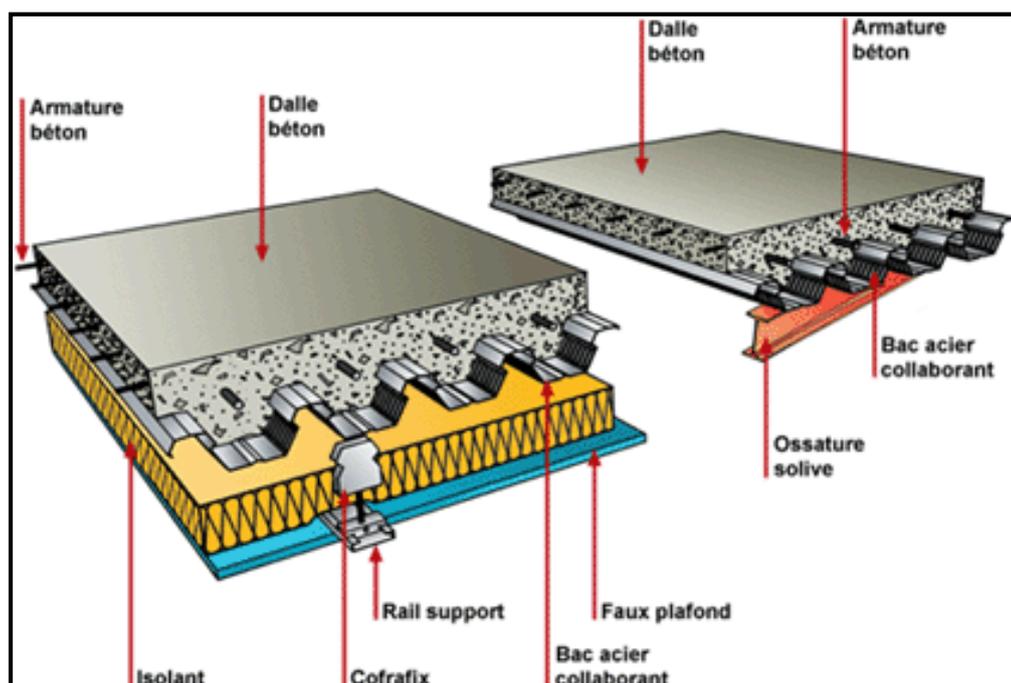


Figure 71 : Détail de plancher collaborant.

- ✚ **La charpente métallique** : est utilisée pour la salle de conférence + bibliothèque et atrium. Le choix de cette structure est dû à plusieurs critères, parmi ces critères on peut citer : la conception architecturale, grandeurs des espaces et les grandes portées (la portée d'une poutre en acier qui peut atteindre (16m).

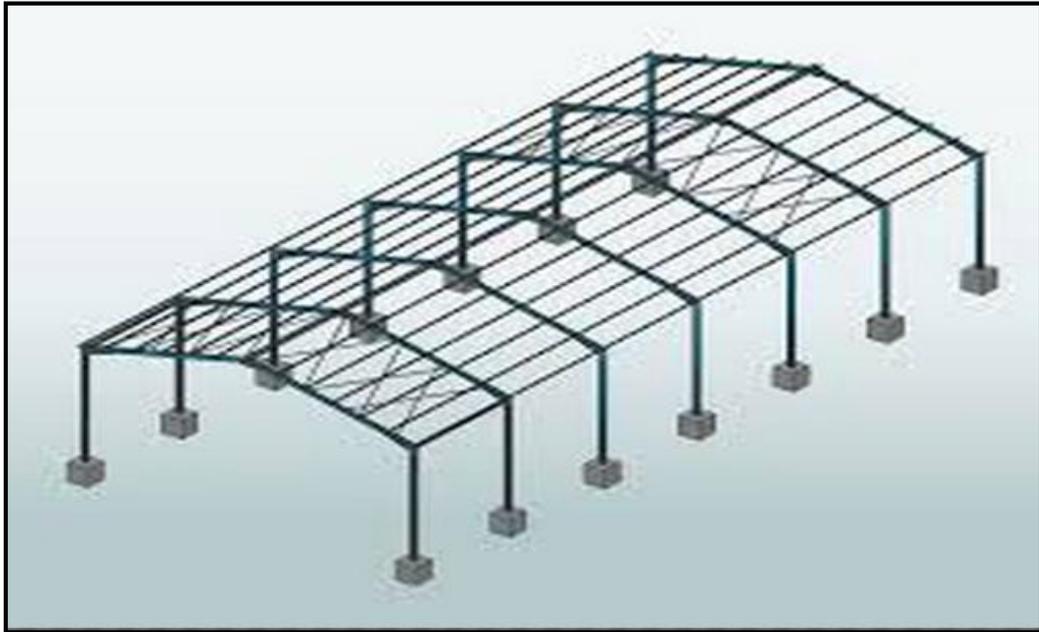


Figure 72 : La charpente métallique.

II-1-2/Mode d'assemblage :

Les assemblages de structures en acier sont réalisés généralement par soudure ou boulonnage

Alors dans notre projet, on a choisi assemblage par boulonnage.

- ✓ **Assemblage poteau-poteau :**

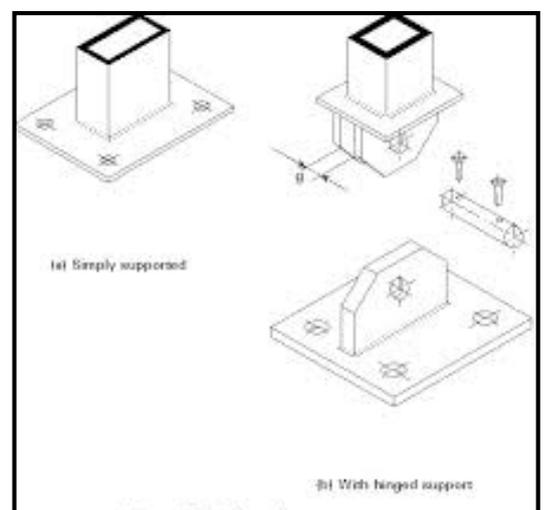


Photo 55 : Assemblage poteau-poteau.

✓ **Assemblage de poteau poutre :**

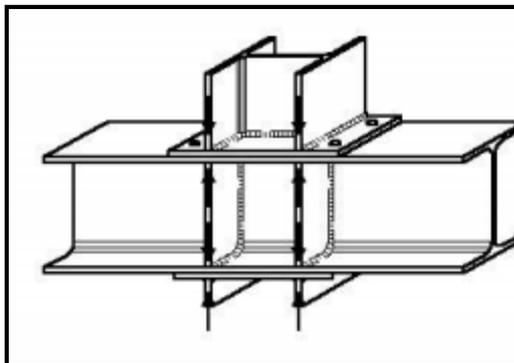


Photo 56 : Assemblage poteau-poutre.

✓ **Assemblage poutre-poutre :**

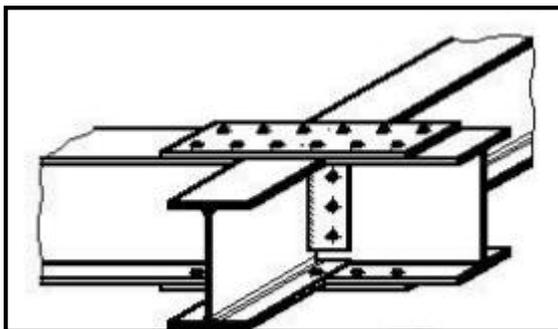


Photo 57 : Assemblage poutre-poutre.

✚ **Les joints :** Des Joints de ruptures sont prévue de 10cm.

II-2/ Puits canadien (Puits provençal) :

Le **puits canadien** est un système géothermique nécessitant l'énergie présente dans le **sol** pour chauffer ou refroidir l'air neuf de ventilation des équipements.

2-1- puits canadien ou bien puits provençal ?

On trouve généralement ces deux termes, qui désignent au final la même chose.

L'utilisation de ces 2 termes vient simplement du moment de l'année où l'on utilise le puits canadien.

a. **En hiver**, où l'on cherche à réchauffer l'habitat, on parle de puits canadien. En été, où l'on cherche à refroidir l'habitat, on parle de puits provençal.

II-2-1/ Principe de Puits canadien : une ventilation naturelle

Le puits canadien consiste à faire passer, avant qu'il ne pénètre dans la maison, une partie de l'air neuf de renouvellement par des tuyaux enterrés dans le sol, à une profondeur de l'ordre de 1 à 2 mètres.

En hiver, le sol à cette profondeur est plus chaud que la température extérieure. L'air froid est alors préchauffé lors de son passage dans ce circuit sous terrain.

En été, de la même manière, l'air passant dans les tubes enterrés récupère la fraîcheur du sol et l'introduit dans la maison, même par $+30^{\circ}\text{C}$ extérieur, l'air peut arriver entre 15 et 20°C ! Dans ce cas, le puits canadien est appelé puits provençal.

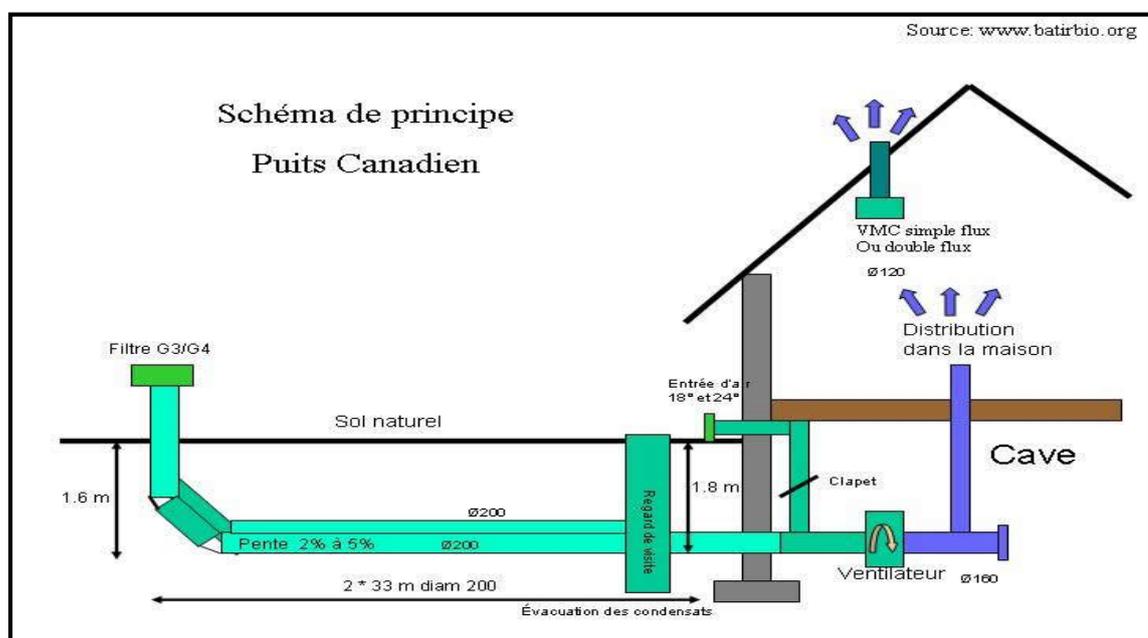


Figure 73 : Schéma de principe des puits canadien.

II-2-2/ Composition d'un puits canadien :

- a) **Une entrée d'air neuf** : une bouche d'aspiration de l'air, avec une grille et un filtre.



Photo 58 : Une bouche d'aspiration de l'air.

- b) **Des conduits enterrés récupérateurs** : un ou plusieurs tuyaux pour le passage de l'air avec une pente supérieure à 2 % pour permettre l'évacuation des condensats et ainsi éviter les risques de moisissure et d'humidité résiduelle.



Photo59 : Des conduits pour le passage de l'air.

- c) **Un regard** de visite pour inspecter votre installation.
- d) **Un by-pass** pour court-circuiter le puits canadien, à l'intersaison. Il peut en effet être plus intéressant de prendre directement l'air extérieur sans passer par le puits canadien. C'est à cet instant qu'entre en action le relais by-pass commandé par une sonde thermique extérieure.
- e) **Un ventilateur** pour forcer et réguler le débit de l'air à distribuer dans la maison.
- f) **Un système de ventilation simple flux ou double flux** en fonction des besoins énergétiques de votre bâtiment.

Se servir du puits canadien sans utiliser la VMC (ventilation mécanique contrôlée) est moins efficace. En effet, la VMC est un dispositif qui assure le renouvellement de l'air à l'intérieur des pièces.

Coupler le puits canadien avec une centrale double-flux (VMC) sera donc recommandée : La Centrale double-flux VMC va permettre de gérer les flux d'air entrant et sortant de l'habitation.

II-3/ bardages (façades) : dans un souci d'une complète transparence, une complète légèreté, et un jeu entre le plein et le vide, le choix de l'habillage des façades porte sur :

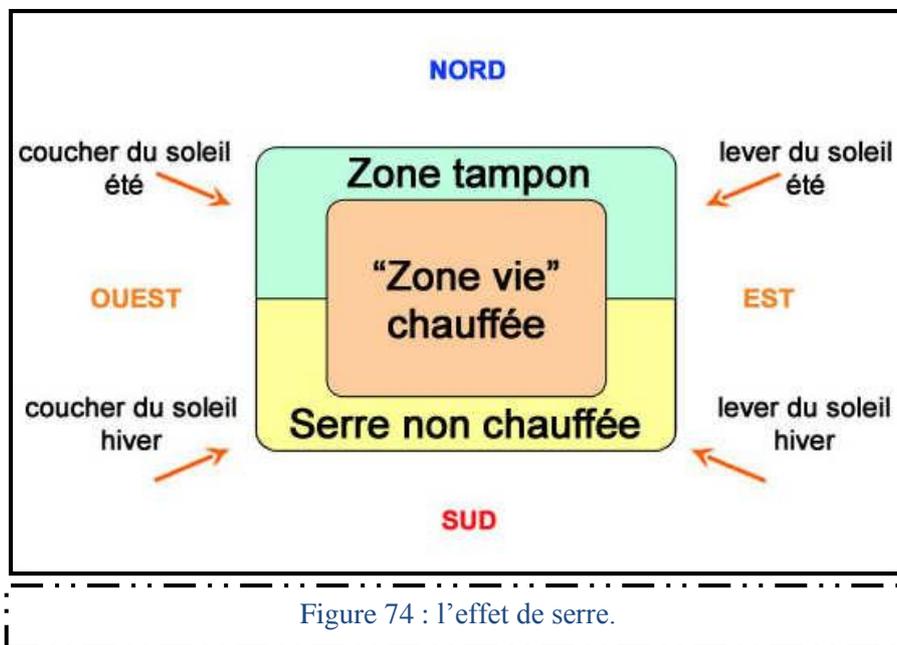
- b. Utilisation des façades de double peau.

II-3-1/ les façades de double peau :

II-3-1-1/ Définition :

Une façade double peau (**FDP**) peut être définie comme une façade simple traditionnelle doublée à l'extérieur par une façade essentiellement vitrée. L'objectif d'une telle façade est

multiple, soit comme cite ci-dessus : diminuer les déperditions thermiques, créer une isolation phonique. Mais la principale utilisation est en général l'utilisation de l'effet de serre générée par la façade vitrée pour réchauffer les pièces et créer une ventilation naturelle du bâtiment.



II-3-1-2/ Les caractéristiques :

La façade double peau est un système constitué de deux peaux vitrées séparées par un volume d'air. La principale enveloppe de verre est habituellement isolée.

L'espace d'air entre les deux vitrages agit comme une isolation contre les températures extrêmes, le vent et le bruit. Les protections solaires sont habituellement situées entre les deux peaux.

II-3-1-3/ Objectifs :

Les principales finalités de ces types de façades sont :

- la création d'une ventilation naturelle.
- le préchauffage de l'air introduit dans le bâtiment.
- l'isolation acoustique.
- l'optimisation du facteur de lumière du jour : permet de diminuer les consommations liées à l'éclairage.
- l'esthétique : crée un aspect « high-tech » apprécié dans les bâtiments tertiaires.
- l'amélioration du confort en été : la FDP joue un rôle de protection solaire.

- l'isolation thermique : pour la rénovation d'un bâtiment, l'application d'une façade vitrée en complément de la paroi opaque traditionnelle peut être une solution pour diminuer les ponts thermiques.

II-3-1-4/ avantages :

✚ **Isolation acoustique**, qui serait d'après certains auteurs une des raisons principales d'utiliser des façades double peau. La réduction des niveaux de bruit à l'intérieur d'un bâtiment de bureau peut être réalisée en réduisant à la fois la transmission de pièce à pièce et la transmission des bruits provenant de l'extérieur. Le type de façade et le nombre des ouvertures peuvent rapidement devenir un problème critique pour la protection contre les bruits extérieurs.

✚ **Isolation thermique :**

Pendant l'hiver la seconde peau procure une isolation renforcée en augmentant la résistance thermique extérieure. Bien que le coefficient de transfert équivalent U_{eq} pour une façade continuellement ventilée puisse être plus mauvais que celui d'une simple peau, les résultats s'améliorent si la cavité intermédiaire est fermée (partiellement ou complètement) pendant la saison de chauffage. La vitesse d'air réduite et la température plus importante dans la cavité permettent de réduire le transfert de chaleur. Cela conduit aussi à des températures plus hautes à la surface intérieure de la paroi interne.

En été l'air chaud contenu dans la cavité peut être extrait par ventilation (naturelle ou mécanique). Pour une bonne ventilation de la cavité, il est important de bien sélectionner le type de panneaux à utiliser et le type de protection solaire, de façon à éviter les surchauffes de la cavité et donc des locaux. La géométrie de la cavité peut être réellement un point critique du fait que la largeur, la hauteur de la cavité, la dimension des ouvertures, peuvent devenir déterminants pour l'évolution thermique de la cavité et les écoulements d'air (si la cavité est ventilée naturellement). Un autre paramètre important est le positionnement des systèmes de protection solaire.

✚ **Ventilation naturelle** : Un des principaux avantages des façades à double peau est qu'elles permettent la ventilation naturelle ou hybride. Différents types peuvent être utilisés suivant les climats, les orientations, la localisation et le type de bâtiment pour ventiler avant et pendant les heures d'occupation. Le choix d'une façade à double peau peut être crucial pour maîtriser les températures, les vitesses, et la qualité de l'air introduit dans les bâtiments. Si elle est bien conçue, la ventilation naturelle peut conduire à une réduction des consommations énergétiques et améliorer le confort des occupants.

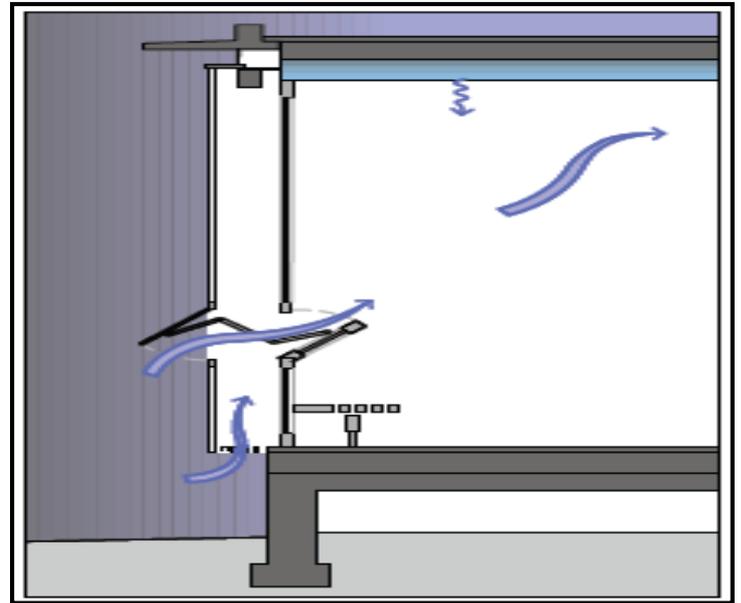


Figure 75 : Schéma qui présente la ventilation naturelle.

II-3-1-5/Conception :

✚ **Les vitrages** : Les types de panneaux vitrés les plus utilisés pour les façades à double peau sont :

- Pour la paroi intérieure : double ou triple vitrage isolant,
- Pour la paroi externe : simple vitrage trempé, quelquefois verre laminé. On peut trouver aussi des verres de sécurité renforcés.

✚ **Systèmes de protection solaire**

Les systèmes de protection solaire rencontrés (souvent des stores vénitiens) sont placés à l'intérieur de la cavité pour des raisons de protection. Les caractéristiques des lames de store influencent grandement les propriétés physiques de la cavité. De ce fait, leur choix doit être réalisé en considérant de façon intégrée le type de vitrage, la géométrie de la cavité et la stratégie de ventilation. Cependant, le positionnement au sein de la cavité ne dépend pas uniquement du type de protection choisi. Quand on décide de la position des stores, d'autres paramètres sont à prendre en compte tels que :

- la localisation du bâtiment et les conditions climatiques du site (température extérieure, potentiel d'éclairage naturel, etc.),
- l'orientation de la façade,
- la géométrie de la cavité,
- la taille et le positionnement des ouvertures intérieures et extérieures dans la cavité,

Tous ces paramètres doivent être pris en compte pour réduire la demande énergétique de chauffage et de climatisation, et pour procurer des températures de la surface intérieure de la paroi interne durant toute l'année assurant des conditions de confort acceptables pour les occupants.



Photo 60 : la protection solaire.

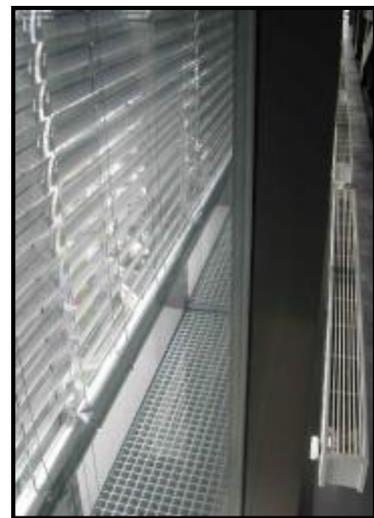


Photo 61 : La protection solaire par des stores.

✚ Les différents modes de ventilation :

Selon la finalité d'une façade double peau le mode de ventilation va être totalement différent. La circulation de l'air au sein de la cavité intérieure conditionne en partie le comportement thermique et aéraulique de la FDP et donc son influence sur le bâtiment. Les principaux couplages aérauliques sont visibles sur le schéma ci-dessous.

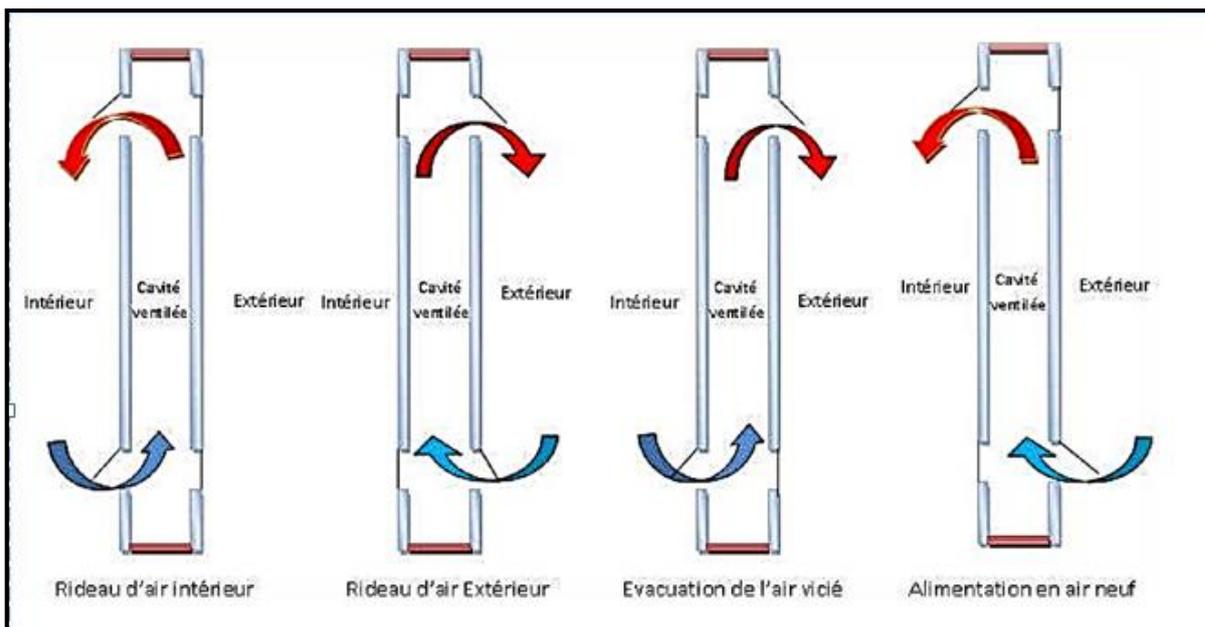


Figure 76 : Schéma qui présente le mode de la ventilation naturelle.

Le Moucharabieh :

Les deux principaux systèmes de fixation :



Photo 62 : Un moucharabieh

a) **Le système VEA :**

- ✓ Fixation par boulon ou par goujon : Fixation par rotule :



Photo 63 : Un boulon.

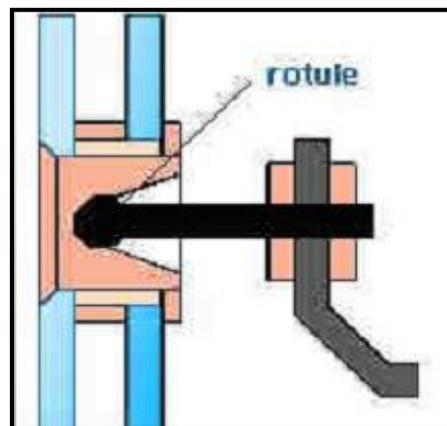
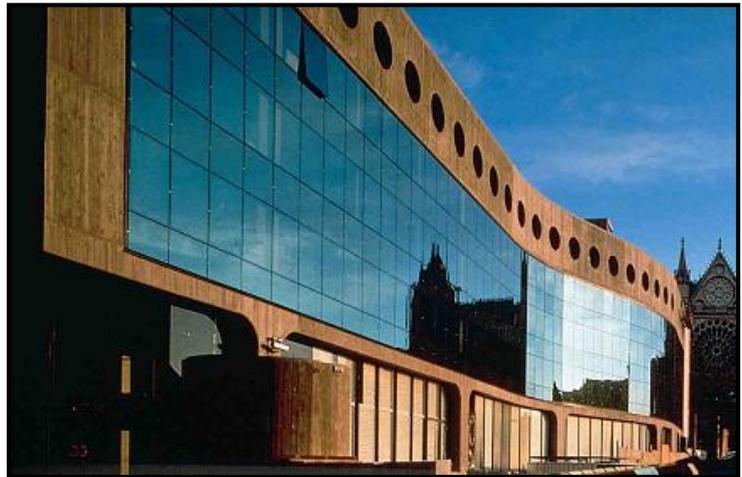


Photo 64 : Une rotule.

c. Le système VEC :



II-4/ Végétation intérieure :

L'air frais dégagé par la végétation /puits canadien au niveau de RDC permet de faire circuler l'air chaud vers le premier étage. Et l'air dégagé par la végétation de 1^{ère} étage fait circuler l'air chaud vers le 2^{ème} étage. Ainsi l'air dégagé par végétation de 2^{ème} étage. Le cumul de toutes les masses d'airs chaudes montent et s'évacuent à travers des fenêtres du toit de l'atrium.

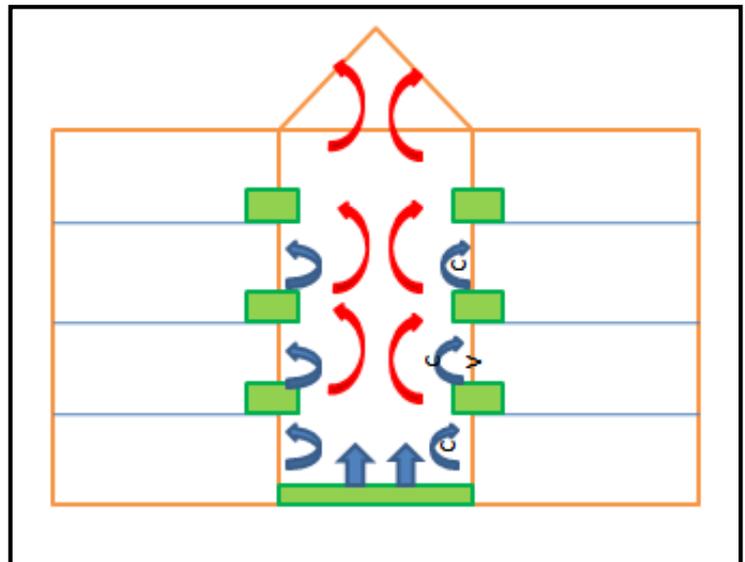


Figure 77 : Schéma qui présente la végétation intérieure.

Bien que notre projet soit équipé de techniques fiables et économiques en matière d'énergie, il doit être additionné par une combinaison convenable entre leurs effets pour atteindre la passivité maximale de la structure. Dans les murs rideaux, on injecte de l'air chaud ou froid du sol obtenu à partir du système de puits canadien. Ce dernier peut additionner aussi son effet rafraichissant pendant les saisons chaudes à celui de la végétation pour interagir avec la pièce structurale centrale : atrium. Aussi, l'utilisation de poteaux tubulaires va permettre la mise en profit des vides centraux des tubes pour le passage des canalisations.

III- Plus de données techniques :

III-1/ les cloisons : Le choix des types de cloison est dicté par :

- ☞ La légèreté.
- ☞ Le confort.
- ☞ La facilité de mise en œuvre.
- ☞ La performance physique et mécanique.

Nous avons opté pour différents types de cloisons en fonction des espaces envisagés :

III-3-1/ les cloisons intérieures :

- a. **Les cloisons en briques de 10cm :** Les cloisons séparant les espaces intérieurs doivent assurer un bon niveau d'isolation phonique et thermique. Pour les locaux humides (sanitaire, ...) nous avons prévu des séparations en Siporex revêtues de carreaux de faïence.
- b. **Les cloisons vitrées :** sont de hautes performances, démontables et résistantes au feu. Ces cloisons sont montées sur une ossature en aluminium, et ils sont traités en glace de 6 ou 8 mm avec des stores à l'intérieur.

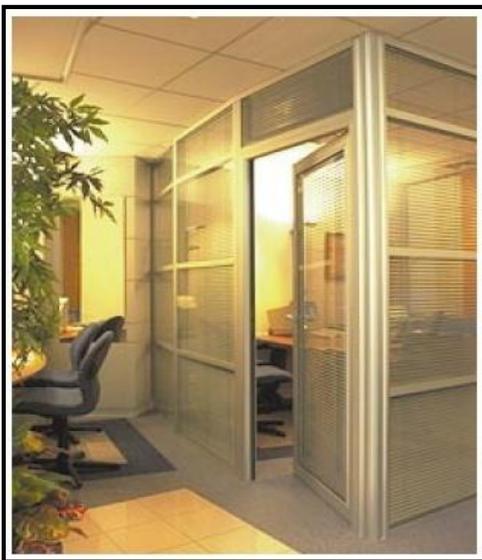
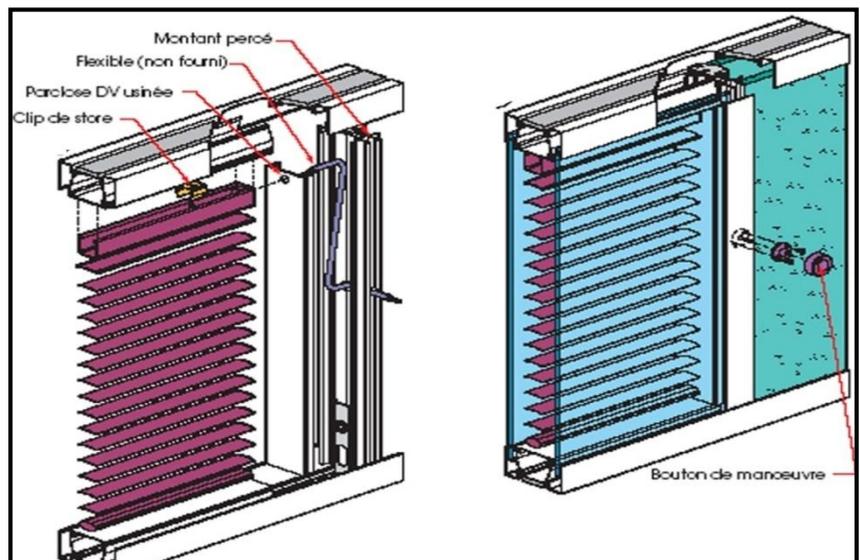


Photo 65 : une cloison vitrée.



III-2/ les faux plafonds : Des faux plafonds insonorisant, démontables, conçus en plaques de plâtre de 10mm d'épaisseur accrochés au plancher, avec un système de fixation sur rails métalliques réglables. Les faux plafonds sont prévus pour permettre :

- ☞ Le passage des gaines de climatisation et des différents câbles (électrique, téléphonique etc.).
- ☞ La protection de la structure contre le feu.
- ☞ La fixation des lampes d'éclairages, des détecteurs d'incendie et de fumée, des détecteurs de mouvements, des émetteurs et des caméras de surveillance.



Photo 66 : Le faux plafond.

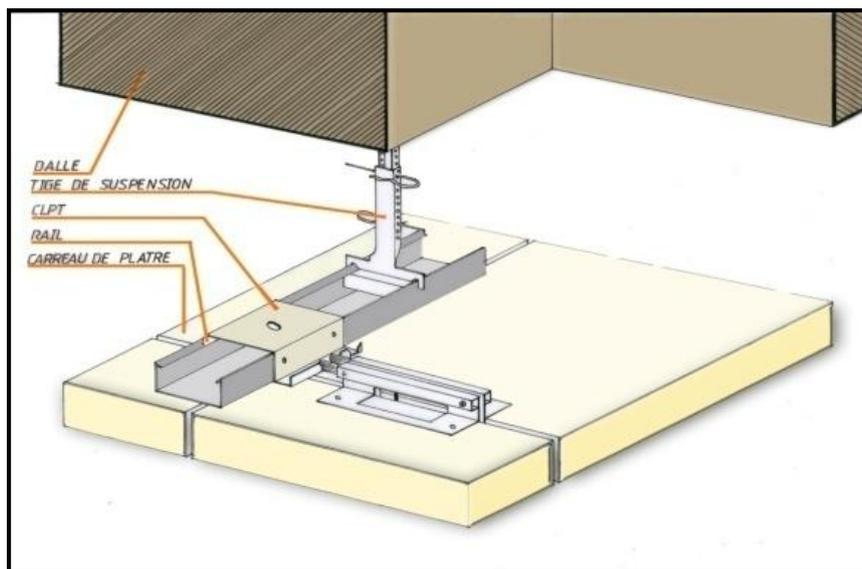


Figure 78 : Schéma de fixation d'un faux plafond.

- ❖ On propose deux types de faux plafonds :
 - **Le plafond rockfon acoustique** : pour les salles de réunions, les salles de projections, les salles de conférences, et les surfaces d'expositions. Ils seront également adoptés pour les niveaux des bureaux pour procurer suffisamment de confort acoustique dans ces lieux de travail.
Ces plafonds sont constitués de : plaques de plâtre perforées, raidisseurs longitudinaux, fibres minérales de 20 mm et film d'aluminium.
 - **Le plafond rockfon esthétique** : utilisé là où l'esthétique et la correction acoustique sont recherchées : halls de réception, cafeteria, amphithéâtre

III-3/ Eclairage : En ce qui concerne l'éclairage, deux notions sont à prendre en compte :

La performance visuelle (un bon niveau d'éclairage permet une bonne productivité avec une baisse des erreurs et une moindre fatigue visuelle).

Le confort visuel (la lumière doit être suffisante mais aussi bien répartie et de bonne qualité).

La qualité de la lumière naturelle est, en effet, souvent meilleure que celle de la lumière artificielle, ainsi que le rendu des couleurs qui a une influence positive pour la détection des défauts, l'amélioration de la qualité et de la sécurité.

La lumière naturelle permet également de conserver un contact avec l'extérieur ce qui, tout en permettant de diminuer les contraintes physiques et psychologiques, présente un intérêt pour les économies d'énergie.

Dans notre cas, le lieu est éclairé d'une façon naturelle et artificielle « éclairage indirect ».

III-4/ les ascenseurs : Nous avons opté pour des ascenseurs hydrauliques afin d'assurer les différentes circulations verticales avec plus de confort. Ils assureront la desserte aux étages supérieurs à partir de l'atrium ainsi qu'aux autres parties de notre bâtiment, afin de faciliter le transport des personnes usagers.

III-5/ les corps d'état secondaires :

III-5-1/ assainissement : On a choisi le système séparatif car il permet :

- ☞ Traitement des eaux usées devient plus facile
- ☞ Pas de problème d'auto curage.

Les eaux pluviales sont rejetées directement dans la nature ce qui permet de les utiliser pour l'arrosage ... ex.

Pour l'assainissement collectif on propose de prévoir des conduites d'assainissement qui vont rejeter l'eau vers réseau publique.

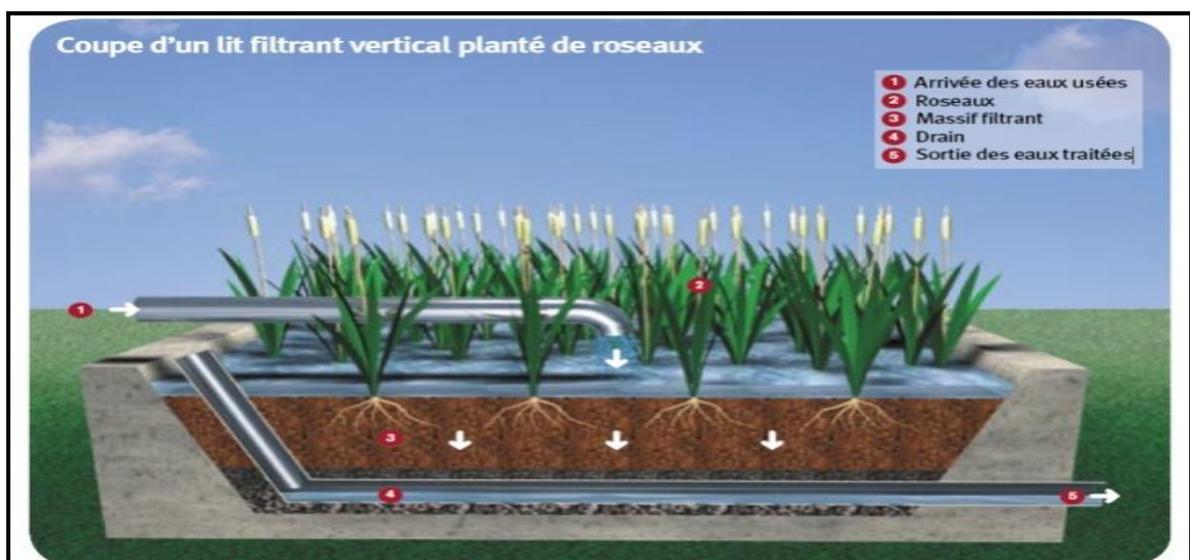


Figure 79 : Une coupe d'un lit filtrant vertical planté de roseaux d'assainissement.

III-5-2/ utilisation des énergies renouvelables :

Dans un souci de préservation des ressources naturelles et de réduction des émissions de gaz à effet de serre, la production d'énergie électrique qui alimente le complexe est fournie par des panneaux solaires (cellules photovoltaïques).

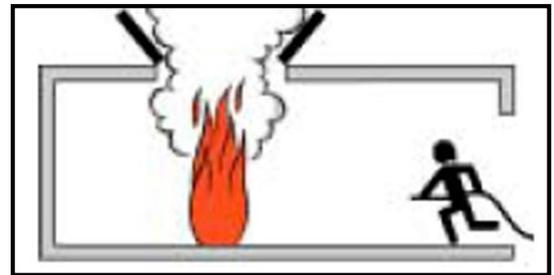
De même, une partie de l'eau chaude provient de chauffe-eau solaire et l'eau thermale chauffée.

III-5-3/ Electricité : Poste de transformateur :

Il a été prévu un poste de transformateur au niveau d'entre sol

III-5-4/ groupe électrogène : On prévoit un groupe électrogène, au niveau d'entre sol.

III-5-5/ protection contre incendie : Le principe fondamental de la protection contre l'incendie est la sauvegarde des personnes et la prévention des biens. Le bâtiment doit être étudié et conçu de façon à offrir toute condition de sécurité, par l'utilisation des matériaux incombustibles et un bon positionnement des issues de secours. Ainsi plusieurs dispositifs constructifs et techniques ont été prévus :

✓ **Sauvegarde des personnes :**

Le désenfumage : On prévoit à chaque niveau des détecteurs de fumée et de chaleur, qui commandent le déclenchement automatique de la ventilation permettant ainsi l'extraction des gaz brûlés dans les circulations verticales cages d'escalier.



Photo 67 : Un désenfumage.

On prévoit des bouches d'incendie par des colonnes sèches branchées directement à la bache à eau et au réseau à incendie.

On prévoit des **SPRINKLERS** : Système de lutte incendie disposé au niveau des faux plafonds. Destiné automatiquement à diffuser un produit extincteur sur un foyer d'incendie, il est alimenté par des canalisations (propre à lui) ou bien par la bêche à eau, équipé par un compresseur.



Photo 69 : Un sprinkler.

III-5-6/ Système de protection :

a. Protection des personnes :

On a prévu des issues de secours pour l'évacuation rapide des personnes en cas de catastrophes.

b. Contre la corrosion :

Pour la protection de la structure métallique, une peinture tumescente appliquée sur la surface extérieure sera prévu en cas d'incendie et sous l'effet de la haute température cette peinture se gonflera et formera une couche isolante qui protégera la structure.

c. Contre incendie :

➤ Extincteurs mobiles :

Ils constituent les moyens des premiers secours, et les plus efficaces, leur utilisation est prévue dans les dégagements ou à proximité des locaux présentant des risques particuliers d'incendies (Ex : la cuisine, la centre de climatisation et chauffage.....).



Photo 69 : Des extincteurs mobiles.

➤ Extincteurs automatiques :

Il s'agit du système de lutte contre incendie disposé au niveau des faux plafonds et destiné directement à diffuser un produit extincteur (eau) sur un foyer d'incendie, il est-il est alimenté par la bêche à eau.



Photo 70 : Un extincteur automatique.

III-5-7/ les circulations : Des issues de secours facilement accessibles ont été prévus assurant l'évacuation rapides des personnes vers l'extérieur.

III-5-8/ Eclairage de sécurité :

L'éclairage de sécurité a été prévu en cas de danger et en cas de panne, il permet :

- ☞ la signalisation des incendies, et sera installé selon les règlements locaux (les annonceurs).
- ☞ L'éclairage de signalisation des issues de secours.



Photo 71 : L'éclairage de signalisation des issues de secours.



Photo 72 : la signalisation des incendies.

Synthèse :

Les technologies choisies ont été sélectionnées pour des objectifs bien précis qui sont principalement l'économie d'énergie et la garantie du confort avec un maximum de fiabilité et d'efficacité.

Notre projet étant lié au domaine de la recherche bioclimatique doit avant tout être un exemple de couplage architecture/technologie c'est ce qu'on a visé avec l'intégration de plusieurs techniques de manière affine qui donnera une autonomie presque totale surtout concernant la régulation thermique de bâti.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE :

La transition vers les énergies renouvelables devient plus que nécessaire, et nous met devant le fait accomplis imposant la mise en disposition de nouveau système de construction.

À partir des chapitres, on conclut que doter la construction de technologies énergétiques performantes doit être prise en considération dès les premières étapes du processus de conception, où cette action se distribue sur toutes les phases du projet en commençant par l'implantation et le plan de masse, et en terminant par le choix des matériaux de construction tout en passant par l'orientation, la forme, la volumétrie, la configuration des baies ...etc. Ces technologies innovantes réalisent entre elles une fine intégration permettant une amélioration du confort thermique et l'ambiance lumineuse.

Nous nous sommes rendu compte que notre mission se devisait en trois volets interdépendants, notamment :

1-réaliser une conception architecturale en tenant compte de l'intégration du projet dans son assiette, du fonctionnement et de l'esthétique.

2-intégrer le projet dans son environnement climatique, tout en gardant les aspects du 1er volet.

3-Incruster les technologies énergétiques au sein de la pratique architecturale.

On espère que l'initiation de cette spécialité énergétique avec de tel projet va pousser les autres concepteurs à s'orienter vers ce modèle.

OUVRAGE:

- Renewable Energy & Development. Brochure to accompany the Mobile Exhibition on Renewable Energy in Ethiopia. By Jargstorf, Benjamin. GTZ & Ethiopian Rural Energy Development and Promotion Centre (EREDPC).Addis Ababa 2004.
- Dictionnaire Médiadico.
- L'architecture écologique .Auteur : Dominique Gauzin-Muller.
- B. GIVONI, « L'homme, l'architecture et le climat », Éditions du Moniteur, Paris (1978).
- V. OLGAY, «Design with climate: Bioclimatic approach to architectural regionalism », Princeton, University Press, N.J., U.S.A. (1963), page.185.
- Thierry CABRIOL- Daniel ROUX, « Chauffage de l'habitat et énergie solaire», tome 2, Edition Edisud, France (1984).
- A. De HERDE & A. Evrard, « béton et utilisation rationnelle de l'énergie », Bulletin publié par : FEBELCEM – Fédération de l'Industrie Cimentière Belge, (2005), p 85a.
- André RAVEREAU, « Le M' Zab, une leçon d'architecture », Éditions Sindbad, Paris, 1981.
- Roger. CASAR, Guide des calculs des déperditions et charges thermiques d'hiver, « Détermination des puissances de chauffage a installé dans les locaux », collection des guides de l'AICVF, ouvrage de la commission technique coordonné, Edition (1989).
- Mat Santamouris (Ed), Environmental design of urban buildings: An Integrated Approach, Scan, London, UK, 2006.
- Ch. CHAULIAGUET, «Energie solaire dans le bâtiment », Editions Eyrolles, Paris 1979.
- dictionnaire environnement et développement durable.

REVUES :

- Guide de l'énergie solaire passive. Edward Mazria, ISBN : 2863640119 .Éditeur : Parenthèses (1981).
- C.A.U.E (Conseil en Architecture Urbanisme et Environnement), « l'Architecture bioclimatique», In revue d'architecture d'urbanisme et d'environnement de l'Ariège, France, (2005).
- ARCHIBIO : Groupe d'intervention en habitat écologique.

- Hugues Boivin, **la ventilation naturelle développement d'un outil d'évaluation du potentiel de la climatisation passive et d'aide à la conception architecturale**, maître ès sciences (M.Sc.), université Laval Québec, (2007).
- Guide Bio-Tech. La ventilation naturelle et mécanique, pilotage : Dominique Sellier, ARENE Île-de-France. (978-2-911533-00-6).
- Guide pratique pour la construction et la rénovation durable de petit bâtiment, permettre une ventilation intensive recommandation pratique, ENE07, Février 2007.
- Guide pédagogique sur les énergies renouvelables.
- Guide d'intégration des capteurs solaires dans l'architecture et dans le paysage.
- Mathias.un gers et a GUINEX.
- guide de bioclimatique Nice.
- Liébard, A. et De Herde, A., 2005.
- « Natural ventilation in non domestique buildings ». Guide CIBSE, 2005.
- Ressources naturelles Canada.

SITES D'INTERNET :

- Glossaire solaire.com.
- Tomia / GNU Free Documentation License.
- PERACOD.
- www.enerzine.com/Userfils/image/breve7507e.jpg.
- la.maison.passive.fr - Quelques informations sur la maison passive.
- Wikipédia Commons.
- <http://www.jan-maison-passive.com>
- www.AdvanceBuilding.org
- GIZ / Michael Netzhammer

ملخص:

بالرغم من أن الشمس موجودة منذ نشأة هذا الكون من قبل الخالق عز وجل، إلا أنها لا تزال مصدرا لا ينضب من الطاقة أكان ذلك بالتعرض لأشعتها الحارة في الأوقات الباردة لجسم الإنسان او لمكان عيشه بشكل مباشر من جهة او غير مباشر يمكنه من تخزين هذه الطاقة بأنظمة التقاط عصرية من جهة أخرى.

هذه المذكرة التي تتبنى الهندسة المعمارية الشمسية كموضوع، وحدة البحوث العلمية كمشروع والنهج الطاقوى والبيئي كبعد مفاهيمي، تعالج تصميم وحدة بحوثات في الطاقات الجديدة والمتجددة بأبعادها الموضوعية، التكنولوجية والسياقية.

الانتهاء من هذه الأبعاد يساعد على وضع تركيبة على شكل مبادئ مناسبة لمثل هذا النوع من التصاميم باعتبار ولاية تلمسان منطقة تعليمية ومشمسة بامتياز فإن تحقيق هذا المشروع يستلزم عدّة احتياطات من أجل جو ملائم للبحث والحث على استعمال الطاقة الشمسية. من بين هذه الاحتياطات: الشكل المتناسك، توجيه المباني للشمال او الجنوب واستغلال الغطاء النباتي والمياه. علما أنّ الظروف الداخلية لأماكن البحث والتي من شأنها إعطاء أهمية للفضاءات المخصصة (أماكن البحث، المخابر، مكاتب الطاقم العلمي) والتي تؤثر مباشرة على مردودية الباحثين لذا فمن أجل السهر على الرفاهية الكافية وجب الحرص على تناغم الراحة الحرارية، المرئية، التنفسية الخ

في نهاية هذا العمل نؤكدنا ان السير في منهج الترقيع من اجل تحقيق الرفاهية الداخلية ليست بحل مثالي لذا فإن الأبعاد البيئية، الطاقوية والتقنية لا بد ان تشكل جزءاً لا يتجزأ من عملية التصميم بدءاً من خطواتها الأولى.

الكلمات المفتاحية: الشمس، مختبر الطاقة المتجددة، الباحث والتصميم والتكنولوجيا والراحة

Summary:

Whether the human body's exposure to its warm rays in cold times or to its place of living, directly or indirectly, by storing this energy through modern capture systems.

This thesis adopts solar architecture as a subject, scientific research as an approach and the energy and environment as a conceptual dimension, dealing with design and research unit in the renewable energies substantive dimensions.

Given the fact that Tlemcen has a great sunny atmosphere, the realization of this project, also, requires several precautions in order to achieve a favorable environment to stimulate and encourage the use of solar energy. Among these precautions:

Coherent shape, orientation of buildings to the north or south and the exploitation of vegetation and water. Note that the internal conditions for the research facilities will give importance to spaces, such as laboratories and scientific crew Offices, and which directly affect the profitability of researchers, therefore, in order to ensure adequate welfare, it must ensure the harmony of thermal comfort, visual and respiratory.

At the end of this work confirmed that continuing to patching in order to achieve internal well-being is not an ideal solution, therefore, the environmental dimensions, energetic and technological must form an integral part of the design process starting from the baby steps.

Key words: Sun, renewable energy laboratory, researcher, design, technology and comfort.

Résumé :

Bien que le solaire est la création de cet univers par le tout puissant , elle reste pour l'homme une source inépuisable pour se procurer de l'énergie en chaleur en s'exposant à ses rayons au moment froid, pour son corps ou bien ouvrir son logis par des solutions passives pour y bénéficier (exploitation directe) d'une part ,et d'autre part stockée par des différents modes de captages (exploitation indirecte).

Cette mémoire qui est l'architecture solaire en tant que thème, l'unité de recherche comme projet et la démarche énergétique et environnementale en tant que dimension conceptuelle, traite le sujet de la conception d'une unité de recherche en énergies renouvelables sous trois dimensions : thématique, technologique et contextuelle. L'achèvement de ces trois dimensions aide à élaborer une synthèse sous forme des principes appropriés à la conception de ce genre d'équipement.

La conception de ce genre d'équipement dans la wilaya de TLEMCEM qui est classée parmi les zones à la fois scientifiques et ensoleillées, nécessite plusieurs précautions afin d'arriver à un environnement adéquat à la recherche et la promotion de l'utilisation de l'énergie solaire. Parmi ces précautions, la forme compacte, l'orientation des blocs vers l'orientation nord et sud et l'exploitation de la végétation et de l'eau. Sachant que les conditions intérieures dans les espaces de recherche possèdent un impact direct sur le rendement des chercheurs, de ce fait l'importance est donnée aux espaces y afférents. Parmi tous les lieux de recherche, les laboratoires et les bureaux du personnel scientifique constituent les espaces les plus importants, et pour fournir une qualité de confort adéquat il faut concilier entre tous les aspects de confort ; thermique, visuel, respiratoire ...etc.

A la fin de ce travail, nous avons confirmé fortement que les tâches de correction pour améliorer de la qualité de confort intérieur ne présentent pas une solution idéale, Par conséquent, les dimensions : environnementale, énergétique et technologique devraient être incluses dans le processus de conception dès ses premières phases de processus de conception.

Les mots clés : soleil, énergie renouvelable, laboratoire, chercheur, conception, technologique, confort.