



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



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : BOUDAROUÏ Mohamed Seddik

DOMAINE : SCIENCES ET TECHNIQUES

FILIERE : ARCHITECTURE ET URBANISME

OPTION : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT

Thème

**CONCEPTION D'UN CENTRE DE RECHERCHE DE
BIOLOGIE VEGETALE ECOLOGIQUE A TIARET**

L'ECLAIRAGE NATUREL DANS L'ESPACE LABORATOIRE

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	qualité
BOUKHELKHAL Aboubakeur	M.A.A	Président
MERDJANI Hamza	M.A.A	Examineur 1
DEHINA Karim	M.A.A	Examineur 2
BENCHEIKH Hamida	M.C.A	Rapporteur

Promotion : Juin 2015

Remerciements

En préambule à ce mémoire, on souhaite adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de cette année universitaire.

On tient à remercier sincèrement Monsieur Bencheikh Hamida qui, en tant qu'encadreur, s'est toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'aide et le temps qu'il a bien voulu nous consacrer.

On voudrait exprimer nos remerciements à notre Maître l'architecte Mr Seddiki Mustapha pour les orientations et les conseils qu'il a su nous prodiguer durant l'évolution de notre projet.

En outre, nous tenons à remercier Rebhi Mohamed, pour son aide et ses encouragements.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à nos enseignants qui nous ont tant donné avec beaucoup de compétence tout au long du cursus universitaire, un grand merci à Mr Benaarfa, Mr Dehina, Mr Mordjani, Mr Mezaouekh, Mr karami, Mr slimani et Mr hassani rafik pour leurs aides et orientations qui ont enrichi nos connaissances.

Enfin Nous tenons à remercier toute personne qui a participé de près ou de loin à l'exécution de ce modeste travail.

Dédicace

Je dédie ce travail :

A ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

A ma grand-mère MERIEM, Ce travail est pour moi le fruit de tes prières.

Merci à ma sœur et ma jumelle Khadija, source de soutien et de conseils, La vie m'a fait un très beau cadeau en faisant de toi Ma Sœur...

Merci à toute ma famille.

A ma deuxième famille Benouadhah, pour mon oncle BELCKACEM et ma tante MOUNA et mon frère HICHAM.

A mes partenaires WIDAD, AMINE et HARZALLAH avec qui j'ai passé de très agréables moments et qui ont fait une belle étape de ma vie.

A mes amis de Tiaret : REDHA, LARBI, BRAIM, SALIM, FOUZI, MOHAMED, AZIZ, ABDELKADER, HICHAM J, MAHMOUD, NOUREDDINE ET NAZIM.

A mes amis : NACER, ALLAL, SALAH, OTHMANE, ZOHEIR, ILIES, ADLEN, HOUCINE, AZIZ, BACHIR, BENAISSA et groupe COPISCANE.

Et enfin à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.

SEDDIK

Résumé :

Dans un climat semi-aride tel que celui de la ville de Tiaret, l'implantation d'un équipement pour la recherche scientifique est nécessaire pour éviter le manque de ce type de secteur et pour améliorer le rôle et la fonction de la recherche, tout en respectant l'environnement.

Ce projet d'inscrit dans l'objectif du développement durable tout en dirigeant vers une orientation favorable, pour exploiter le maximum de potentialités climatiques et en appliquant des systèmes convenables, qui offrent au centre de recherche un confort thermique, visuel et respiratoire.

Mots clés : Climat semi-aride – la recherche – l'environnement – confort.

المخلص

إنشاء مركز للبحث العلمي في مدينة تيارت ذات المناخ الشبه جاف، مع احترام شروط المحافظة على البيئة والمحيط، عملية ضرورية لتفادي النقص في هذا القطاع المهم.

تم توجيه هذا المشروع بصفة ملائمة للاستغلال الأقصى للخصائص المناخية للمنطقة وتطبيق الأنظمة الملائمة لمنح مشروع مركز البحوث العلمية الرفاهية الحرارية، النظرية والهوائية.

الكلمات المفتاحية: المناخ الشبه جاف – البحث – المحيط – الرفاهية.

Abstract:

In a semi-arid climate such as that of the city of Tiaret, the setting up of equipment for the scientific research is necessary to avoid the lack of this type of sector and to improve the role and the function of the search while respecting the environment.

This project is better adapted to the objective sustainable development while managing towards a favorable orientation, to exploit the maximum of the climatic potentialities and by applying suitable systems, which offers in the center of search a thermal, visual and respiratory comfort.

Key words: semi-arid climate, research, the environment, comfort.

Sommaire

Introduction générale

Introduction générale	01
Problématique	03
Hypothèses	03
Structure du mémoire	04

Chapitre 01 : Approche thématique

I. Analyse d'exemples bibliographiques.....	05
Introduction.....	05
I.1.Centre de recherche Wageningen	06
I.1.1.Description	06
I.1.2.Implantation	06
I.1.3.La volumétrie	07
I.1.4.Disposition des blocs	07
I.1.5.Différentes Parties du projet	08
I.1.5.1.Confort Thermique	08
I.1.5.2.Confort Visuel	08
I.1.5.3.Confort acoustique	09
I.1.5.4.Ventilation	09
I.2.Solaris Immeuble	10
I.2.1.Description	10
I.2.2.La situation du projet	10
I.2.3.Disposition des blocs	11
I.2.4.Parcours solaire	11
I.2.5.Économiser pour mieux produire	12
I.2.5.1.Confort Thermique et acoustique	12
I.2.5.2.Confort géothermique	12
I.2.5.3.Confort visuel	13
I.3.Centre de recherche Woods Hale	14
I.3.1.Description	14
I.3.2.Implantation	14
I.3.3.Disposition du bloc	15
I.3.4.L'Organisation des espaces	16

I.3.5.Les techniques utilisées	17
I.3.5.1.Gestion d'énergie	17
I.3.5.2.Confort thermique	17
I.3.5.3.Confort visuel	17
I.3.5.4.Matériaux	18
Conclusion	19

Chapitre 02 : Approche contextuelle

II.1. Présentation de la ville de Tiaret	20
II.1.1. Situation géographique	20
II.1.2. Situation astronomique	20
II.1.3. Les données Climatique.....	20
II.1.3.1. La Température	21
II.1.3.2. L'ensoleillement	21
II.1.3.3. Diagrammes solaires.....	22
II.1.3.4. Précipitations	23
II.1.3.5. Les vents	23
II.2. Planification urbaine	24
II.2.1. Les équipements similaires	24
II.2.2. Analyse du site	25
II.2.2.1. Situation du site par apport à la ville	25
II.2.2.2. Situation par apport au voisinage	26
II.2.2.3. L'orientation du site	26
II.2.2.4. Les limites	27
II.2.2.5. Morphologie du terrain	27
II.2.2.6. Données climatiques	28
II.2.2.7. Le bruit	28
II.2.2.8. La pollution	29
II.2.2.9. Le cadre bâti... ..	29
II.2.2.10. Le paysage	30
II.2.2.11. Mobilité	30
Synthèse	31
Conclusion	31

Chapitre 03 : Approche programmatique

Introduction	32
• Objectif du programme	32
• Analyse du programme	32
III.1. Programme quantitatif	33
III.2. Programme qualitatif	36

Chapitre 04 : Approche architecturale

IV.1. Concepts architecturaux	41
IV.1.1. La fluidité et la lisibilité	41
IV.1.2. La transparence	41
IV.1.3. La simplicité	41
IV.1.4. La géométrie	41
IV.2. Genèse de projet	42
IV.3. La conception du projet	44
Introduction	44
IV.3.1. Plan de masse	44
IV.3.2. Description du projet	44
IV.3.3. Les façades	45
IV.3.3.1. Choix de couleurs	45
Conclusion générale	46

Chapitre 05 : Eclairage naturel et confort visuel

Introduction générale

Introduction	51
Problématique	52
Hypothèses	52

Partie 01 : Eclairage naturel

I. Introduction.....	54
II. Définition de l'éclairage naturel.....	54
III. l'éclairage naturel dans l'architecture	54
III.1 La compacité	54
III.2. la porosité.....	55
III.3. La transparence	55
III.4. Les caractéristiques géométriques	55
III.4.1.La taille.....	55

III.4.2.La forme et la proportion	56
IV. Influence de l'environnement sur l'éclairage naturel.....	56
IV.1. L'orientation	56
IV.2. L'environnement Naturel.....	56
IV.3. L'environnement architectural.....	57
V. Types d'éclairage naturel.....	57
V.1. Éclairage latéral	57
V.1.1. Types d'éclairage latéral	58
V.1.1.1. Eclairage unilatéral	58
V.1.1.2. Économiser pour mieux produire	58
V.1.1.3. Eclairage multilatéral	58
V.2. Eclairage zénithal	59
VI. Influence de l'ouverture sur l'éclairage naturel	59
VI.1. L'orientation de l'ouverture	59
VI.2. La position de l'ouverture	60
VI.3. Les dimensions de l'ouverture	60
VI.4. La forme de l'ouverture	61
VII. Influence de la menuiserie et du vitrage sur l'éclairage naturel	61
VII.1. La menuiserie	61
VII.2 Le vitrage	62
VII.2.1 Vitrages clairs	62
VII.2.2 Vitrages teintés ou réfléchissants.....	62
VII.2.3 Vitrages diffusants	62
VIII. Impact de l'aménagement intérieur du local sur l'éclairage naturel	62
VIII.1. Clarté des parois.....	63
VIII.2 Clarté du plafond.....	63
VIII.3 Brillances des revêtements.....	63
IX. Autres dispositifs de distribution de la lumière naturelle	64
IX.1. Les lights shelves.....	64
IX.2. Le système anidolique.....	64
IX.3. Le second jour	65
IX.4. Les atriums.....	65
IX.5 Les conduits à lumière.....	65
Synthèse	66

Partie 02 : Confort visuel

I. Grandeurs photométriques	67
I.1 Le flux lumineux	67
I.2 La luminance	67
I.3 L'éclairement	67
I.4 L'intensité lumineuse	67
II. Définition du confort visuel	68
III. Paramètres du confort visuel	68
III.1 Un niveau d'éclairement suffisant	69
III.1.1 Facteur de lumière du jour (FLJ)	69
III.2. Une répartition harmonieuse de la lumière	69
III.2.1. Uniformité de l'éclairement	70
III.3. L'absence d'éblouissement	70
III.3.1. Contrôle d'éblouissement	71
III.4. L'absence d'ombres gênantes	71
III.5 La teinte de la lumière.....	72
Synthèse	73

Partie 03 : Evaluation numérique et résultats

I. Introduction	74
II. Présentation des logiciels de simulation informatique.....	74
II.1. Bref aperçu sur le logiciel de simulation de l'éclairage naturel ECOTECT 2011	74
II.2. Bref aperçu sur le logiciel de simulation Radiance 2,0 beta.....	74
III. Choix du cas d'étude.....	75
III.1. Description du cas d'étude.....	75
IV. Validation numérique de l'éclairage naturel (simulations et Résultats.....	76
IV.1. Cas initial.....	76
IV.2 Cas amélioré.....	80
Conclusion générale.....	85

Liste des figures

Fig.01: Vue sur l'atrium	05
Fig. 02: Plan de masse	05
Fig. 03: Le volume du projet	06
Fig. 04: Plan du RDC	06
Fig. 05: Plan du 1 ^{er} étage	06
Fig. 06: Refroidissement du bâtiment	07
Fig. 07: Optimisation de la lumière naturelle	07
Fig. 08: Parois vitrées sur l'atrium	07
Fig. 09: Jardins et bassins intérieur	08
Fig. 10: Baies vitrées performantes	08
Fig. 11: Ventilation traversante	08
Fig. 12: Vue sur l'intérieur de l'atrium	09
Fig. 13: Plan de masse	09
Fig. 14: Plan du bâtiment	10
Fig. 15: Parcours solaire	10
Fig. 16: vue sur l'atrium.....	11
Fig. 17: Vitrage performant	11
Fig. 18: Installation des sondes géothermique	11
Fig. 19: Coupe schématique 1.....	12
Fig. 20: Coupe schématique 2	12
Fig. 21: Vue général sur le centre de recherche	13
Fig. 22: Plan de situation	13
Fig. 23: Plan de masse	14
Fig. 24: Plan du sous-sol	15
Fig. 25: Plan du RDC	15
Fig. 26: Plan du 2 ^{eme} étage	15
Fig. 27: Système pompe à chaleur	16
Fig. 28: Offset-Poteau	16
Fig. 29: Vue sur la salle de conférence	16
Fig. 30: Utilisation du bois	17

Fig. 31: Diagramme climatique de la ville de Tiaret	19
Fig. 32: Courbe de température annuelle	20
Fig. 33: Diagramme d'ensoleillement	20
Fig. 34: Courbe de précipitation annuelle	22
Fig. 35: Graphe des vents	22
Fig. 36: Vue aérienne sur la ville	24
Fig. 37: La Localisation de la zone d'étude par vue aérienne	25
Fig. 38: La Localisation de la zone d'étude par vue aérienne	26
Fig. 39: Les accès par vue aérienne	26
Fig. 40: Plan de masse montrant les limites	27
Fig. 41: La morphologie du terrain	27
Fig. 42: les données climatiques	28
Fig. 43: les sources de bruit	28
Fig. 44: Carte de la pollution atmosphérique dans la ville de Tiaret	29
Fig. 45: L'université de Tiaret	29
Fig. 46: Le rectorat	29
Fig. 47: La cité universitaire	29
Fig. 48: la mobilité	30
Fig. 49 : relation entre la surface de l'enveloppe du bâtiment et son volume.....	54
Fig. 50 : L'atrium de l'immeuble Hilton à Amsterdam.....	55
Fig. 51 : le rapport avec l'extérieur.....	55
Fig. 52 : zone centrale obscure dans les espaces des grandes surfaces au sol.....	55
Fig. 53 : Relation entre la forme et la distribution de la lumière naturelle.....	56
Fig. 54 : Variation de l'apport solaire selon l'orientation	56
Fig. 55 : impact de l'environnement sur l'éclairage naturel.....	56
Fig. 56 : Masques solaires naturels / réflexion du rayonnement.....	57
Fig. 57 : Obstruction des rayonnements solaires par l'environnement bâti / réflexion des rayonnements solaires par des écrans internes et externes au projet.....	57
Fig. 58 : Bâtiment Bauhaus.....	57
Fig. 59 : Comportement des ouvertures unilatérales.....	58
Fig. 60 : Comportement des ouvertures bilatérales.....	58
Fig. 61 : Comportement des ouvertures zénithales.....	59
Fig. 62 : Différentes orientations des fenêtres.....	59
Fig. 63 : Influence de la position de l'ouverture.....	60
Fig. 64 : a) Influence de la profondeur du local	60

b) Influence de la hauteur sous plafond.....	60
Fig. 65 : Profondeur de la zone éclairée naturellement.....	61
Fig. 66 : Influence de la forme de l'ouverture sur l'éclairage intérieur.....	61
Fig. 67 : Influence des menuiseries sur la surface d'ouverture.....	62
Fig. 68 : Influence de vitrage sur l'espace intérieur.....	62
Fig. 69 : Influence de la clarté des parois Sur l'espace intérieur.....	63
Fig. 70 : Influence de la clarté du plafond sur l'espace intérieur.....	63
Fig. 71 : Influence des revêtements sur l'espace intérieur.....	63
Fig. 72 : Impact d'un light shelf sur la pénétration solaire.....	64
Fig. 73 : les trois types de lightshelves.....	64
Fig. 74 : Impact d'un plafond anidolique sur la pénétration solaire.....	64
Fig. 75 : second jour.....	65
Fig. 76 : Impact de l'atrium sur la pénétration de solaire.....	65
Fig. 77 : conduit de lumière.....	65
Fig. 78 : Types de grandeurs photométriques.....	67
Fig. 79 : Exigences du confort visuel en fonction de la tâche.....	68
Fig. 80 : facteur du FLJ recommandé.....	69
Fig. 81 : Eléments du confort visuel.	70
Fig. 82 : Eblouissement sur écran.....	70
Fig. 83 : Niveau de la luminance et de l'éblouissement.....	71
Fig. 84 : Ombre gênante.....	71
Fig. 85 : diagramme de kruithof	72
Fig. 86 : Vue sur la fenêtre de logiciel Ecotect.....	74
Fig. 87 : Vue sur la fenêtre de logiciel Radiance.....	74
Fig. 88 : plan RDC (laboratoire)	75
Fig. 89 : façade Nord-Ouest	76
Fig. 90 : contour du FLJ.....	77
Fig. 91 : niveau d'éclairage intérieur	77
Fig. 92 : contour du FLJ	77
Fig. 93 : niveau d'éclairage intérieur.....	77
Fig. 94 : contour du FLJ.....	78
Fig. 95 : niveau d'éclairage intérieur.....	78
Fig. 96 : contour du FLJ.....	79
Fig. 97 : niveau d'éclairage intérieur.....	79
Fig. 98 : contour du FLJ.....	79
Fig. 99 : niveau d'éclairage intérieur.....	79
Fig. 100 : contour du FLJ.....	80
Fig. 101 : niveau d'éclairage intérieur.....	80

Fig. 102 : contour du FLJ.....	81
Fig. 103 : niveau d'éclairement intérieur.....	81
Fig. 104 : contour du FLJ.....	82
Fig. 105 : niveau d'éclairement intérieur.....	82
Fig. 106 : contour du FLJ.....	82
Fig. 107 : niveau d'éclairement intérieur.....	82
Fig. 108 : contour du FLJ.....	83
Fig. 109 : niveau d'éclairement intérieur.....	83
Fig. 110 : courbe iso du FLJ.....	84
Fig. 111 : niveau d'éclairement intérieur.....	84
Fig. 112 : courbe iso du FLJ.....	84
Fig. 113 : niveau d'éclairement intérieur.....	84

Liste des tableaux

Tab.01 : Eclairage moyen à maintenir en fonction de l'activité et les valeurs recommandées du FLJ.....	69
Tab.02 : facteur du FLJ recommandé.....	69
Tab.03 : normes recommandées	76
Tab.04 : climat lumineux	76
Tab.05 : Ambiances lumineuses intérieures	76
Tab.06 : climat lumineux.....	77
Tab.07 : Ambiances lumineuses intérieures.....	77
Tab.08 : climat lumineux	78
Tab.09 : Ambiances lumineuses intérieures.....	78
Tab.10 : climat lumineux	78
Tab.11 : Ambiances lumineuses intérieures	78
Tab.12 : climat lumineux.....	79
Tab.13 : Ambiances lumineuses intérieures.....	79
Tab.14 : Ambiances lumineuses intérieures	80
Tab.15 : climat lumineux	81
Tab.16 : Ambiances lumineuses intérieures	81
Tab.17 : climat lumineux	81
Tab.18 : Ambiances lumineuses intérieures	81
Tab.19 : climat lumineux	82
Tab.20 : Ambiances lumineuses intérieures	82
Tab.21 : climat lumineux	83
Tab.22 : Ambiances lumineuses intérieures	83
Tab.23 : climat lumineux	83
Tab.24 : Ambiances lumineuses intérieures	83
Tab.25 : climat lumineux.....	84
Tab.24 : Ambiances lumineuses intérieures	84

INTRODUCTION GÉNÉRALE



Introduction générale :

L'Architecture est la production la plus manifeste d'une civilisation Omniprésente dans l'espace et durable dans le temps, Elle peut irréversiblement engager l'avenir de notre cadre de vie , répondre aux besoins et les cristalliser par des solutions en fonction des moyens matériels et techniques dont elle dispose . (Revue el mohandis N°24 Mars 2010/ p120)

Aujourd'hui l'architecture s'interroge sur son image, ainsi que son rapport à la ville, elle cherche à concevoir un bâtiment moderne dont l'équipement technique, les détails constructifs soient porteurs d'avenir.

Réaliser une œuvre capable de satisfaire durablement toutes les demandes afin de créer un bâtiment dont l'ouverture, les espaces clairs et l'atmosphère accueillante rassure les visiteurs et permettent au personnel de travailler dans des conditions agréables.

Le Projet architectural et les opérations qui y sont inscrites devraient être pensés et menés afin de satisfaire aux dimensions environnementales. Au-delà des effets de mode, cette notion s'impose aujourd'hui comme une nécessité absolue.

Il s'agit de concilier croissance, préservation de l'environnement, responsabilité sociale et économique. L'objectif est de faire en sorte que les investissements réalisés dans les secteurs conçus soient responsables et équitables et que les aménagements qui en découlent soient pérenne. Autrement dit, veiller à ce que les projets réalisés soient moins consommateurs d'énergie, diversifiés, sécurisés, créatifs, attractifs, ouverts sur la ville, conviviaux et que les habitants y vivent en harmonie avec leur environnement. »
L'accent est mis sur l'interaction bâtiment – climat avec un souci d'optimisation énergétique et de prise en compte des impératifs environnementaux.

Le développement durable est, respectueux des ressources naturelles et des écosystèmes, support de la vie sur Terre, qui garantit l'efficacité économique, mais sans perdre de vue les finalités sociales. Une stratégie de développement durable doit être une stratégie gagnante de ce triple point de vue, économique, social et environnemental.

On veillera à cibler directement notre recherche vers des solutions architecturales, d'usage ou techniques potentiellement porteuses de valeurs environnementales sans s'attarder dans une analyse détaillée qui considère l'architecture vernaculaire dans toute sa complexité.

Ce qui fait de l'architecte l'un des rares acteurs capable de promouvoir une part des réflexions susceptibles de garantir aux citoyens, aux élus et aux acteurs économiques des solutions constructives d'avantage en harmonie avec les considérations économiques, sociales, environnementales et culturelles qui définissent l'ouvrage durable.

De tout temps l'homme éprouve un besoin permanent de rechercher, ce qui pousse vers l'espace infini pour cela La démarche du projet d'architecture doit reposer sur un ensemble de paramètres qui constituent autant d'outils conceptuels.

L'architecte, à travers son projet, a pour mission de faire la synthèse de ces données, qu'elles soient inhérentes au cadre urbain, au site d'intervention, à la thématique abordée, au programme adopté ou, encore, aux aspects conceptuels et techniques.

C'est l'ensemble de ce parcours que nous allons tenter de retracer et que nous vous invitons à accomplir, avec nous, à travers notre projet de fin d'études.

Problématique :

La recherche scientifique est l'un des secteurs les plus importants dans tous les pays, car son évolution en dépend.

L'absence dans notre pays d'une politique évidente pour ce secteur a entraîné :

- Un manque des locaux nécessaires à de la recherche.
- Les locaux existants (laboratoires de recherche) ne sont pas qualifiés pour effectuer ce type d'activité

L'implantation d'un équipement pour la recherche scientifique est nécessaire pour éviter ce manque et pour améliorer le rôle et la fonction de la recherche.

- ✓ Comment peut-on assurer une meilleure organisation à partir d'une composition architecturale ?
- ✓ Comment faire pour réussir un tel rapprochement entre : architecture / recherche scientifique ?
- ✓ Comment Exploiter le maximum les potentialités climatiques (énergies renouvelables) dans un projet architectural ?
- ✓ Comment intégrer les techniques modernes dans la création architecturale tout en respectant l'environnement ?

Un tel projet est mieux adapté à l'objectif de préservation de l'intérêt économique mais toujours dans la vision du développement durable.

Hypothèse

En vue de répondre à la problématique posée nous avons construit deux hypothèses :

- Assurant une meilleure organisation architecturale en favorisant l'impact environnemental le plus faible possible.
- Potentialité locales (climatiques, végétale) s'avèrent être un choix louable pour le développement durable des zones semi-aride dont il faut les exploiter dans notre conception.

Structure du mémoire :

Ce mémoire est présenté dans quatre chapitres, précédé par une introduction et se termine par une conclusion et se structure du :

Chapitre I : Une Recherche thématique basée sur des recherches et une lecture des exemples bibliographique.

Chapitre II : Une approche contextuelle, la présentation de l'environnement ainsi qu'une analyse du site.

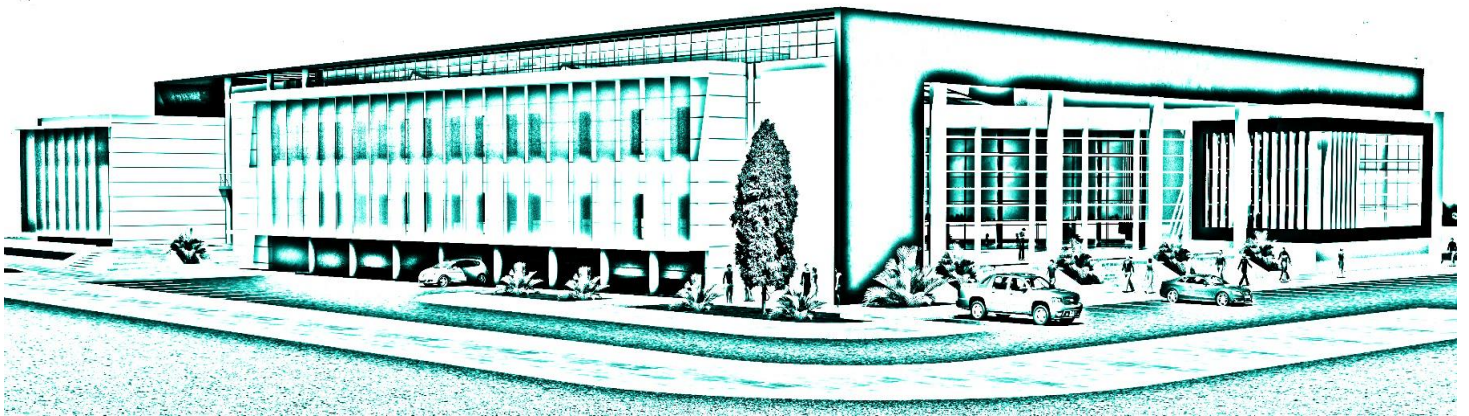
Chapitre III : Une approche programmatique, une étude des différentes phases de l'évolution du projet.

Chapitre IV : Une présentation du projet architectural et de ses différentes phases d'évolution.

Chapitre V : Simulation numérique de l'éclairage naturel pour l'espace laboratoire

CHAPITRE I

APPROCHE THÉMATIQUE



I.A nalyse d'exemples bibliographiques :



Introduction :

Le mode d'expression de la thématique de recherche en architecture a connu une évolution frénétique. Il serait, donc, intéressant et profitable, d'ouvrir notre champ de lecture et d'étude à différents projets qui existent, à travers le monde, pour mieux cerner les différents langages architecturaux, par le biais desquels, les architectes ont matérialisé ces lieux de soins.

Les exemples qui vont suivre, chacun par un aspect précis, incarnent l'inspiration et le reflet du projet auquel nous avons l'ambition d'aboutir et constituent une somme de références et d'influences nécessaires dans le processus de conception.

I.1. Centre de recherche Wageningen



Fiche de présentation du projet :

Conception : Behnisch, Behnisch & Partners
 Lieu du projet : Wageningen , Pays-Bas
 Maître d'ouvrage : Rijksgebouwdienst, Directie Oost, Arnhem
 Date d'achèvement : 1998
 Superficie : 11 800 m²

I.1.1. Description :

Le concours pour la construction de l'Institut de recherche sur la forêt et la nature à Wageningen tournait autour du thème « Construire pour l'homme et l'environnement », ce qui donne une indication sur les ambitions fortes dès l'amont des initiateurs du projet en matière d'environnement.



Fig.01: Vue sur l'atrium

Source: BEHNISCH ARCHITEKTEN 2014

I.1.2. Implantation :

Le projet est situé dans le côté nord-est de la ville Wageningen pays bas sur une grande surface à côté des terrains agricoles.

- Projet
- Axe Principal
- Atrium
- Axe Secondaire



Fig. 02 : Plan de masse

Source : Google Earth 2014 (51°59'N et 5°40'E)



I.1.3. La volumétrie :

Le projet est conçu sous la forme de E il se compose de quatre parallélépipèdes pour la facilité de la distribution des espaces et pour avoir une intégration au site.

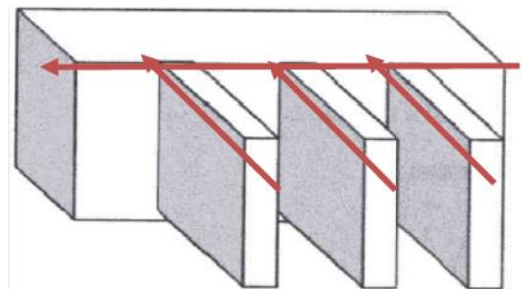


Fig. 03 : Le volume du projet

Source : Auteur

I.1.4. Disposition des blocs :

Le Bâtiment a une composition en peigne, sur l'aile nord occupée par le laboratoire, s'appuient trois barres de bureaux séparées par deux atriums. Bibliothèque, salle de conférence et restaurant sont disposés librement sur le pignon sud.

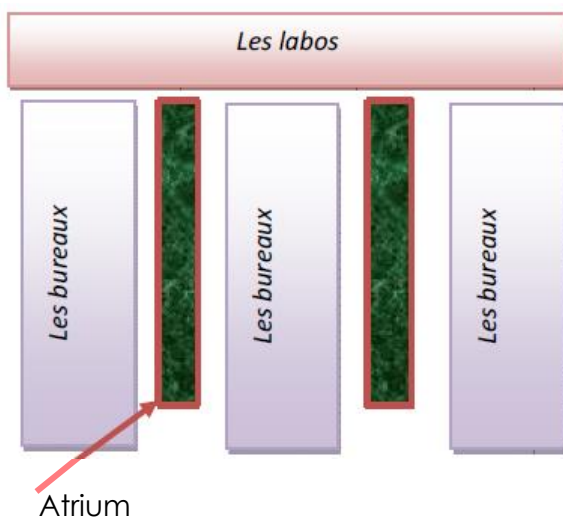


Fig. 04 : Plan du RDC

Source : Dominique Muller 2001

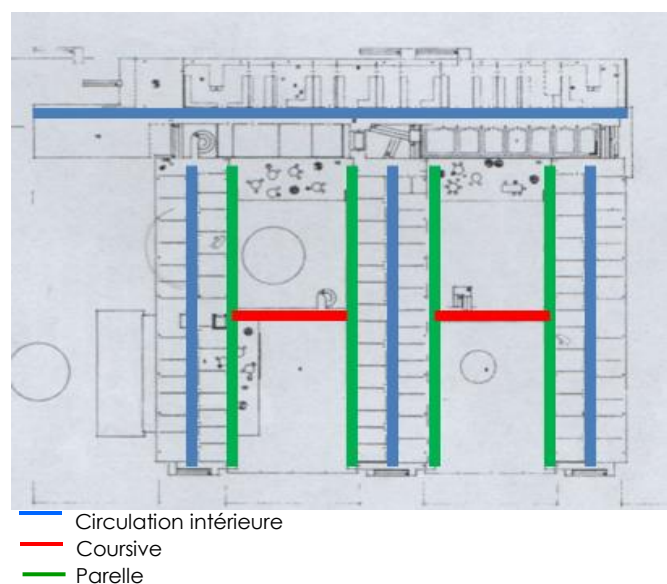


Fig. 05 : Plan du 1^{er} étage

Source : Dominique Muller 2001

I.1.5. Différente Partie du projet :

I.1.5.1. Confort Thermique :

- En hiver, le bâtiment profite du soleil qui réchauffe l'air grâce aux atriums vitrés (stockage de la chaleur dans les éléments massifs).
- En été, les jardins intérieurs sont rafraîchis par l'évaporation de l'eau des bassins et de la végétation.

A travers l'ombre et la ventilation la masse thermique du bâtiment absorbe la chaleur du jour et la dégage la nuit.

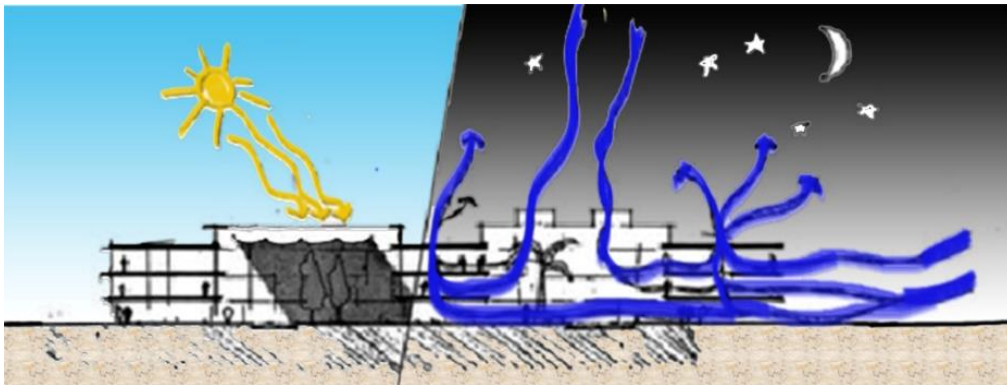


Fig. 06 : Refroidissement du bâtiment

Source : Dominique Muller 2001

I.1.5.2. Confort Visuel :

Les éléments vitrés couvrent 60% de la surface des parois verticales intérieures et cette couverture optimise la lumière naturelle dans les bureaux.

Les atriums offrent des atmosphères variées : les usagers choisissent ainsi leur espace de détente au sein des jardins intérieurs ; végétations luxuriantes ou bassins et sculptures. Une continuité visuelle et fonctionnelle entre les espaces du travail et les jardins intérieurs.



Fig. 07 : Optimisation de la lumière naturelle

Source : BEHNISCH ARCHITEKTEN 2014



Fig. 08 : Parois vitrées sur l'atrium

Source : BEHNISCH ARCHITEKTEN 2014

I.1.5.3. Confort acoustique :

La toiture végétalisée est un des meilleurs isolants acoustiques.
Elle absorbe les ondes sonores, diminuant ainsi les bruits de l'environnement urbain.



Fig. 09 : Jardins et bassins intérieurs
Source : BEHNISCH ARCHITEKTEN 2014



Fig. 10 : toiture végétalisée
Source : BEHNISCH ARCHITEKTEN 2014

I.1.5.4. Ventilation :

Les atriums (ouverture sur les verrières) laissent entrer l'air dans le bâtiment et favorisent la ventilation naturelle du bâtiment :

- La ventilation peut être individualisée, réglable et naturelle dans chaque bureau.
- Une efficace ventilation nocturne permet de refroidir la masse du bâtiment pendant les périodes chaudes et ainsi permettre un meilleur confort intérieur.

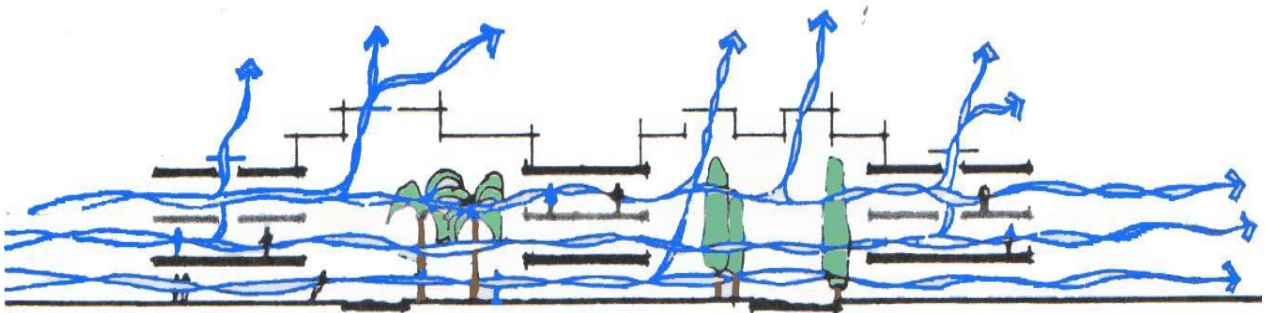


Fig. 11 : Ventilation traversante
Source : Dominique Muller 2001

I.2.Solaris Immeuble



-Fiche de présentation du projet :

Conception :

Lieu du projet : [Clamart France](#)

Maitre d'ouvrage : [Sercib](#)

Réalisation : 2014

Superficie : 31 535 m²

I.2.1.Description :

SOLARIS, l'un des premiers immeubles tertiaires à énergie positive d'Ile de France, est un projet innovant fruit du partage de compétences pluridisciplinaires : architecte, bureaux d'études spécialisés, expert HQE, acousticien, paysagiste...



Fig. 12 : Vue sur l'intérieur de l'atrium

Source : www.archietenvironnement.com

I.2.2.La situation du projet :

Solaris est situé à Clamart (92). Cette commune proche du projet du tramway Paris fait office de prolongement naturel des quartiers d'affaires du sud-ouest parisien tout en profitant du rayonnement de la Vallée Scientifique de la Bièvre [<http://clamart.solaris-energie-positive.com/>].



Fig. 13 : Plan de masse

Source : <http://clamart.solaris-energie-positive.com>



I.2.3. Disposition des blocs :

Immeuble composé de deux bâtiments A et B de 15 000 m² chacun, Un jardin central créant un microclimat.

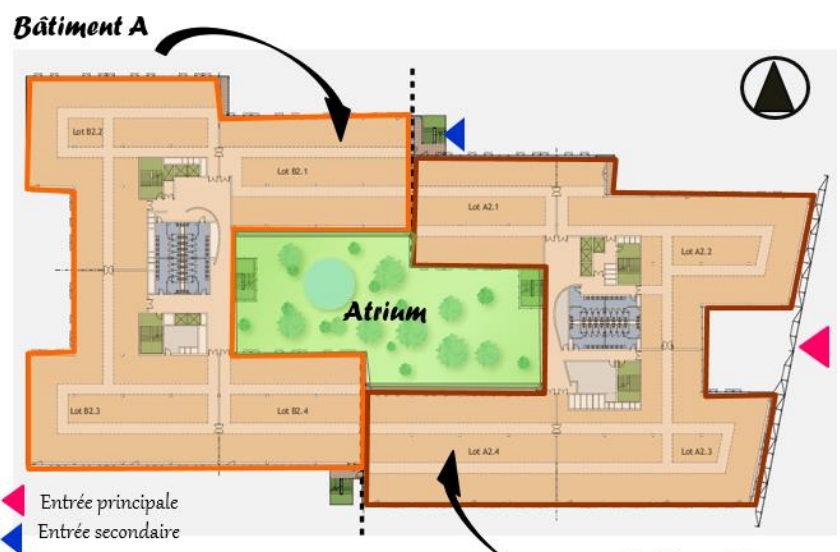


Fig. 14 : Plan du bâtiment
Source : www.archietenvironnement.com

I.2.4. Parcours solaire :

Un immeuble compact et une volumétrie dictée par l'ensoleillement.

Une organisation Nord/Sud du bâtiment et une optimisation de la forme de Solaris.



Fig. 15 : Parcours solaire
Source : www.archietenvironnement.com

I.2.5.Économiser pour mieux produire :

Le premier objectif lors de la conception de Solaris a donc été de réduire la consommation énergétique Ceci a été rendu possible par :

I.2.5.1.Confort Thermique et acoustique

- ✓ Une isolation par l'extérieur coupant les ponts thermiques, couplée à des vitrages performants.
- ✓ Utilisation de l'inertie thermique (masse interne).



Fig. 16 : Vue sur l'atrium

Source : <http://clamart.solaris-energie-positive.com/>



Fig. 17 : Vitrage performant

Source : <http://clamart.solaris-energie-positive.com/>

I.2.5.2.Confort géothermique :

- L'installation géothermique du bâtiment capte la chaleur de la terre par des sondes parcourues par de l'eau en circuit fermé. Ces sondes géothermiques jouent le rôle d'échangeurs de chaleur avec le bloc de terre ainsi sollicité
- La chaleur ou fraîcheur collectées dans la terre sont transmises au circuit hydraulique coulé dans la chape des planchers.

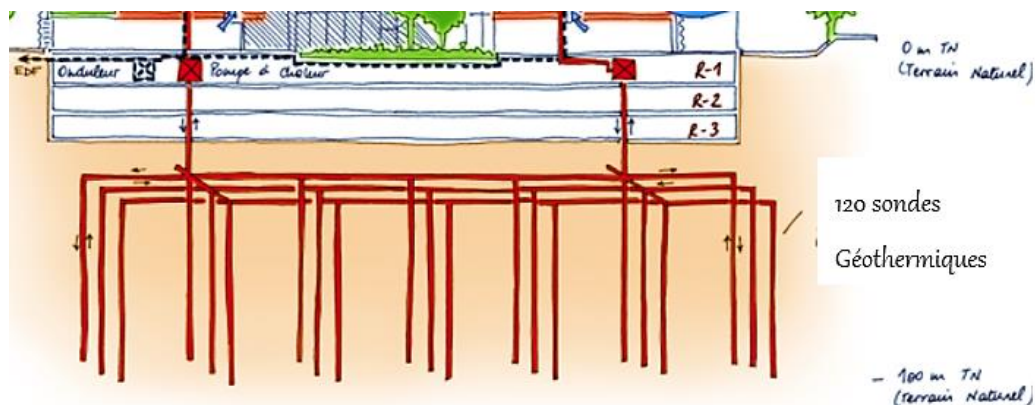


Fig. 18 : Installation des sondes géothermique

Source : <http://clamart.solaris-energie-positive.com/>

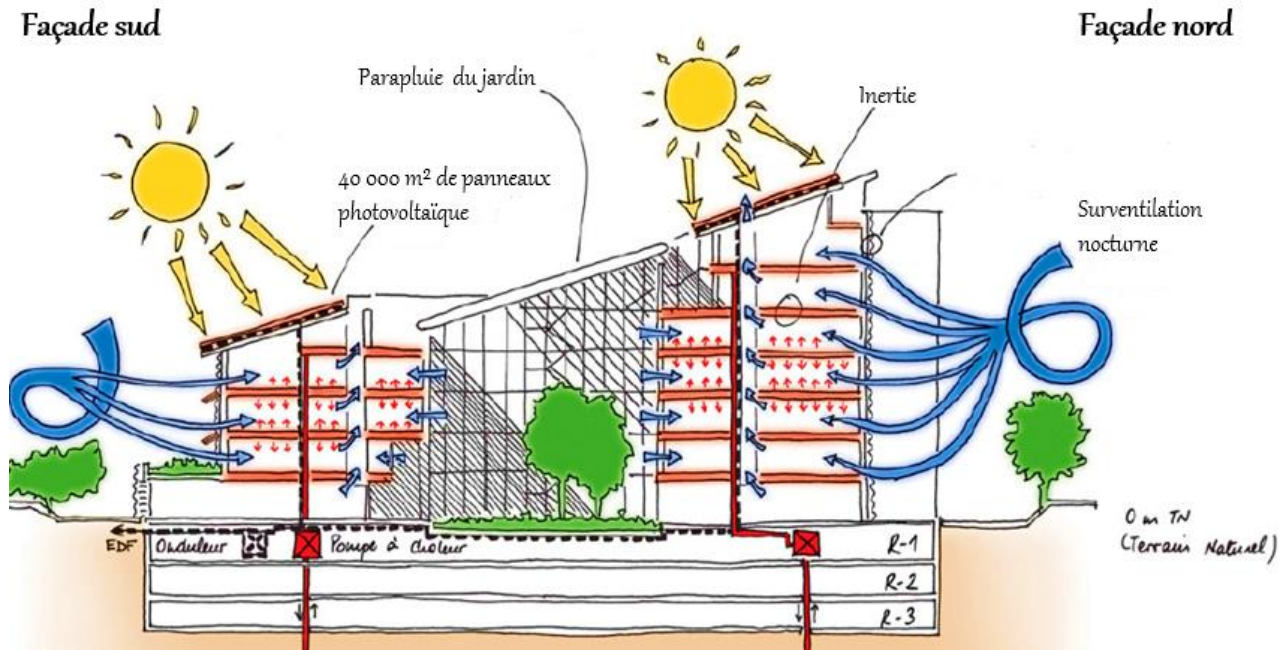


Fig. 19 : Coupe schématique 1

Source : <http://clamart.solaris-energie-positive.com/>

1.2.5.3. Confort visuel : (Concernant l'éclairage)

- Les luminaires, placés en fonction des implantations des postes de travail, usent d'ampoules basse consommation.
- La lumière se déclenche en fonction de la présence des utilisateurs.
- L'éclairage s'adapte à la luminosité extérieure, gradateurs.

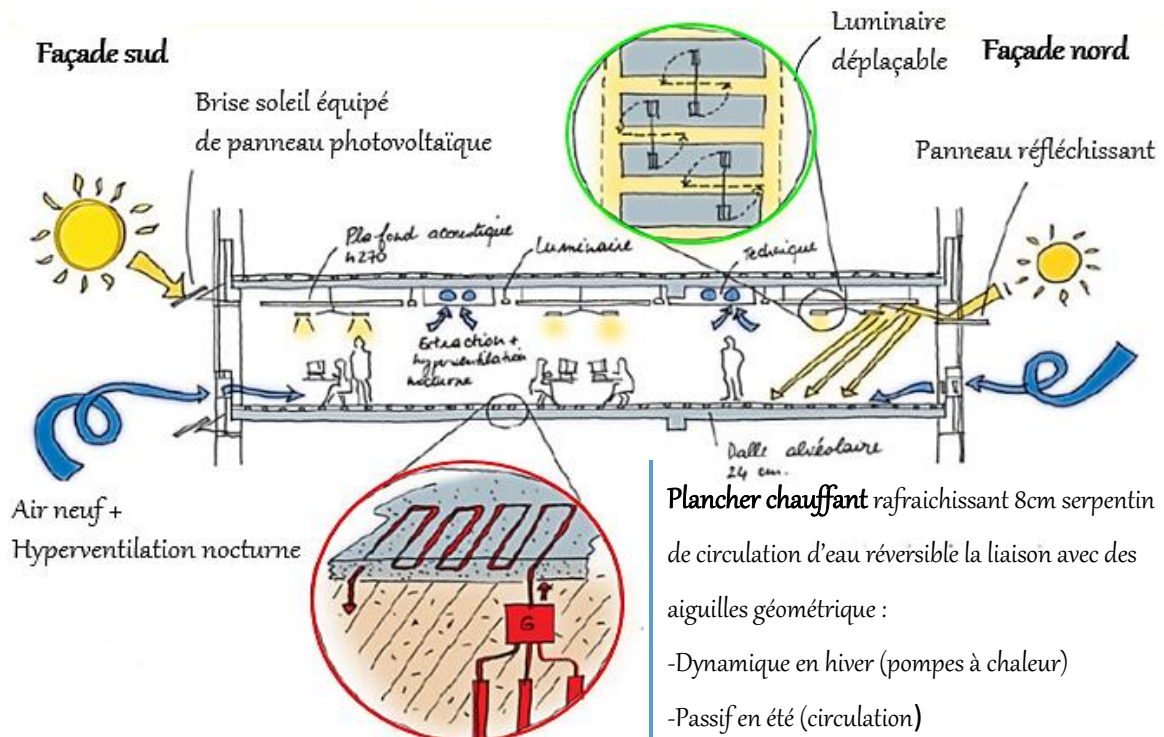


Fig. 20 : Coupe schématique 2

Source : <http://clamart.solaris-energie-positive.com/>

I.3. Centre de recherche Wood Hole



Fiche de présentation du projet :

Conception: William McDonough + Partners

Lieu du projet: Falmouth, Massachusetts, USA

Date d'achèvement : Juin 2003

Superficie : 19 200 m²

I.3.1. Description :

Centre de recherche « Wood Hole » est une institution scientifique et politique dédiée à la résolution de la question complexe du changement climatique et à la défense de grandes forêts de la planète.



Fig. 21 : Vue général sur le centre de recherche

Source : <http://www.aiatopten.org/node/165>

I.3.2. Implantation :

Implanté aux limites ouest de la ville de Falmouth, MASSACHUSETTS, USA, Dans un milieu urbain entouré par la forêt du côté est-ouest et du côté nord par une voie qui mène au centre-ville.

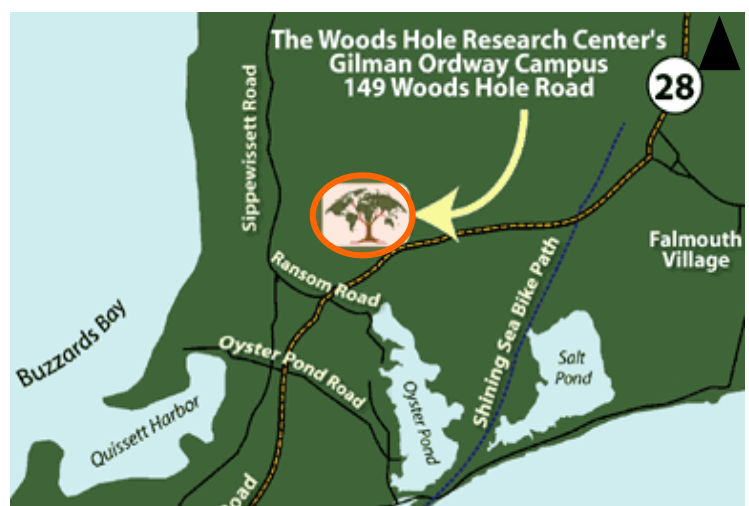


Fig. 22 : Plan de situation

Source : <http://www.whrc.org/building/pdf/Building-future-trifold.pdf>



I.3.3.Disposition du bloc :

Le bâtiment est constitué d'un seul bloc compact composé de deux formes (rectangle et le un quart de cercle), Orienter sur un axe ouest pour un meilleur contrôle de l'éclairage naturel.



1. Passage piéton
2. Aire de stationnement
3. Jardin
4. Place pelouse
5. Entrée
6. Jardin Rhododendron

Fig. 23 : Plan de masse

Source : www.whrc.org/building/landscape2.htm

1.3.4.L'Organisation des espaces :

Le bâtiment est organisé suivant une stratification fonctionnelle à partir du niveau de référence qu'est l'entrée, cette dernière fait jonction entre le bloc rectangulaire et la demie sphère , agencé selon une organisation linéaire abritant les bureaux et les laboratoires .

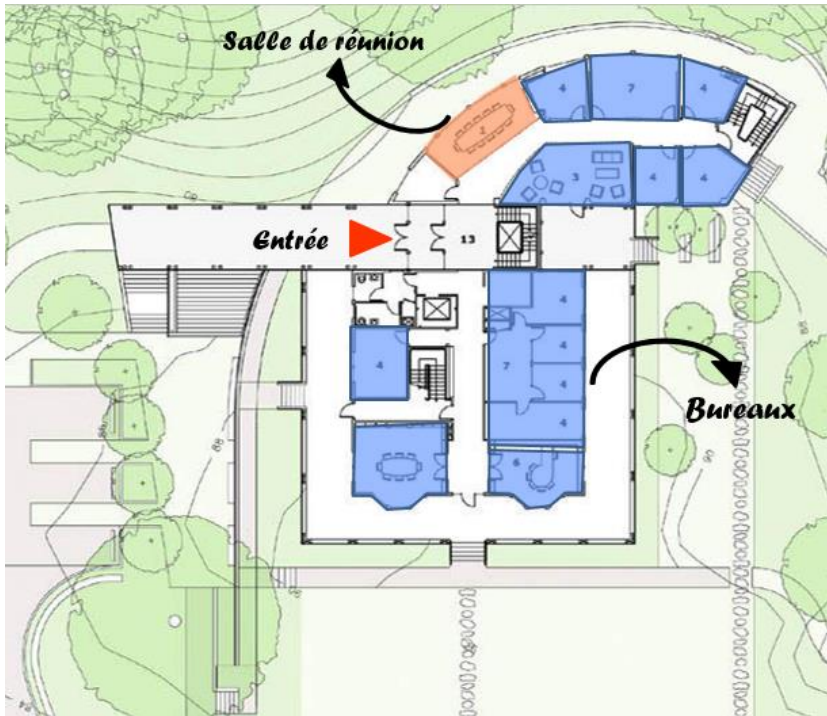


Fig. 25 : Plan du RDC

Source : <http://www.aiatopten.org/node/165>



Fig. 24 : Plan du sous-sol

Source : <http://www.aiatopten.org/node/165>

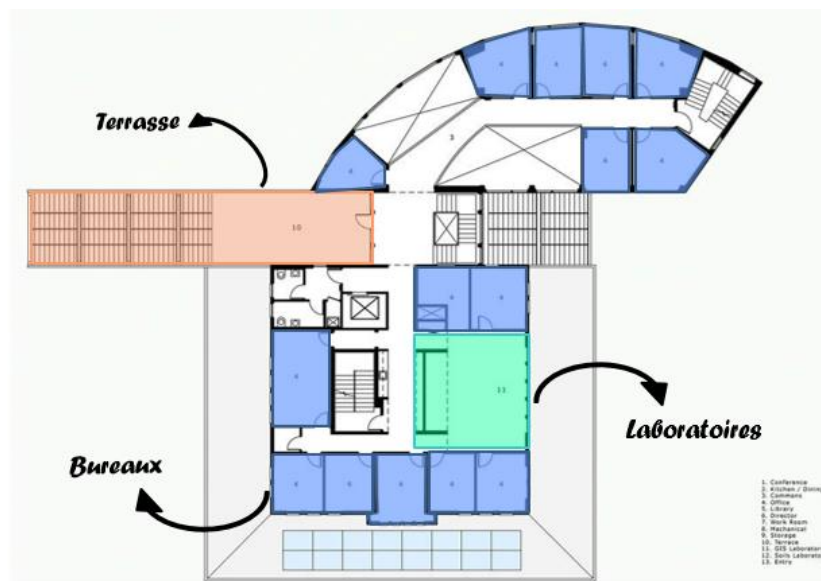


Fig. 26 : Plan du 2ème étage

Source : <http://www.aiatopten.org/node/165>

I.3. 5.Les techniques utilisées :

I.3.5.1.Gestion d'énergie :

L'intégration des panneaux photovoltaïque (88 panneaux) qui fournissent environ un tiers du budget annuel de l'énergie du bâtiment.
L'intégration d'un système de pompe à chaleur géothermique à boucle fermée ; et un système d'eau chaude solaire thermique pour le chauffage.

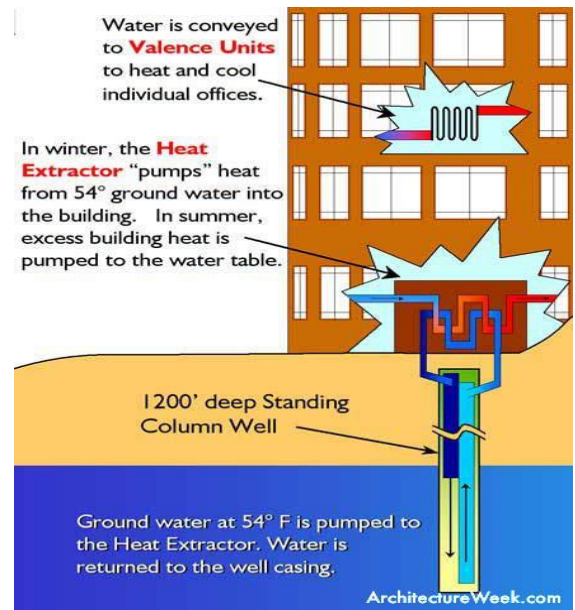


Fig. 27 : Système pompe à chaleur

Source : [www.whrc.org/building/pdf/ Building_Future_trifold.pdf](http://www.whrc.org/building/pdf/Building_Future_trifold.pdf)

I.3.5.2.Confort thermique :

- ✓ L'utilisation d'un plancher chauffant qui fonctionne avec la géothermie et des capteurs solaires.
- ✓ Poteau d'ossature dans les murs extérieurs pour éliminer les ponts thermiques.
- ✓ Double et triple vitrage à faible émissivité.

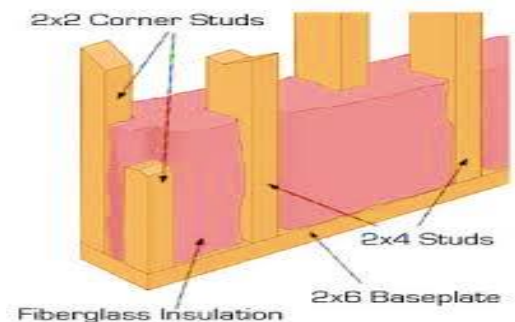


Fig. 28: Offset-Poteau

Source: [www.whrc.org/building/pdf/ Building_Future_trifold.pdf](http://www.whrc.org/building/pdf/Building_Future_trifold.pdf)

I.3.5.3.Confort visuel :

De grandes baies vitrées donnant des vues vers la forêt et de hauts plafonds à augmenter l'éclairage naturel.

Puits de lumière directe pour les espaces intérieurs
Et des lanterneaux pour l'éclairage nature.



Fig. 29 : Vue sur la salle de conférence

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

I.3.5.4. Matériaux :

L'enveloppe du bâtiment est étanche pour l'emploi d'une isolation en mousse à vaporiser, pour assurer une grande performance, mais aussi pour une meilleure qualité de l'environnement intérieur.

Utilise des produits de bois locaux des forêts de la région pour la menuiserie.

Préfére les matières qui sont obtenues et fabriquées dans la région matériaux locaux.



Fig. 30 : Utilisation du bois

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

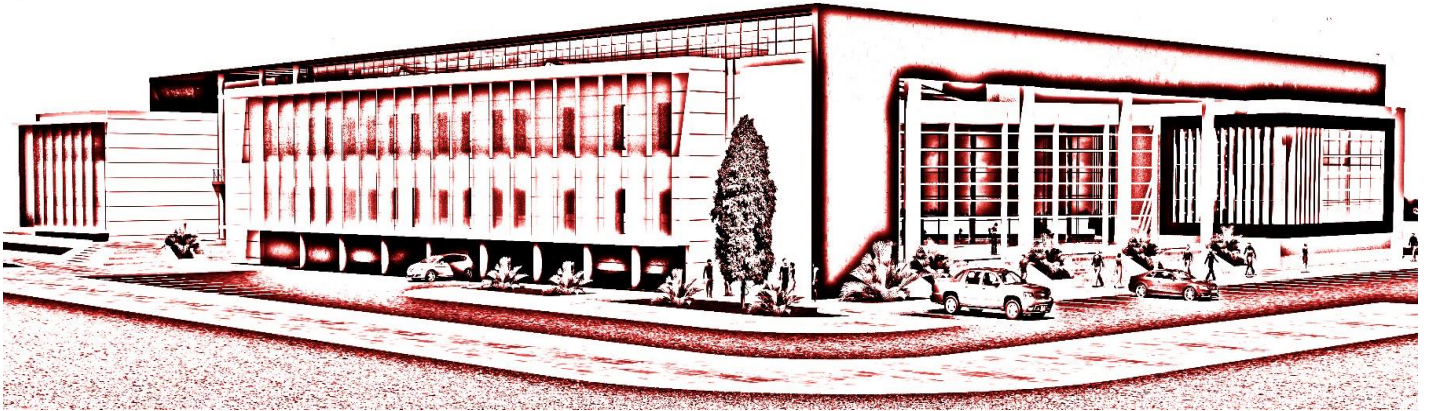
Conclusion :

D'après l'analyse des exemples bibliographiques on peut dire que les centres de recherche n'ont pas un programme standard mais, tous dépend de sa destination, situation, et les besoins de la population concernée.

- Mais on remarque qu'il y a un élément important commun entre eux qui est l'espace vert.
- En ce qui concerne l'architecture de ces centres de recherche chacun utilise des nouvelles techniques, concepts, formes, symboles...etc. afin de donner une particularité.
- La présence des plans d'eau (des lacs, des canaux,...etc.)
- L'ouverture vers l'extérieur, avec des espaces clairs, une atmosphère accueillante permettant au personnel de travailler dans des conditions agréables.
- Intégration des systèmes d'énergie renouvelable tels que le panneau photovoltaïque, le capteur solaire et l'éolienne.

CHAPITRE II

APPROCHE CONTEXTUELLE



II.1. Présentation de la ville de Tiaret

Tiaret se situe au Nord-Ouest de l'Algérie avec un climat et un emplacement géographique spécifiques ce qui lui confère un paysage unique, cela manifeste par la particularité de sa nature végétale et animale.

II.1.1. Situation géographique :

Elle est située au Nord-Ouest de l'Algérie à 361 Km de la capitale Alger.

Elle est limitée par plusieurs wilayas :

- Au Nord par: Tissemsilt et Relizane.
- Au sud par: Laghouat et Al-bayadh.
- A l'Est par: Djelfa.
- A l'Ouest par: Mascara et Saïda.

II.1.2. Situation astronomique :

- Latitude : 35° 22' 50'' N
- Longitude : 1° 20' 42'' E
- Altitude : 1000 m



Fig. 30: Carte de la ville de Tiaret
Source : station météorologique de Tiaret

II.1.3. Les données Climatique :

La ville de Tiaret se distingue par un climat semi-aride qui est caractérisé par une saison sèche s'étendant sur la plus grande partie de l'année et une saison humide avec une moyenne précipitation.

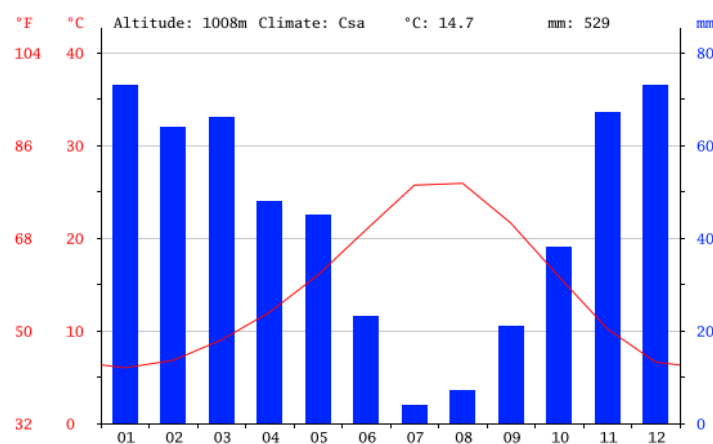


Fig. 31: Diagramme de température de la ville de Tiaret
Source : <http://fr.climate-data.org/location/3693/>

II.1.3.1. La Température

Caractérisée par deux périodes principales qui expriment le contraste important sévit durant l'année à savoir :

- Un hiver rigoureux, accompagné souvent par des chutes de neige, la température moyenne enregistrée de : 4,8°C
- Un été chaud et sec avec une température moyenne de : 27°C

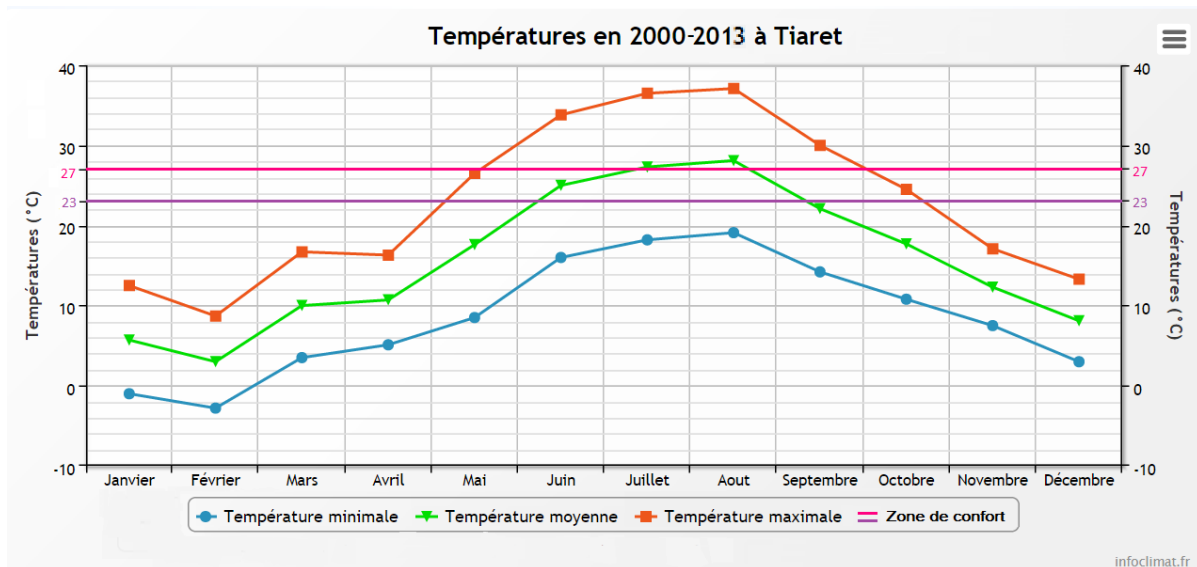


Fig. 32: Courbe de température annuelle
Source : station météorologique de Tiaret

II.1.3.2. L'ensoleillement

Les heures d'ensoleillement pour la ville de Tiaret sont différentes d'un mois à un autre. En mois de juillet les heures peuvent arriver à 380 heures. En mois de novembre les heures d'ensoleillement sont 110 heures.

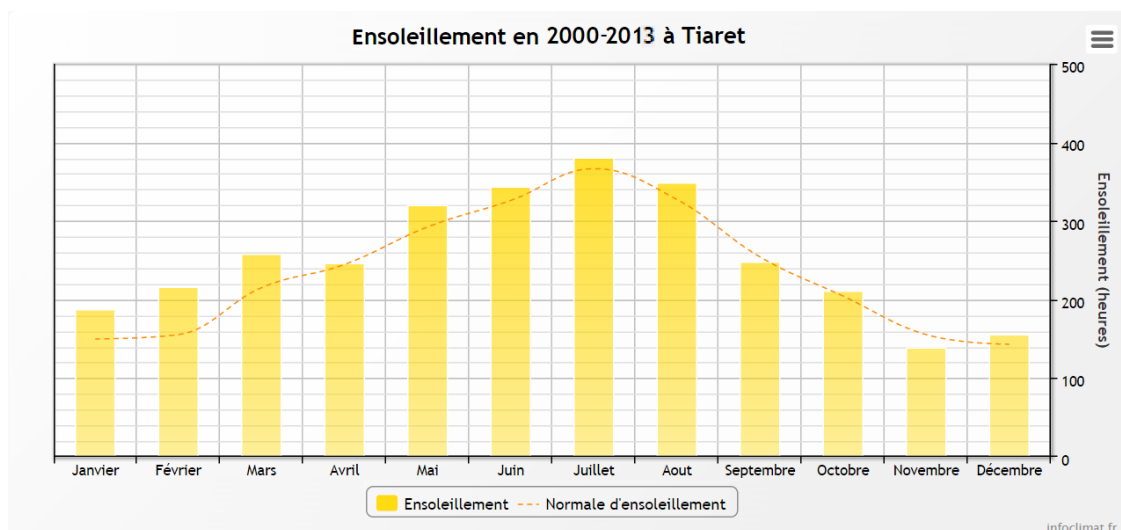


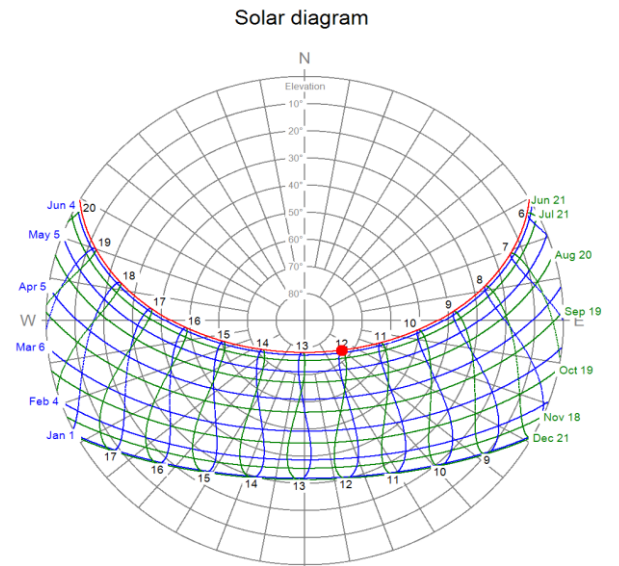
Fig. 33: Diagramme d'ensoleillement
Source : station météorologique de Tiaret

II.1.3.3. Diagrammes solaires

A l'aide du logiciel SOLARBEAM on a pu tracer les diagrammes solaires de la ville de Tiaret pour le 21 juin, 21 mars et 21 décembre.

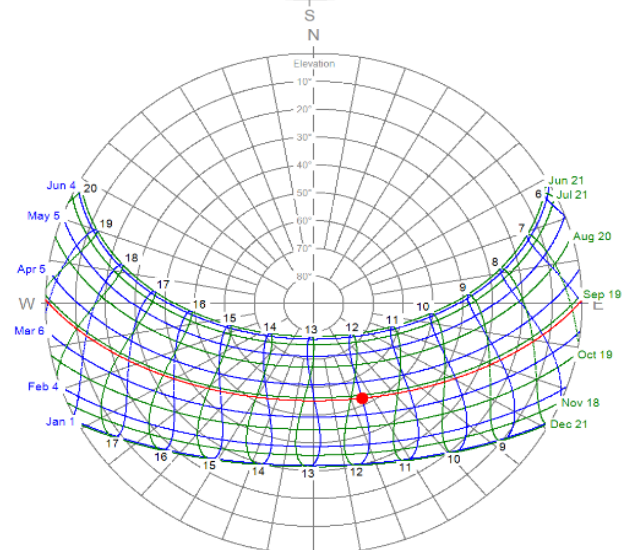
21 Juin

- Azimut : $-120^{\circ}, 120^{\circ}$
- Latitude : $72,94^{\circ}$
- Lever : 05:39
- Coucher : 20:12



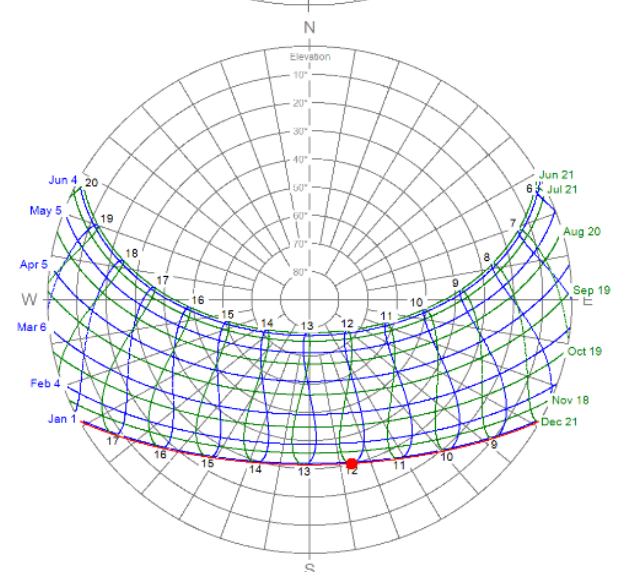
21 Mars

- Azimut : $-90^{\circ}, 90^{\circ}$
- Latitude : $52,11^{\circ}$
- Lever : 06:56
- Coucher : 19:06



21 Décembre

- Azimut : $-60^{\circ}, 60^{\circ}$
- Latitude : $29,92^{\circ}$
- Lever : 07:59
- Coucher : 17:45



II.1.3.4. Précipitations

Généralement les précipitations dans la ville de Tiaret sont variables. Le taux de précipitation augmente en mois d'avril avec 95mm et en moi d'octobre avec 52mm d'avril, en revanche en juin et juillet sont rares presque nulles.

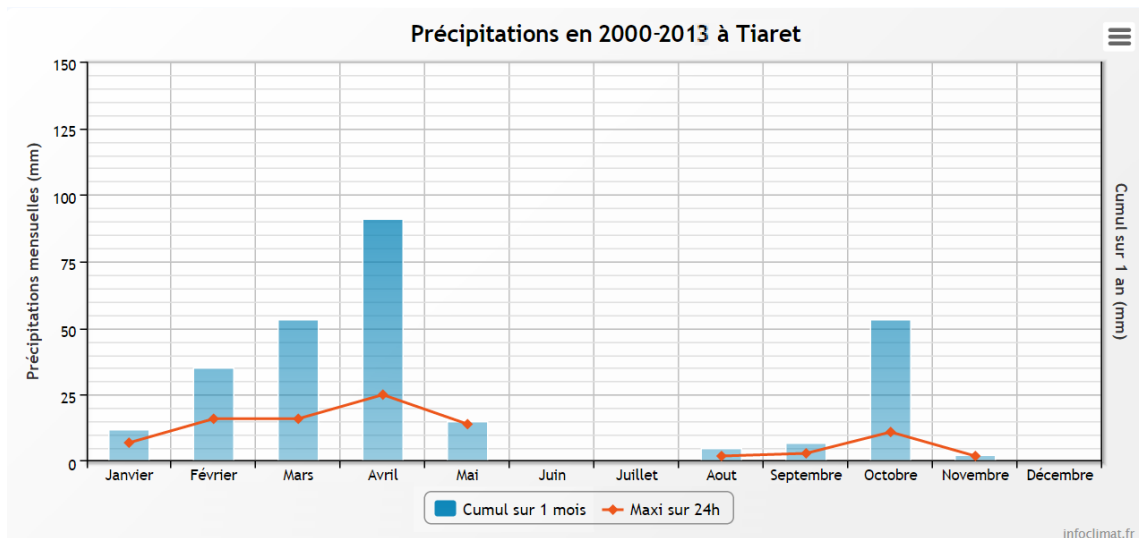


Fig. 34: Courbe de précipitation annuelle
Source : station météorologique de Tiaret

II.1.3.5. Les vents

Souvent Les vents dominants de la région de Tiaret ont une direction Nord-Ouest, et les vents du Nord sont généralement frais, leur vitesse moyenne annuelle est de 26.2m/s. Les deux directions Sud-est Sud-ouest sont les moins fréquents. Coïncidant avec La période estivale caractérisée par le Siroco, qui vient du Sud ou Sud-ouest avec une moyenne de 24 à 29 jour/an, il apparaisse au mois de Mai, Juin, et Juillet

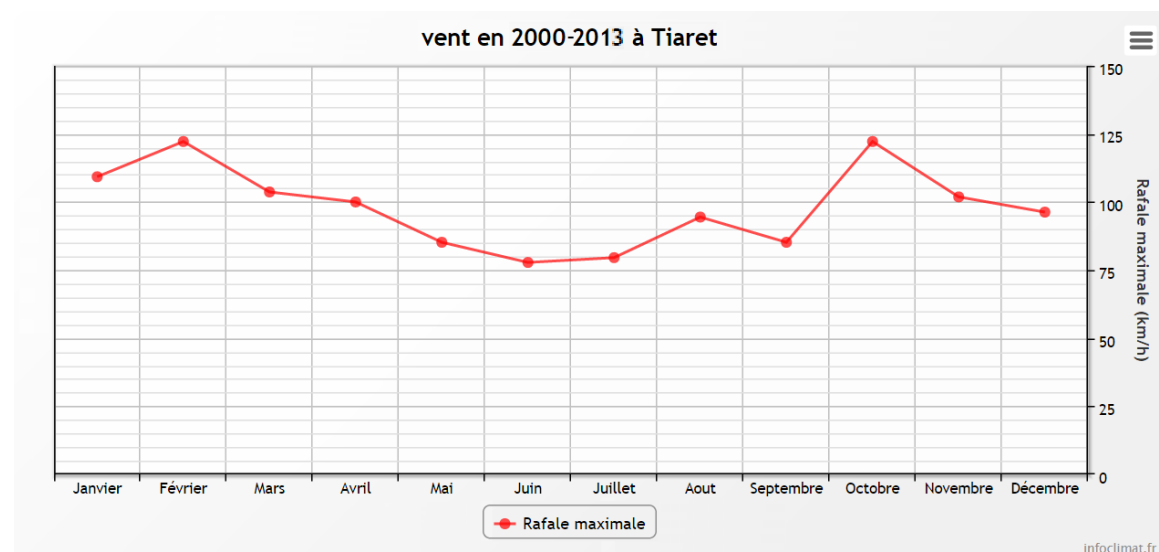


Fig. 35: Graphe des vents
Source : station météorologique de Tiaret

II.2. Planification urbaine

II.2.1. Les équipements similaires :



Fig. 36: Vue aérienne sur la ville
Source : Google Earth

II.2.2. Analyse du site

Notre intervention sur la zone péri-urbaine Nord-Est de la ville de Tiaret sera par la projection d'un équipement administratif et plus précisément un centre de recherche. Et pour cela, il faut faire lecture analytique pour une action de reconnaissance du site :

II.2.2.1. Situation du site par rapport à la ville :

La zone étudiée se situe dans la partie Nord-Est de la ville de Tiaret au quartier Karman.

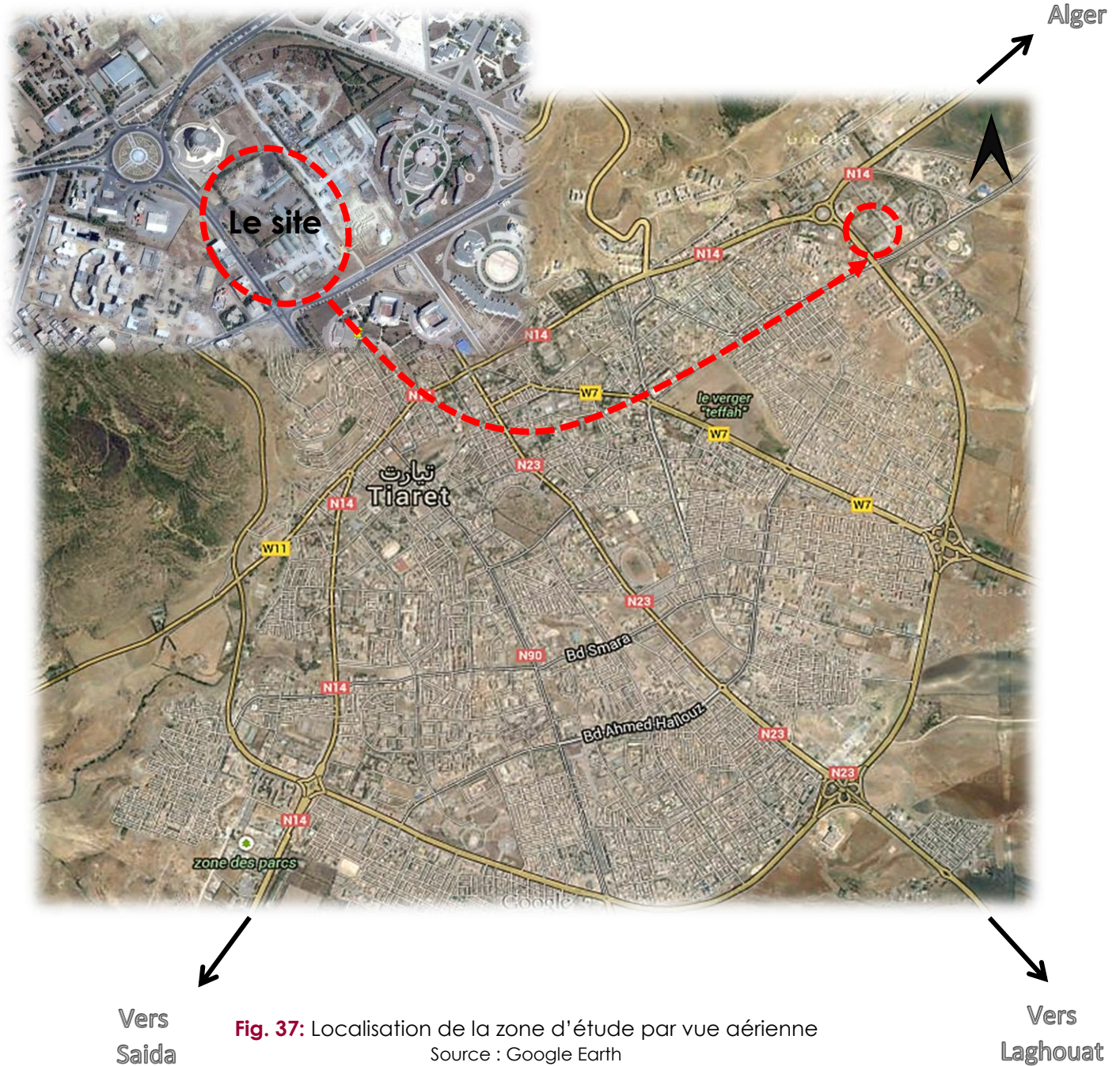


Fig. 37: Localisation de la zone d'étude par vue aérienne
Source : Google Earth

II.2.2.2. Situation par rapport au voisinage :



Fig. 38: Localisation de la zone d'étude par vue aérienne
Source : Google Earth

II.2.2.3. L'orientation du site :

Les accès : Détermination des accès par rapport au flux mécaniques

Dimension : $168 \text{ m} \times 280 \text{ m} = 47040 \text{ m}^2$,

Accessibilité : Le terrain est accessible par :

Le nœud menant vers Alger



Fig. 39: Vue aérienne montre les accès
Source : Google Earth

II.2.2.4. Les limites :

Au Nord par: le rectorat

A l'Est par: cité universitaire

Au sud par: Voie principale

A l'Ouest par: Voie principale

Le terrain est limité :

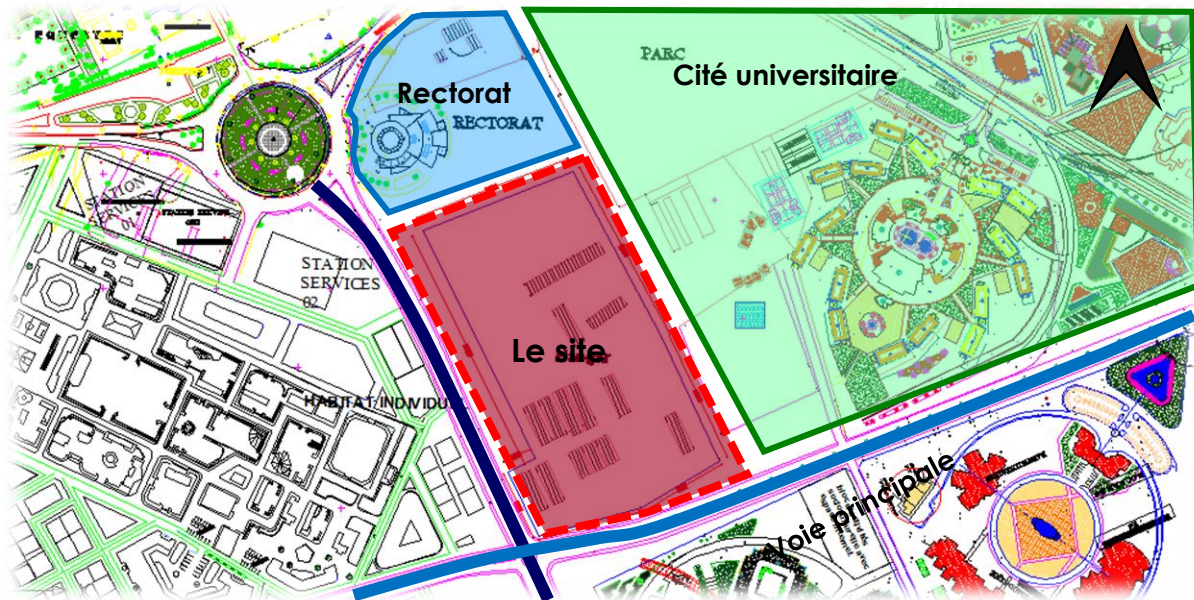


Fig. 40: Plan de masse montrant les limites
Source : PDEAU de Tiaret

II.2.2.5. Morphologie du terrain :

Le terrain a une forme rectangulaire avec une superficie de 47040 m²

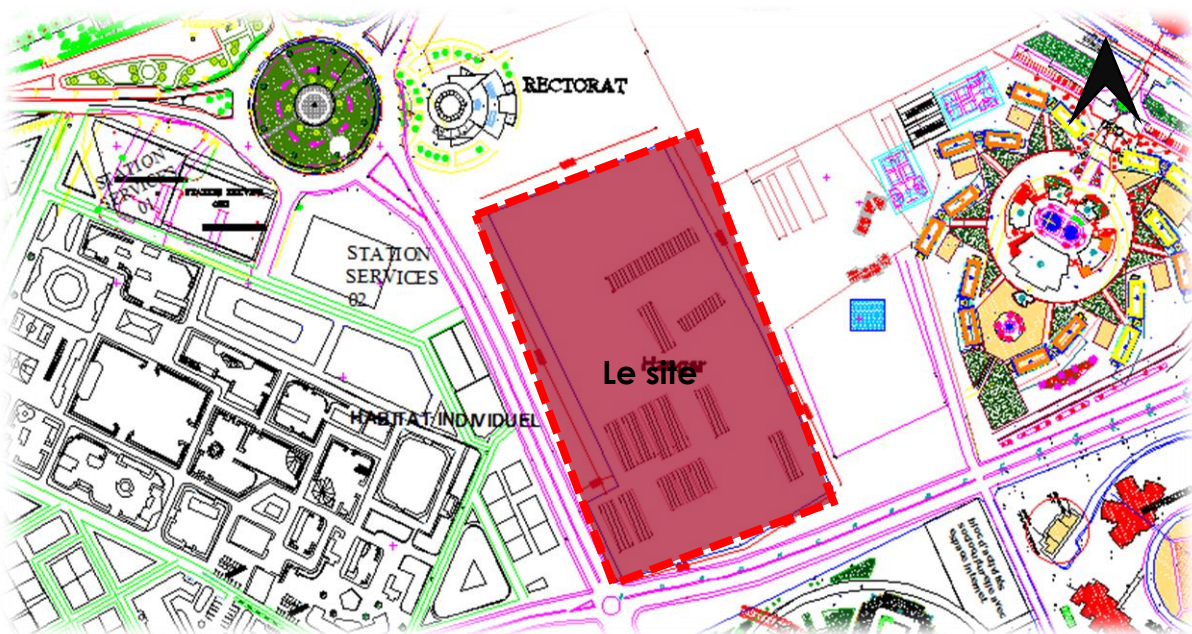
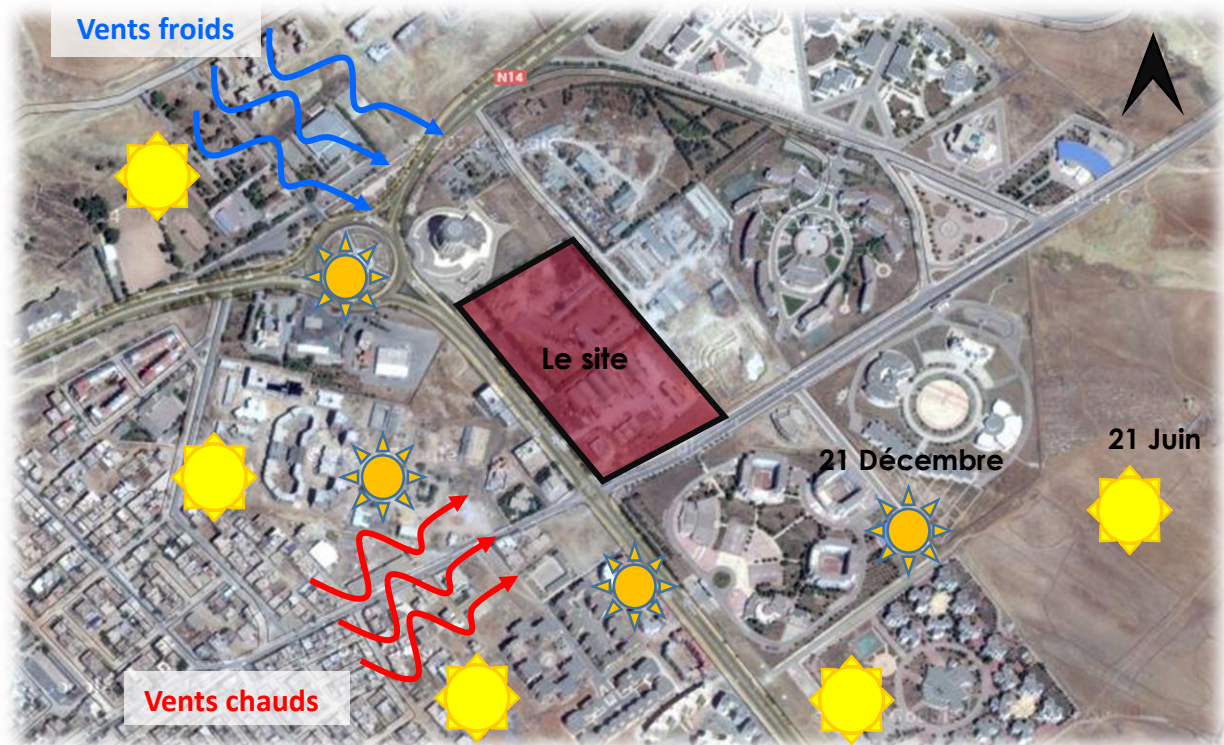


Fig. 41: Plan de masse montre la morphologie
Source : PDEAU de Tiaret

II.2.2.6. Données climatiques :

Les vents dominants orientés vers le coté Nord-Ouest et les vents chauds orientés vers le sud-ouest.



II.2.2.7. Le bruit :

Fig. 42: Les données climatiques par vue aérienne
Source : Google Earth

Les sources de bruit :



Fig. 43: Les sources de bruit par vue aérienne
Source : Google Earth

II.2.2.8. La pollution :

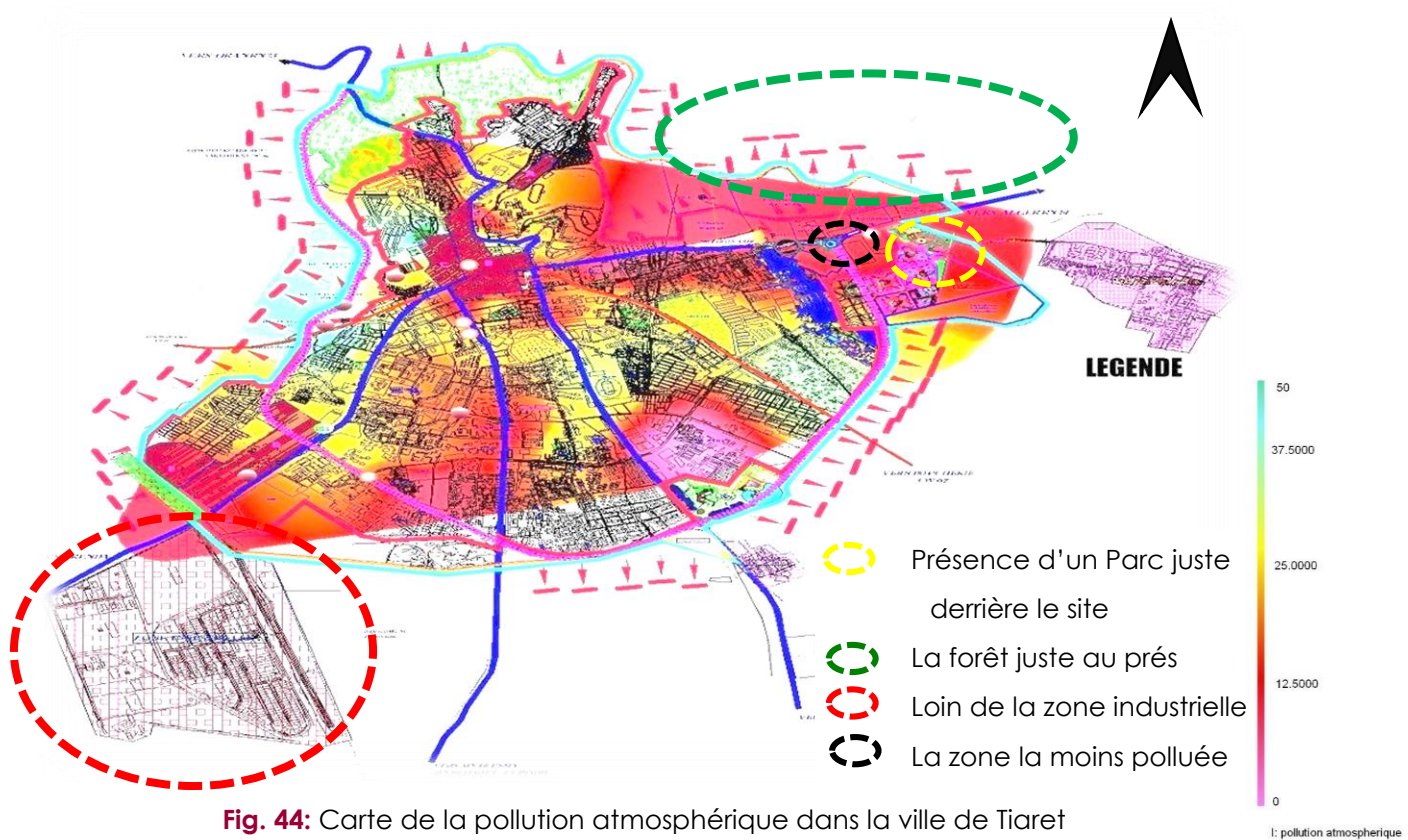


Fig. 44: Carte de la pollution atmosphérique dans la ville de Tiaret

Source : thèse Évaluation et cartographie de pollution atmosphérique de la partie sud de la ville de Tiaret 2013

II.2.2.9. Le cadre bâti :



Fig. 45: L'université de Tiaret

Source : auteur

- Mur rideau
- Éléments géométriques
- Couleurs clairs



Fig. 46: le rectorat

Source : auteur

- Mur rideau
- Couleurs clairs
- Ouvertures horizontales et verticales



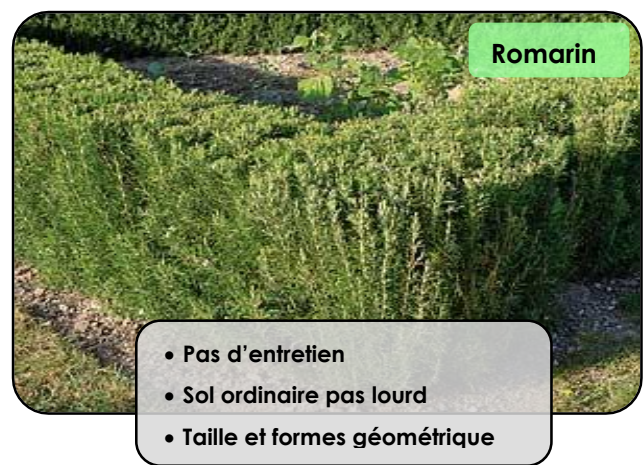
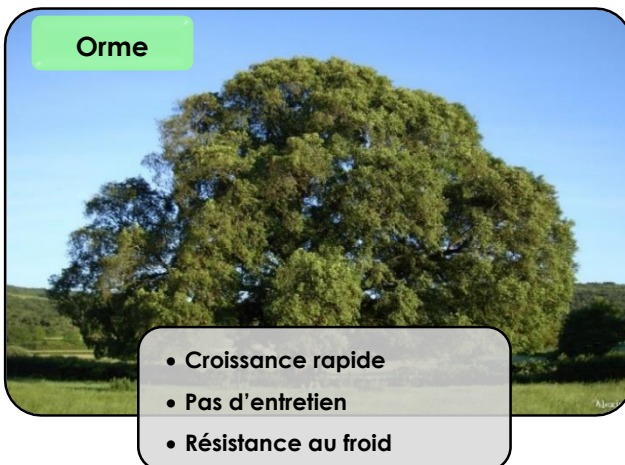
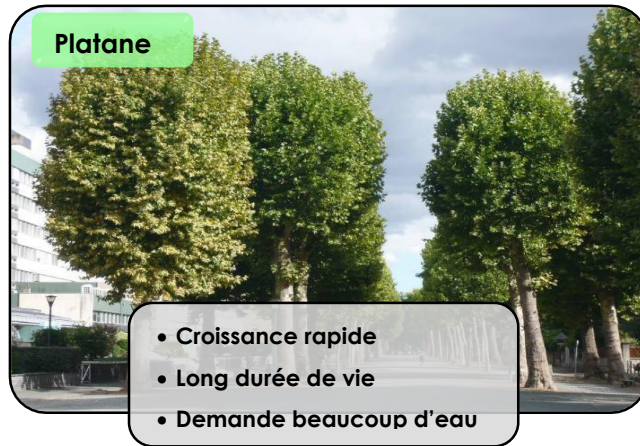
Fig. 47: La cité universitaire

Source : auteur

- Structure apparente
- Pergola
- Couleurs clairs

II.2.2.10. Le paysage :

Notre site se situe dans une zone qui est caractérisée par la présence de plusieurs végétations qui nous permet de concevoir écologiquement.



II.2.2.11. Mobilité :



Légende :

- Transport en commun qui mène à la cité karmane
- Transport des étudiants vers l'université
- Accès piéton
- Nœud (Assurer la sécurité)

Fig. 48: Vue aérienne indique la mobilité

Source : Google Earth

Synthèse :

Le choix est porté sur ce site car ce dernier recèle plus d'atouts que de contraintes par rapport aux variations analysées ce qui nous offre l'opportunité d'élaborer un projet qui pourra marquer la ville de Tiaret et témoignera la recherche scientifique.

La Position stratégique du site nous a offert :

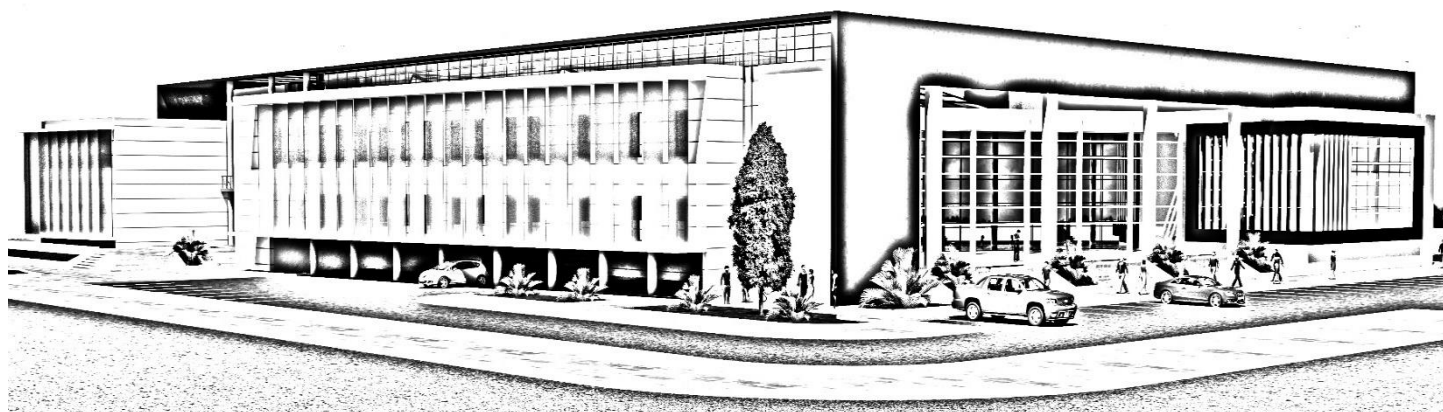
- Accessibilité facilitée par la qualité des infrastructures routières
- Proximité de la faculté des sciences et de la nature et le rectorat
- Situation dans la zone la moins polluée.
- Existence de transport en commun
- Variation de la végétation (entourage écologique)
- Un site sécurisé

Conclusion :

Cette démarche analytique nous permettra, concrètement, de dégager les potentialités du site afin de les traduire ultérieurement dans notre projet qui tentera l'insertion à l'échelle de la zone et dans son environnement immédiat.

CHAPITRE III

APPROCHE PROGRAMMATIQUE



Introduction :

La programmation consiste à décrire les objectifs et le rôle de l'équipement, elle est nécessaire pour la conception d'un projet en intégrant des missions et des fonctions et les interpréter en espaces.

• Objectif du programme :

Les objectifs du programme s'articulent autour de la vocation du projet ; cela se traduit par :

- L'offre d'un « éventail » d'espaces diversifié et évolutif qui octroiera, au projet, un caractère attractif.
- L'élaboration d'un programme caractérisé par la souplesse des rapports entre les espaces qu'il identifie.
- La participation à la lisibilité fonctionnelle du projet.
- L'harmonisation des fonctions et des proportions surfaciques et spatiales entre les différents secteurs de l'équipement.
- Pour les différents travaux de recherche il est impératif de lui fournir un lieu adéquat comportant toutes les commodités qui s'y prêtent à leur recherche.

• Analyse du programme :

Les facteurs influents sur la programmation :

A cause de l'inexistence d'un programme officiel et des normes et des règlements pour les centres de recherche Algérien, dans notre projet on se base sur les points suivants :

- Les programmes officiels des équipements qui sont similaires à notre projet par exemple : centre de recherche de génie civil et génie mécanique et chimie, centre de recherche scientifique.
- Le programme des exemples livresques et existants.

III.1.P Programme quantitatif :

Secteurs	Nombre	Surface unitaire (m ²)
DEPARTEMENT D'ADMINISTRATION		
Hall d'accueil et d'information	01	100
Salle d'attente	01	16
Salle de prière	01	60
Bureau du directeur	01	25
Bureau de secrétaire	01	12
Bureau de comptabilité	01	16
Salle de réunion	01	40
Bureau d'ingénieur de laboratoire	01	16
Bureau d'hygiène et de sécurité	01	16
Foyer	01	50
Stockage	01	50
Salle d'archive	01	50
Sanitaire femme	01	06.50
Sanitaire homme	01	06.50
Surface totale		520

DEPARTEMENT DE RECHERCHE

Laboratoire de Biotechnologies Végétales	01	80
Laboratoire Commun de Microbiologie	01	80
Laboratoire d'Ecologie Végétale et d'Éco hydrologie	01	80
Laboratoire de Biotechnologies des Champignons	01	80
Laboratoire De Botanique Et Biodiversité	01	80
Laboratoire de Physiologie Végétale	01	80
Laboratoire de Photochimie et Protection des Végétaux	01	80

Laboratoire de culture in vitro	01	40
Bureau du chercheur	14	16
Bureau pour invites	04	20
Salle de réunion	01	60
Salle d'archive	01	50
Stockage	02	50
Le vestiaire homme	02	20
Le vestiaire femme	02	20
Douche homme	01	20
Douche femme	01	20
Sanitaire homme	02	06.50
Sanitaire femme	02	06.50
Local poubelles	01	12
Surface totale		1182

ANNEXE

Salle de conférence (200 place)	01	320
Salle de documentation	01	200
Salle d'internet	01	100
Salle d'exposition temporaire	01	200
Sanitaire homme	02	13
Sanitaire femme	02	13
Foyer	01	120
Abri groupe électrogène	01	12
Abri groupe compresseur /suppresseur.	01	12
Bâche à eau	01	12
Stockage	01	50
Surface totale		1052

Les espaces extérieures

L'atrium	/	500
Le parking	03	870
Loge de sécurité	01	12
Surface totale		1382

Surface totale du projet 5086

La surface totale du projet avec la circulation (la circulation = 25%) de la surface totale de projet

**Donc la surface totale du centre est :
 $5086 \times 125\% = 6357.50\text{m}^2$**

III.2. Programme qualitatif :

Espace	Exigences
Hall de réception et d'exposition	C'est un espace de jonction (entre public et privé), conçu pour renseigner les visiteurs, les informer et les diriger. • L'accès au hall d'accueil se situe de préférence à l'opposé de la direction des vents dominants et permettant le passage des rayons solaires pour l'éclairage naturel. • Mettre un sas d'accès au hall d'entrée afin de limiter les déperditions de chaleur ou de fraîcheur et de diminuer les nuisances sonores à chaque ouverture de porte. • Assurer l'intensité lumineuse nécessaire (de 750 lux à 1000 lux) afin de faciliter la transition entre l'éclairement extérieur et intérieur. • Utilisation du mobilier adéquat (les dimensions des chaises et le comptoir se correspondent) • Détecteurs de fumées, extincteurs et armoire d'anti-incendie.
Salle de conférence	• Un espace de contact entre le public et les chercheurs, elle abritera des activités telles que la diffusion de documentaires projections et séminaires • Elle situe dans un endroit loin à laboratoire avec un accès spécial. • prévoir un isolement thermique et acoustique: ➤ au niveau des murs par des murs en brique par un lame d'air ou par un mur en paille, et revêtement des murs intérieurs par des bois pour améliorer la qualité acoustique. ➤ au niveau de plafond par un faux plafond général. • La pente sera de l'ordre de 8° à 10° cela correspond à une surélévation de 12cm entre deux rangées de sièges successives. • L'angle de vision devra être (dans les conditions optimales) de : 110° depuis le 1er rang, 60° depuis la rangée médiane 30° depuis le dernier rang. • Couloirs de circulation et sièges rabattables pour permettre la circulation du public. • Eclairage ponctuelle directe avec spots (noyers dans le faux plafond), afin d'éclairer la salle durant les entractes et aussi durant les conférences • un éclairage de sécurité pendant les représentations • couloirs de circulation larges pour une évacuation rapide et efficace • Chaque personne occupe une surface de 0.5m². • La surface de la scène est presque le 1/6 de la surface des gradins.

	• Une salle de conférence N'exige pas forcément une lumière naturelle. • Niveau d'éclairement c'est 500 lux.
Laboratoires	• prévoir un isolement thermique par des murs en brique avec une lame d'air et les ouvertures un double vitrage (Le vitrage des baies participe au dispositif de protection solaire, et limite les apports calorifiques (vitrage à faible émissivité)). • L'éclairage artificiel des laboratoires est assuré par des appareils de type fluorescent, très basse luminance et haut rendement pour éviter les zones d'ombres au sol et murs pour nettoyage efficace du local. • Le niveau d'éclairement dans les zones de travail (paillasse) 500 lux. • La commande de l'éclairage est placée à l'extérieur du laboratoire. • La porte d'accès au laboratoire s'ouvre obligatoirement vers l'extérieur. Elle est équipée d'un oculus permettant la vision de l'ensemble du laboratoire. Sa résistance au feu, ainsi que celui de l'oculus, est de coupe-feu 1 heure. • Norme pour un paillasse normale 120 cm de largeur pour les expériences, avec un 85 cm de hauteur. • Couleur claire pour les murs pour l'efficacité du nettoyage des zones dans les moindres recoins. • Traiter le sol par en carrelage avec plinthe à gorge (résistant aux produits chimiques) et pour le mur par des peinture sur support brut. • Utilisation des hottes pour évacuer les gaz des produits et les odeurs.
Laboratoire de Biotechnologies Végétales	• Faible éclairage (favorise l'éclairage artificiel) Parce qu'il y a des plantes et des produits qui demandent un faible éclairage et des espaces sombres afin de réussir les expériences (espace noir pour un appareil (spectrophotomètre RAMAN) qui ne nécessite pas la lumière). • Une température bien précise entre 19° et 21 °. • Le revêtement des murs par un couleur claire et pour le sol avec un sol de carrelage lisse pour facilite le nettoyage.
Laboratoire Commun de Microbiologie	• Fort éclairage naturel par une grande baie vitrée. • Une température ambiante de travail entre 18°C et 22°C.

	Le revêtement des murs par un couleur claire et pour le sol avec un sol de carrelage lisse pour facilite le nettoyage et augmenter le niveau d'éclairément.
Stockage	- Il doit être situé à proximité des laboratoires (relation forte) - prévoir un isolement thermique par des murs en brique avec une lame d'air et les ouvertures avec double vitrage. - Renouvellement d'air 2 fois par heure avec l'intégration de système de traitement d'air à la poussière.
Salle de documentation	- un aménagement adéquate lui permettra un travail en groupe ou individuel. - éclairage spécifique naturel (par de grande baie vitrée pour faciliter la lecture. - L'orientation des espaces de lecture du côté Nord est souhaitable. - La surface nécessaire pour une Personne est : $1.70 \times 2.20 = 3.74 \text{m}^2$, donc le nombre de Person en la salle de lecteur $300/3.74 = 80$ Personnes. - La température d'ambiance 22°c en été, 20°c en hiver et l'humidité atmosphérique relative de 50-60%. - Renouvellement d'air 6 ou 7 fois par heure.
Rayonnage	la place de livre - Il situé à proximité de la salle de documentation (relation forte). - La température d'ambiance 22°c en été, 20°c en hiver et l'humidité entre 20 à 30% - L'étagère constitue par 5 ou 6 niveau ($h=1.80 \text{ m}$) - Espacement ente l'étagère 1.30 m - 2.50 m - La surface de chaque étagère égale à 0.3m^2 - Une étagère : $1.90 \times 1.00 = 1.90 \text{m}^2$ pour 210 livres
Bureaux	- Le niveau d'éclairément 500 lux mais pour les bureaux avec poste de travail à proximité de fenêtre 300 lux. - La ventilation doit être individualisée, réglable et naturelle dans chaque bureau. - La bonne aération du bureau par la ventilation naturelle. - Surface nécessaire y compris les appareils et leur surface de manipulation : ➤ Employé seul entre 6.00 m^2 - 9.00 m^2. ➤ Employé dans un bureau collectif 5.00 m^2. - Volume d'air : ➤ Pour activité essentiellement assise, pour une au moins 12 m^3. ➤ Pour activité essentiellement non assise, au moins 15 m^3.

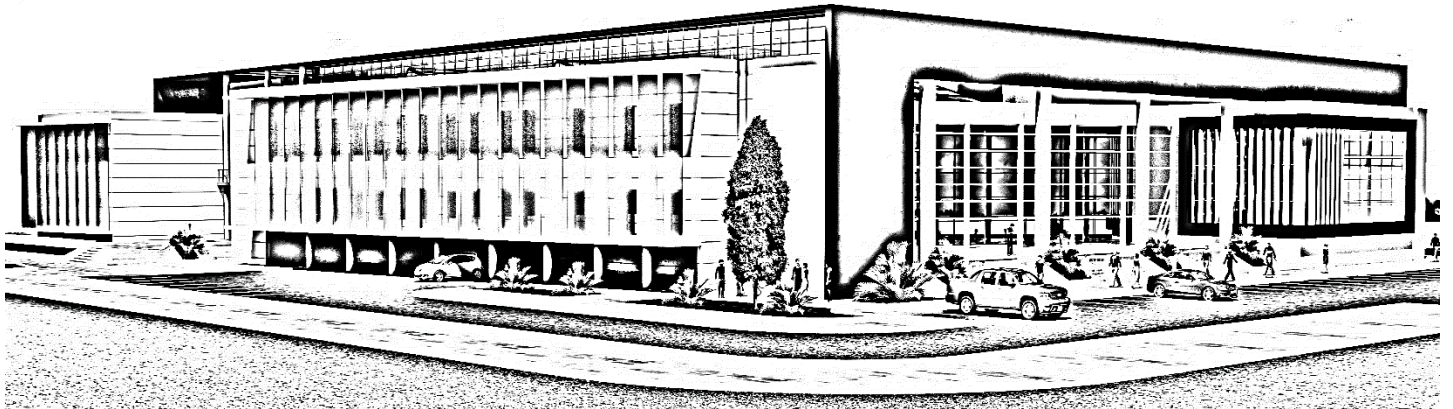
	• Hauteur libre pour un surface de bureau de : ➤ Jusqu'à 50 m² 2.50 m / au-delà de 50 m² 2.75 / au-delà de 100 m² 3.00 m / au-delà de 250 m² 3.25 m • Profondeur de bureau jusqu'à 4.50 m pour éclairage naturel suffisant. • Une bonne isolation thermique et acoustique par des murs en brique avec une lame d'air et aussi par utilisation d'isolant comme le polystyrène expansé.
Salle de réunion	• Doit être à proximité du le bureau du directeur. • Le système d'éclairage est impérativement à prendre en compte pour favoriser la concentration et une bonne visibilité dans toutes les situations. Un éclairage général direct avec une lumière proche de la lumière naturelle est recommandé. Pour cela le nouveau système de lampes fluorescentes intégré au plafond est idéal. • Le niveau d'éclairage c'est 300 lux.
Bureaux d'archive	• Le bureau doit être spacieux et équiper par des étagère • Un grand rangement et bonne disposition des archives de manière claire pour faciliter la recherche. • Éviter l'humidité pour conserver les documents par la bonne aération soit naturel dans les jours venteux soit par l'emploi d'une cheminée solaire dans les journées chaudes.
Cafétéria	• Doit être dans un seul bloc avec la salle de conférence • Le cafeteria lie avec les voies principale par un voie tertiaire (de service pour alimente la cafeteria par la matière primaire (café, thé...etc.) et pour jet les déchets) • Un espace spacieux avec une ambiance de couleurs • Le niveau d'éclairage 200 lux • La surface pour chaque personne est égale a1.8 m² • L'espacement entre le mur et la table doit être supérieur à 75cm.
Sanitaires	• Ils doivent être faciles à accéder et au même temps éloignés des vues des usagers. • Cet espace humide qui émet des odeurs répulsives • Le besoin de l'espace est l'aération et lumière naturelle • La zone de perception supérieur ou égale 100 m • Le revêtement du sol antidérapant, résistance à l'eau, facile à Nettoyer • Le nombre de WC. Ne dépasse pas quatre dans chaque unité Sanitaire.

Les espaces extérieures

Espace	Exigence
Le parking	un parking par définition est un espace spécifiquement aménagé pour le stationnement des véhicules. ▪ La présence des arbres pour éviter les rayons solaire. ▪ L'espace nécessaire pour chaque voiture 5.00x2.50.
Les serres de recherche	▪ Doivent être exposées aux rayons solaires ▪ équipées par des systèmes d'irrigation de contrôle et régulier la température ▪ situées à proximité des laboratoires.
Les espaces verts	▪ Devant chaque équipement. ▪ Devant les parkings. ▪ Arrosés par les eaux pluviales récupérées.

CHAPITRE IV

APPROCHE ARCHITECTURALE



IV.1. Concepts architecturaux :

Dans le présent chapitre, nous entamons la conceptualisation et la formalisation de notre projet en tenant compte de toutes les recommandations et les exigences qui découlent des étapes précédentes

IV.1.1. La fluidité et la lisibilité :

Un principe fortement revendiqué par tout équipement et c'est pour être facilement identifiable et reconnaissable.

Suivant les besoins engendrés par la fonction et la programmation, nous avons essayé de créer une structure globale du projet qui lui permet, a la foi d'être fluide et lisible, et ce suivant le concept de la transparence de la circulation verticale et horizontale qui seront positionnés.



IV.1.2. La transparence :

Elle est l'expression formelle de l'ouverture du projet ; elle favorisera l'interpénétration des espaces entre l'intérieur et l'extérieur du projet.

La transparence sera, également, présente à l'intérieur du projet afin de relier, visuellement, les espaces et les activités et, ainsi, conférer une plus grande lisibilité au projet.

Elle s'exprimera, par le biais des parois vitrées qui laisseront pénétrer la lumière changeante du jour. Ces parois vitrées mettront le visiteur en contact avec son environnement, que ce soit à l'intérieur ou à l'extérieur.



IV.1.3. La simplicité :

A l'encontre de la complexité, la composition formelle du centre se veut simple dictée par des règles géométriques reconnaissables.

IV.1.4. La géométrie :

Les tracés géométriques sont superposés et se rejoignent pour donner naissance à un langage architectural plus riche à un ordre spatial plus dynamique

La logique géométrique de notre projet obéit en premier lieu à la volonté de relier toutes les directions suggérer par le site.

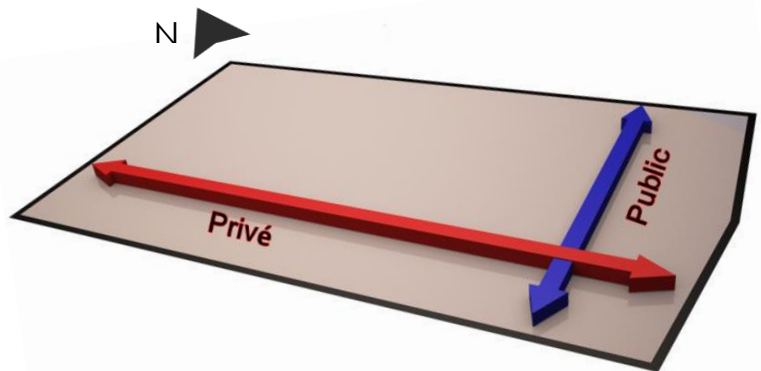
IV.2. Genèse de projet :

Nous retraçons ici tous le parcours conceptuel et de formalisation architecturale pour l'aboutissement du projet et enfin son langage architectural.

Le terrain faisant assiette au projet, de par son orientation, bénéficie d'un bon ensoleillement à toute heure de la journée.

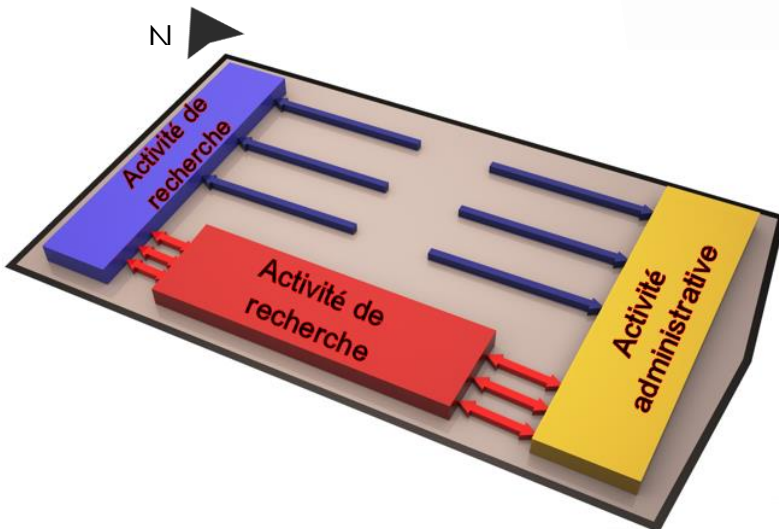
Etape 01 :

La projection de deux axes, dont un axe pour le public projeté parallèlement à un axe routier important et un autre axe, privé parallèle à la double voie qui mène vers le centre-ville.



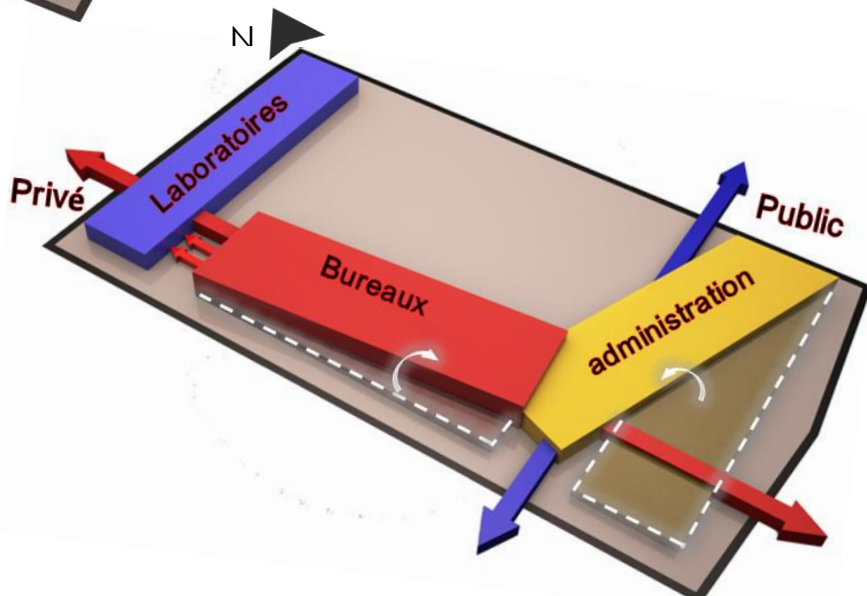
Etape 02 :

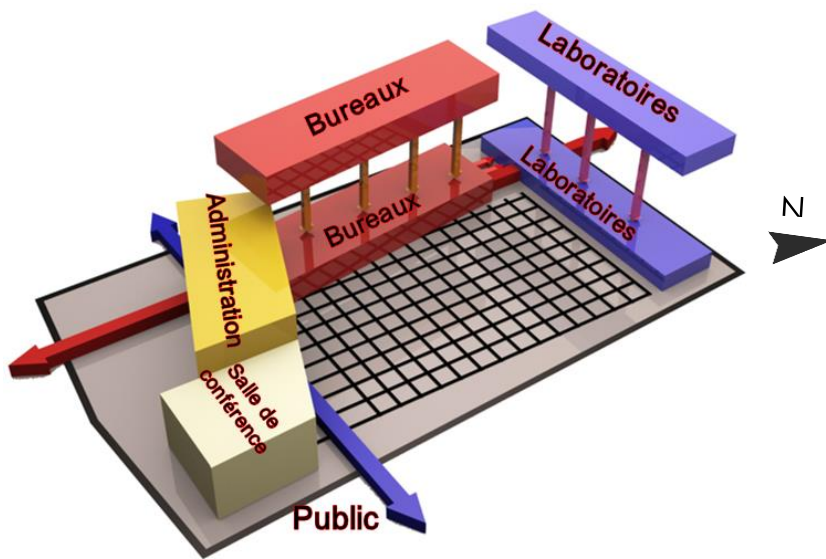
Pour une bonne maîtrise de flux on a séparé toutes les activités de recherches de l'activité administratives, tout en gardant une relation indirecte entre eux.



Etape 03

Pour bien profiter des apports solaires, on a orienté le bloc d'administration en plein sud, et le bloc bureaux pour chercheurs du côté sud-ouest.



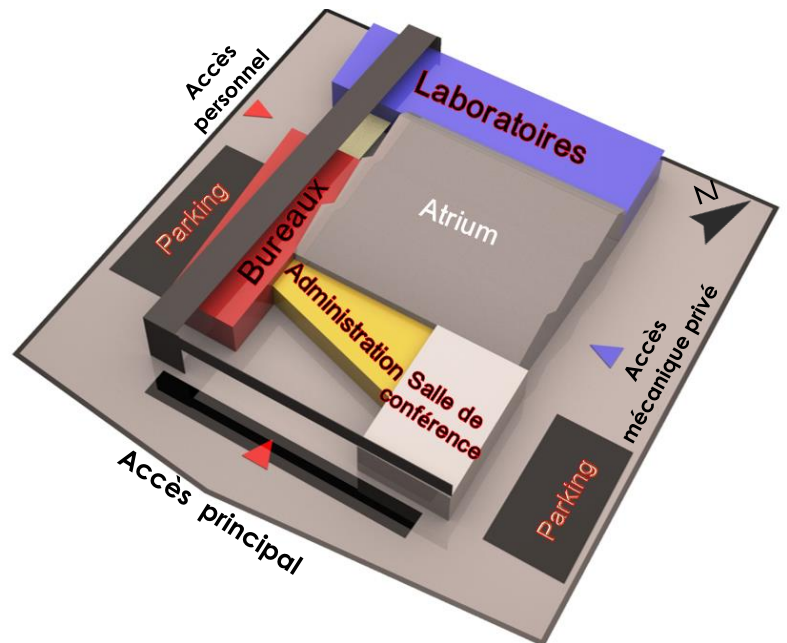


Etape 04

Pour une bonne fluidité on a implanté l'administration et la salle de conférence le long de l'axe public, les bureaux pour chercheurs et les laboratoires sont implantés du côté Nord-Ouest et Sud-Ouest éloignés de la partie publique.

Etape 05

Les différentes entités sont agencées et disposés autour d'un atrium qui constitue l'élément principal de notre projet, dont un résultat d'assemblage approprié.



IV.3. La conception du projet :

Introduction :

Notre analyse du site, dénote la présence d'une situation intéressante du projet le long de la voie d'évitement NORD EST qui se rattache à la RN14.

La proximité du terrain d'assiette de la ville suscite impérativement un réaménagement adéquat et approprié du coté routier qui mène vers le centre-ville, lequel constituera l'armature principale de l'ensemble de l'aménagement et du fonctionnement urbain de cette partie de la ville.

IV.3.1. Plan de masse :

Le bâtiment conçu en forme rectangulaire, s'inscrit bel et bien dans le terrain d'assiette, et ce de par une implantation parfaite, offrant à notre sens une orientation favorable, pour faire profiter notre projet de la climatologie de la région, d'où une intégration parfaite dans le site. Cette forme répond à un concept de perméabilité, une hiérarchie des espaces permettant une bonne orientation et par conséquent une lisibilité des lieux et une mise en valeur des espaces naturels (dimensions et aménagement).

Le projet est conçu en forme compacte pour une meilleure occupation du terrain d'assiette et une rationalisation des espaces.

L'implantation et l'orientation du bâtiment offrent impérativement une possibilité d'accès au projet à travers la voie perpendiculaire à la double voie qui traverse le pôle universitaire du coté EST menant vers la cité universitaire.

Le projet est desservi par une voie mécanique qui dessert à son tour trois parkings, dont deux réservés au public et le troisième réservé uniquement aux employés. La voie mécanique projetée à l'intérieur du terrain du coté Nord-Est du bâtiment est conçu pour l'approvisionnement de l'atrium (serre).

Le bâtiment est pourvu de deux accès, l'un principal pour le public et l'autre pour les chercheurs et le personnel des laboratoires.

La conception des passages piétonniers et mécaniques favorisent les déplacements à l'intérieur du projet.

IV.3.2. Description du projet :

La réflexion et l'idée principale portant sur la conception du projet, s'articulent sur un aménagement qui repose essentiellement sur l'agencement et la juxtaposition des différentes fonctions, pour enfin offrir un cadre d'usage agréable aux utilisateurs et visiteurs.

L'accessibilité au projet est assurée par une entrée principale du côté Sud et une autre secondaire du côté des laboratoires.

Le bâtiment est conçu en un volume compact en R+1, pourvu d'un atrium qui joue le rôle d'une serre d'expérimentation pour les recherches de biologie végétale et aménagé en jardin d'intérieur d'une part et sert de puit de lumière et d'espace de communication et de détente pour les chercheurs d'autre part.

Notre projet repose essentiellement sur l'articulation des différentes fonctions autour d'un atrium intégré qui relie les différentes parties du bâtiment, offrant ainsi un micro climat et des atmosphères variées à l'intérieur du bâtiment, l'atrium, est pourvu d'une toiture rétractables qui s'ouvre occasionnellement en été pour renouvelé l'air et éviter les surchauffes et l'effet de serre.

L'aménagement qu'on propose offre une organisation fonctionnelle des espaces et établit une relation étroite entre les différentes fonctions et activités.

Le bâtiment est composé de trois entités en R+1 :

Le RDC est pourvue d'un grand hall d'accueil qui assure l'orientation et la direction des usagers vers les différentes activités et les différents étages. Cet espace, est conçu en double hauteur dont les parois donnant vers l'intérieur et l'extérieur sont totalement vitrées pour assurer une transparence de l'espace.

Le choix de l'orientation du hall porté vers le plein sud est fait pour faire profiter cet espace de la pénétration du soleil en hiver.

La pénétration du soleil en été est brisée par l'introduction de brise-soleil horizontaux prévu le long de la paroi extérieure conçu en mur rideau.

Le hall est conçu comme élément architectural et élément d'appel du projet, et ce, de par sa forme géométrique, son volume, son aménagement intérieur et le traitement de sa façade.

Ce traitement spécifique de cet espace, constitue un espace dominant l'intérieur et l'extérieur du bâtiment, et offre une transparence de l'espace et par conséquent un équilibre visuel et perceptuel de la forme, de la volumétrie et du traitement simple des façades qui découlent de la modélisation du bâtiment d'où une vue intéressante, panoramique et un cadre agréable aux usagers.

Le bloc des bureaux des chercheurs est surmonté sur des pilotis, occupé par des bureaux et un foyer, et le 1^{er} niveau est occupé par une salle de documentation et d'autres bureaux, l'accès à l'entité des laboratoires est desservi par un passage, reliant les deux blocs.

IV.3.3. La ventilation :



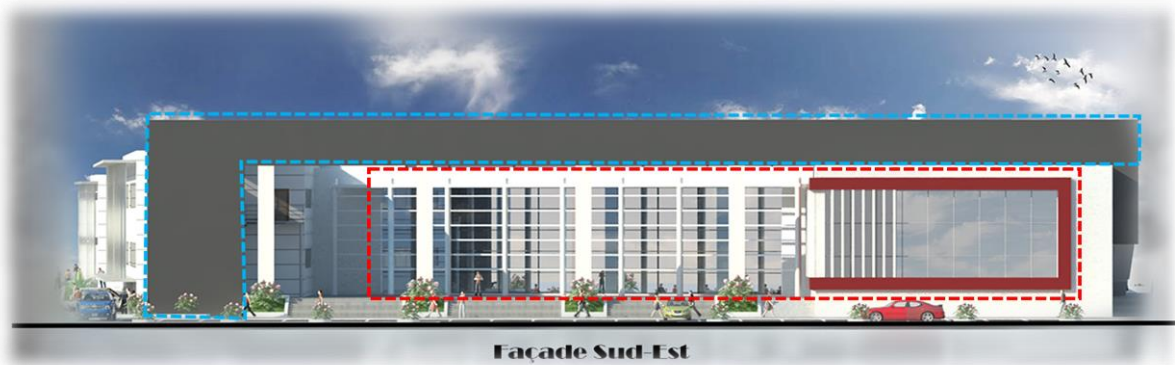
Les apports solaires augmentant la température intérieure de l'atrium, donc favorisent le tirage thermique pendant toute la journée.



Les débits de ventilation transversale sont élevés et favorable par l'entrée de l'air sur une façade exposé au vents dominants et ressort par l'autre façade.

IV.3.4. Les façades :

Façade Sud-est



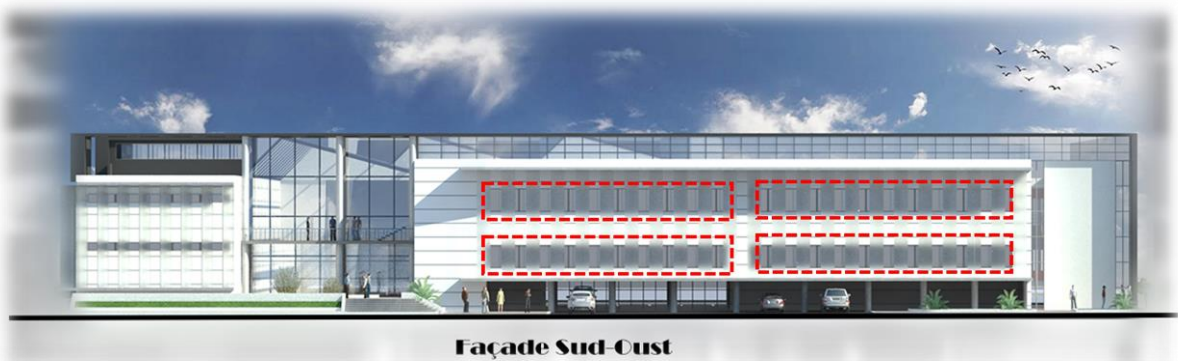
La façade sud-est est couronnée d'un élément en béton conçu en forme de «L» surélevée sur des colonnes en double hauteur pour marquer l'entrée principale.

Une grande baie vitrée joue le rôle d'un capteur solaire et assurer la transparence du projet.



L'utilisation des brises soleil horizontaux et verticaux pour contrôler l'ensoleillement et pour éviter la surchauffe.

Façade Sud-ouest

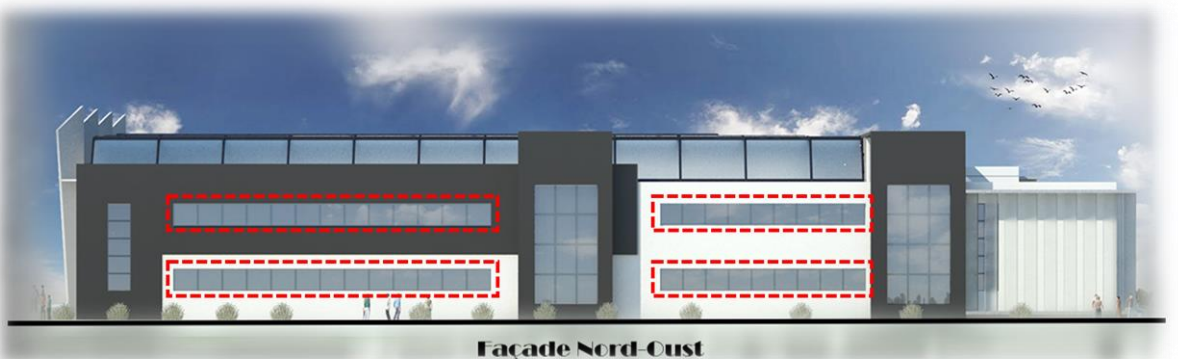


L'utilisation des Ouvertures horizontales sur la façade Sud-ouest pour exploiter l'éclairage naturel.



Cette façade est traitée de manière atténuer les rayons solaires par l'introduction du Brises soleil verticaux orientable en verre diffusant.

Façade Nord-ouest



La façade Nord-ouest est transpercée par des ouvertures en bande permettant un éclairage conséquent aux locaux, et accentue d'avantage le rapport entre les surfaces opaques et surfaces transparentes (rapport pleins et vides).

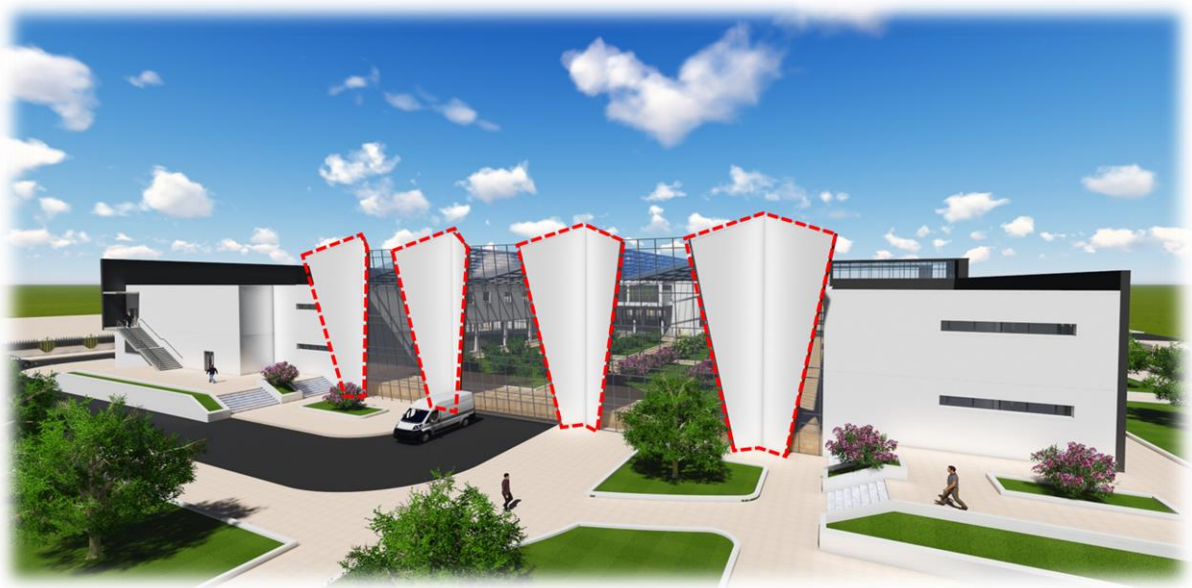


Afin de casser le traitement horizontal le long de la façade, on a introduit un traitement vertical caractérisant les cages d'escaliers.

Façade Nord-est



La paroi de la façade Nord-est est conçue en éléments opaques qui caractérisent le volume de la salle de conférence et le volume des laboratoires.



Un élément transparent qui caractérise l'atrium, au quel est greffé un élément architectonique dont la géométrie et la forme rappellent la paroi extérieur du hall d'entrée conçu en biais.

Conclusion générale :

La recherche élaborée durant toute l'année, pour aboutir au projet final nous a permis de conclure plusieurs aspects de conception d'un projet écologique et de projection architecturale qui n'est pas un simple projet d'architecture spontané, c'est le travail de réflexion qui fait qu'un projet est original.

A travers toutes les approches que nous avons consulté, pour mener à bien un projet tel que le nôtre, on a conclu qu'il n'est possible de concevoir un projet d'une manière harmonieuse avec les potentialités du site, qu'en tenant compte des critères de l'architecture écologique ainsi que les exigences d'un centre de recherche biologique , et ce tout en tenant compte de l'intégration du projet dans son environnement, du fonctionnement et de l'esthétique.

Enfin, pour la réussite d'un projet sur tous les plans, il faut conjuguer la performance dans son architecture, avec son utilisation quotidienne.

CHAPITRE V

ECLAIRAGE NATUREL



« L'architecture est le jeu, savant, correct et magnifique des volumes sous la lumière. »

LE CORBUSIER, vers une architecture, édition Crès et Cie, paris, 1923

Introduction :

L'existence de l'homme est intimement liée à la lumière. Il ne peut littéralement pas vivre sans elle. La lumière constitue un élément essentiel, générateur de vie sur terre. Elle représente une partie indéniable de notre vécu quotidien et nous influence du point de vue physiologique et psychologique.

L'extrême complexité du comportement de la lumière naturelle conduit de nombreux architectes à négliger les qualités intrinsèques de l'éclairage naturel au profit d'un éclairage artificiel plus adaptable. Néanmoins, la lumière naturelle est le mode d'éclairage le plus agréable, le plus performant et le plus économique pour peu qu'on puisse s'en préserver lorsque c'est nécessaire. Sa variabilité se montre extrêmement bénéfique pour le confort des occupants. Son utilisation judicieuse est un atout majeur pour développer les qualités architecturales, énergétiques et environnementales d'un bâtiment. La lumière naturelle se révèle donc l'éclairage d'ambiance par excellence.

La lumière naturelle apparaît comme un moyen architectural particulièrement riche. Elle peut révéler un bâtiment par son action sur les espaces, les formes, les structures, les matériaux, les couleurs et les significations de l'édifice. De plus, elle est au cœur même de la définition du geste créateur : exprimer, c'est-à-dire mettre en lumière, extraire de l'ombre.

Dans le cadre du développement durable, il est essentiel de concevoir des édifices en concordance optimale avec leur environnement, ce qui inscrit le climat parmi les dimensions fondamentales de l'architecture. Un moyen privilégié pour accorder un bâtiment aux rythmes naturels consiste à tirer le meilleur parti possible de la lumière naturelle dans cet édifice. En outre, l'emploi de la lumière naturelle est plus écologique que celui de la lumière artificielle.

Problématiques :

Le traitement de l'éclairage naturel est prioritaire pour de multiples raisons :

- Intérêt psychophysiologique par ses variations selon les heures de la journée et par son rendu des couleurs. La qualité "spectrale" de la lumière naturelle ainsi que sa variabilité et ses nuances offrant une perception optimale des formes et des couleurs et améliore le confort des occupants.
 - Intérêt économique (et environnemental) par la réduction des consommations d'énergie électrique. Cette réduction contribue également à diminuer les gains internes produits par l'éclairage artificiel et donc les éventuels besoins en rafraîchissement.
- Comment concevoir une conception architecturale adaptée aux conditions climatiques de notre région en répondant au besoin de l'éclairage naturel ?
- Comment assurer un éclairage naturel satisfaisant dans notre projet en évitant les effets négatifs de l'éblouissement et des rayons solaires ?
- Quelles sont les méthodes d'éclairage naturel appliquées pour réduire les besoins d'énergie (consommation d'éclairage artificiel) ?

Hypothèses :

Pour résoudre ces problèmes on a opté pour des hypothèses qui vont nous aider à atteindre nos objectifs :

- Le choix de la forme géométrique qui répond aux exigences de l'éclairage naturel.
- La conception de l'ouverture pour assurer une bonne pénétration et répartition d'éclairage naturel.
- La couleur des surfaces internes qui jouant un rôle pour un éclairage uniforme.

Structure de travail :

Pour atteindre l'objectif principal de notre travail, on a organisé notre mémoire en trois parties :

- La première partie sous forme d'une recherche bibliographique qui montre les principes de base et les notions de l'éclairage naturel et les facteurs influençant la qualité et la quantité de lumière pénétrante.
- La deuxième partie est consacré sur le terme du confort visuel ses paramètres, ses normes et ses conditions.
- La troisième partie aborde une phase pratique qui est la simulation numérique par des logiciels. Par la suite une application des méthodes, discussions des résultats obtenus (cas initial) et enfin les améliorations appliquée et une conclusion générale.

I. Introduction :

L'éclairage naturel est depuis toujours une constante de l'architecture. La lumière naturelle met en valeur l'architecture, anime les espaces intérieurs. Ses effets bénéfiques sur la santé, le moral, la productivité ... ne sont plus à démontrer.

Et aujourd'hui, les nouvelles réflexions qui portent sur une conception architecturale moins dépendante des sources d'énergie artificielle renforcent encore l'importance de la lumière naturelle dans les bâtiments.

II. Définition de l'éclairage naturel :

D'une manière générale, l'éclairage naturel est défini comme étant « l'utilisation de la lumière du jour pour éclairer les tâches à accomplir ».

Si le soleil est la source mère de tout type de lumière, techniquement l'éclairage naturel global comprend à la fois l'éclairage produit par le soleil, la voûte céleste et les surfaces environnantes !

Cependant, certains spécialistes dans le domaine ont, pendant longtemps, omis de considérer dans leurs définitions et leurs calculs l'éclairage direct provenant du soleil, ne prenant en considération que la lumière diffuse du ciel. Parmi ces spécialistes, nous citerons F. BOUVIER qui le définit comme étant « l'éclairage produit par la voûte céleste et les réflexions de l'environnement, à l'exclusion de l'éclairement direct du soleil ».

III. L'éclairage naturel en architecture :

Quand un architecte imagine l'architecture qu'il commence à projeter, il représente mentalement les formes du bâtiment auquel il pense, depuis des visions générales de formes et de volumes, jusqu'à des détails concrets de ses façades.

Connaissant les œuvres des maîtres de l'architecture antique et contemporaine, on peut comprendre comment, dans la majorité des cas, la lumière naturelle était présente depuis les premières images du projet qu'ils concevaient.

III.1. La compacité :

Un premier aspect à considérer est la compacité du bâtiment, qui établit une relation entre la surface de l'enveloppe du bâtiment et son volume, soit le degré de concentration des espaces intérieurs. Logiquement, les bâtiments les moins compacts offriront de plus grandes possibilités d'éclairage naturel en réduisant de façon significative la zone centrale où il est plus difficile de faire pénétrer la lumière.



Fig. 49 : relation entre la surface de l'enveloppe du bâtiment et son volume

Source : <http://www.architecte-batiments.fr>

III.2. La porosité :

Un autre paramètre à considérer est la porosité du bâtiment, qui se réfère à l'existence au sein de son volume global d'espaces vides communicant avec l'extérieur, comme les patios par exemple. Un certain niveau de porosité correspond à une possibilité de créer un accès à la lumière (et aussi à la ventilation) dans les zones centrales d'un bâtiment.

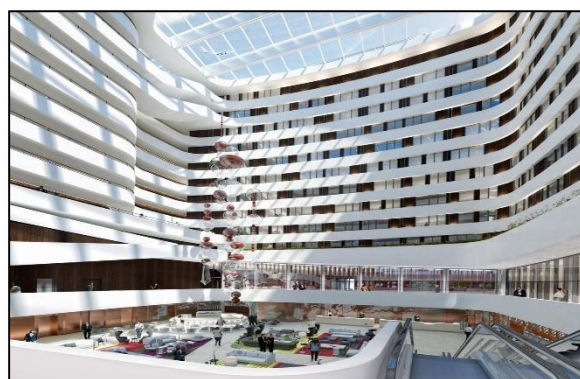


Fig. 50 : L'atrium de l'immeuble Hilton à Amsterdam
Source: http://www.schiphol.nl/index_en.html

III.3. La transparence :

La transparence à la lumière de la peau de l'édifice est un élément supplémentaire à considérer, qui peut aller de l'opacité la plus complète jusqu'à des façades totalement vitrées. Bien qu'une transparence importante augmente essentiellement les niveaux d'éclairement dans les zones périphériques, un bon éclairage résultera surtout d'une répartition harmonieuse de la lumière plutôt que de sa quantité. Souvent, les risques d'éblouissement rendent inadéquates l'éclairage naturel par de grandes ouvertures.



Fig. 51 : le rapport avec l'extérieur
Source : <http://www.architecte-batiments.fr>

III.4. Les caractéristiques géométriques :

Il est également nécessaire de tenir compte des caractéristiques géométriques des espaces intérieurs. Les locaux peuvent s'analyser par leur taille, leur forme, leurs proportions et les différences de niveau qu'ils peuvent avoir entre eux.

III.4.1. La taille :

La taille d'un local n'a pas en principe d'incidence sur la répartition de la lumière à l'intérieur, des espaces de forme identiques mais de taille différentes possédant des ouvertures respectant le même rapport d'échelle bénéficieront de la même distribution de lumière. Comme tous les phénomènes radiatifs en général et les phénomènes lumineux en particulier, ceci permet l'étude précise à l'aide de maquettes. Il faut simplement se rappeler que pour les espaces de grande surface au sol, il faudra donner des hauteurs importantes pour éviter des zones centrales obscures

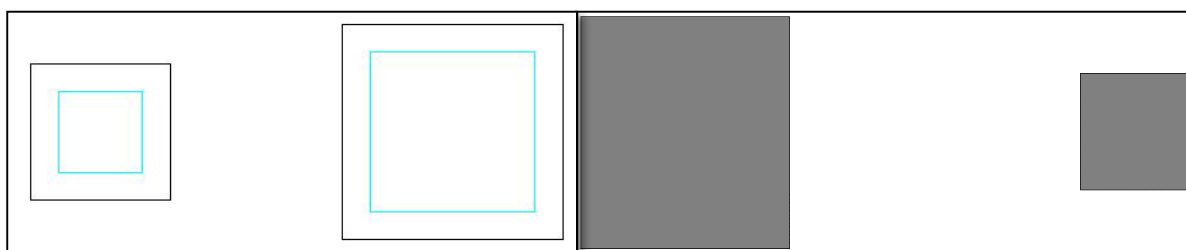


Fig. 52 : zone centrale obscure dans les espaces des grandes surfaces au sol
Source : TAREB 2007

III.4.2. La forme et les proportions :

La forme et les proportions d'un local sont des paramètres importants pour la qualité de son éclairage naturel en fonction de la position de l'ouverture. En général, les espaces irréguliers ou qui vont en s'élargissant à partir de l'ouverture où pénètre la lumière naturelle, conduisent à une répartition peu homogène

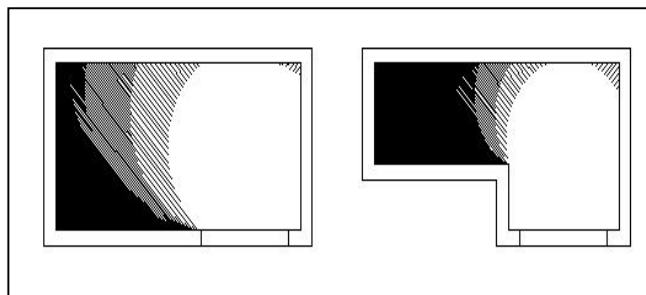


Fig. 53 : Relation entre la forme et la distribution de la lumière naturelle
Source : TAREB 2007

IV. Influence de l'environnement sur l'éclairage naturel :

IV.1. L'orientation :

L'orientation des surfaces exposées aux rayons solaires ainsi que leurs inclinaisons participent aussi à la détermination de la quantité d'apports solaires reçue par ces surfaces. Une surface orientée au Sud avec une inclinaison de 40° reçoit le maximum d'apports solaires disponibles alors qu'une surface orientée au Nord avec une inclinaison 90° ne reçoit que 30% de ces apports.

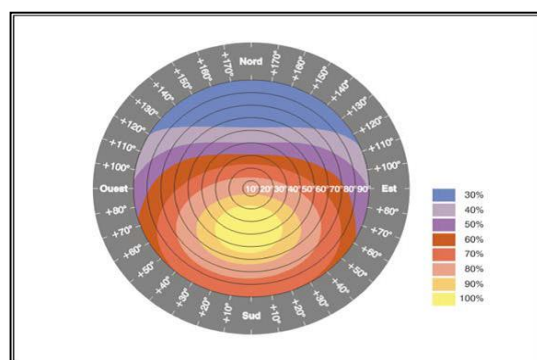


Fig. 54 : Variation de l'apport solaire selon l'orientation
Source : Mohamed Anis Gallas 2013

IV.2. L'environnement Naturel :

Les apports solaires sont influencés par l'environnement naturel et l'environnement bâti qui modifie le comportement des rayonnements solaires. Le relief naturel masque les rayons de soleil incidents créant des zones occultées. Alors que la végétation filtre seulement les rayonnements solaires grâce à ses feuilles.

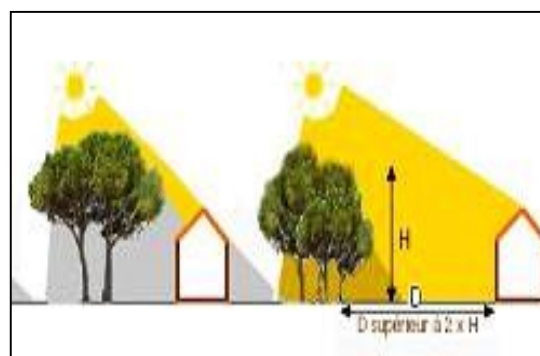


Fig. 55 : impact de l'environnement sur l'éclairage naturel
Source : TAREB 2007

L'environnement artificiel ou construit qui entoure l'espace architectural influence le mode de propagation des rayonnements solaires. Le sol extérieur entourant l'espace architectural a la capacité d'absorber ou de réfléchir le rayonnement solaire influençant ainsi la quantité et la qualité des apports solaires reçues sur les surfaces avoisinantes



Fig. 56 : Masques solaires naturels / réflexion du rayonnement
Source : Mohamed Anis Gallas 2013

IV.3. L'environnement architectural :

L'environnement architectural peut influencer la trajectoire des rayons solaires incidents à une surface déterminée. Il peut constituer un obstacle par rapport à la trajectoire des rayonnements solaires réduisant ainsi les apports solaires.

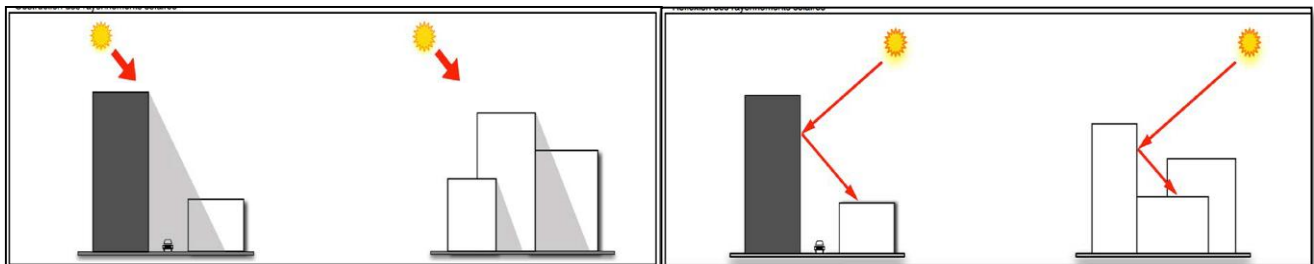


Fig. 57 : Obstruction des rayonnements solaires par l'environnement bâti / réflexion des rayonnements solaires par des écrans internes et externes au projet
Source: Mohamed Anis Gallas 2013

V. Types d'éclairage naturel :

Le type d'éclairage naturel est défini par la position des prises de jour qui le procure et qui peuvent être placées soit en façade (éclairage latéral), soit en toiture (éclairage zénithal), soit les deux à la fois. Mais leurs fonctions restent les mêmes. La prise de jour est cependant un des plus complexe et coûteux composants du bâtiment à cause du grand nombre de rôles contradictoires qu'elle doit jouer tels que l'éclairage et l'occultation, la vue sur l'extérieur et la recherche d'intimité, la pénétration du soleil et la protection solaire, et enfin, l'étanchéité et la ventilation.

V.1. Éclairage latéral :

L'éclairage latéral est l'un des moins performants du point de vue éclairage par la lumière du jour. Pratiquement en éclairage latéral, la pénétration de la lumière est limitée en profondeur mais elle est directionnelle, ce qui est favorable à la perception de l'environnement avoisinant. Les ouvertures verticales captent au maximum les apports solaires hivernaux, tout en limitant les pénétrations solaires estivales. Elles peuvent créer de l'éblouissement, les surchauffes et engendrent de forts contrastes dans l'espace.



Fig. 58 : Bâtiment Bauhaus
Source: <http://fr.wikipedia.org/wiki/Bauhaus>

V.1.1. Types d'éclairage latéral :

V.1.1.1. Eclairage unilatéral :

Il s'agit d'un éclairage fourni par une ou plusieurs ouvertures verticales disposées sur une même façade d'une orientation donnée. Cette disposition permet de réaliser des effets de relief et des harmonies de contrastes. L'inconvénient que présente ce type de système d'éclairage naturel est la possibilité d'ombres gênantes et l'éblouissement.

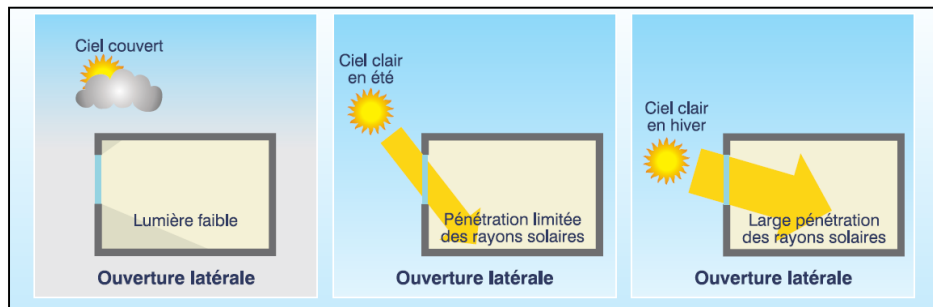


Fig. 59 : Comportement des ouvertures unilatérales
Source: (A.DE HERDE, A. LIEBARD., 2005).

V.1.1.2. Eclairage bilatéral :

Avec l'éclairage bilatéral, on obtient un éclairage plus uniforme et mieux réparti que l'éclairage unilatéral. Lorsque la lumière entre par deux cotés opposés, elle contribue encore à une meilleure pénétration lumineuse dans l'ensemble de la pièce. En général, les effets de contre-jour disparaissent lorsque les fenêtres sont bilatérales.

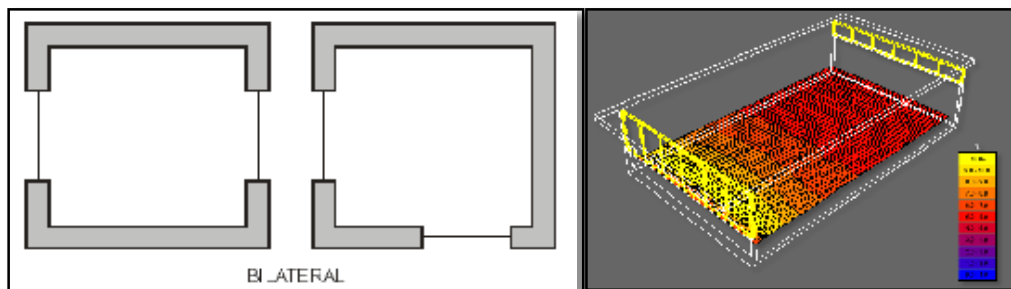


Fig. 60 : Comportement des ouvertures bilatérales
Source: BENHARKAT Sarah 2007

V.1.1.3. Eclairage multilatéral :

L'éclairage multilatéral présente de nombreux avantages, notamment:

- Favoriser la ventilation naturelle transversale des pièces en la doublant ou en la triplant.
- Les ouvertures réduisent les ombres denses et augmentent les contrastes à l'intérieur des pièces.
- Les ouvertures réduisent le risque d'éblouissement du ciel en augmentant l'éclairement des murs de fenestration.

Mais il présente certaines contraintes dont la plus importante consiste à augmenter les risques de surchauffe en période estivale ainsi que les déperditions de chaleur en période hivernale.

V.2. Eclairage zénithal :

Les ouvertures zénithales s'ouvrent sur la totalité de la voûte céleste, elles induisent donc une large pénétration de la lumière diffuse. La distribution lumineuse obtenue par une ouverture horizontale est aussi beaucoup plus homogène que celle produite par une fenêtre verticale. De plus, la lumière entre dans les locaux par le plafond, ce qui limite a priori les phénomènes d'éblouissement.

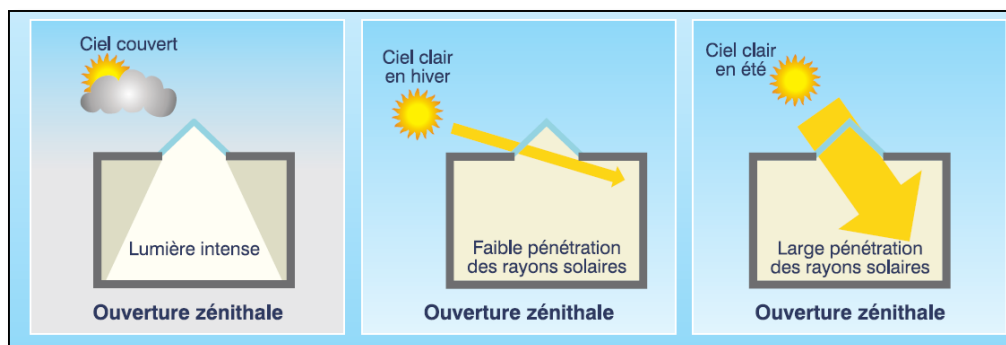


Fig. 61 : Comportement des ouvertures zénithales
Source: (A.DE HERDE, A. LIEBARD., 2005)

VI. Influence de l'ouverture sur l'éclairage naturel :

VI.1. L'orientation de l'ouverture :

Il est préférable d'organiser les espaces du bâtiment au cours de la conception selon la fonction du moment d'occupation des locaux, de l'activité qui s'y déroule et de la course du soleil.

- Une orientation Nord bénéficie toute l'année d'une lumière égale et du rayonnement solaire diffus.
- Une orientation Est profite du soleil le matin mais le rayonnement solaire est alors difficile à maîtriser car les rayons sont bas sur l'horizon.
- Une orientation ouest présente un risque réel d'éblouissement et les gains solaires ont tendance à induire des surchauffes.
- Une orientation sud bénéficie d'une lumière plus facile à contrôler. En effet, en hiver, le soleil bas pénètre profondément dans le bâtiment, tandis qu'en été, la hauteur solaire est plus élevée et la pénétration du soleil est donc moins profonde.

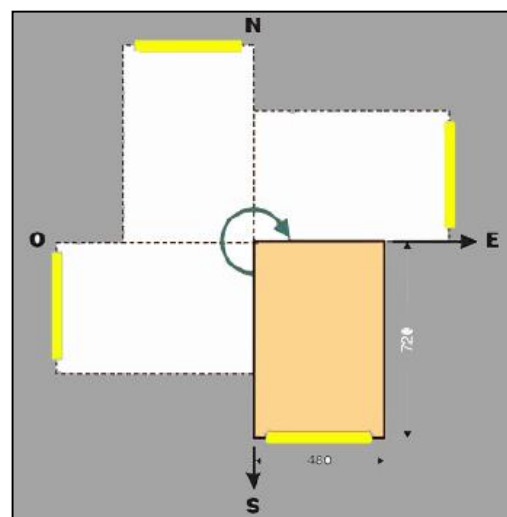


Fig. 62 : Différentes orientations des fenêtres
Source: (Sigrid.R, De Herde.A., 2001).

VI.2. La position de l'ouverture :

L'emplacement de l'ouverture dans la façade exerce une grande influence sur la pénétration de la lumière dans le local.

Plus la fenêtre est élevée, mieux le fond du local est éclairé et plus la zone éclairée naturellement est profonde, un local orienté au sud reçoit en fond de local 350 lx pour la fenêtre basse, 450 lx pour la fenêtre à mi-hauteur et 500 lx pour la fenêtre haute.

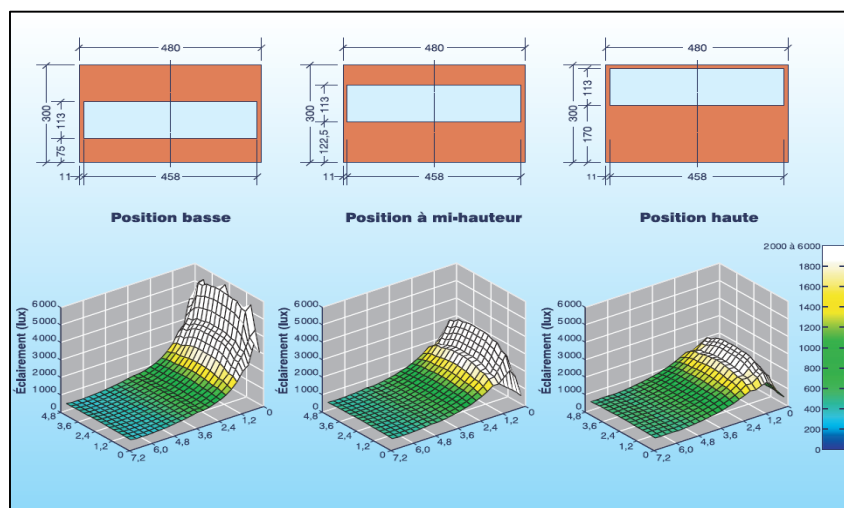


Fig. 63 : Influence de la position de l'ouverture
Source: (A.DE HERDE, A. LIEBARD., 2005)

VI.3. Les dimensions de l'ouverture :

La taille des ouvertures d'un bâtiment est un élément déterminant de la quantité de lumière extérieure qui parvient à l'intérieur des locaux

Lorsque la surface vitrée d'un local augmente, pour une même surface de plancher, la disponibilité d'éclairage naturel à l'intérieur de ce local augmente également.

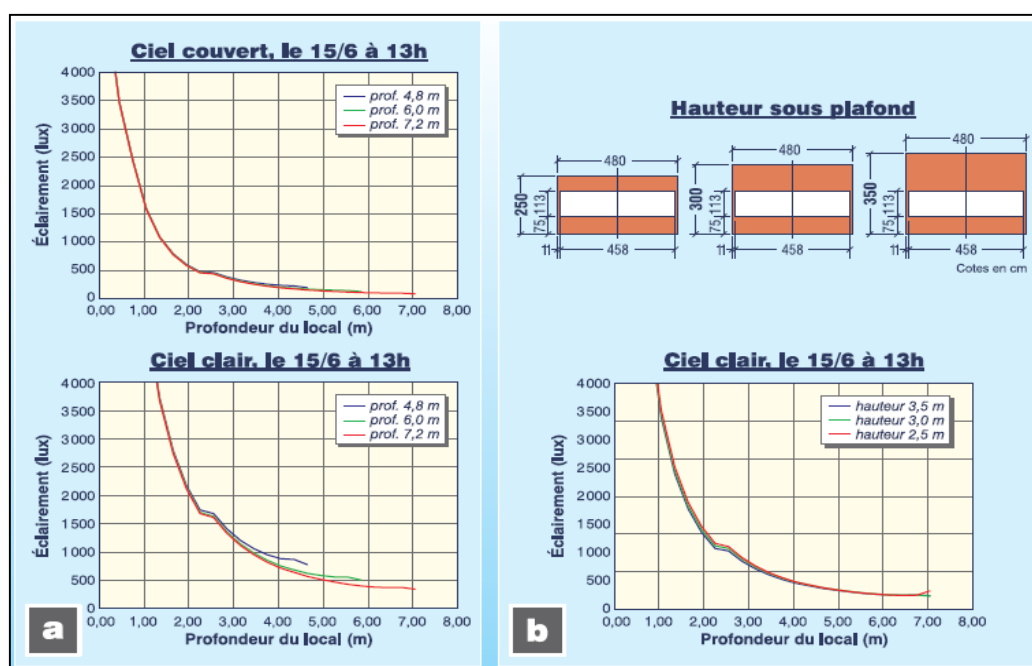


Fig. 64 : a) Influence de la profondeur du local
b) Influence de la hauteur sous plafond
Source: (A.DE HERDE, A. LIEBARD., 2005)

En effet, si l'intérieur est trop profond par rapport à la hauteur de l'ouverture au-dessus du plancher, l'éclairage sera insuffisant au fond du local car une lumière du jour suffisante pénètre sur une distance d'une fois et demie la hauteur de l'ouverture au-dessus du plancher, bien que cette distance puisse atteindre deux fois cette hauteur sous un ensoleillement direct.

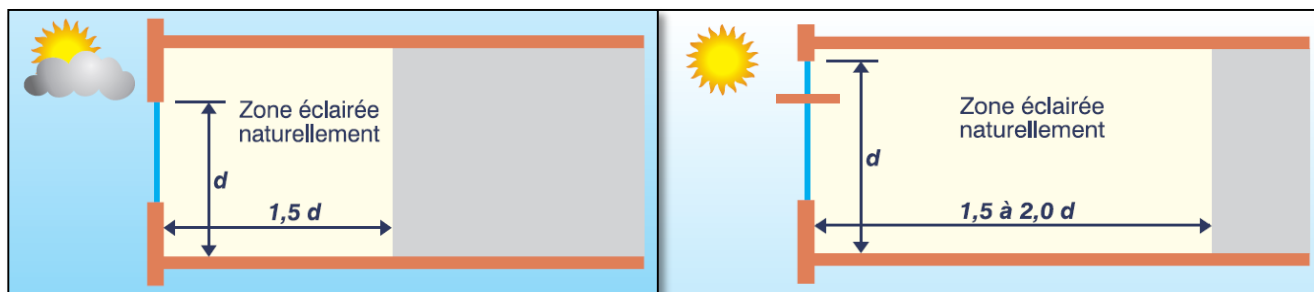


Fig. 65 : Profondeur de la zone éclairée naturellement
Source: (A.DE HERDE, A. LIEBARD., 2005)

VI.4. La forme de l'ouverture :

Lorsque la largeur d'une fenêtre diminue, à surface vitrée identique, la répartition devient moins uniforme, bien que l'éclairement moyen ne varie que très peu. Pour une même surface vitrée, une fenêtre haute éclaire d'avantage en profondeur. L'idéal réside donc dans une fenêtre horizontale mais dont le linteau est élevé.

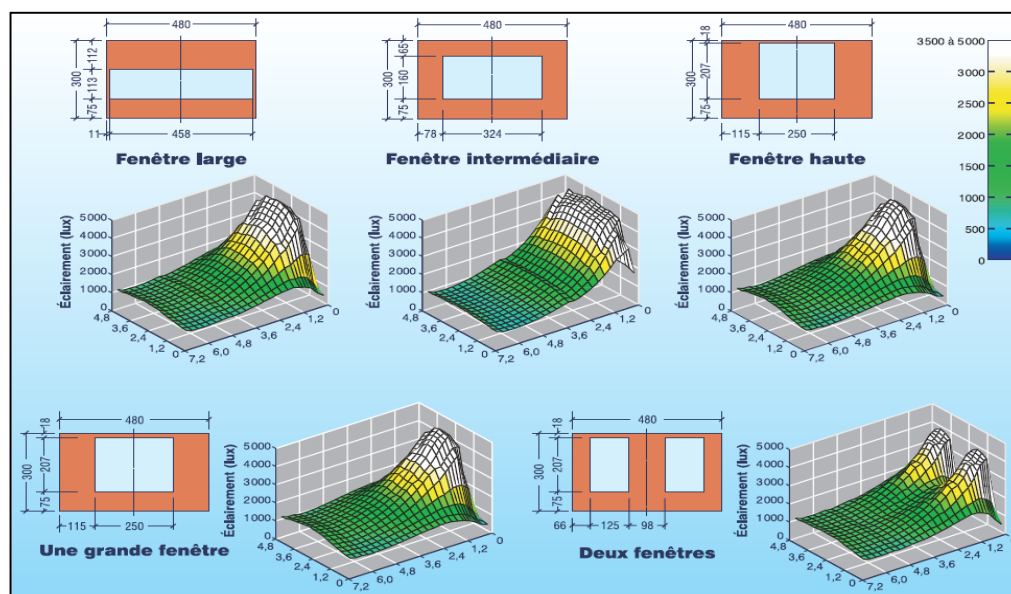


Fig. 66 : Influence de la forme de l'ouverture sur l'éclairement intérieur
Source: (A.DE HERDE, A. LIEBARD., 2005)

VII. Influence de la menuiserie et du vitrage sur l'éclairage naturel :

VII.1. La menuiserie :

Les menuiseries représentent un obstacle au passage de la lumière naturelle. La simplification des systèmes d'ouverture permet d'augmenter de façon notable la quantité de lumière transmise.

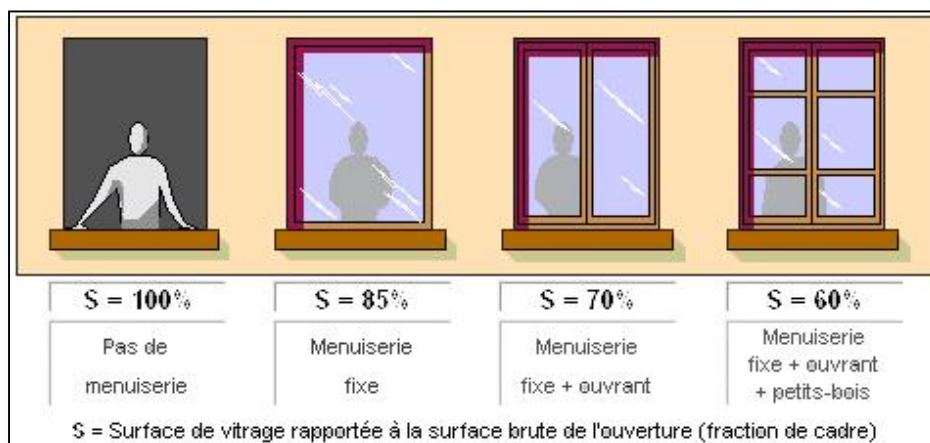


Fig. 67 : Influence des menuiseries sur la surface d'ouverture
Source: (Bernard PAULE 2007)

VII.2. Le vitrage :

On a trois types de vitrage :

VII.2.1. Vitrages clairs :

L'emploi de vitrages clairs permet de maximiser les apports de lumière naturelle en toutes circonstances.

VII.2.2. Vitrages teintés ou réfléchissants :

L'emploi de vitrages teintés ou réfléchissants entraîne une sur-utilisation de l'éclairage artificiel sans pour autant résoudre les problèmes d'éblouissement ou de surchauffe estivale.

VII.2.3. Vitrages diffusants :

L'emploi de vitrages diffusants ou opalescents entraîne la perte de la vision vers l'extérieur. Exposés au soleil, les vitrages peuvent devenir des sources secondaires éblouissantes

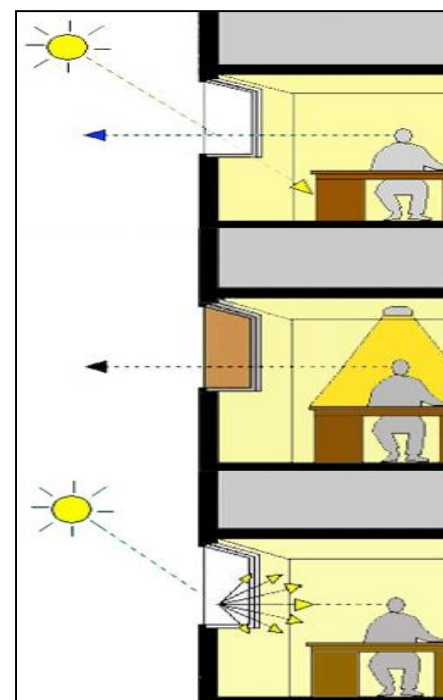


Fig. 68 : Influence de vitrage sur l'espace intérieur
Source: auteur

VIII. Impact de l'aménagement intérieur du local sur l'éclairage naturel :

La nature et la couleur des surfaces intérieures (paroi et mobilier) influencent directement l'éclairage naturel dû aux réflexions intérieures. Ainsi, une bonne distribution de la lumière dans tout l'espace nécessite l'utilisation de parois de couleurs claires (pour des parois beige clair, on atteint un coefficient de réflexion de l'ordre de 60%), L'importance de la clarté de la finition des surfaces est due à un double effet :

VIII.1. Clarté des parois :

La clarté des parois intérieures influence de manière prépondérante la quantité de lumière disponible en fond de pièce. De plus, un local sombre apparaît toujours plus exigu qu'un local clair.



Fig. 69 : Influence de la clarté des parois
Sur l'espace intérieur

Source: <http://www.energieplus-lesite.be/>

VIII.2. Clarté du plafond :

Un plafond sombre induit une sensation « d'écrasement » qui est souvent perçue de manière négative par les occupants

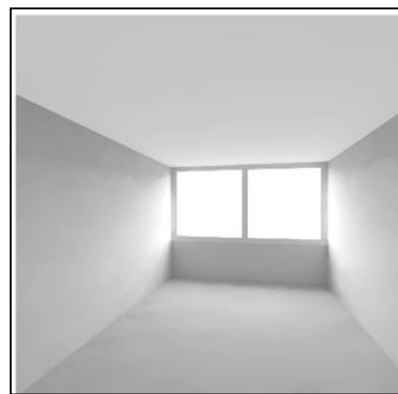
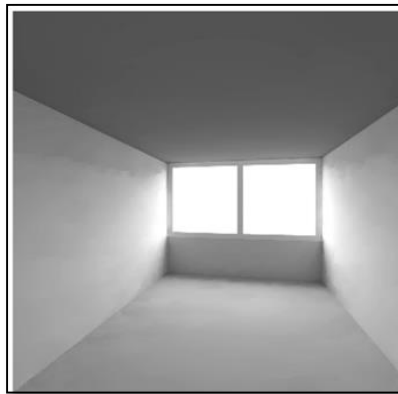


Fig. 70 : Influence de la clarté du plafond sur l'espace intérieur
Source: (Bernard PAULE 2007)

VIII.3. Brillances des revêtements :

Lorsque les matériaux de revêtement d'un local quelconque présentent une certaine brillance, on constate que la lumière arrive plus facilement en fond de pièce. En contrepartie, les surface en question acquièrent une luminance élevée et peuvent donc devenir des sources d'éblouissement pour l'utilisateur.

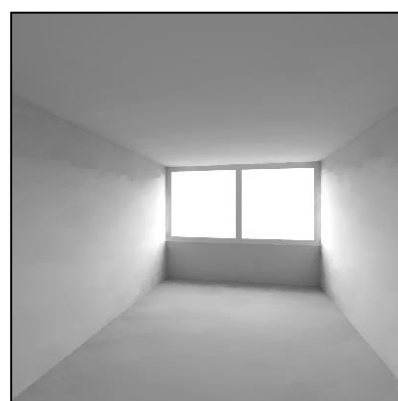
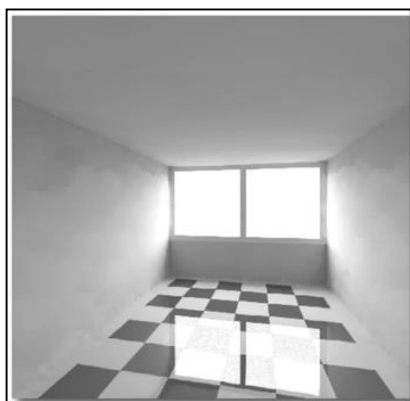


Fig. 71 : Influence des revêtements sur l'espace intérieur
Source: (Bernard PAULE 2007)

IX. Autres dispositifs de distribution de la lumière naturelle :

Il existe un certain nombre de dispositifs techniques et architecturaux qui permettent d'apporter ou de redistribuer la lumière naturelle dans un local, en voici une liste non exhaustive.

IX.1. Les lights shelves :

Un light shelf est un auvent, dont la surface supérieure est réfléchissante, duquel le rôle est de permettre la pénétration profonde dans le local, du rayonnement solaire réfléchi sur la partie supérieure du light shelf.

On peut classer un light shelf selon sa position :

Combiné, extérieur ou intérieur

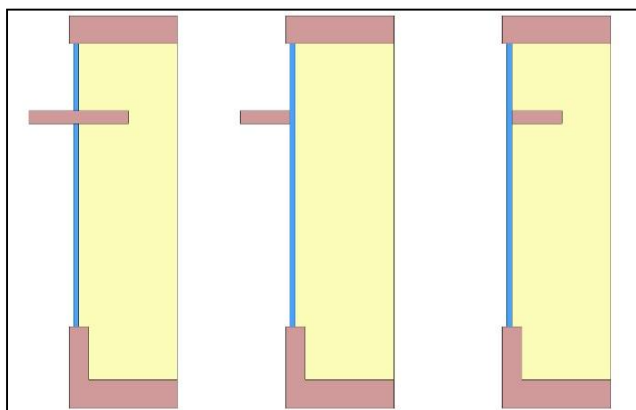


Fig. 73 : les trois types de lightshelves

Source: auteur

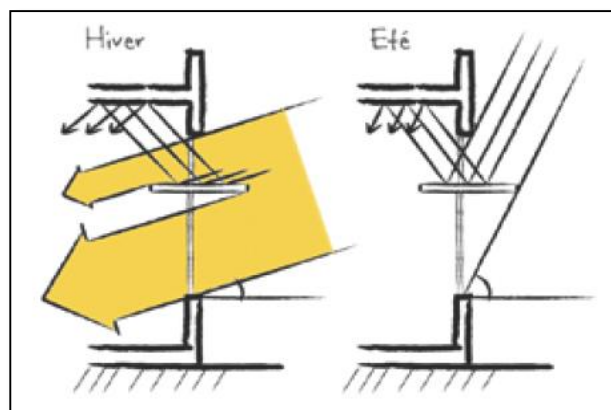


Fig. 72 : Impact d'un light shelf sur la pénétration solaire

Source: www-energie.arch.ucl.ac.be

Le light shelf extérieur donne les meilleurs résultats du point de vue du niveau d'éclairement en fond de pièce, tout en ombrant la grande fenêtre. Placé à l'intérieur, il réduit le niveau d'éclairement moyen d local mais offre toutefois un ombrage pour le clerestory. Ainsi, le light shelf combiné assure la distribution lumineuse la plus uniforme dans le local, il se révèle également la meilleur protection solaire.

IX.2. Le système anidolique :

Utilise des réflecteurs spéculaires courbes, conçu pour profiter de la lumière diffuse du ciel, est un système de distribution intensif de la lumière naturelle, adapté au ciel couvert. Il s'agit en fait d'un conduit lumineux intégré dans un plafond suspendu jusqu'au milieu de la pièce. Les éléments anidoliques sont placés aux deux extrémités du conduit lumineux : à l'extérieur pour collecter la lumière du ciel et à l'intérieur pour collecter la lumière émise dans le local.

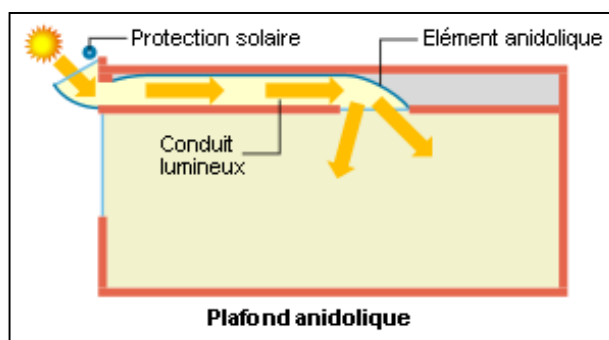


Fig. 74 : Impact d'un plafond anidolique sur la pénétration solaire

Source: <http://www.energieplus-lesite.com>

IX.3. Le second jour :

Un local éclairé en second jour est un local qui n'est pas éclairé naturellement par une fenêtre donnant sur l'extérieur mais par l'intermédiaire d'un autre espace, lui-même éclairé naturellement ce type d'éclairage convient assez bien aux espaces de circulation qui ne demandent pas beaucoup d'éclairage.

Il Permet de créer une impression de lumière naturelle dans un local privé de premier jour et de le faire bénéficier de la dynamique de la lumière naturelle.

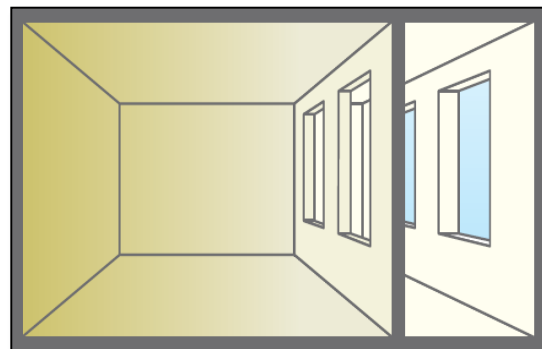


Fig. 75 : second jour

Source: (A.DE HERDE, A. LIEBARD., 2005)

IX.4. Les atriums :

Un atrium au centre d'un bâtiment permet à la lumière du jour de mieux pénétrer dans cet édifice, tout en formant un espace attrayant, la présence d'un atrium permet également de diminuer les risques d'éblouissement dans les pièces adjacentes.

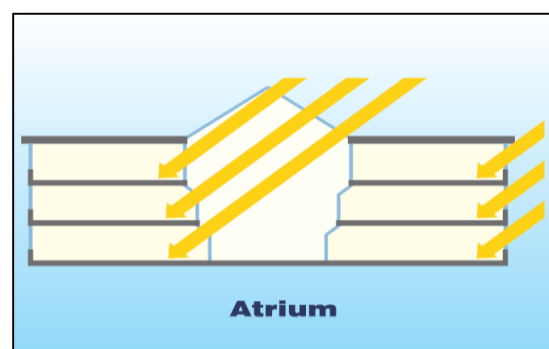


Fig. 76 : Impact de l'atrium sur la pénétration de solaire

Source: (A.DE HERDE, A. LIEBARD., 2005)

IX.5 Les conduits à lumière :

C'est des Tubes en matériau ultra réfléchissant (classiquement de l'aluminium) qui collecte la lumière en toiture et le conduit dans le bâtiment.

Ils Permettent d'apporter de la lumière naturelle dans des locaux défavorisés ou en fond de pièce. Un système performant pourra apporter de la lumière naturelle à travers plusieurs étages.

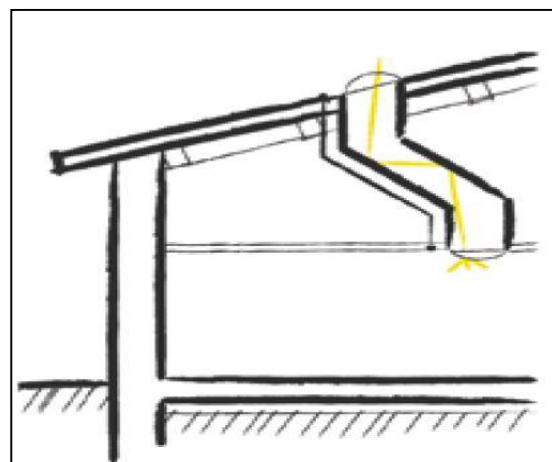


Fig. 77 : conduit de lumière

Source: www-energie.arch.ucl.ac.be

Synthèse :

Ce chapitre étudie les facteurs qui influencent le comportement de la lumière naturelle. Ces paramètres déterminent le type et la quantité d'apports lumineux incidents ainsi que leurs modes de répartition sur les parois de l'espace parmi ces facteurs :

Le choix de type des ouvertures : opter pour des ouvertures verticales et bilatérales et en longueur pour bien permettre la pénétration de l'éclairage naturel

Éviter l'effet de masque sur la façade

Eclairer les locaux du dernier étage à partir de la toiture, les ouvertures zénithales fournissent beaucoup plus de lumière naturelle que les ouvertures en façade

L'utilisation des menuiseries simples et claires, avec un plafond et couleur des murs intérieurs aussi clairs.

Confort visuel :

Notion de base pour éclairage :

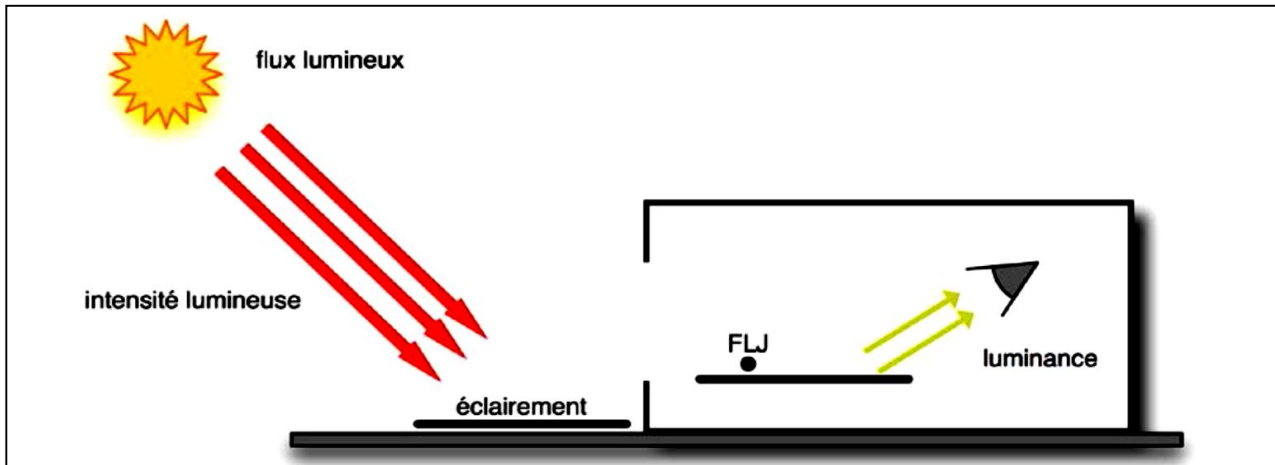


Fig. 78 : Types de grandeurs photométriques
Source : Mohamed Anis Gallas 2013

I. Grandeurs photométriques :

I.1. Le flux lumineux :

C'est la quantité de lumière rayonnée dans tout l'espace par une source. Unité de mesure (lumen-ln)

I.2. La luminance :

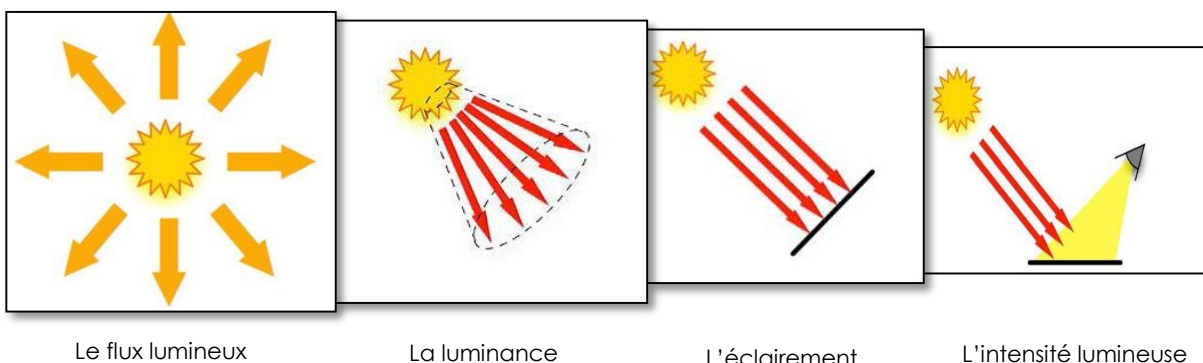
Quantité de lumière réfléchie par une surface, Unité de mesure : candela/m² (cd/m²).

I.3. L'éclairement :

Quantité de lumière reçue par une surface, Unité de mesure : le LUX (lumen/m²).

I.4. L'intensité lumineuse :

Quantité de flux lumineux émise dans une direction particulière, exprimée en candelas



II. Définition du confort visuel :

L'environnement visuel nous procure une sensation de confort quand nous pouvons voir les objets nettement et sans fatigue dans une ambiance colorée agréable. L'obtention d'un environnement visuel confortable dans un local favorise le bien-être des occupants. Par contre, un éclairage trop faible ou trop fort, mal réparti dans l'espace ou dont le spectre lumineux est mal adapté à la sensibilité de l'œil ou à la vision des couleurs, provoque à plus ou moins longue échéance une fatigue, voire même des troubles visuels, accompagnés d'une sensation d'inconfort et d'une performance visuelle réduite. C'est la Sensation de satisfaction et de bien-être par rapport à l'ambiance lumineuse (naturelle ou artificielle) fournie dans un local, donc pour Un environnement visuel confortable sera obtenu par la détermination des paramètres du confort visuel

III. Paramètres du confort visuel :

1. Un niveau d'éclairage suffisant.
2. Une répartition harmonieuse de la lumière.
3. L'absence d'éblouissement.
4. L'absence d'ombre gênante.
5. Un rendu de couleur correct.
6. Une teinte de lumière agréable.

Le confort visuel, est important pour un laboratoire, est largement fonction des apports d'éclairage naturel qui procure une meilleure qualité de lumière, tant au niveau physiologique que psychologique, qu'un éclairage électrique.

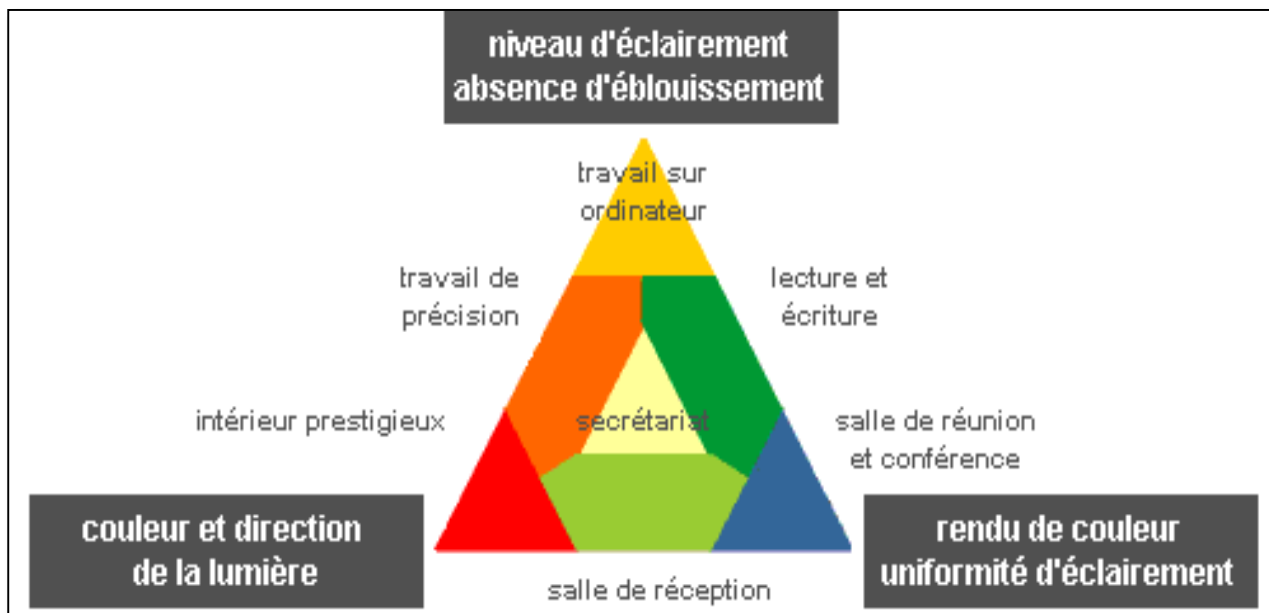


Fig. 79 : Exigences du confort visuel en fonction de la tâche

Source : www-energie.arch.ucl.ac.be

III.1. Un niveau d'éclairage suffisant :

Les locaux de travail, plus particulièrement les laboratoires, doivent bénéficier d'un niveau d' éclairage lumineux adéquat pour l'exécution des différentes tâches visuelles qui s'y déroule. Pour permettra une bonne vision des tâches visuelles et facilitera l'accommodation rapide de l'œil pour passer de l'une à l'autre.

Locaux	Niveau d'éclairement	FLJ moyen %
Laboratoire	625 Lux	7
Bureaux de travaux généraux	425 Lux	5
Salle de réunion	500 Lux	1
Couloir	150Lux	2
Les locaux aveugles affectés à un travail permanent	200Lux	2

Tab 01 : Eclairage moyen à maintenir en fonction de l'activité (d'après l'AFE association française d'éclairage) et les valeurs recommandées du FLJ

Source: (A.DE HERDE, A. LIEBARD., 2005).

III.1.1. Facteur de lumière du jour (FLJ) :

Le FLJ mesure le rapport entre l'éclairage intérieur reçu sur le plan de travail et l'éclairage extérieur sur une surface horizontale. Il s'exprime en %. On recommande des valeurs de FLJ minimum de référence dans tout bâtiment en fonction de son utilisation.

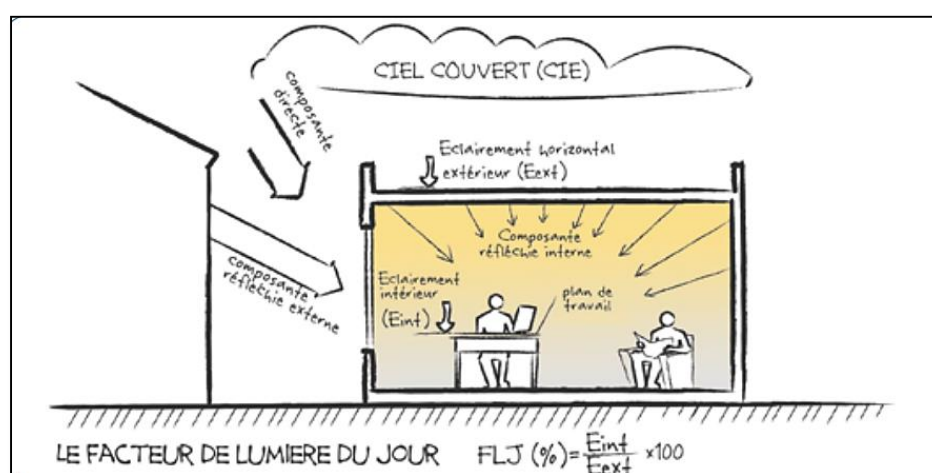


Fig. 80 : facteur du FLJ recommandé

Source : DE HERDE, A et al.

Description	Valeur de FLG (%)
Local très clair Eclairage naturel très abondant	>2
Local clair Eclairage naturel abondant	Entre 1.5 et 2
Local peu clair à sombre Eclairage naturel faible	Entre 1 et 1.5
Local très sombre Eclairage naturelle insuffisant	<1

Tab 02 : facteur du FLJ recommandé

Source : (C.TERRIER et B.VANVYVER., 1999)

III.2. Une répartition harmonieuse de la lumière :

III.2.1. Uniformité de l'éclairage :

Si le niveau d'éclairage et la luminance varient dans le champ visuel, une adaptation de l'œil est nécessaire lorsque le regard se déplace. Durant ce moment, l'acuité visuelle est diminuée, entraînant des fatigues inutiles. Pour l'éviter, il faut donc respecter une certaine homogénéité dans les conditions d'éclairage.

Selon la Norme Européenne : «éclairage intérieur des lieux de travail», la répartition lumineuse ou l'uniformité des niveaux d'éclairage (exprimée par l'indice d'uniformité lu) est définie comme étant « le rapport entre l'éclairage minimum (E_{min}) et l'éclairage moyen (E_{moy}) observé dans la zone de travail ».

$$lu = E_{min} / E_{moy}$$

- ✓ En règle générale, pour obtenir un éclairage uniforme, l'éclairage maximum (E_{max}) et l'éclairage minimum (E_{min}) relevés dans un local ne doivent pas s'écarter de plus du 1/6 de l'éclairage moyen (E_{moy}).

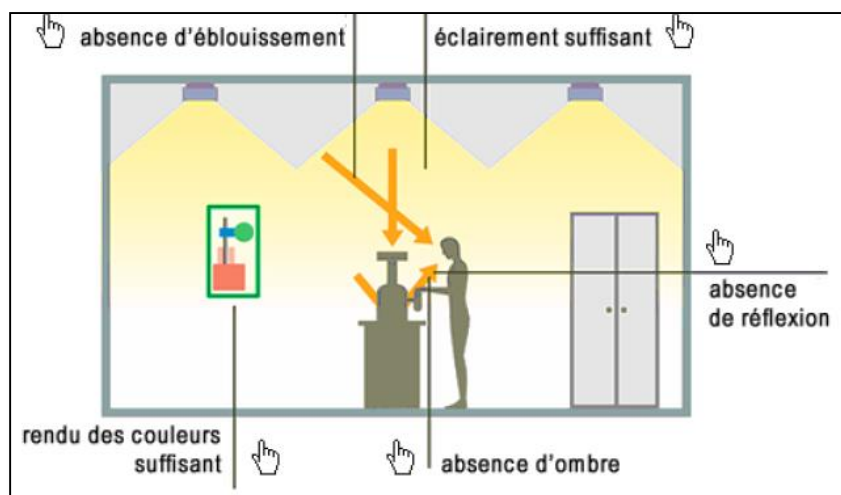


Fig. 81 : Eléments du confort visuel.
Source : www-energie.arch.ucl.ac.be

III.3. L'absence d'éblouissement :

L'éblouissement résulte de conditions de vision dans lesquelles l'individu est moins apte à percevoir les objets, suite à des luminances ou à des contrastes de luminance excessifs dans l'espace et dans le temps.

L'éblouissement est dû à une luminosité trop intense de surfaces placées dans la direction de la vision ou à un contraste lumineux trop important entre surfaces contiguës. Il place l'individu dans des situations de grand inconfort visuel.



Fig. 82 : Eblouissement sur écran
Source : www-energie.arch.ucl.ac.be

III.3.1. Contrôle d'éblouissement

Pour éviter l'éblouissement produit par les ouvertures, il est souvent nécessaire de réduire leur luminance excessive par rapport à celle de la tâche visuelle en adoptant des systèmes appropriés, dont nous citerons ici quelques-uns :

- Concevoir une grande fenêtre moins éblouissante que plusieurs petites ou bien distribuer les ouvertures sur plusieurs murs. Ceci aura pour effet d'augmenter la luminance d'adaptation de l'environnement général ainsi que la luminance du mur de fenestration qui réduit l'inconfort en diminuant le contraste avec le ciel.
- Diminuer le contraste mur-huissier grâce à un cadre de couleur claire et matte.
- Occulter le ciel et le soleil par une protection solaire fixe ou mobile, selon l'orientation.
- Diminuer le contraste mur-fenêtre : soit en éclairant (naturellement ou artificiellement) le mur de fenestration, soit en augmentant la composante réfléchie interne de l'éclairage naturel : c'est-à-dire opter pour des réflectances élevées des surfaces internes en utilisant des couleurs claires et mates.

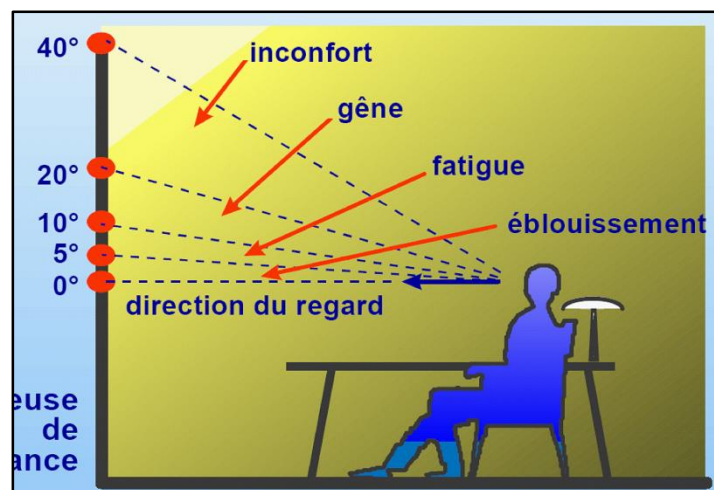


Fig. 83 : Niveau de la luminance et de l'éblouissement
Source: www.afe-eclairage.com.fr

III.4. L'absence d'ombres gênantes

En fonction de sa direction, la lumière peut provoquer l'apparition d'ombres marquées, qui risquent de perturber l'exécution des tâches visuelles. Ce risque survient dans deux cas :

- lorsque la lumière provient du côté droit pour les droitiers ou du côté gauche pour les gauchers.
- lorsque la lumière est dirigée dans le dos des élevés.

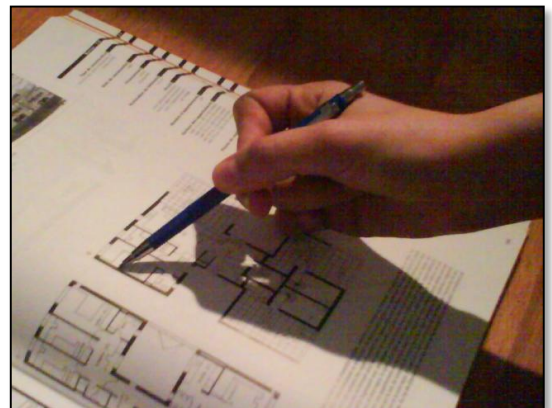


Fig. 84 : Ombre gênante
Source : (Benharkat Sarah 2005)

III.5. La teinte de la lumière

Les couleurs peuvent contribuer dans une large mesure à modifier la dimension apparente des surfaces et des volumes. Les couleurs chaudes seront de préférence utilisées dans des locaux de dimensions exagérées tandis que les couleurs froides seront choisies pour les locaux de dimensions réduites.

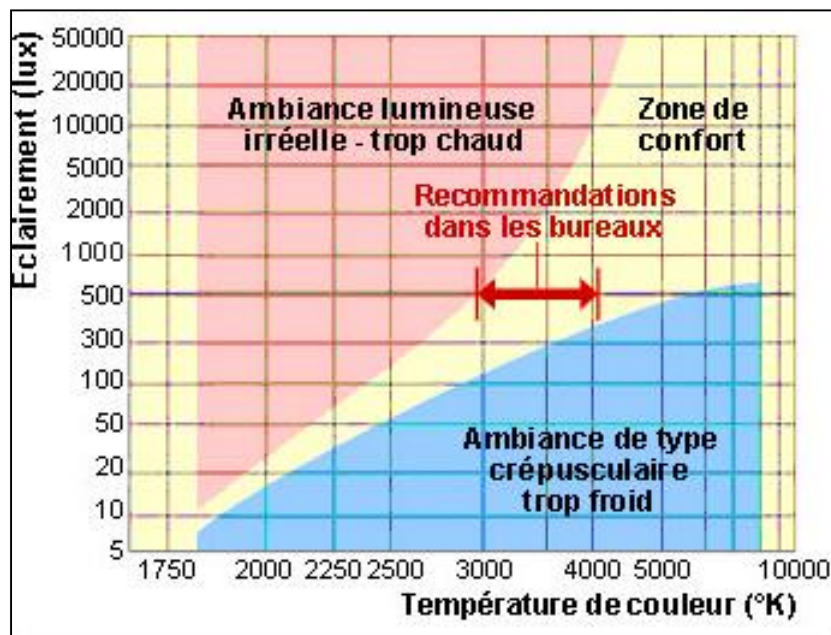


Fig. 85 : diagramme de kruithof
source: J.J.Damelincourt , B.Paul 2010

- « Teinte chaude » $TK < 3300^{\circ} K$ (lumière blanche, orangée, soleil à l'horizon)
- « Intermédiaire » TK entre 3300° et $5000^{\circ} K$ (lumière blanche, neutre)
- « Teinte froide » $TK > 5000^{\circ} K$ (lumière très blanche, bleutée, soleil au zénith).

Synthèse :

L'environnement visuel nous procure une sensation de confort quand nous pouvons voir les objets nettement et sans fatigue dans une ambiance colorées agréable. Toutefois, la présence de la lumière naturelle dans les locaux de recherche doit impérativement assurer le « confort visuel » de ses occupants, grâce à l'interaction de plusieurs facteurs qui ont des avantages tant sur le plan physiologique que psychologique des individus.

Au-delà, pour assurer un confort visuel il faut résoudre tout problème d'inconfort en prévenant un éclairage naturel repartit sans réduire le niveau d'éclairement qui est fourni par la lumière du jour : par la création de nouveaux systèmes et techniques d'éclairage. Par exemple : conduits de lumière, de puits de lumière et des light shelves qui permettent de maintenir un éclairage uniforme dans tout l'espace et de réduire l'effet d'éblouissement, on ajoutant aussi des brises soleil , et on évitant des plans de travail, des parois, des mobiliers blancs, trop brillants.

Evaluation numérique des conditions d'éclairage dans les laboratoires des chercheurs :

I. Introduction :

Durant la conception de notre projet architectural on a opté pour des meilleures orientations pour favoriser un éclairage naturel et pour vérifier le rendement de cet éclairage on a fait appel à deux logiciels qui nous autorisent de faire une simulation numérique.

II. Présentation des logiciels de simulation informatique :

II.1. Bref aperçu sur le logiciel de simulation de l'éclairage naturel ECOTECT 2011 :

ECOTECT est un software multicritère d'aide à l'optimisation de la performance environnementale du bâtiment, comprend entre autres applications : une visualisation 3D, une analyse de la radiation solaire, une analyse de l'éclairement, et même aussi une analyse thermique et une analyse acoustique.

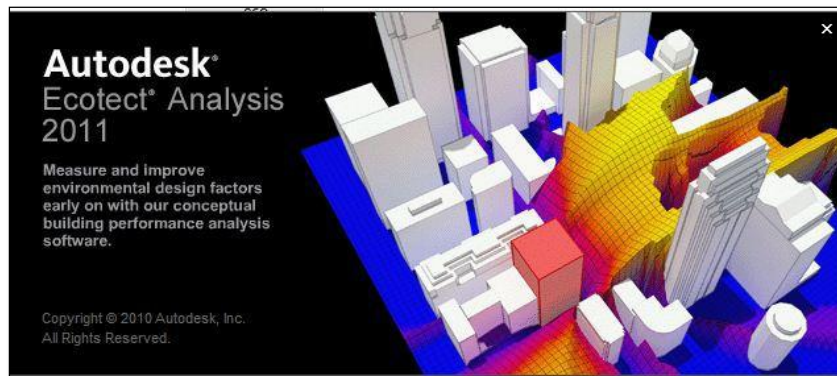


Fig. 86 : Vue sur la fenêtre de logiciel Ecotect
source : Ecotect 2011

II.2. Bref aperçu sur le logiciel de simulation Radiance 2,0 beta :

Radiance est un unique en ce qui concerne sa capacité à simuler le comportement de la lumière au sein d'environnements complexes, autant au niveau des résultats numériques qu'il fournit qu'au réalisme des images qu'il peut générer (Cantin, F .2008).

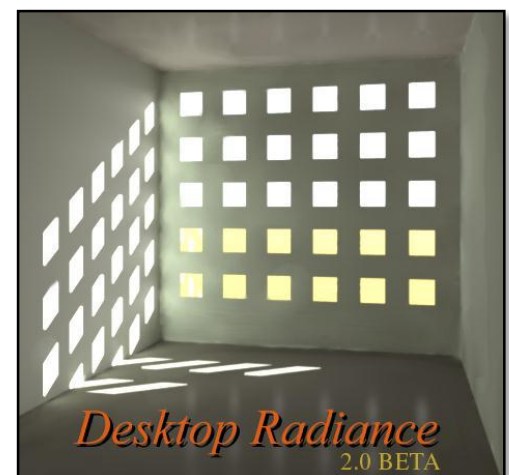
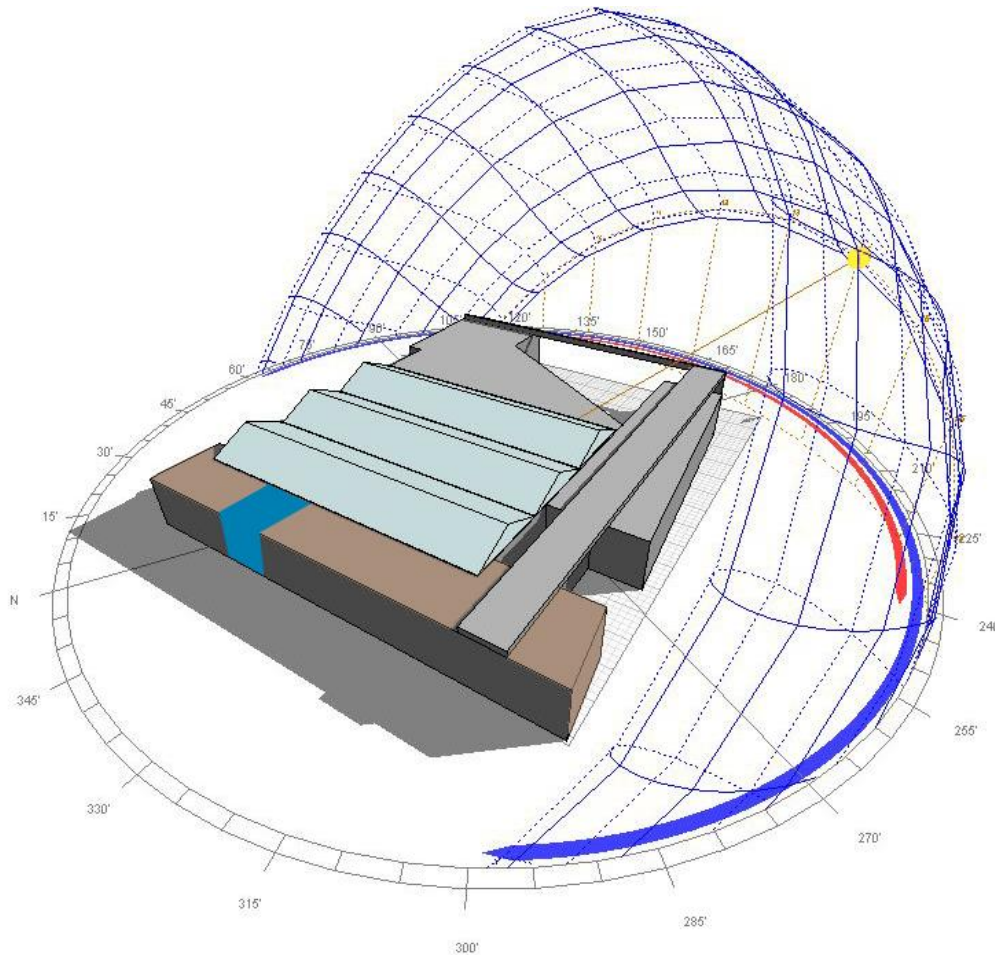


Fig. 87 : Vue sur la fenêtre de logiciel Radiance
source : Desktop radiance.

III. Choix du cas d'étude :

Le choix de laboratoire s'est fait à cause de leur orientation (Nord-Ouest) pour l'absence des rayons solaires directs et donc on doit assurer l'éclairage naturel dans le cas le plus défavorable.

Le laboratoire des chercheurs est annoncé par une galerie, (second jours) de largeur de 3m qui donne vers un grand atrium vitré qui est exposé aux apports solaires.



III.1. Description du cas d'étude :

Le laboratoire est de dimension 8mx12m et de hauteur 4,08

Le type d'éclairage choisi pour le laboratoire est de type bilatéral, matérialisé par trois fenêtres de 1.30mx1.80m ces deux fenêtres sont orientées du côté Nord-Ouest. La hauteur de l'allège est de l'ordre de 0.85 m.

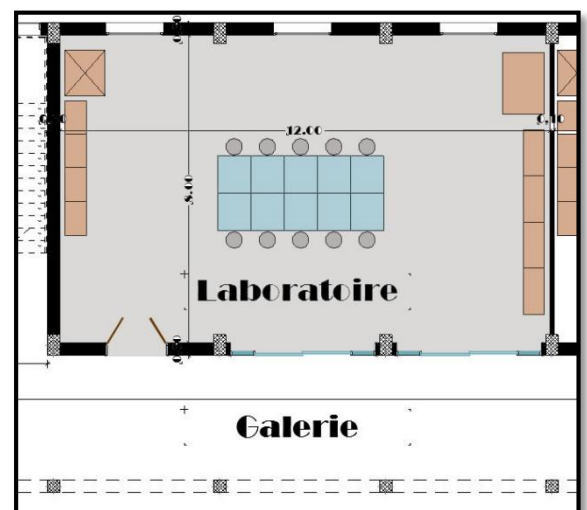


Fig. 88 : plan RDC (laboratoire)
source : auteur



Fig. 89 : façade Nord-Ouest
source : auteur

De l'autre côté deux grandes fenêtres vitrées de 2mx1.8m et une porte vitrée, protégées par une galerie de 4.08 de hauteur sous plafond et de 3m de largeur, dont la pénétration de la lumière est obtenue par l'atrium.

Avant de commencer la simulation on doit tout d'abord vérifier les normes recommandées suivantes :

Local	Niveau d'éclairage	FLJ moyen %	Indice d'uniformité
Laboratoire	625 Lux	7	0,7

Tab 03 : normes recommandées
source : auteur

IV. Validation numérique de l'éclairage naturel (simulations et Résultats) :

IV.1. Cas initial :

- 21 décembre ciel couvert (9h) :

Mois/heure	Azimut solaire	Hauteur solaire	Etat du ciel	Eclairage du ciel
21Déc 9h	127,82°	9,58°	couvert	4000 lux

Tab 04 : climat lumineux source : auteur

FLJ % moyen à 0.8	Eclairage horizontal Lux			
	E _{max}	E _{moy}	E _{min}	I _u
2.89%	+963	202.10	43	0.24

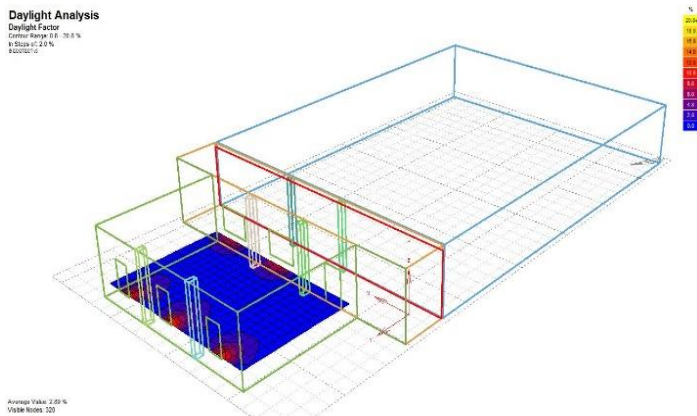


Fig. 90 : contour du FLJ
source : auteur

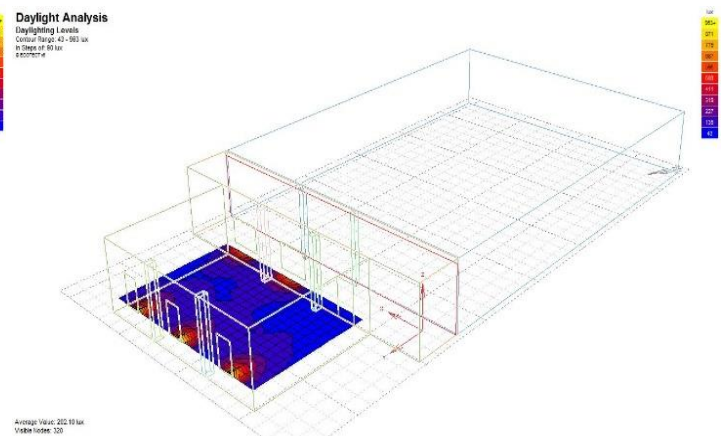


Fig. 91 : niveau d'éclairage intérieur
source : auteur

La validation numérique des conditions d'éclairage intérieur dans le laboratoire donne la valeur Emoy=202.10 Lux à 9h, qui montre une insuffisance en matière d'éclairage naturel. L'indice d'uniformité indique une valeur très faible $I_u = 0,24$, alors que la valeur recommandée $I_u = 0.8$. Le FLJ est de l'ordre de 2,89% une valeur inférieure à la norme recommandée qui est 5%.

- **21 décembre ciel couvert (15h) :**

Mois/heure	Azimut solaire	Hauteur solaire	Etat du ciel	Eclairage du ciel
21Déc 15h	211,98°	23,94°	couvert	4300 lux

Tab 06 : climat lumineux source : auteur

FLJ % moyen à 0.8	Eclairage horizontal Lux			
	Emax	Emoy	Emin	I_u
2.89%	+963	216.54	53	0.24

Tab 07 : Ambiances lumineuses intérieures source : auteur

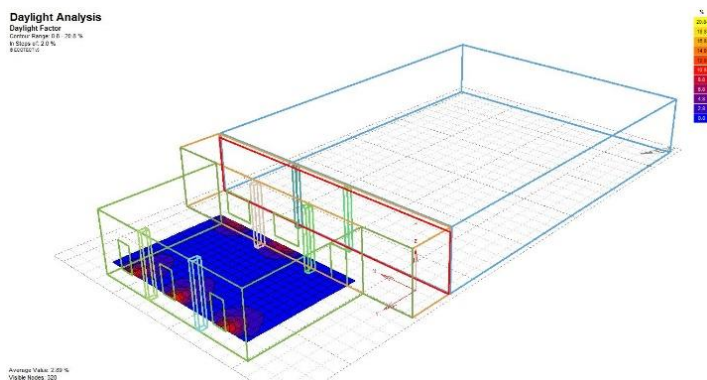


Fig. 92 : contour du FLJ
source : auteur

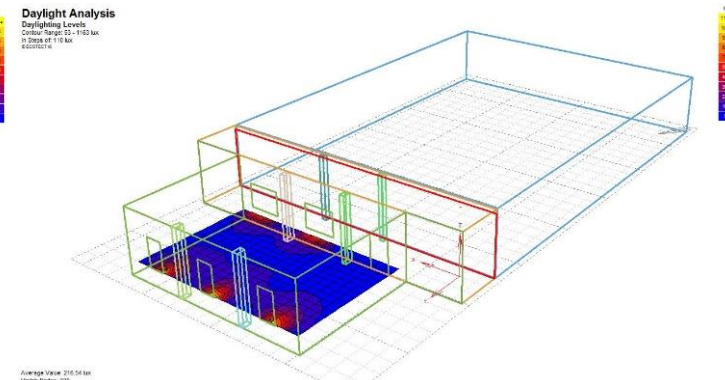


Fig. 93 : niveau d'éclairage intérieur
source : auteur

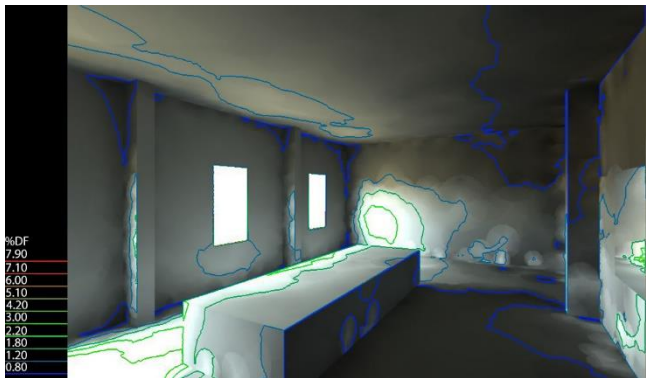


Fig. 96 : contour du FLJ
source : auteur



Fig. 97 : niveau d'éclairage intérieur
source : auteur

À 15h et sous les mêmes conditions du ciel, l'éclairage moyen affiche un faible accroissement mais reste insuffisant par rapport aux normes recommandées, $E_{moy}=287.04\text{Lux}$. L'indice d'uniformité indique la valeur $IU=0.24$ exprimant un éclairage non uniforme.

- 21 juin ciel dégagé (9h) :

Mois/heure	Azimut solaire	Hauteur solaire	Etat du ciel	Eclairage du ciel
21juin 9h	86,27°	37,95°	Dégagé	100000 lux

Tab 12 : climat lumineux source : auteur

FLJ % moyen à 0.8	Eclairage horizontal Lux			
	E_{max}	E_{moy}	E_{min}	IU
3.19	+1381	302.95	78	0.25

Tab 13 : Ambiances lumineuses intérieures source : auteur

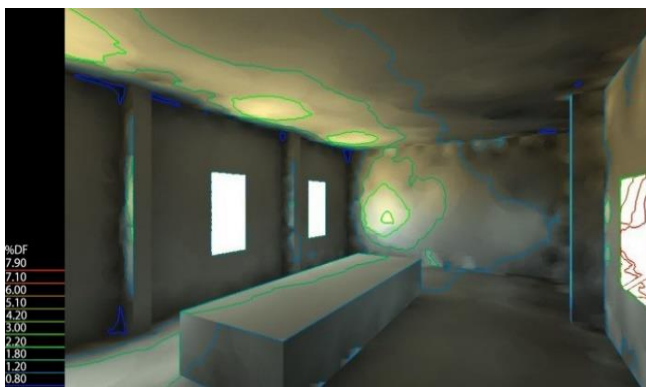


Fig. 98 : contour du FLJ
source : auteur



Fig. 99 : niveau d'éclairage intérieur
source : auteur

L'éclairage horizontal intérieur atteint reste insuffisant malgré que l'espace d'étude dispose des ouvertures bilatérales, la valeur $E_{moy}=302.95\text{Lux}$, l'Indice d'uniformité a donné la valeur de $IU=0.25$ ce qui justifie la mauvaise répartition de la lumière.

- 21 juin ciel dégagé (15h) :

Mois/heure	Azimut solaire	Hauteur solaire	Etat du ciel	Eclairement du ciel
21 juin 15h	254,41°	60,71°	Dégagé	110000 lux

Tab 13 : climat lumineux source : auteur

FLJ % moyen à 0.8	Eclairement horizontal Lux			
	E _{max}	E _{moy}	E _{min}	I _u
3.19	+1490	350.79	90	0.25

Tab 14 : Ambiances lumineuses intérieures source : auteur

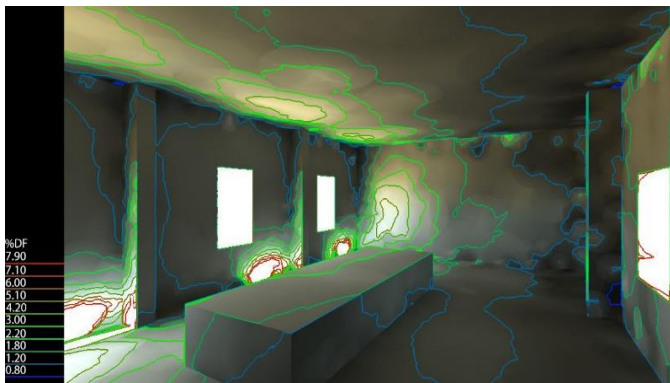


Fig. 100 : contour du FLJ
source : auteur



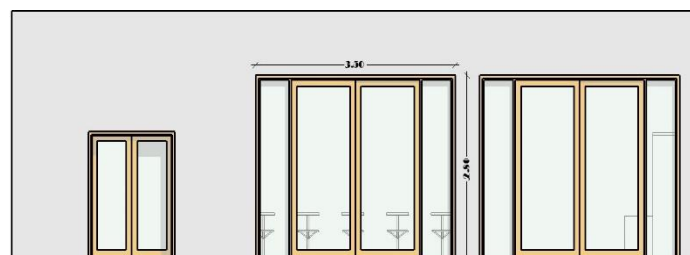
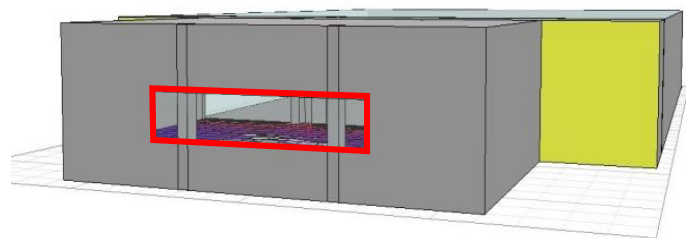
Fig. 101 : niveau d'éclairement intérieur
source : auteur

IV.2 Cas amélioré :

D'après les résultats obtenus par la simulation précédente on a remarqué que :
Le niveau d'uniformité dans notre laboratoire a créé un état d'inconfort visuel.
Le niveau d'éclairement n'est pas suffisant pour effectuer les tâches du laboratoire

C'est pour ça on va réexaminer les facteurs influençant l'éclairage naturel intérieur :

- ✓ La position des ouvertures (hauteur d'allège 1.2m)
- ✓ Les dimensions des ouvertures (Une longue fenêtre en bande du côté Nord-ouest (1.20x6.00)
- ✓ Prévoir des portes coulissantes vitrées (3.50x2.80) pour favoriser la pénétration de la lumière à travers l'atrium et au même temps pour permettre aux chercheurs de travailler avec des vues sur leurs lieux d'expérimentation



• 21 décembre ciel couvert (9h) :

Mois/heure	Azimut solaire	Hauteur solaire	Etat du ciel	Eclairement du ciel
21Déc 9h	127,82°	9,58°	couvert	4000 lux

Tab 15 : climat lumineux source : auteur

FLJ % moyen à 0.8	Eclairement horizontal Lux			
	E _{max}	E _{moy}	E _{min}	I _u
5.98	+1520	418.63	200	0.47

Tab 16 : Ambiances lumineuses intérieures source : auteur

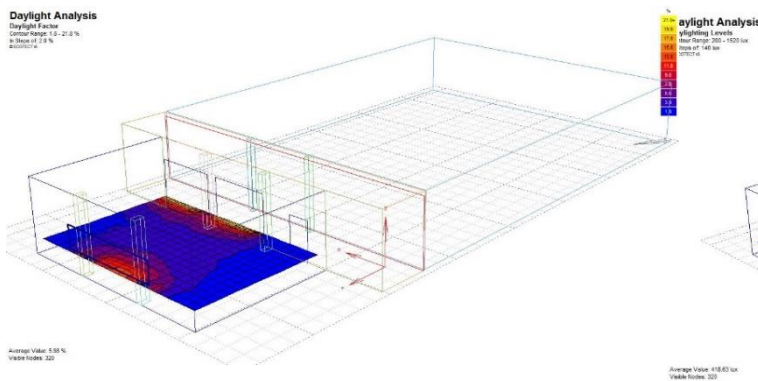


Fig. 102 : contour du FLJ
source : auteur

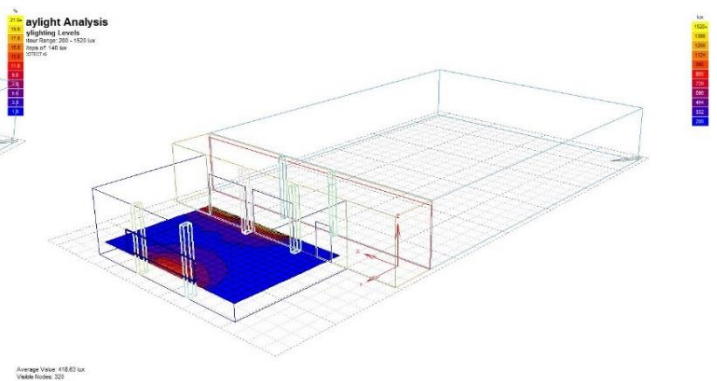


Fig. 103 : niveau d'éclairement intérieur
source : auteur

La validation numérique des conditions d'éclairement intérieur dans le laboratoire, la valeur EMOY=418.10 une hausse par rapport au cas initial. L'indice d'uniformité indique une la valeur I_u =0,47, une certaine amélioration pour la répartition de la lumière. Le FLJ est de l'ordre de 5,98%.

• 21 décembre ciel couvert (15h) :

Mois/heure	Azimut solaire	Hauteur solaire	Etat du ciel	Eclairement du ciel
21Déc 15h	211,98°	23,94°	couvert	4300 lux

Tab 17 : climat lumineux source : auteur

FLJ % moyen à 0.8	Eclairement horizontal Lux			
	E _{max}	E _{moy}	E _{min}	I _u
5.98	+1820	448.53	210	0.47

Tab 18 : Ambiances lumineuses intérieures source : auteur

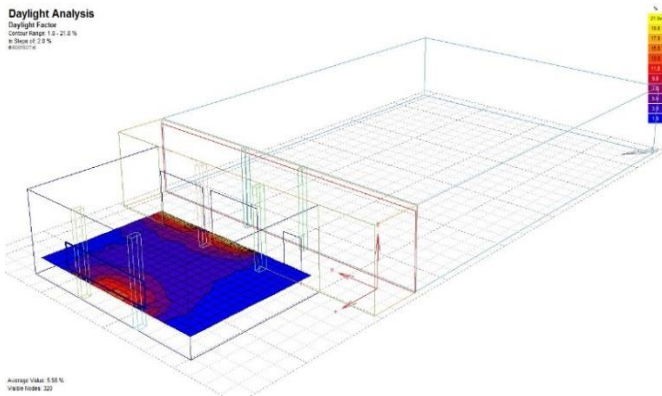


Fig. 104 : contour du FLJ
source : auteur

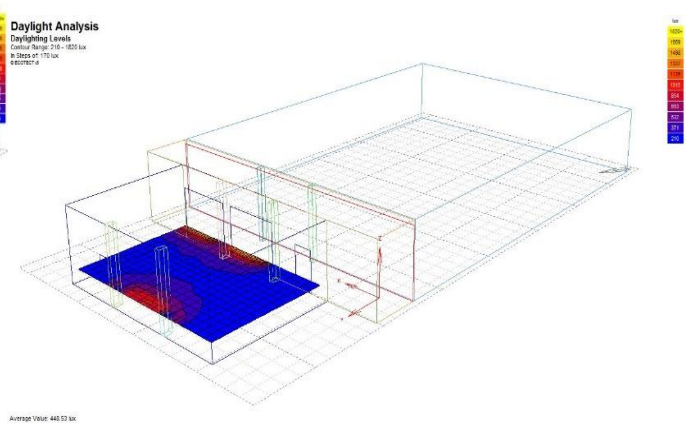


Fig. 105 : niveau d'éclairage intérieur
source : auteur

Sous les mêmes conditions du ciel, à 15h l'éclairage moyen affiche un progrès $E_{moy}=448.79$. L'indice d'uniformité indique la valeur $IU=0.47$.

- 21 décembre ciel dégagé (9h) :

Mois/heure	Azimut solaire	Hauteur solaire	Etat du ciel	Eclairage du ciel
21Déc 9h	127,82°	9,58°	Dégagé	51000 lux

Tab 19 : climat lumineux source : auteur

FLJ % moyen à 0.8	Eclairage horizontal Lux			
	E_{max}	E_{moy}	E_{min}	Iu
6.53	+1820	554.66	220	0.40

Tab 20 : Ambiances lumineuses intérieures source : auteur

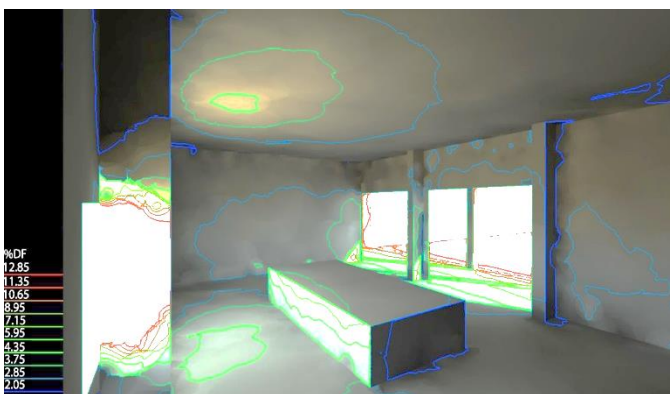


Fig. 106 : contour du FLJ
source : auteur



Fig. 107 : niveau d'éclairage intérieur
source : auteur

L'éclairage intérieur moyen sur le plan de travail $E_{moy}= 554.66$ Lux une valeur proche aux les normes, l'indice d'uniformité est égal à $Iu = 0.40$.

- 21 décembre ciel dégagé (15h) :

Mois/heure	Azimut solaire	Hauteur solaire	Etat du ciel	Eclairement du ciel
21Déc 15h	211,98°	23,94°	Dégagé	54000 lux

Tab 21 : climat lumineux source : auteur

FLJ % moyen à 0.8	Eclairement horizontal Lux			
	E _{max}	E _{moy}	E _{min}	I _u
6.53	+2140	587.29	235	0.40

Tab 22 : Ambiances lumineuses intérieures source : auteur

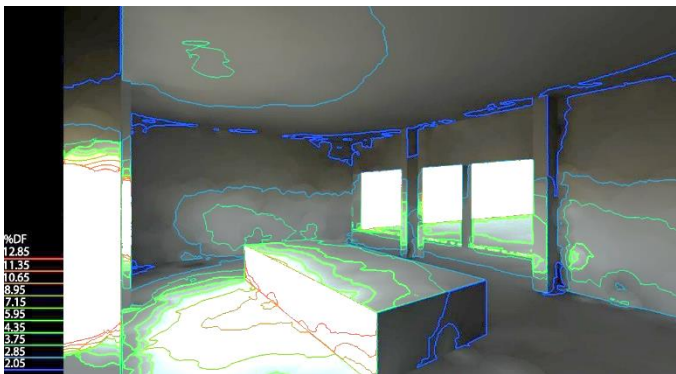


Fig. 108 : contour du FLJ
source : auteur



Fig. 109 : niveau d'éclairement intérieur
source : auteur

Sous les mêmes conditions du ciel, à 15h l'éclairement moyen affiche un progrès E_{moy}=587.9, une valeur rapprochée à la valeur recommandée (625lux) L'indice d'uniformité indique la valeur I_u=0. 40

- 21 juin ciel dégagé (9h) :

Mois/heure	Azimut solaire	Hauteur solaire	Etat du ciel	Eclairement du ciel
21juin 9h	86,27°	37,95°	Dégager	100000 lux

Tab 23 : climat lumineux source : auteur

FLJ % moyen à 0.8	Eclairement horizontal Lux			
	E _{max}	E _{moy}	E _{min}	I _u
6.53	+2140	619.91	250	0.40

Tab 24 : Ambiances lumineuses intérieures source : auteur

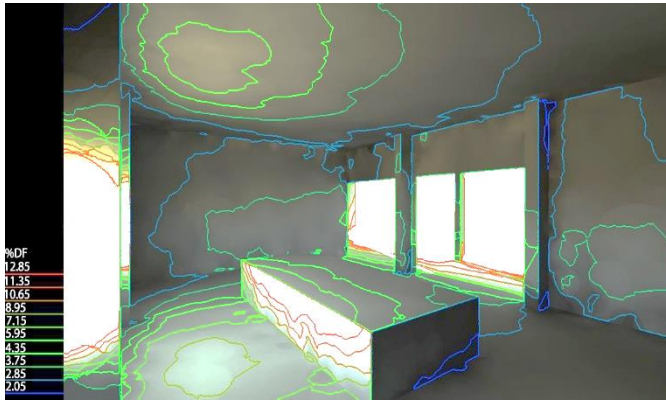


Fig. 110 : courbe iso du FLJ
source : auteur



Fig. 111 : niveau d'éclairage intérieur
source : auteur

La simulation numérique de l'éclairage et du FLJ moyen du laboratoire à 9h témoigne un niveau d'éclairage horizontal moyen $E_{moy} = 619.91$ cette valeur est très proche à la norme recommandée (625lux). La réparation de la lumière et de 0.40 un progrès par rapport au cas initial.

- **21 juin ciel dégagé (15h) :**

Mois/heure	Azimut solaire	Hauteur solaire	Etat du ciel	Eclairage du ciel
21juin 15h	254,41°	60,71°	Dégagé	110000 lux

Tab 25 : climat lumineux source : auteur

FLJ % moyen à 0.8	Eclairage horizontal Lux			
	E_{max}	E_{moy}	E_{min}	Iu
6.53	+2450	717.80	250	0.40

Tab 26 : Ambiances lumineuses intérieures source : auteur

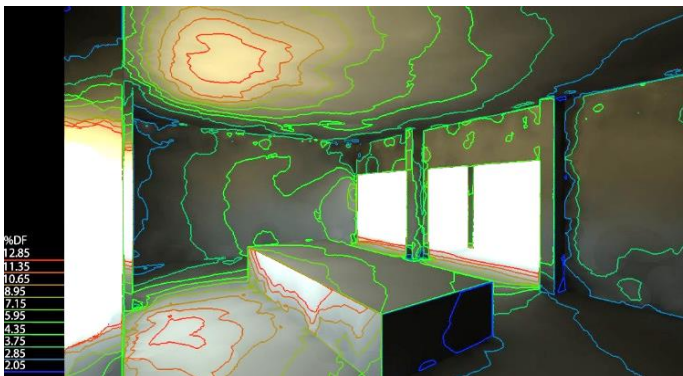


Fig. 112 : courbe iso du FLJ
source : auteur



Fig. 113 : niveau d'éclairage intérieur
source : auteur

Sous les mêmes conditions du ciel, à 15h l'éclairage moyen $E_{moy} = 717.80$. L'indice d'uniformité indique la valeur $IU = 0.4$ et la valeur du FLJ est 6.53%.

Conclusion générale :

Les simulations présentées dans ce mémoire sont des résultats et des valeurs statiques qui viennent des conditions environnementales existantes.

Sur le plan visuel, le contexte de l'étude a été simplifié par les simulations d'un laboratoire, sous deux types de ciel, ce qui ne reflète pas évidemment l'image réelle de l'environnement intérieur vécu par les occupants durant toute l'année, et sous différentes conditions climatiques variables.

Les résultats de cette modeste étude supportent l'idée que, dans une architecture sensible aux variations d'un climat semi-aride, la fenêtre latérale, objet de l'étude, impose son impact sur le thème relié à la recherche, notamment l'éclairage naturel qui influence les ambiances lumineuses.

Pour améliorer la qualité de lumière naturelle, un niveau d'éclairage suffisant est demandé, avec une distribution uniforme afin de garantir un indice d'uniformité élevé. Pour cela, la correction des gênes consiste à augmenter l'éclairage de l'espace avec un éclairage bilatéral assuré d'un côté par les baies vitrées pour favoriser la pénétration de la lumière à travers l'atrium et de l'autre côté par des ouvertures en bandes. L'intervention sur couleurs des parois intérieures et leurs facteurs de réflexion, afin de donner des résultats qui répondent aux exigences d'un confort visuel au sein des laboratoires.

Finalement, il est important de noter que l'impact final de la lumière naturelle pénétrante à l'intérieur des espaces est le résultat de l'influence de l'orientation, de la position, de la forme et des dimensions, et plusieurs paramètres à la fois. Par conséquent, nous appartient de faire le rapport entre ces différentes variables dès la première phase de la conception et de les vérifier, afin d'arriver à un environnement lumineux durable et confortable pour les employés (chercheurs).

Bibliographie

Ouvrage, article et thèse :

- Benouaddah Mohamed Hicham ; ingénieur d'état en écologie végétale ; université de Tiaret ; 2013.
- Dominique Gauzin Muller ; l'architecture écologique ; le MONITEUR ; Paris ; 2001 ; page 218-223.
- Dona Neely et al; Demonstrating the Value of Sustainable Building Strategies a Case Study of Strategies, Challenges, Successes; Commissioned by the Massachusetts Technology Collaborative; September 27, 2005.
- Keith Moskow ; Sustainable facilities, green design, construction and operations, Mc Graw hill ; USA; 2008 ; 34-41 et 193-201.
- Saïd Mazouz ; élément de conception architecturale ; OPU ; 5^{ème} édition ; Alger ; 2014.
- Station météorologique de Tiaret –aéroport de Tiaret-
- Pierre Fernandez et Pierre Lavigne; concevoir des bâtiments bioclimatiques; le moniteur; 1^{er} Édition; paris 2009.
- Samuel Caourgey et Jean-Pierre Oliva; La conception bioclimatique- terre vivante;1^{er} Édition; France:2006.
- Mokeddem Mahmoud ; Magister en architecture option construction en zones arides ; modèle de conception de la fenêtre dans l'espace bureau faces aux facteurs soleil et vent en zones arides ; université Amar thelidji laghouat ; 2012.
- Dominique Sellier ; Guide Bio Tech- ventilation naturelle et mécanique ; ARENE Île-de-France ; 2011
- Bernard PAULE 2007, Dispositifs d'éclairage naturel UE-M : Espace et lumière : Le projet d'éclairage, Paris 2007.
- (J.J Damelinicourt, B.Paul 2010) éclairage d'intérieur et ambiance visuelle, Lavoisier, 2010.
- (Sigrid.R, De Herde.A., 2001). L'éclairage naturel des bâtiments. Ministère de la région de WALONNE, Université catholique de Louvain, Belgique, 2001.
- (A.DE HERDE, A. LIEBARD, 2005). Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, Observatoire des énergies renouvelables, Paris, 2005.

- M.MOKEDDEM, modèle de conception de la fenêtre dans l'espace bureau faces aux facteurs soleil et vent en zones arides cas de la ville de Laghouat, département d'architecture, université de Laghouat 2012.
- MEZAOUKH Lakhdar, IMPACT DE LA CONCEPTION DES FENETRES SUR L'ENVIRONNEMENT INTERIEUR DANS LES SALLES DE CLASSE EN ZONES ARIDES. Cas de la ville de Laghouat, département d'architecture, université de Laghouat 2012.
- Benharkat Sarah 2005, impact de l'éclairage naturel zénithal sur le confort visuel dans les salles de classe cas d'étude : Bloc des lettres de l'université Mentouri Constantine, 2007.
- Mohamed Anis Gallas 2013, de l'intention à la solution architecturale proposition d'une méthode d'assistance à la prise en compte de la lumière naturelle durant les phases amont de conception Université de Lorraine, Ecole nationale supérieure d'architecture de Nancy ,20013.

Revues et Site internet :

- DE HERDE, A et al. « Le choix de la fenêtre comme capteur de lumière naturelle ». Université Catholique de Louvain La Neuve. Belgique. [En ligne]. www-nergie.arch.ucl.ac.be.
- (C.TERRIER et B.VANVYVER., 1999) „L'éclairage naturel" "Fiche pratique de sécurité. Paris : Travail et sécurité. (Mai 1999) [En ligne] www.insr.fr.
- <http://www.aiatopen.org/node/165>.
- <http://www.clamart.solaris-energie-positive.com/>
- <http://www.greenbuildingaudiotours.com>
- http://www.whrc.org/building/pdf/Building_Future_trifold.pdf
- <http://www.energyplus>

Logiciels :

- SOLARBEAM 1.0
- Radiance β2.0. Desktop radiance beta 2.0 version 2011
- Autodesk Ecotect 2010. Autodesk Inc 2011.