



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 : ROUGAB Widad**

**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 BUREAU)**

#### **Jury de soutenance :**

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>qualité</b>
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.*

*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 Moukadem et Mr Mezaouekh et Mr Boukhelkhal 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 modeste travail :*

*A ma chère mère*

*En témoignage de ma gratitude, de ma reconnaissance, pour tous ses sacrifices, ainsi que pour toute la confiance qu'elle m'a donnée.*

*A mon cher père*

*Pour ses encouragements, sa confiance et son soutien moral et matériel.  
A ma chère sœur Chiraze et mon frère Djilali en leur souhaitant plein de succès dans leur vie.*

*A mes chères cousines Nassima, Nada, Nadia, Nawel, Imen et Wafa et à toute ma famille, tous mes amis et tous ceux qui me sont chers.*

*Que Dieu vous garde !*

*Widad*

## 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 Urbaine**

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 climatique .....	28
II.2.2.7. Le bruit .....	28
II.2.2.8. La pollution .....	29
II.2.2.9. Le cadre bâtie .....	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**

Introduction : .....	01
Problématique : .....	02
Hypothèses : .....	03
Structure du mémoire : .....	03

### **Partie 01 : Recherche bibliographique**

I. Introduction : .....	04
II. Définition de l'éclairage naturel : .....	04
III. Type d'éclairage naturel : .....	04
III.1 Eclairage latéral : .....	04

III.1.1	Eclairage unilatéral :.....	05
III.1.2	Eclairage bilatéral :.....	05
III.1.3	Eclairage multifatéral :.....	05
III.2	L'éclairage zénithal :.....	06
IV.	Les facteurs influençant l'éclairage naturel intérieur.....	06
IV.1	L'influence de l'environnement sur l'éclairage naturel :.....	06
IV.2	Influence de l'ouverture sur l'éclairage naturel :.....	07
IV.2.1	L'orientation des ouvertures :.....	08
IV.2.2	Dimension des ouvertures :.....	08
IV.2.3	La forme de l'ouverture :.....	09
IV.2.4	L'emplacement de l'ouverture :.....	10
IV.3	L'influence de la menuiserie et du vitrage :.....	10
IV.4	L'influence de l'ambiance des espaces intérieurs :.....	11
V.	Les dispositifs de distribution de la lumière naturelle :.....	12
V.1	Les Light shelves :.....	12
V.2	Les stores réfléchissants (les persiennes) :.....	12
	Synthèse	

## **Partie 02 : Confort visuel**

I.	Grandeurs photométriques :.....	14
II.	Définition du « confort visuel » :.....	15
III.	Les paramètres du confort visuel :.....	15
III.1	Un bon niveau d'éclairement :.....	16
III.2	Une répartition harmonieuse de la lumière dans l'espace :.....	16
III.3	L'absence d'ombres gênantes :.....	17
III.4	L'éblouissement :.....	17
III.4.1	L'éblouissement direct :.....	17
III.4.1	L'éblouissement indirect.....	18

III.3	Contrôle de l'éblouissement :.....	18
IV.	Les Norme du confort visuel pour les bureaux: .....	19
IV.1	Niveaux d'éclairage lumineux : .....	19
VI.2	Facteur de Lumière du Jour: .....	19
VI.2	L'uniformité de l'éclairage naturel:.....	20

### Synthèse

### **Partie 03 : Evaluation numérique et résultats**

I.	Introduction :.....	21
II.	Présentation des logiciels de simulation informatique: .....	21
III.	Le choix du cas d'étude : .....	21
III.1	Présentation et description du cas d'étude:.....	22
III.2	Méthode numérique :.....	22
IV.	La simulation du cas initial : .....	23
	2. Periode hivernale:.....	23
	1. Periode estivale: .....	26
V.	Application numérique du cas amélioré :.....	17
V.1	Simulation numérique du cas amélioré : .....	28
	1. Période hivernale:.....	29
	2. Période estivale:.....	31

### **Conclusion générale**

Bibliographie

## 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 2eme 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

## **Liste des figures**

Fig.49 : Eclairage Latéral .....	55
Fig. 50 : Pénétration approximative de la lumière naturelle ... ..	56
Fig. 51 : Dispositifs d'éclairage bilatéral .....	56
Fig. 53 : Les composantes régissant le rapport entre le rayonnement solaire et espace architectural .....	57
Fig. 54 : Obstruction des rayonnements solaires par l'environnement bâti.....	57
Fig. 55 : Protection solaire par la végétation .....	57
Fig. 56 : Différentes orientations des fenêtres .....	58
Fig. 57 : L'éclairage d'un espace selon la taille de l'ouverture.....	58
Fig.58 : l'éclairage d'un espace selon les dimensions d'une même surface vitrée .....	59
Fig. 59 : l'éclairage d'un espace à la répartition des ouvertures d'une même surface vitrée .....	58

Fig. 60 : l'éclairéement d'un espace en relation de la hauteur de l'allége .....	60
Fig. 61 : Variation du pourcentage de la surface de verre avec des cadres différents.....	60
Fig. 62 : Vitrage clair .....	61
Fig. 63 : Vitrage diffusant .....	61
Fig. 64: Influence du facteur de clarté des parois sur la propagation et la diffusion de la lumière .....	61
Fig. 65 : Les différents composants du light shelf .....	62
Fig. 66 : Les trois types de light shelves .....	62
Fig. 67 : Les stores réfléchissants .....	62
Fig. 68 : facteur de lumière de jour .....	64
Fig. 69 : Les critères de confort visuel dans les bureaux .....	65
Fig. 70 : Besoin Relatifs en éclairéement .....	66
Fig. 71 : Pour un même niveau d'éclairéement au niveau du plan de travail, la première situation est nettement plus agréable que la troisième .....	66
Fig. 72 : ombre gênant .....	67
Fig. 73 : Eblouissement direct .....	67
Fig. 74: Les différentes appréciations de l'observateur suivant l'angle du regard en présence d'une source lumineuse de haute luminance .....	67
Fig. 75: Eblouissement indirect .....	68
Fig. 76 : Mauvaise configuration d'emplacement de PC .....	68
Fig. 77 : Bonne configuration d'emplacement de PC .....	68
Fig. 78 : vue sur le centre de recherche conçue par Ecotect 2011 .....	71
Fig. 79 : vue en plan du bureau .....	72
Fig.80 : coupe AA .....	72
Fig. 81 : Niveau d'éclairéement.....	73
Fig.82 : Contour du FLJ .....	73
Fig.83 : Niveau d'éclairéement .....	72
Fig. 84 : Contour du FLJ .....	74
Fig.85 : Contour du FLJ .....	75
Fig. 86 : rendu de la simulation d'éclairéement .....	75
Fig.87 : Contour du FLJ .....	75
Fig. 88 : rendu de la simulation d'éclairéement .....	75
Fig. 89 : Contour du FLJ .....	76
Fig. 90 : rendu de la simulation d'éclairéement .....	76

Fig. 91 : Contour du FLJ .....	76
Fig. 92 : rendu de la simulation d'éclairément .....	76
Fig. 93 : façade sud-ouest avec des brises soleil verticaux .....	77
Fig. 94 : Niveau d'éclairément .....	78
Fig. 95 : Contour du FLJ .....	78
Fig. 96 : Niveau d'éclairément .....	78
Fig. 97 : Contour du FLJ .....	78
Fig. 98 : Contour du FLJ.....	80
Fig. 99 : rendu de la simulation d'éclairément .....	80
Fig. 100 : Contour du FLJ .....	80
Fig. 101 : rendu de la simulation d'éclairément .....	80
Fig.102 : Contour du FLJ .....	81
Fig. 103 : Rendu de la simulation d'éclairément .....	81
Fig. 104 : Contour du FLJ .....	81
Fig. 105 : Rendu de la simulation d'éclairément .....	81

## **Liste des tableaux**

Tab.01 : Les niveaux d'éclairément recommandé .....	69
Tab.02 : Les valeurs recommandées de facteur de lumière du jour .....	69
Tab.03 : Ambiances lumineuses intérieures .....	72
Tab.04 : Ambiances lumineuses intérieures .....	72
Tab.05 : Ambiances lumineuses intérieures .....	72
Tab.06 : Ambiances lumineuses intérieures .....	72
Tab.07 : Ambiances lumineuses intérieures .....	72
Tab.08 : Ambiances lumineuses intérieures .....	72
Tab.09 : Ambiances lumineuses intérieures .....	72
Tab.10 : Ambiances lumineuses intérieures .....	72
Tab.11 : Ambiances lumineuses intérieures .....	80
Tab.12 : Ambiances lumineuses intérieures .....	80
Tab.13 : Ambiances lumineuses intérieures .....	81
Tab.14 : Ambiances lumineuses intérieures .....	81

# 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.

### **P**roblématique :

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.

### **H**ypothèse

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.

## **S** tructure 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 un espace bureau.

# CHAPITRE I

## APPROCHE THÉMATIQUE



## **I.A** analyse 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 m<sup>2</sup>

### 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 agricole.

- Projet
- Axe Principal
- Atrium
- Axe Secondaire



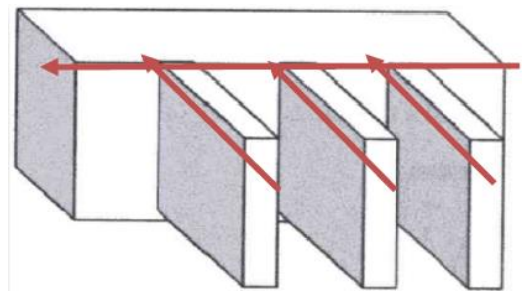
Fig. 02 : Plan de masse

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



**I.1.3. La volumétrie :**

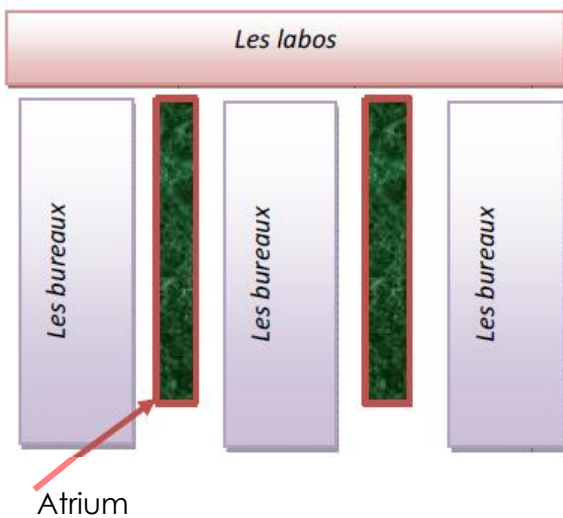
Le projet est conçu sous la forme de E il se compose de quatre parallélépipèdes pour la facilité de la distribution des espaces et pour avoir une intégration au site.



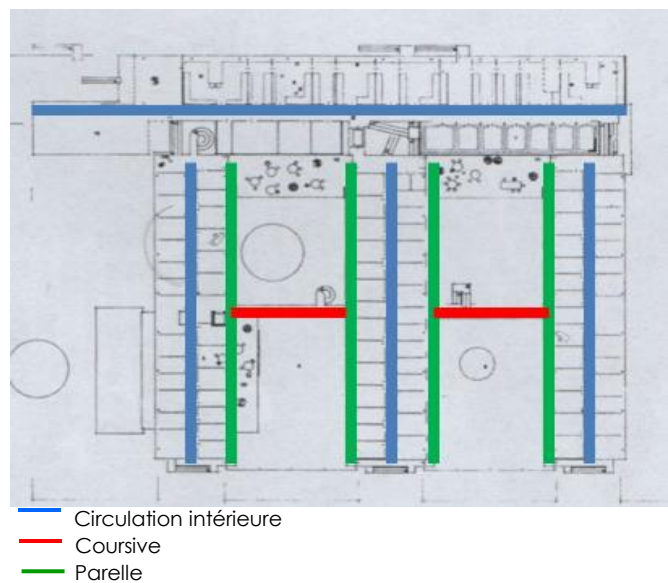
**Fig. 03 :** Le volume du projet  
Source : Auteur

**I.1.4. Disposition des blocs :**

Le Bâtiment a une composition en peigne, sur l'aile nord occupée par le laboratoire, s'appuie 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



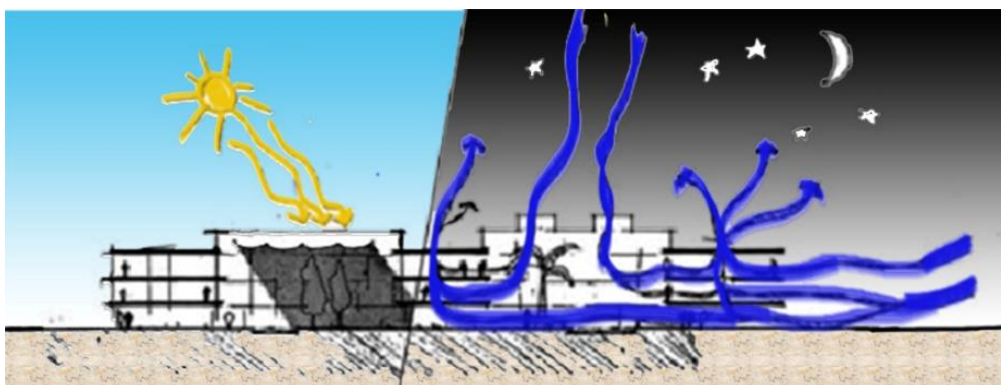
**Fig. 05 :** Plan du 1<sup>er</sup> étage  
Source : Dominique Muller 2001

### 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

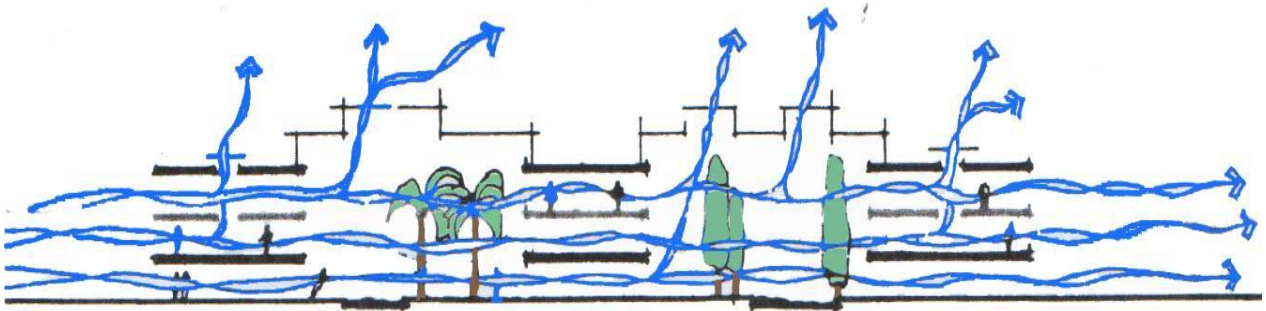


**Fig. 10 :** toiture végétalisée  
Source : BEHNISCH ARCHITEKTEN 2014

### 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](#)  
 Maître d'ouvrage : [Sercib](#)  
 Réalisation : 2014  
 Superficie : 31 535 m<sup>2</sup>

### 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](http://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/>].

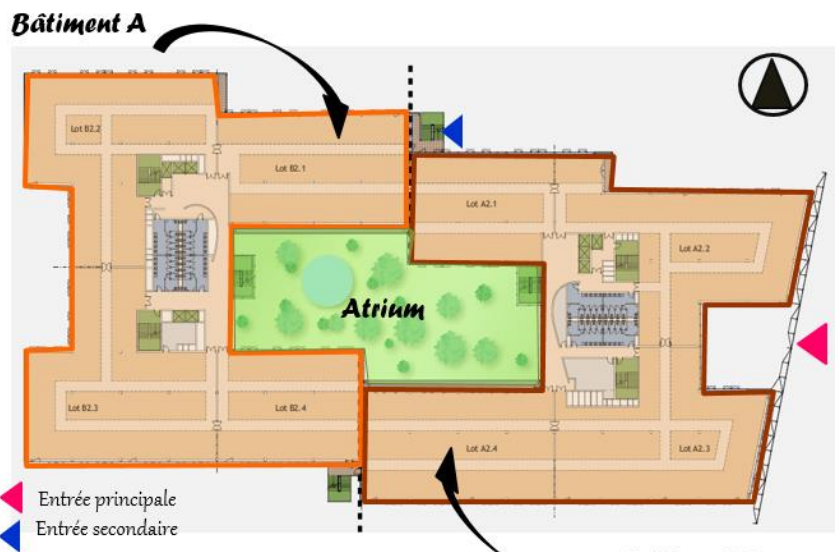


**Fig. 13 :** Plan de masse  
 Source : <http://clamart.solaris-energie-positive.com>



**I.2.3. Disposition des blocs :**

Immeuble composé de deux bâtiments A et B de 15 000 m<sup>2</sup> chacun, Un jardin central créant un microclimat.

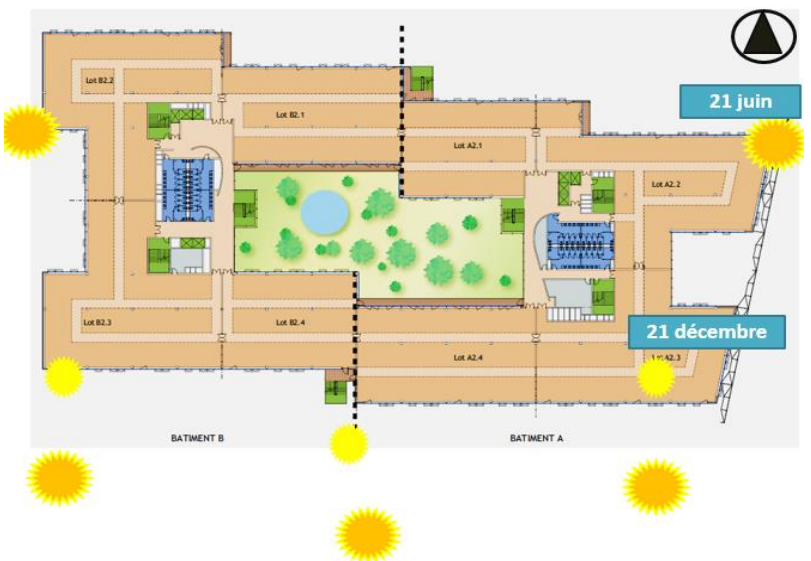


**Fig. 14 :** Plan du bâtiment  
Source : [www.archietenvironnement.com](http://www.archietenvironnement.com)

**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.



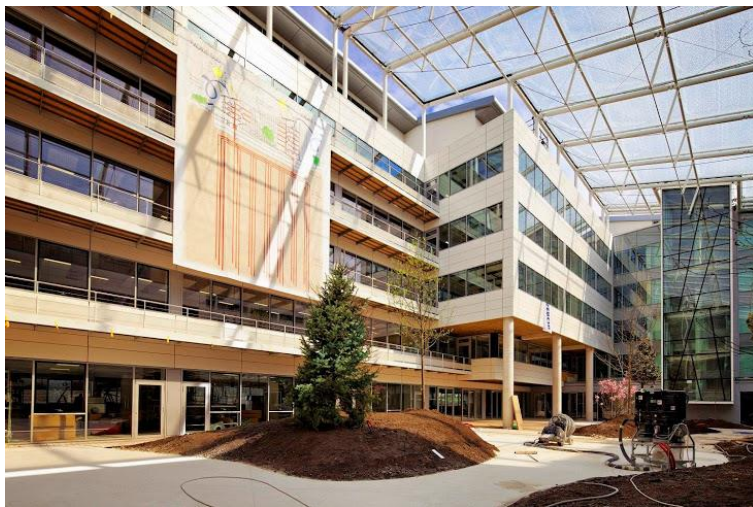
**Fig. 15 :** Parcours solaire  
Source : [www.archietenvironnement.com](http://www.archietenvironnement.com)

**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/>

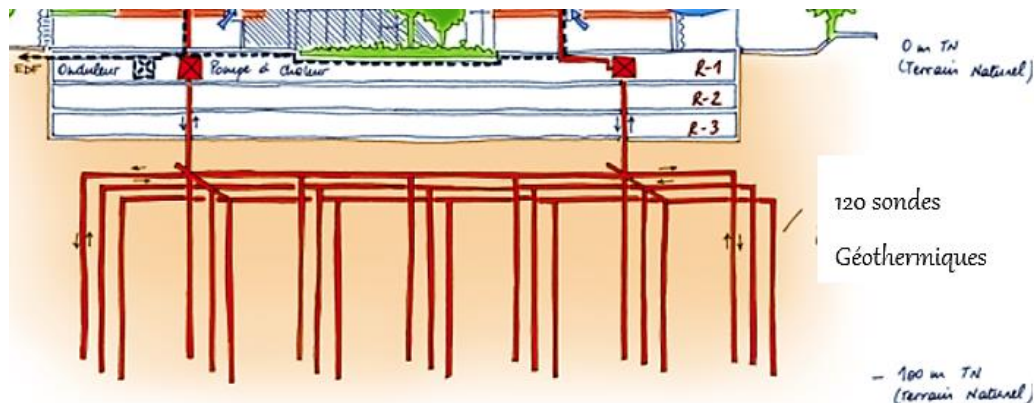


**Fig. 17 :** Vitrage performant

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/>

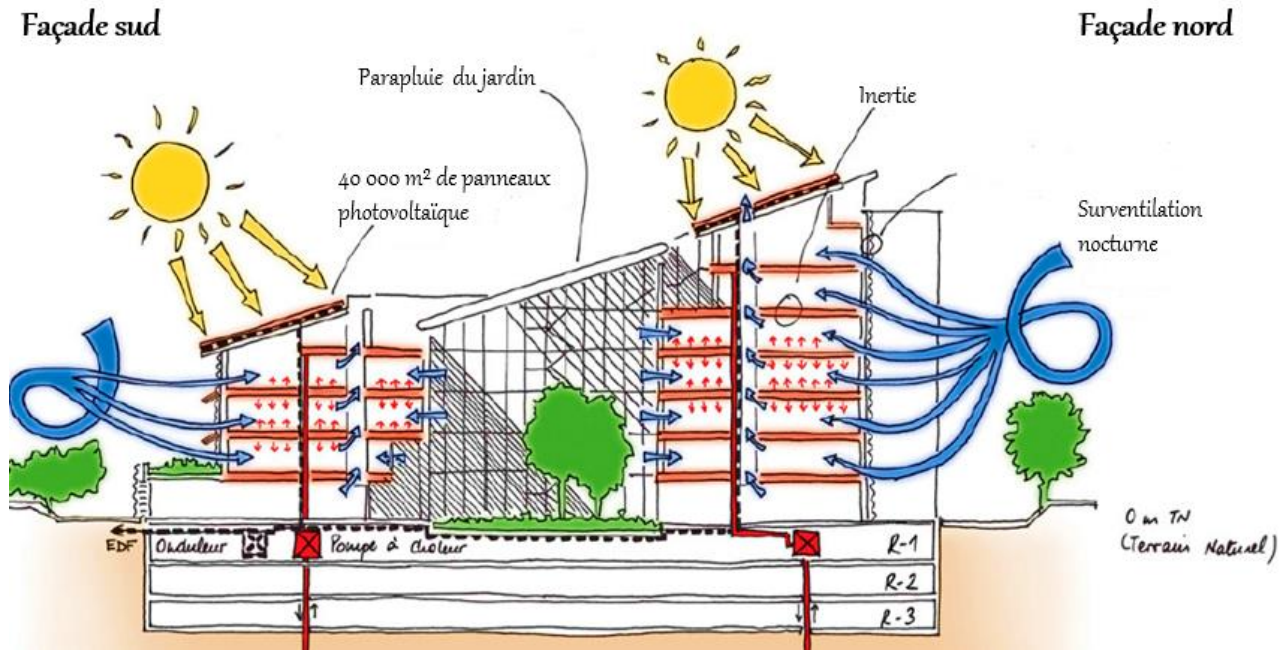


Fig. 19 : Coupe schématique 1

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.

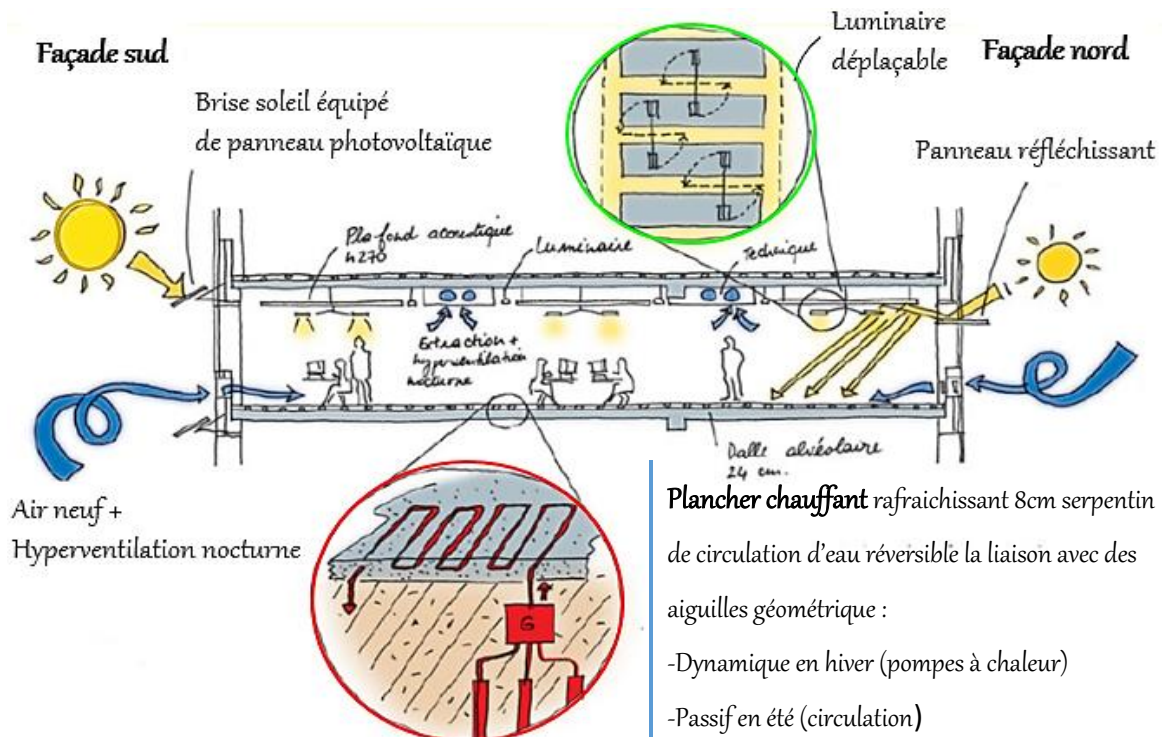


Fig. 20 : Coupe schématique 2

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 m<sup>2</sup>

#### 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.

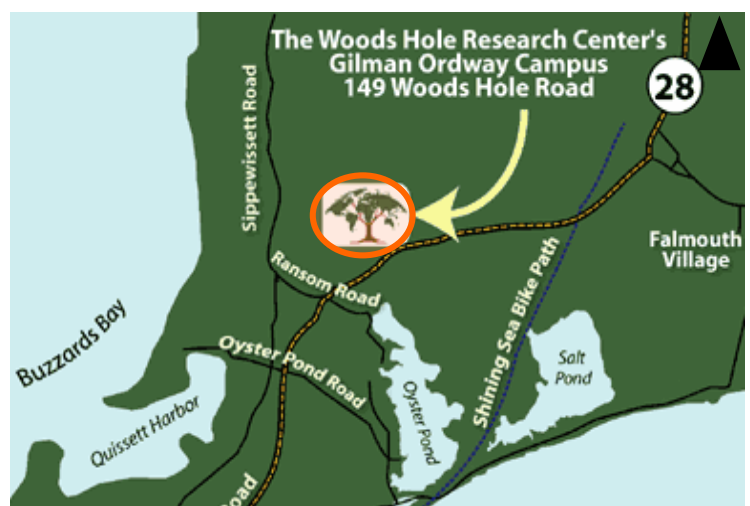


**Fig. 21 :** Vue général sur le centre de recherche

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.



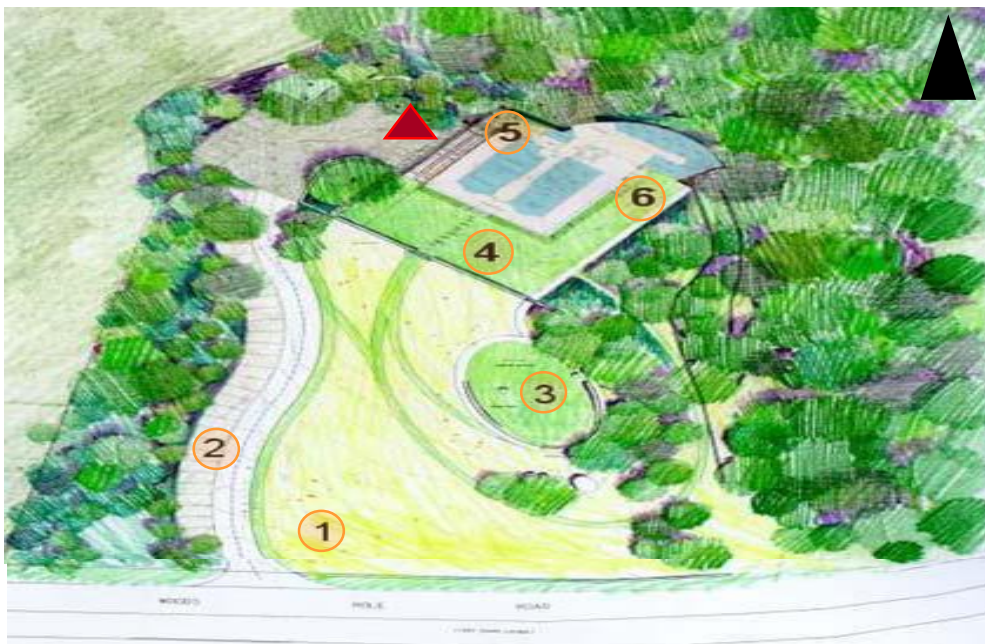
**Fig. 22 :** Plan de situation

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.



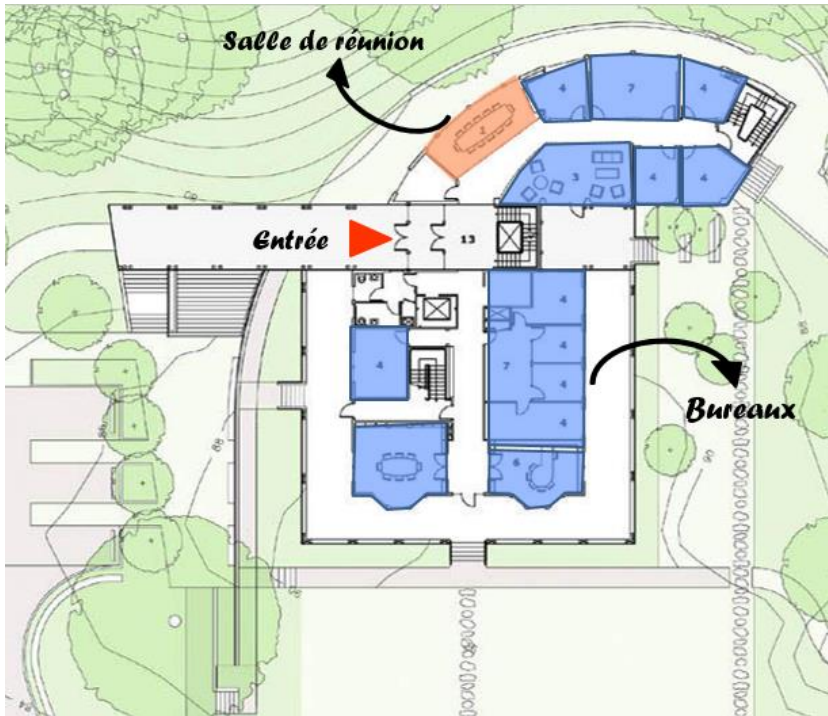
- 1. Passage piéton
- 2. Aire de stationnement
- 3. Jardin
- 4. Place pelouse
- 5. Entrée
- 6. Jardin Rhododendron

**Fig. 23 :** Plan de masse

Source : [www.whrc.org/building/landscape2.htm](http://www.whrc.org/building/landscape2.htm)

**I.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 .



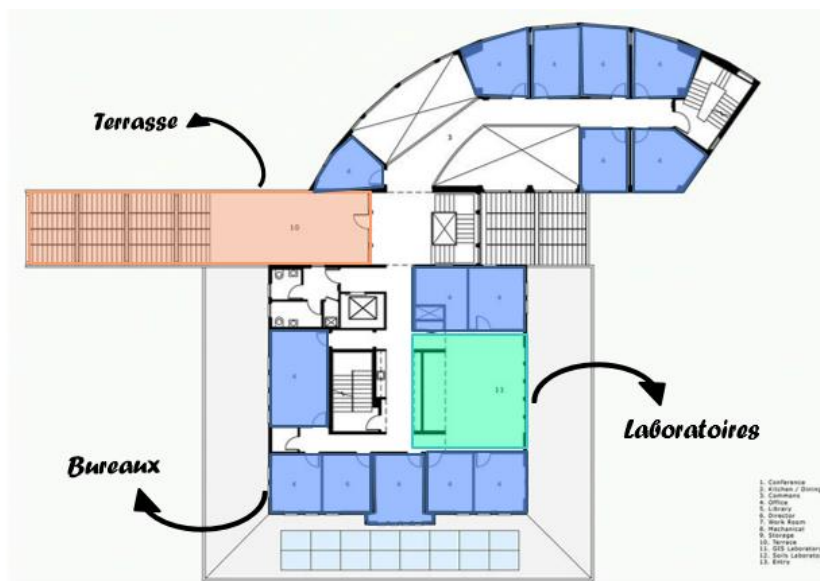
**Fig. 25 :** Plan du RDC

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



**Fig. 24 :** Plan du sous-sol

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



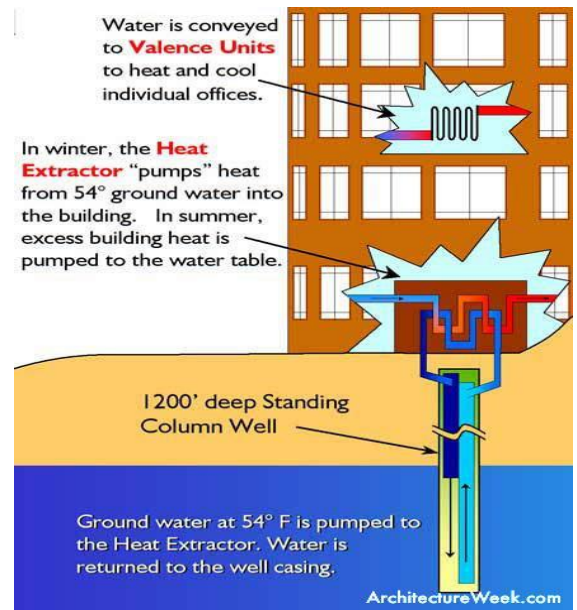
**Fig. 26 :** Plan du 2eme étage

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.

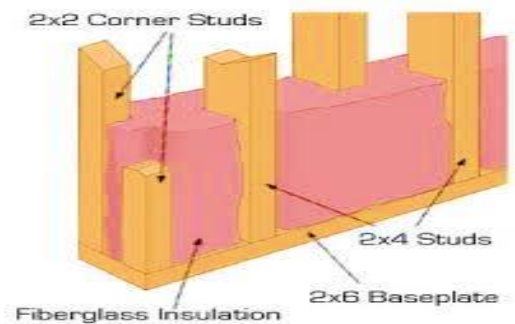


**Fig. 27 :** Système pompe à chaleur

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>

#### 1.3.5.4. 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.

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



**Fig. 30 :** Utilisation du bois

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

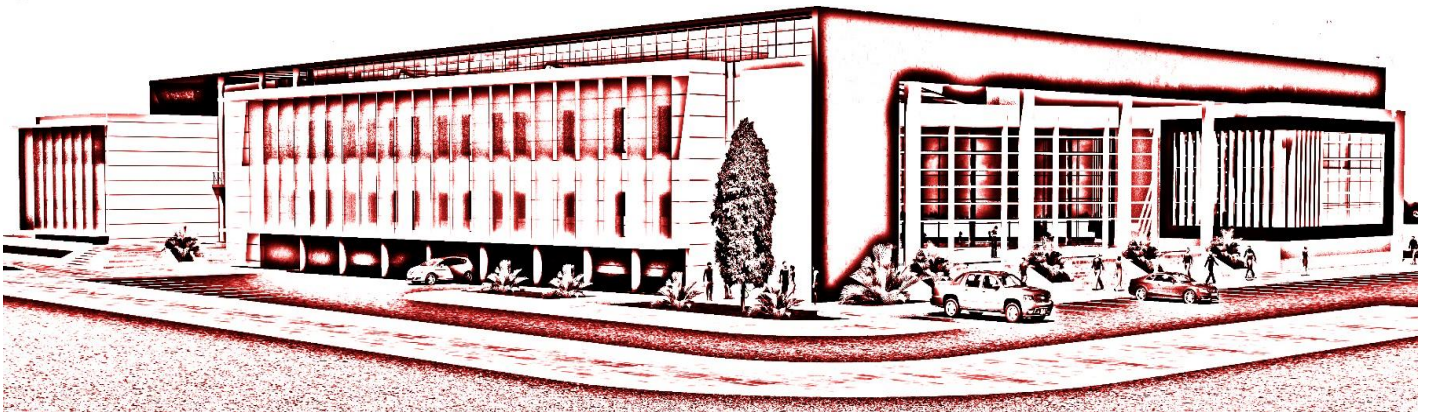
**Conclusion :**

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.

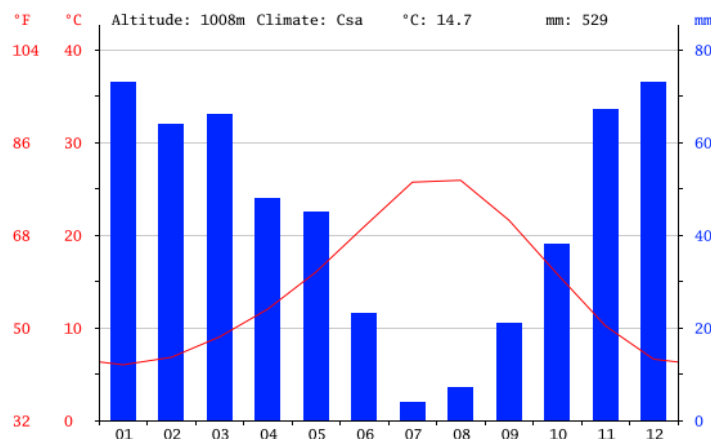
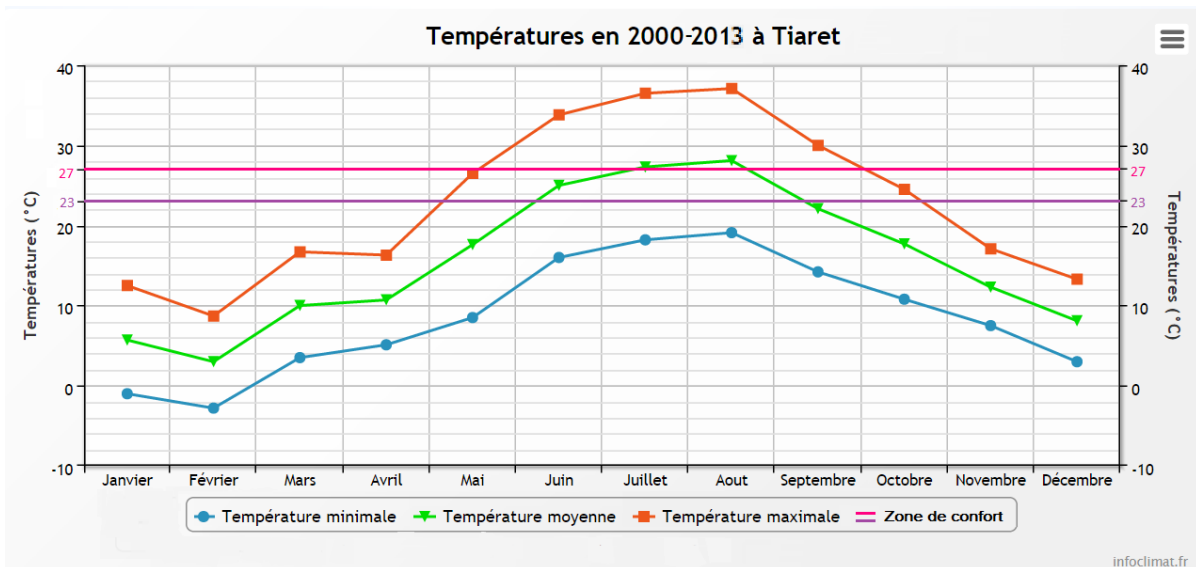


Fig. 31: Diagramme de température de la ville de Tiaret  
Source : <http://fr.climate-data.org/location/3693/>

**II.1.3.1. La Température**

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

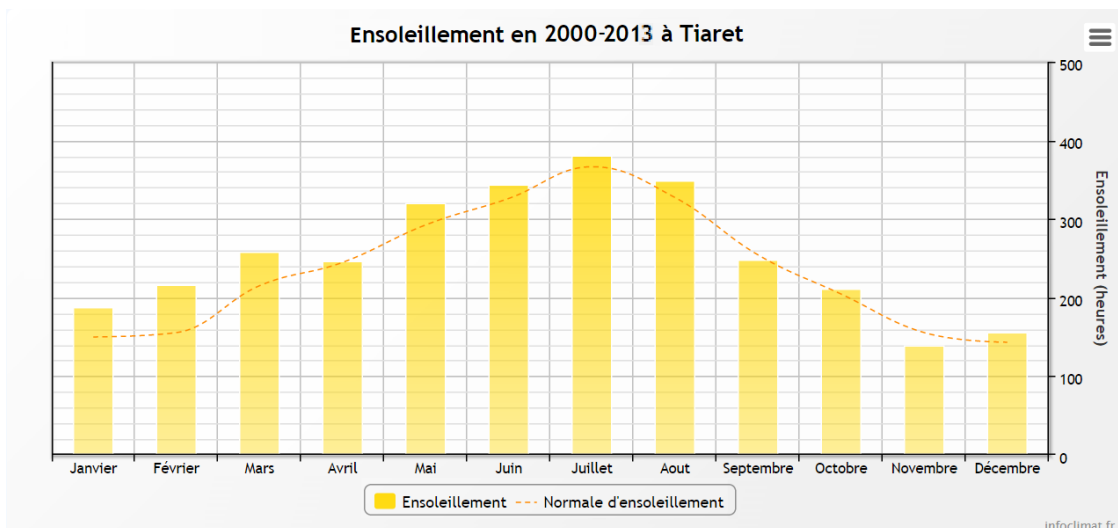
- Un hiver rigoureux, accompagné souvent par des chutes de neige, la température moyenne enregistrée de : 4,8°C
- Un été chaud et sec avec une température moyenne de : 27°C



**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

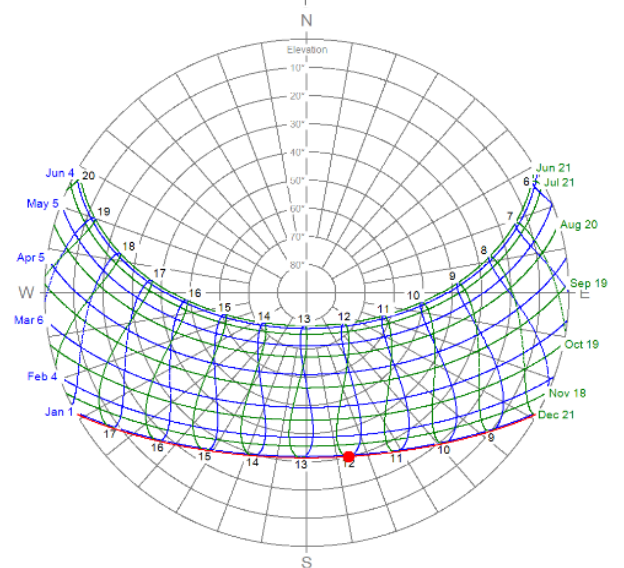
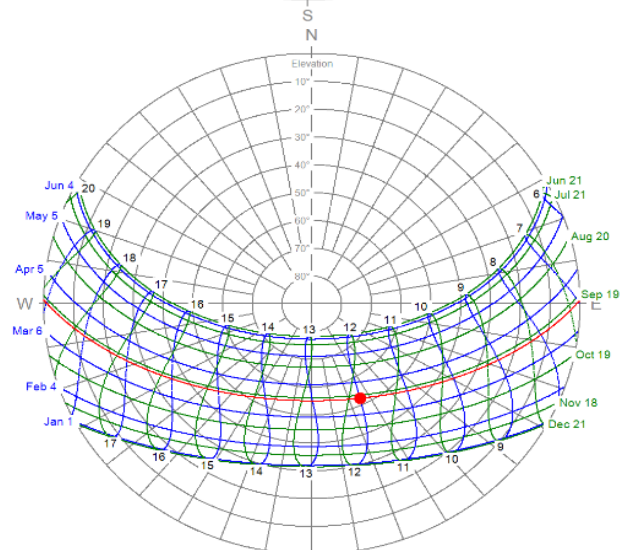
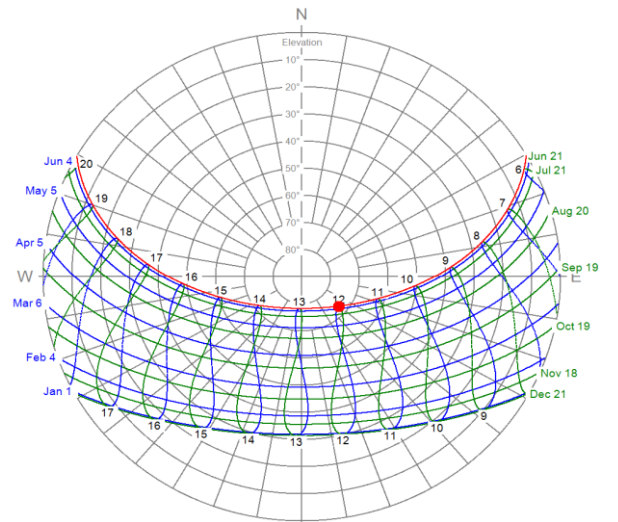
**21 Mars**

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

**21 Décembre**

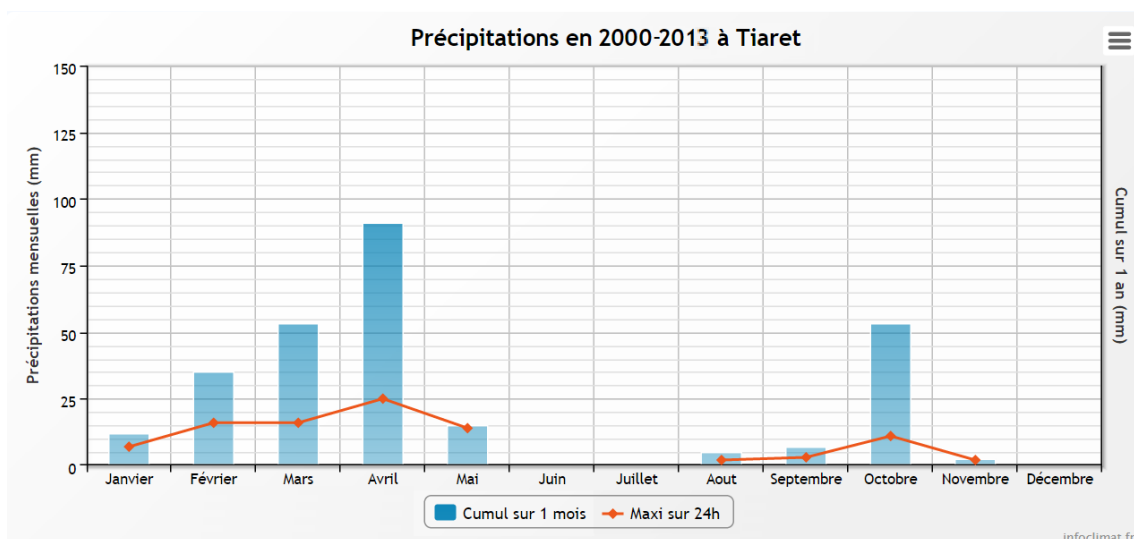
- Azimut :  $-60^{\circ}, 60^{\circ}$
- Latitude :  $29,92^{\circ}$
- Lever : 07:59
- Coucher : 17:45

Solar diagram



### II.1.3.4. Précipitations

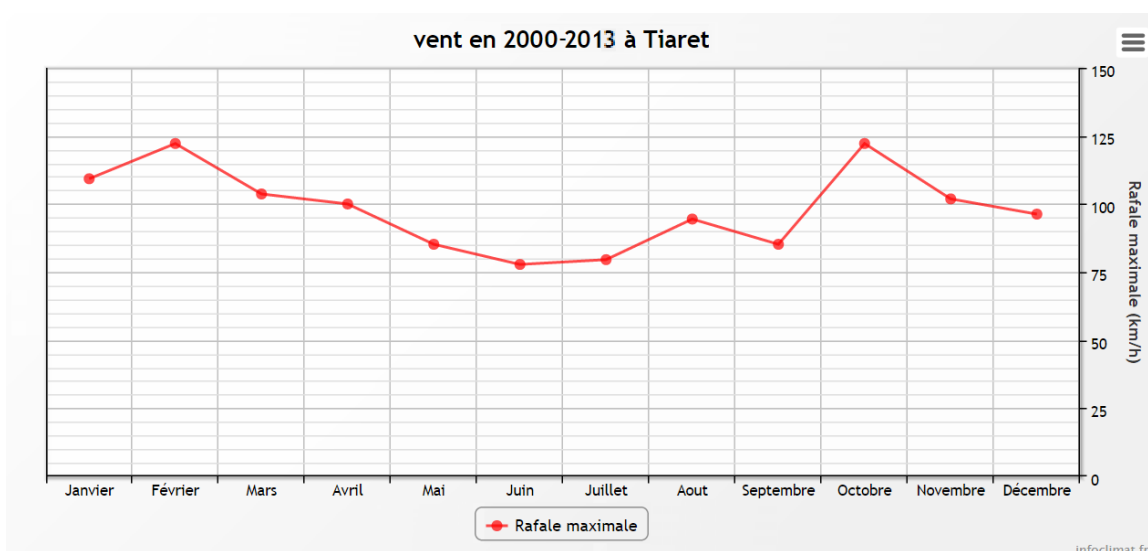
Généralement les précipitations dans la ville de Tiaret sont variables. Le taux de précipitation augmente au mois d'avril avec 95mm et au moi d'octobre avec 52mm d'avril, en revanche en juin et juillet les précipitations sont rares presque nulles.



**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 :



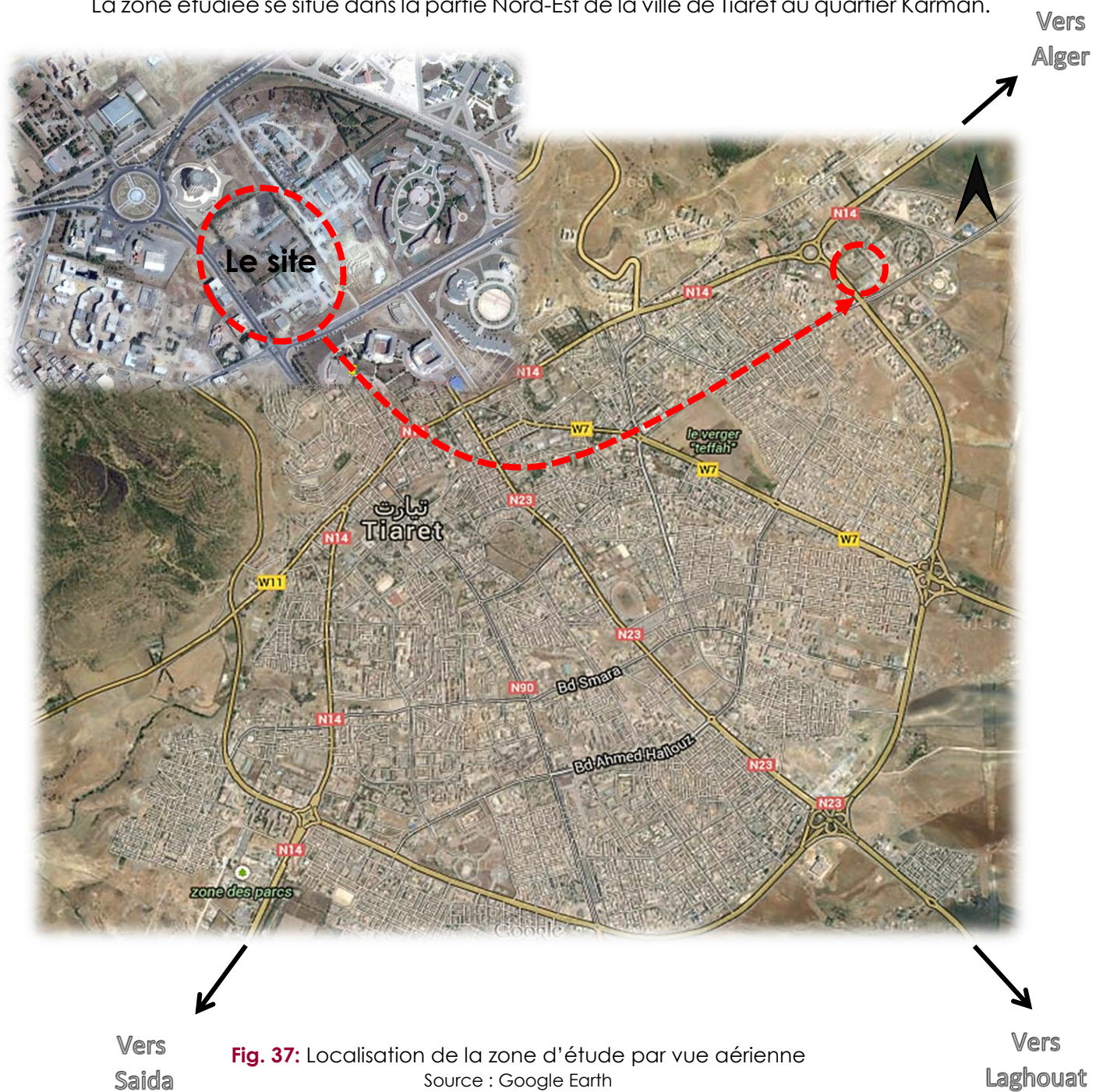
Fig. 36: Vue aérienne sur la ville  
Source : Google Earth

## 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 m × 280 m = 47040 m<sup>2</sup>,

**Accessibilité :** Le terrain est accessible par :

Le nœud menant vers Alger



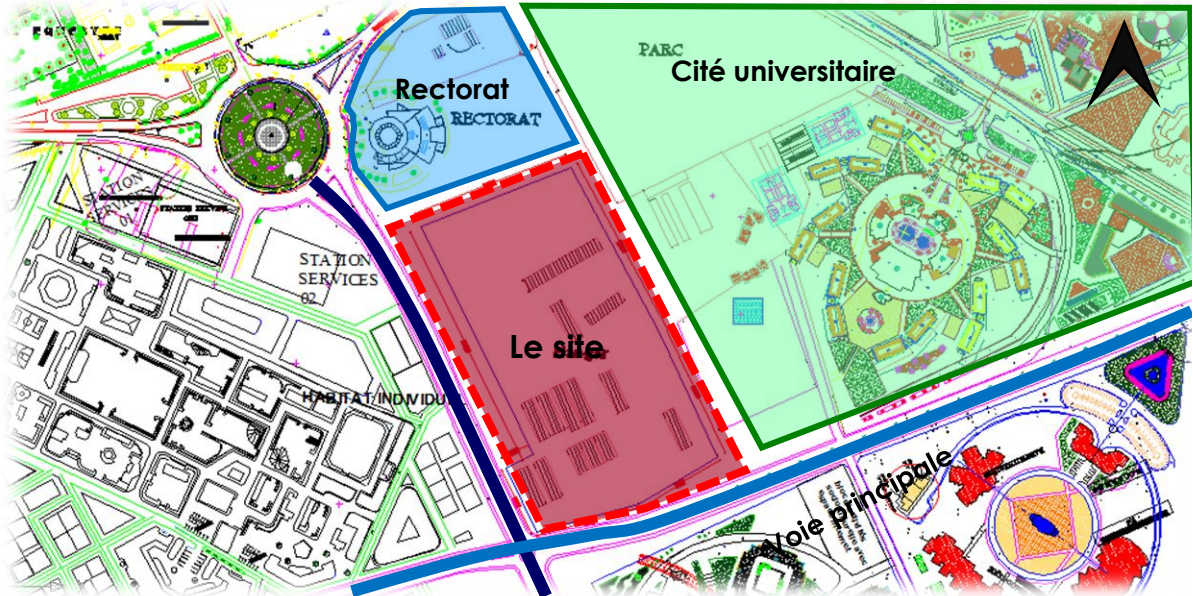
**Fig. 39:** Vue aérienne montre les accès  
Source : Google Earth

**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

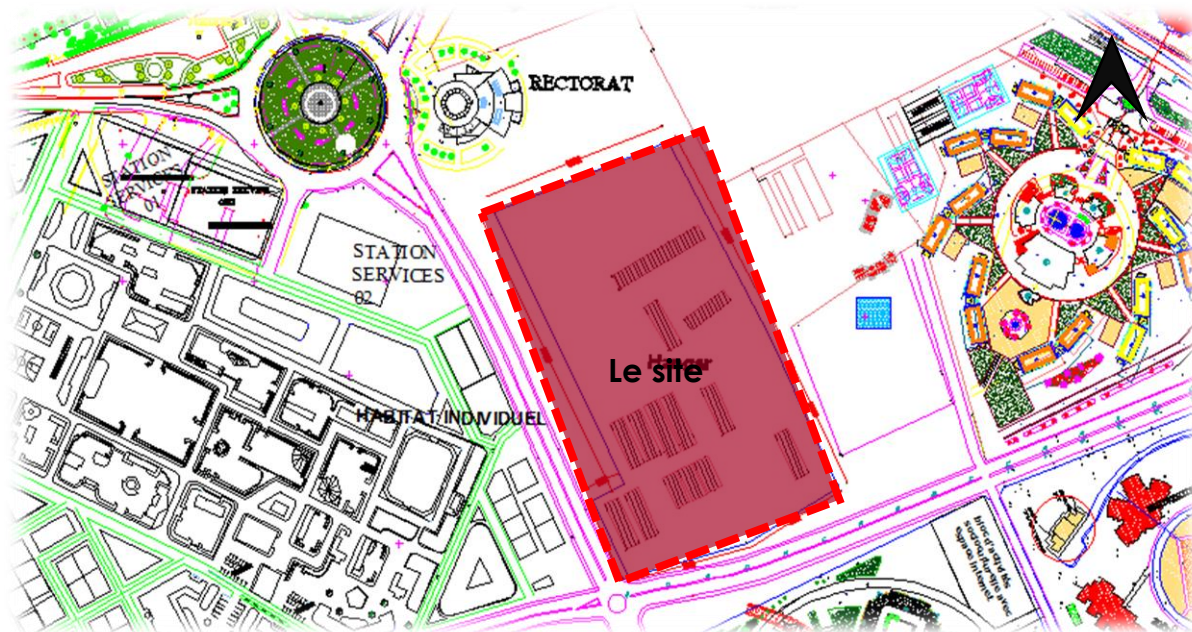
Le terrain est limité :



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

**II.2.2.5. Morphologie du terrain :**

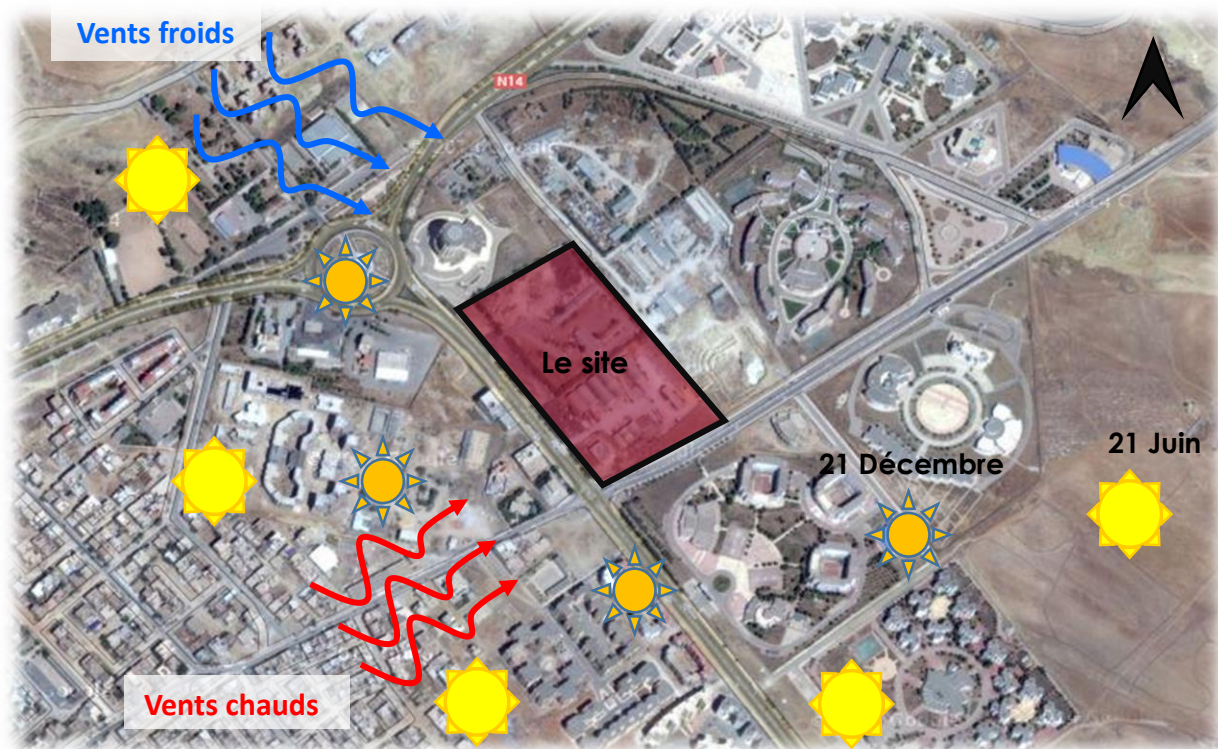
Le terrain a une forme rectangulaire avec une superficie de 47040 m<sup>2</sup>



**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 :**

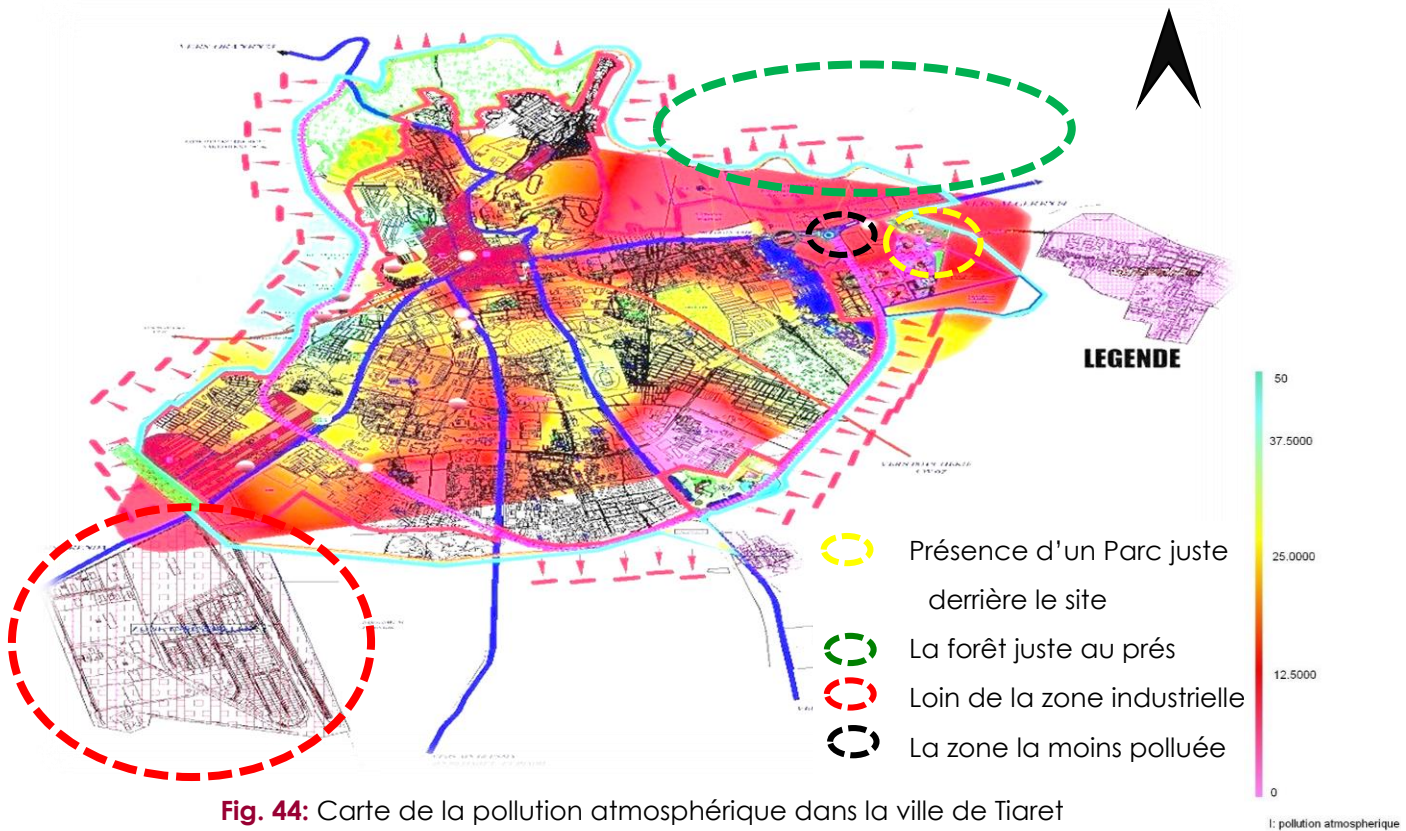
**Fig. 42:** Les données climatiques par vue aérienne  
Source : Google Earth

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



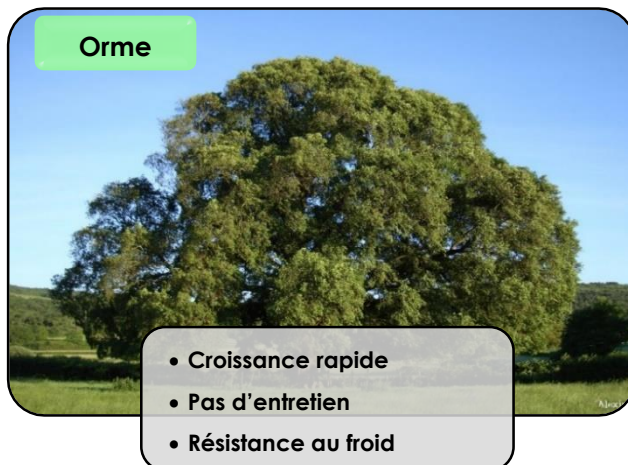
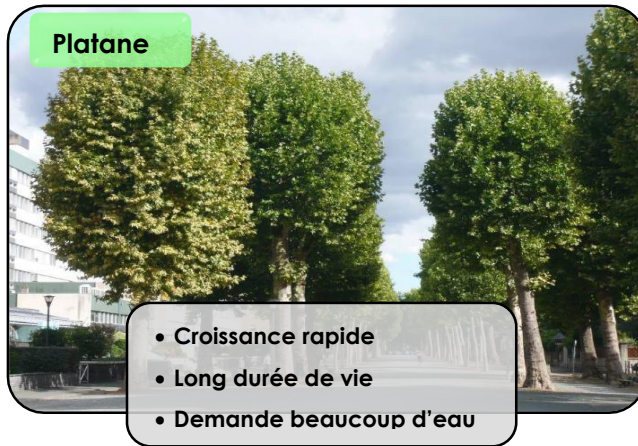
**Fig. 47:** La cité universitaire

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 :

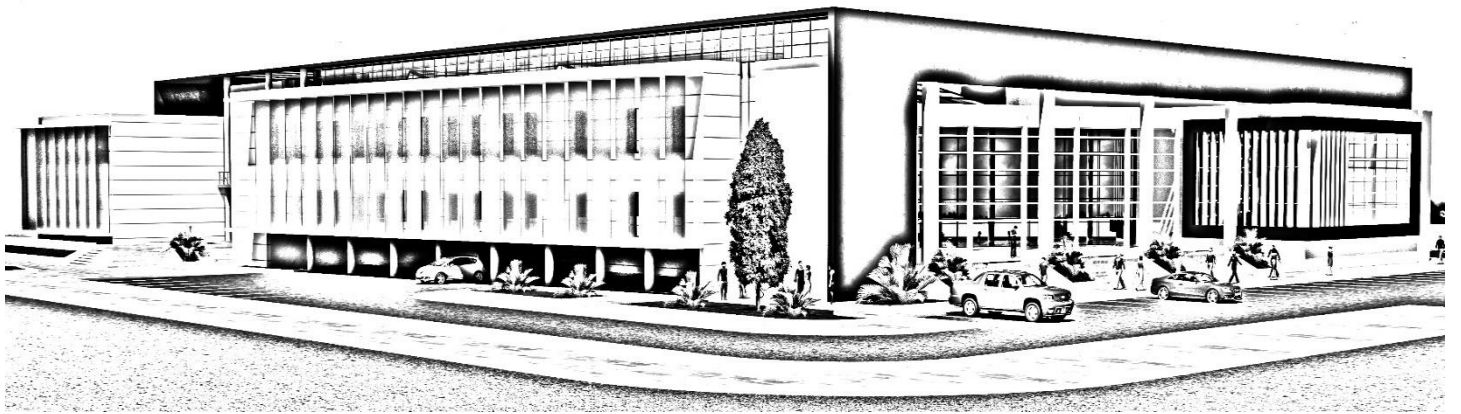
- Accessibilité facilitée par la qualité des infrastructures routières
- Proximité de la faculté des sciences et de la nature et le rectorat
- Situation dans la zone la moins polluée.
- Existence de transport en commun
- Variation de la végétation (entourage écologique)
- Un site sécurisé

### **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 <sup>2</sup> )
<b>DEPARTEMENT D'ADMINISTRATION</b>		
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
<b>Surface totale</b>		<b>520</b>

**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
<b>Surface totale</b>		<b>1182</b>

### 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
<b>Surface totale</b>		<b>1052</b>

**Les espaces extérieures**

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

**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
<p style="text-align: center;"><b>Hall de réception et d'exposition</b></p>	<p>C'est un espace de jonction (entre public et privé), conçu pour renseigner les visiteurs, les informer et les diriger.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• Assurer l'intensité lumineuse nécessaire (de 750 lux à 1000 lux) afin de faciliter la transition entre l'éclairage extérieur et intérieur.</li> <li>• Utilisation du mobilier adéquat (les dimensions des chaises et le comptoir se correspondent)</li> <li>• Détecteurs de fumées, extincteurs et armoire d'anti-incendie.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Salle de conférence</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un espace de contact entre le public et les chercheurs, elle abritera des activités telles que la diffusion de documentaires projections et séminaires</li> <li>• Elle situe dans un endroit loin à laboratoire avec un accès spécial.</li> <li>• prévoir un isolement thermique et acoustique: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 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.</li> <li>➤ au niveau de plafond par un faux plafond général.</li> </ul> </li> <li>• La pente sera de l'ordre de 8° à 10° cela correspond à une surélévation de 12cm entre deux rangées de sièges successives.</li> <li>• 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.</li> <li>• Couloirs de circulation et sièges rabattables pour permettre la circulation du public.</li> <li>• Eclairage ponctuelle directe avec spots (noyers dans le faux plafond), afin d'éclairer la salle durant les entractes et aussi durant les conférences</li> <li>• un éclairage de sécurité pendant les représentations</li> <li>• couloirs de circulation larges pour une évacuation rapide et efficace</li> <li>• Chaque personne occupe une surface de 0.5m<sup>2</sup>.</li> <li>• La surface de la scène est presque le 1/6 de la surface des gradins.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Une salle de conférence N'exige pas forcément une lumière naturelle.</li> <li>• Niveau d'éclairage c'est 500 lux.</li> </ul>
<p><b>Laboratoires</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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)).</li> <li>• 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.</li> <li>• Le niveau d'éclairage dans les zones de travail (paillasse) 500 lux.</li> <li>• La commande de l'éclairage est placée à l'extérieur du laboratoire.</li> <li>• 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.</li> <li>• Norme pour un paillasse normale 120 cm de largeur pour les expériences, avec un 85 cm de hauteur.</li> <li>• Couleur claire pour les murs pour l'efficacité du nettoyage des zones dans les moindres recoins.</li> <li>• Traiter le sol par en carrelage avec plinthe à gorge (résistant aux produits chimiques) et pour le mur par des peinture sur support brut.</li> <li>• Utilisation des hottes pour évacuer les gaz des produits et les odeurs.</li> </ul>
<p><b>Laboratoire de Biotechnologies Végétales</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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).</li> <li>• Une température bien précise entre 19° et 21 °.</li> <li>• Le revêtement des murs par un couleur claire et pour le sol avec un sol de carrelage lisse pour facilite le nettoyage.</li> </ul>
<p><b>Laboratoire Commun de Microbiologie</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fort éclairage naturel par une grande baie vitrée.</li> <li>• Une température ambiante de travail entre 18°C et 22°C.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> </ul>
<b>Stockage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Il doit être situé à proximité des laboratoires (relation forte)</li> <li>prévoir un isolement thermique par des murs en brique avec une lame d'air et les ouvertures avec double vitrage.</li> <li>Renouvellement d'air 2 fois par heure avec l'intégration de système de traitement d'air à la poussière.</li> </ul>
<b>Salle de documentation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>un aménagement adéquate lui permettra un travail en groupe ou individuel.</li> <li>éclairage spécifique naturel (par de grande baie vitrée pour faciliter la lecture.</li> <li>L'orientation des espaces de lecture du côté Nord est souhaitable.</li> <li>La surface nécessaire pour une Personne est :</li> <li><math>1.70 \times 2.20 = 3.74 \text{m}^2</math>, donc le nombre de Person en la salle de lecteur <math>300 / 3.74 = 80</math> Personnes.</li> <li>La température d'ambiance <math>22^\circ\text{c}</math> en été, <math>20^\circ\text{c}</math> en hiver et l'humidité atmosphérique relative de 50-60%.</li> <li>Renouvellement d'air 6 ou 7 fois par heure.</li> </ul>
<b>Rayonnage</b>	<p style="text-align: center;">la place de livre</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Il situé à proximité de la salle de documentation (relation forte).</li> <li>La température d'ambiance <math>22^\circ\text{c}</math> en été, <math>20^\circ\text{c}</math> en hiver et l'humidité entre 20 à 30%</li> <li>L'étagère constitue par 5 ou 6 niveau (<math>h=1.80 \text{ m}</math>)</li> <li>Espacement ente l'étagère 1.30 m - 2.50 m</li> <li>La surface de chaque étagère égale à <math>0.3 \text{m}^2</math></li> <li>Une étagère : <math>1.90 \times 1.00 = 1.90 \text{m}^2</math> pour 210 livres</li> </ul>
<b>Bureaux</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le niveau d'éclairément 500 lux mais pour les bureaux avec poste de travail à proximité de fenêtre 300 lux.</li> <li>La ventilation doit être individualisée, réglable et naturelle dans chaque bureau.</li> <li>La bonne aération du bureau par la ventilation naturelle.</li> <li>Surface nécessaire y compris les appareils et leur surface de manipulation : <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Employé seul entre <math>6.00 \text{ m}^2</math> - <math>9.00 \text{ m}^2</math>.</li> <li>➤ Employé dans un bureau collectif <math>5.00 \text{ m}^2</math>.</li> </ul> </li> <li>Volume d'air : <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pour activité essentiellement assise, pour une au moins <math>12 \text{ m}^3</math>.</li> <li>➤ Pour activité essentiellement non assise, au moins <math>15 \text{ m}^3</math>.</li> </ul> </li> </ul>

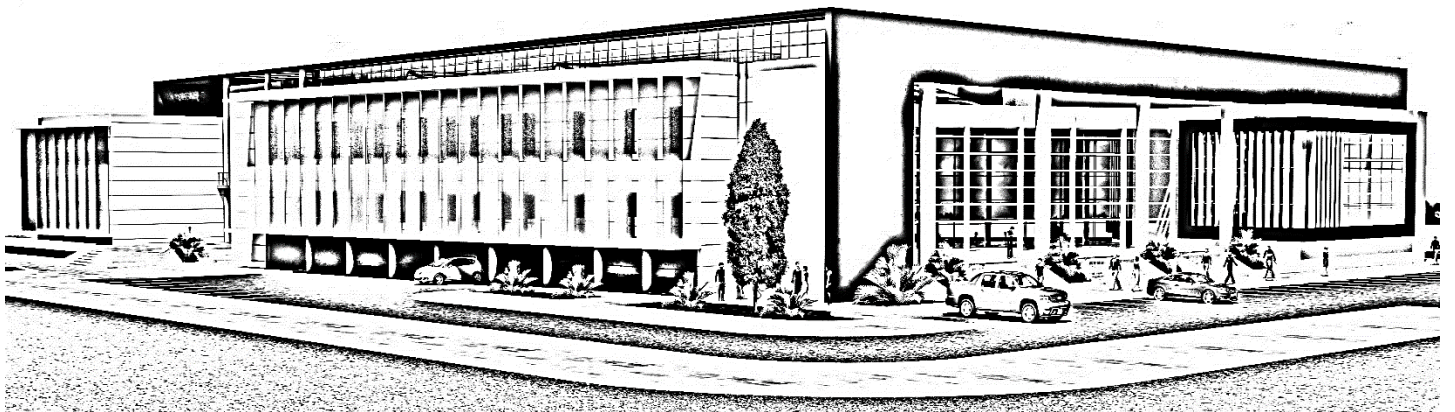
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hauteur libre pour un surface de bureau de :             <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Jusqu'à 50 m<sup>2</sup> 2.50 m / au-delà de 50 m<sup>2</sup> 2.75 / au-delà de 100 m<sup>2</sup> 3.00 m / au-delà de 250 m<sup>2</sup> 3.25 m</li> </ul> </li> <li>• Profondeur de bureau jusqu'à 4.50 m pour éclairage naturel suffisant.</li> <li>• 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.</li> </ul>
<b>Salle de réunion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Doit être à proximité du le bureau du directeur.</li> <li>• 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.</li> <li>• Le niveau d'éclairage c'est 300 lux.</li> </ul>
<b>Bureaux d'archive</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le bureau doit être spacieux et équiper par des étagère</li> <li>• Un grand rangement et bonne disposition des archives de manière claire pour faciliter la recherche.</li> <li>• 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.</li> </ul>
<b>Cafétéria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Doit être dans un seul bloc avec la salle de conférence</li> <li>• 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)</li> <li>• Un espace spacieux avec une ambiance de couleurs</li> <li>• Le niveau d'éclairage 200 lux</li> <li>• La surface pour chaque personne est égale a1.8 m<sup>2</sup></li> <li>• L'espacement entre le mur et la table doit être supérieur à 75cm.</li> </ul>
<b>Sanitaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ils doivent être faciles à accéder et au même temps éloignés des vues des usagers.</li> <li>• Cet espace humide qui émet des odeurs répulsives</li> <li>• Le besoin de l'espace est l'aération et lumière naturelle</li> <li>• La zone de perception supérieur ou égale 100 m</li> <li>• Le revêtement du sol antidérapant, résistance à l'eau, facile à Nettoyer</li> <li>• Le nombre de WC. Ne dépasse pas quatre dans chaque unité Sanitaire.</li> </ul>

## Les espaces extérieures

Espace	Exigence
<b>Le parking</b>	un parking par définition est un espace spécifiquement aménagé pour le stationnement des véhicules. <ul style="list-style-type: none"><li>▪ La présence des arbres pour éviter les rayons solaire.</li><li>▪ L'espace nécessaire pour chaque voiture 5.00x2.50.</li></ul>
<b>Les serres de recherche</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Doivent être exposées aux rayons solaires</li><li>▪ équipées par des systèmes d'irrigation de contrôle et régulier la température</li><li>▪ situées à proximité des laboratoires.</li></ul>
<b>Les espaces verts</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Devant chaque équipement.</li><li>▪ Devant les parkings.</li><li>▪ Arrosés par les eaux pluviales récupérées.</li></ul>

# 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 suggérées par le site.

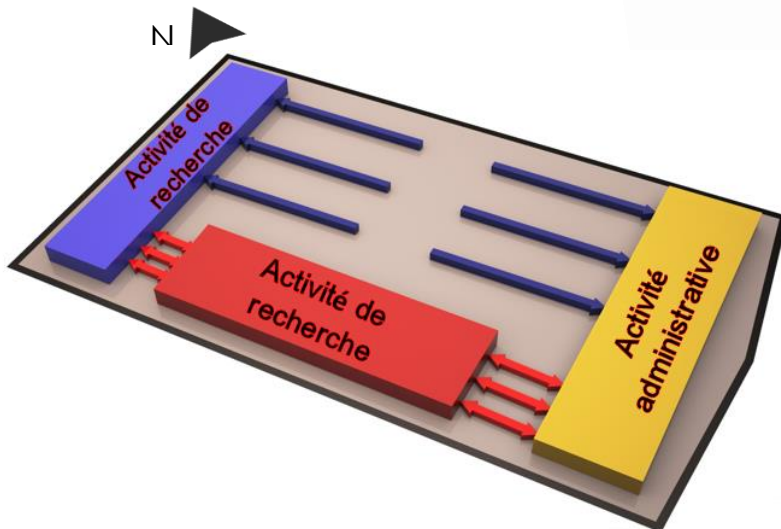
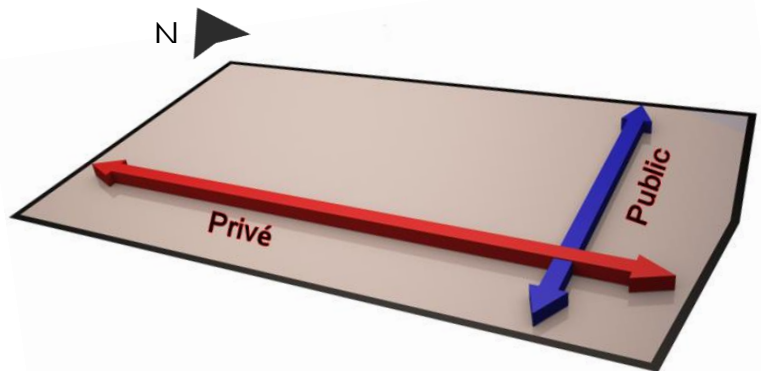
## IV.2. Genèse de projet :

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.

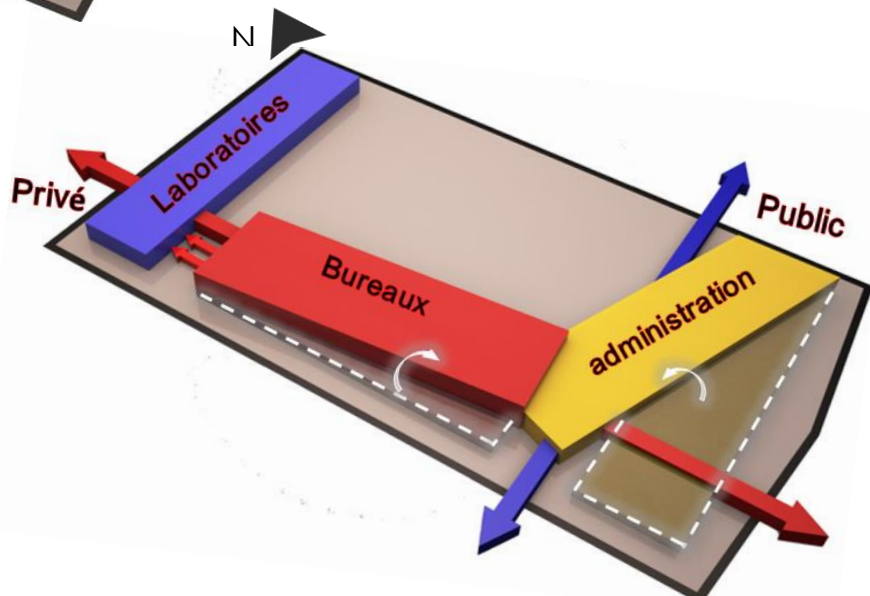


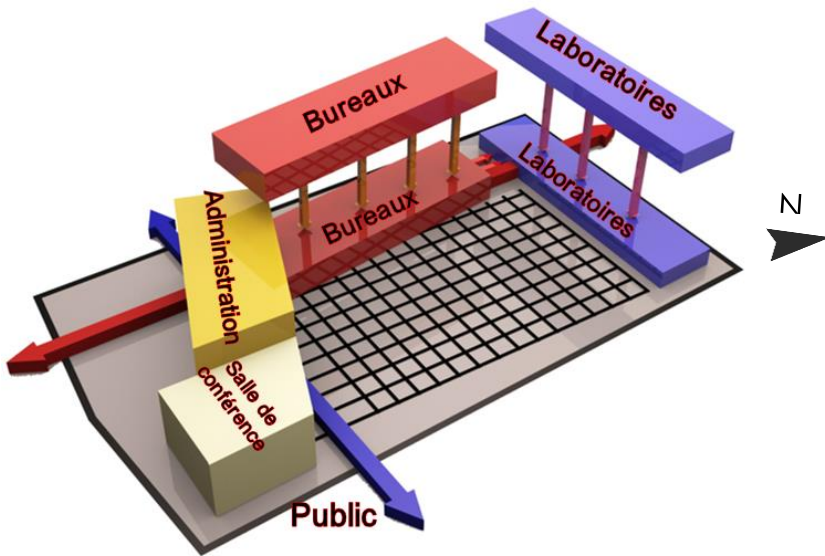
### Etape 02 :

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.



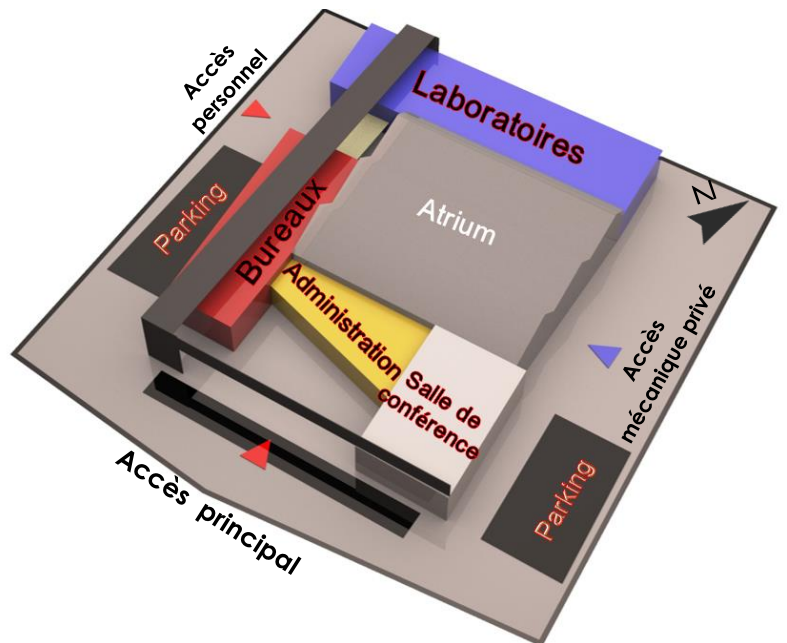


**Etape 04**

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<sup>er</sup> 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 :



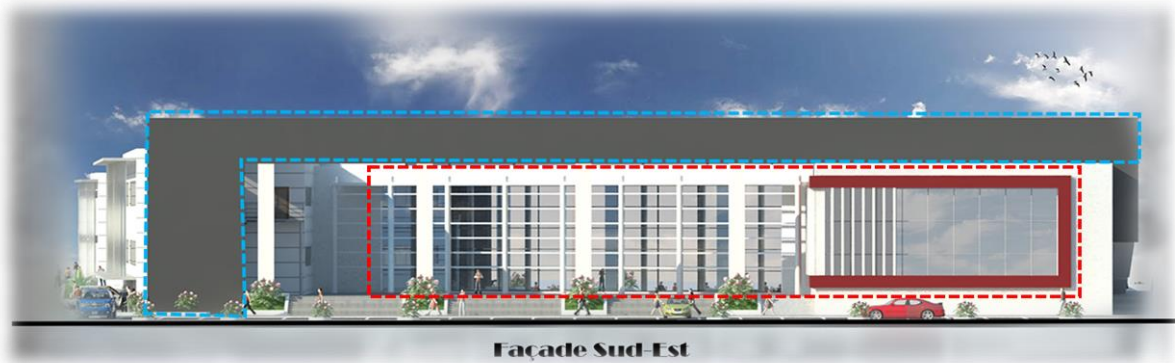
Les apports solaires augmentent la température intérieure de l'atrium, donc favorisent le tirage thermique pendant toute la journée.



Les débits de ventilation transversale sont élevés et favorable par l'entrée de l'air sur une façade exposée aux 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**



**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**



**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).

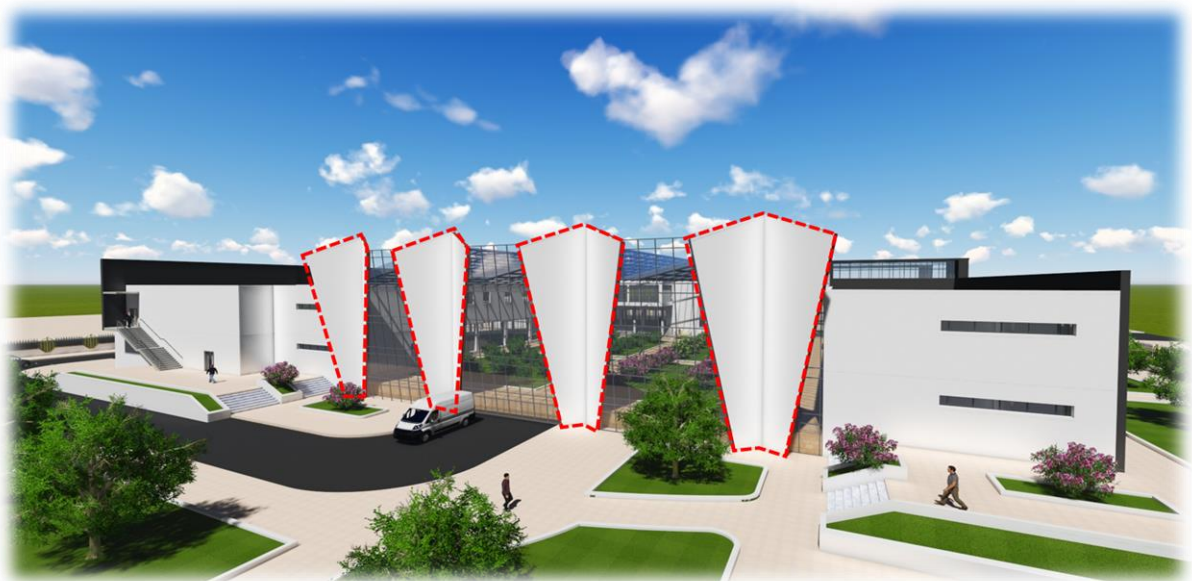


Afin de casser le traitement horizontal le long de la façade, on a introduit un traitement vertical caractérisant les cages d'escaliers.

**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 extérieure du hall d'entrée conçu en biais.

**Conclusion générale :**

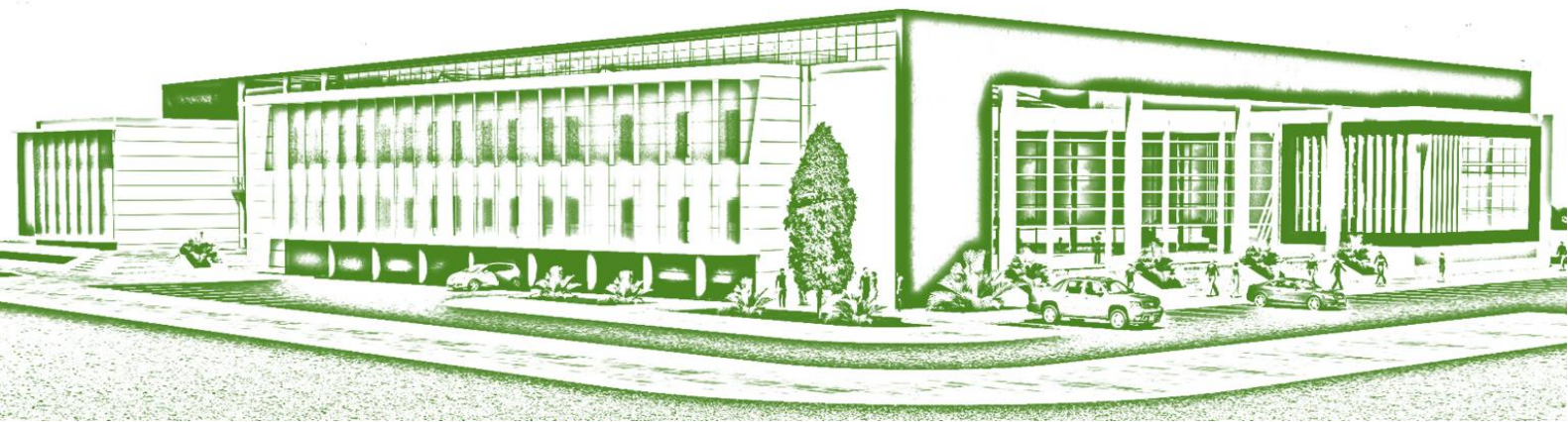
La recherche élaborée durant toute l'année, pour aboutir au projet final nous a permis de conclure plusieurs aspects de conception d'un projet écologique et de projection architecturale qui n'est pas un simple projet d'architecture spontané, c'est le travail de réflexion qui fait qu'un projet est original.

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



### **Introduction:**

Durant des millénaires, l'Homme était tributaire de la lumière naturelle qui constituait sa seule source d'éclairage nécessaire pour effectuer les différentes tâches et activités quotidiennes. Avec l'invention de la lampe par l'américain Thomas Alva Edison en 1879 et son succès commercial accumulé dès le début du 20ème siècle, l'éclairage électrique associé aux nouvelles technologies, a profondément bouleversé les techniques de construction et considérablement atténué le besoin de disposer de prises de jour pour la pénétration de la lumière naturelle.

Mais aujourd'hui, en Algérie l'énergie électrique commence à poser beaucoup de problèmes à cause de la forte demande. Il devient donc important d'inciter les citoyens à l'usage rationnel de celle-ci, aussi bien dans les lieux domestiques que dans les espaces de travail, d'enseignement...etc.,

En matière d'éclairage, ceci se traduit par une exploitation optimale de la lumière naturelle, mais il se trouve que cette dernière, qui est largement disponible dans notre pays, contrairement à beaucoup d'autres, est très mal exploitée.

L'éclairage naturel est recherché et même indispensable à l'homme car, il joue un rôle important non seulement dans le domaine de la vision, mais également sur le plan biologique et psychologique des individus.

Un bon éclairage dans le milieu du travail influence le rendement, la santé et la sécurité. D'après une étude, la productivité peut être augmentée de 15-20% avec utilisation appropriée de la lumière du jour. Il en est ainsi pour la baisse de l'absentéisme. De tels gains dans la productivité peuvent augmenter le bénéfice de 40%.

La maîtrise du comportement de la lumière naturelle dans le milieu architectural fait appel à un ensemble de caractéristiques détaillées et précises en rapport avec les ouvertures, leurs positions ainsi que les propriétés des surfaces composant l'espace. Cette multiplicité de facteurs est confrontée à l'incertitude et l'imprécision des informations disponibles durant les phases conceptuelles du projet d'architecture.

La lumière naturelle doit accompagner le processus de genèse et de formalisation du projet d'architecture dès ses premières phases de conceptualisation. Dans ces phases le concepteur possède une marge de liberté qui lui permet d'explorer le champ du possible et de proposer les meilleures réponses aux intentions formulées et aux contraintes auxquelles il est confronté.

### **Problématique :**

L'admission de la lumière naturelle dans les bureaux doit assurer à la fois le confort visuel des usagers, mais aussi l'économie d'énergie. Pour cela, le choix de la stratégie d'éclairage naturel est très important et doit dépendre du climat lumineux de la région ainsi que des exigences de la tâche visuelle à accomplir dans ces locaux.

La question qui m'est venue à l'esprit c'est de savoir si on peut arriver à des systèmes performants pour l'éclairage de ses locaux sous un climat lumineux particulier tel que celui de la ville de Tiaret.

Et afin de répondre aux besoins éventuels d'un concepteur cherchant des informations sur l'éclairage naturel, à cet effet, plusieurs questions se posent :

- Comment Exploiter le maximum les potentialités climatiques (énergie solaire) dans un projet architectural ?
- Quelles sont les solutions pour améliorer l'éclairage naturel et qui peuvent être appliquées dans notre centre de recherche on évitant les surchauffes ?
- Comment puis-je intégrer le facteur d'éclairage naturel dans notre conception architecturale et plus précisément dans les zones semi arides en général et Tiaret en particulier ?
- Comment assurer un éclairage reparti dans les bureaux ?

### **Hypothèse :**

Afin d'atteindre nos objectifs, j'ai construit une série d'hypothèses qui vont nous aider à mieux cerner le champ de notre problématique et de répondre aux demandes d'éclairage naturel à travers :

- La forme géométrique du projet
- La disposition et la forme des ouvertures (L'éclairage multilatéral)
- L'orientation Est et Ouest des ouvertures est efficace pour l'éclairage naturel sous le climat lumineux de Tiaret.
- La couleur des surfaces internes a un impact important sur les Conditions d'éclairage naturel

### **S tructure de travail :**

Afin d'atteindre le but de notre travail, Le chapitre qui en découle de quatre partie :

- La première partie comprend les différentes connaissances de base et les notions fondamentales de l'éclairage naturel et tous facteurs influençant l'éclairage naturel.
- La deuxième partie aborde les paramètres et les notions du confort visuel, les normes et la réglementation recommandée.
- La troisième partie est consacrée à la simulation numérique par les logiciels Ecotect et Radiance. Ainsi qu'une application des méthodes, discussions des résultats obtenus et les améliorations sur le projet.

## I. Introduction :

Maîtriser l'éclairage naturel est primordial dès la conception des lieux de travail pour garantir un éclairage suffisant adapté aux besoins du personnel, en particulier la vision sur l'extérieur et éviter des inconvénients comme les apports thermiques, l'éblouissement.

## II. Définition de l'éclairage naturel :

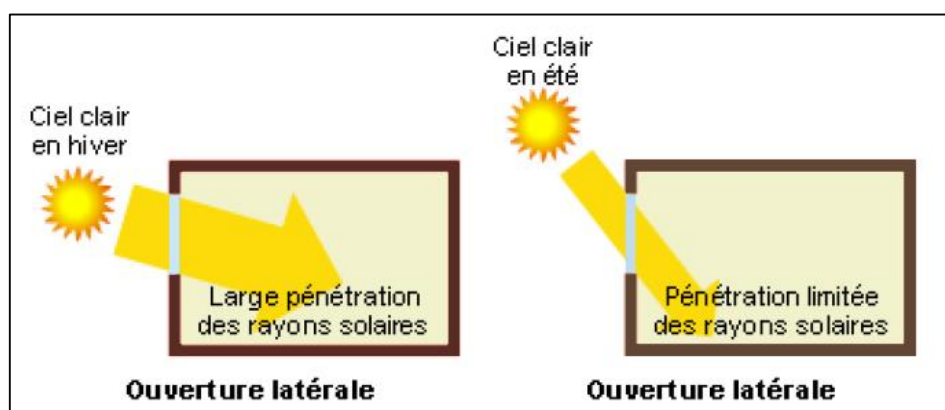
D'une manière générale, l'éclairage naturel est défini comme étant l'utilisation de la lumière du jour pour éclairer les tâches à accomplir. Si le soleil est la source mère de tout type de lumière, techniquement l'éclairage naturel global comprend à la fois l'éclairage produit par le soleil, la voûte céleste et la réflexion de surfaces environnantes. (Robert FLORU 1996)

## III. Type 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.

### III.1 Eclairage latéral :

L'éclairage latéral caractérisé par l'usage de prises de jour en façade est associé, selon C. TERRIER et B. VANDEVYVER, aux locaux de faible hauteur sous plafond : de 2,50 mètres à 3 mètres. Ce système optique est, d'après J.J. DELETRE, l'un des moins performants du point de vue éclairage par la lumière du jour, en particulier dans les cas où il y a un masque extérieur.



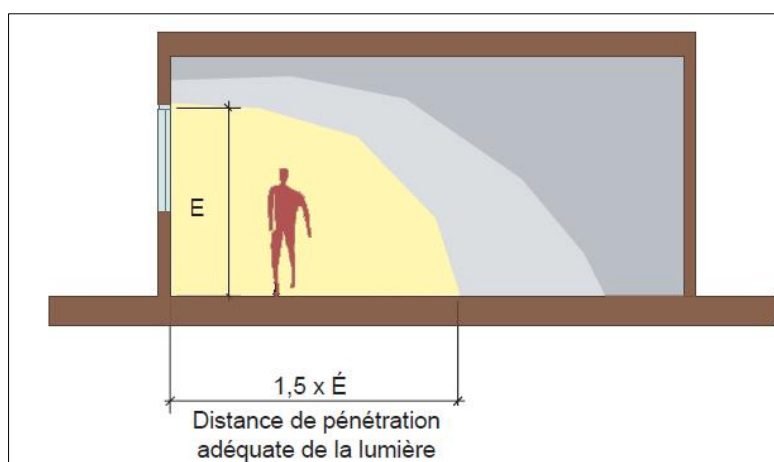
**Fig.49:** Eclairage Lateral

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

### III.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.

Une lumière du jour suffisante pénètre sur une distance d'une fois et demie la hauteur de l'ouverture au-dessus du plancher (Figure02), bien que cette distance puisse atteindre deux fois cette hauteur sous un ensoleillement direct. (Sigrid.R, De Herde.A., 2001)

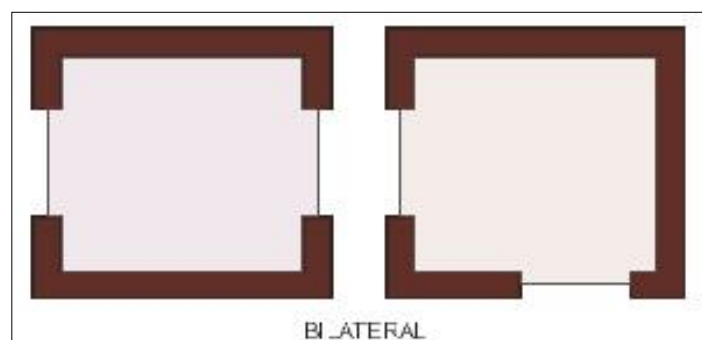


**Fig.50:** Pénétration approximative de la lumière naturelle

Source: ROBERTSON, Keith. Guide sur l'éclairage naturel des bâtiments, Ontario

### III.1.2 Eclairage bilatéral :

L'éclairage bilatéral consiste à avoir des ouvertures verticales sur deux murs, soit parallèles, soit perpendiculaires, d'un même local. Avec l'éclairage bilatéral on obtient un éclairage plus uniforme et mieux reparté que l'éclairage unilatéral. (A. VANDENPLAS.1964)



**Fig.51:** Dispositifs d'éclairage bilatéral

Source: I. PASINI, 2002

### III.1.3 Eclairage multilatéral :

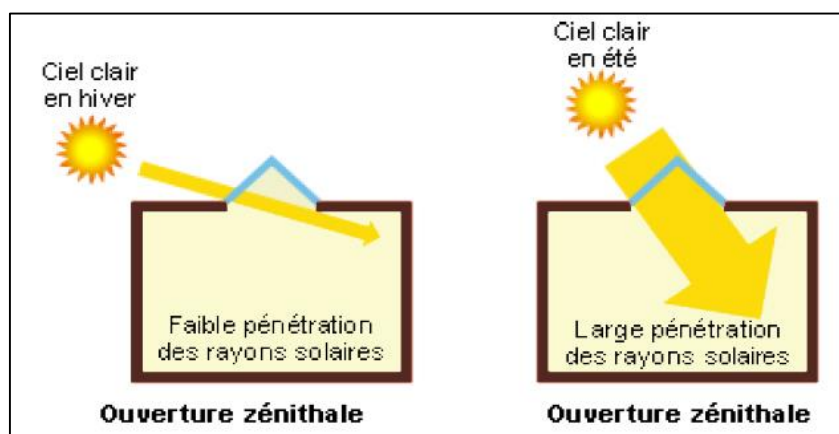
C'est un éclairage naturel provenant de plusieurs ouvertures

L'éclairage multilatéral présente de nombreux avantages, notamment:

- 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.

### III.2 L'éclairage zénithal :

C'est 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 profond. Ce qui limite a priori les phénomènes d'éblouissement.



**Fig.52:** Dispositifs d'éclairage zénithal  
Source: <http://www.energieplus-lesite.be/>

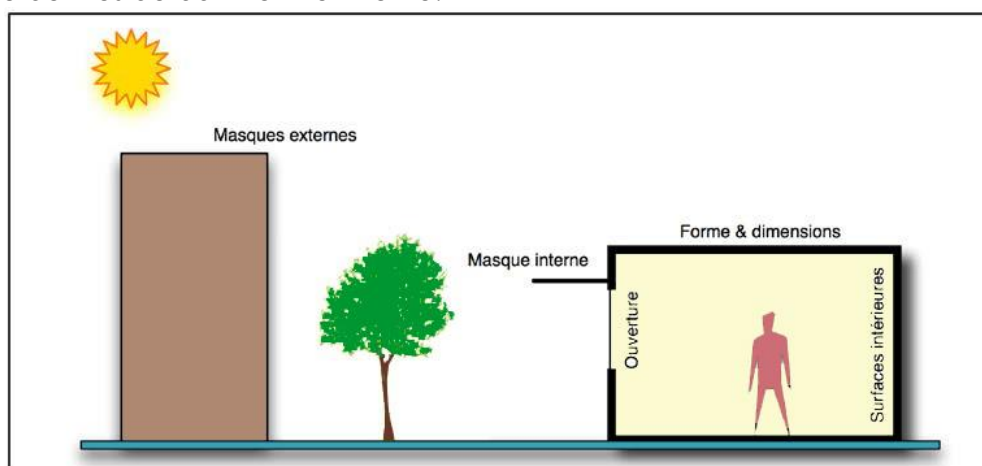
## IV. Les facteurs influençant l'éclairage naturel intérieur

Dans notre cas d'étude, les facteurs traités concernent simplement la fenêtre et le local à éclairer, pour le but de cibler les facteurs qui ont un lien de la lumière naturelle.

### IV.1 L'influence de l'environnement sur l'éclairage naturel :

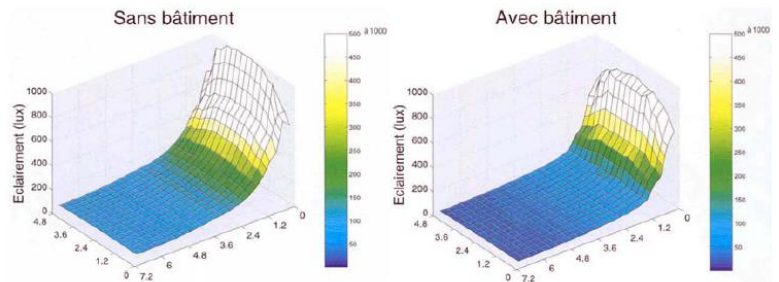
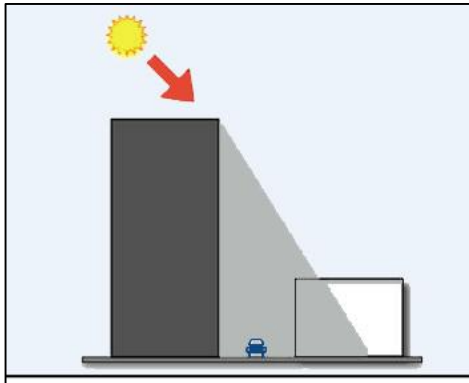
Les apports solaires sont influencés par l'environnement naturel et l'environnement bâti qui modifient le comportement des rayonnements solaires.

Les masques solaires peuvent être occasionnés par le relief, la végétation existante, les bâtiments voisins, coefficient de réflexion du sol ou encore par des dispositifs architecturaux liés au bâtiment lui-même.



**Fig.53:** Les composants régissant le rapport entre le rayonnement solaire et espace architectural  
Source: M. ANIS GLLAS 2013

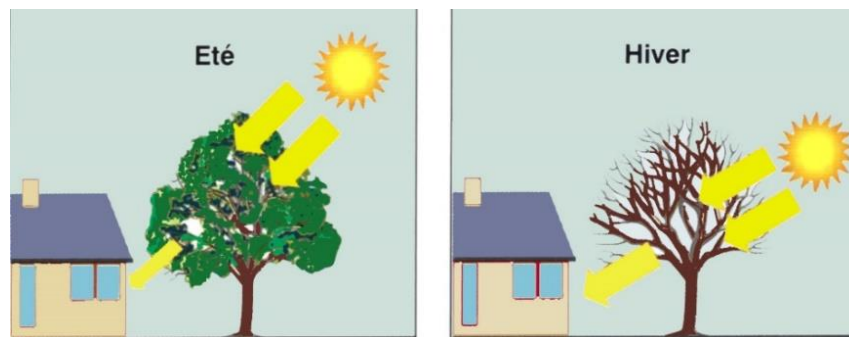
- L'environnement artificiel ou construit qui entoure l'espace architectural influence le mode de propagation des rayonnements solaires.



**Fig.54:** Obstruction des rayonnements solaires par l'environnement bâti

Source : Sigrid.R, De Herde.A., 2001

- La végétation filtre seulement les rayonnements solaires grâce à ses feuilles. Cette capacité de filtrage est de nature dynamique puisqu'elle varie suivant les saisons pour les arbres à feuilles caduques.



**Fig.55:** Protection solaire par la végétation

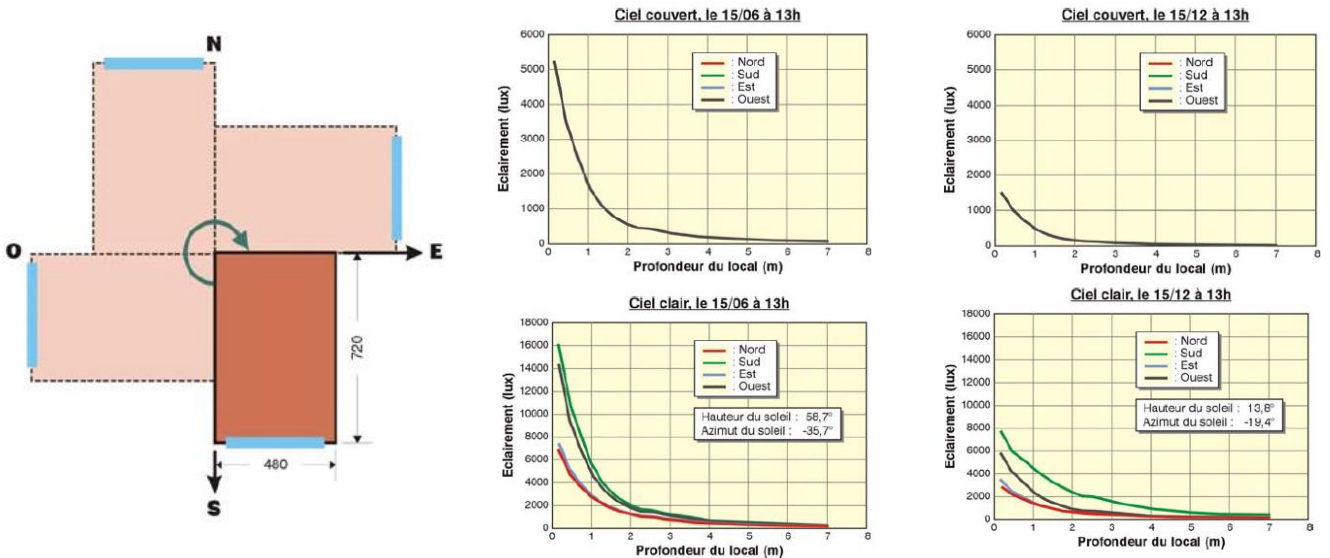
Source : <http://www.energieplus-lesite.be/>

#### IV.2 Influence de l'ouverture sur l'éclairage naturel :

L'ouverture est l'interface entre les rayonnements solaires incidents et l'espace architectural. Elle constitue le facteur déterminant de la quantité et de la qualité des apports solaires qui pénètrent et occupent l'intérieur des espaces.

**IV.2.1 L'orientation des ouvertures :**

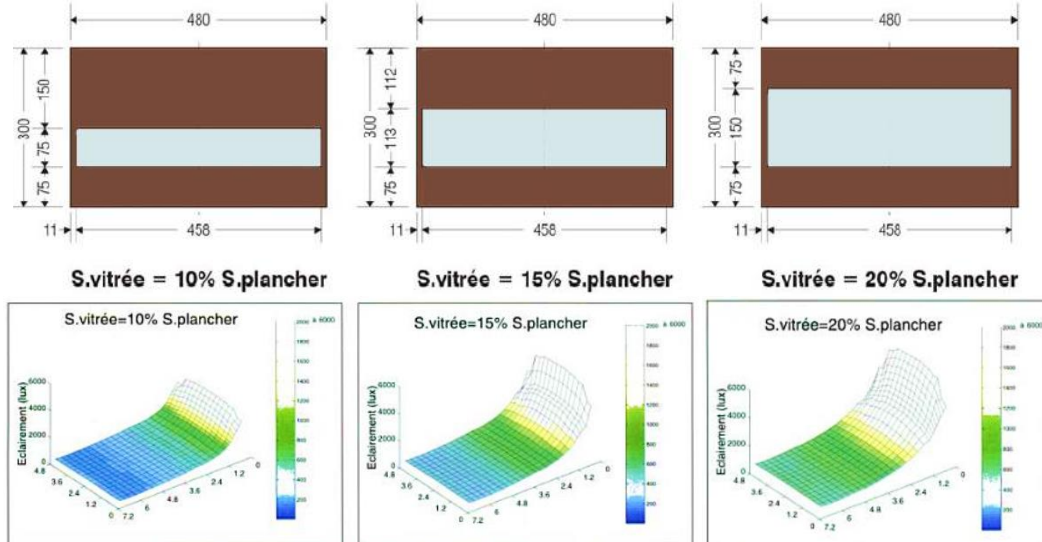
L'organisation spéciale d'un bâtiment devrait toujours être pensée en fonction du moment d'occupation des locaux, de l'activité qui s'y déroule et de la course solaire. Il est préférable de placer les fenêtres de telle façon que le soleil puisse pénétrer à l'intérieur d'un local au moment où il est le plus utilisé.



**Fig.56:** Différentes orientations des fenêtres  
Source : Sigrid.R, De Herde.A., 2001

**IV.2.2 Dimension des ouvertures :**

La dimension de l'ouverture détermine la quantité de lumière à l'intérieure d'un espace. Cette propriété permet de dégager la notion de taux d'ouverture qui correspond au ratio entre la surface totale d'ouverture et la surface du plancher. Plus le taux d'ouverture est grand, plus la moyenne des éclairements est importante.



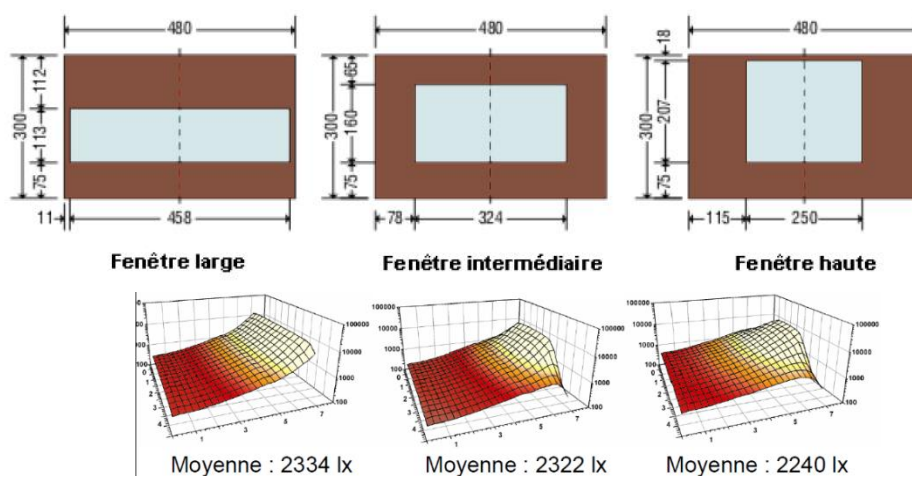
**Fig.57:** L'éclairage d'un espace selon la taille de l'ouverture  
Source : Sigrid.R, De Herde.A., 2001

IV.2.3 La forme de l'ouverture :

La forme de la fenêtre est dans une certaine mesure dépendante de l'économie de moyens constructifs pour parvenir à contrôler la lumière et le climat intérieurs.

Objectivement dans un premier temps nous pouvons analyser l'influence de la forme de la fenêtre en comparant la répartition lumineuse fournie par trois fenêtres de proportions différentes pour une surface vitrée identique

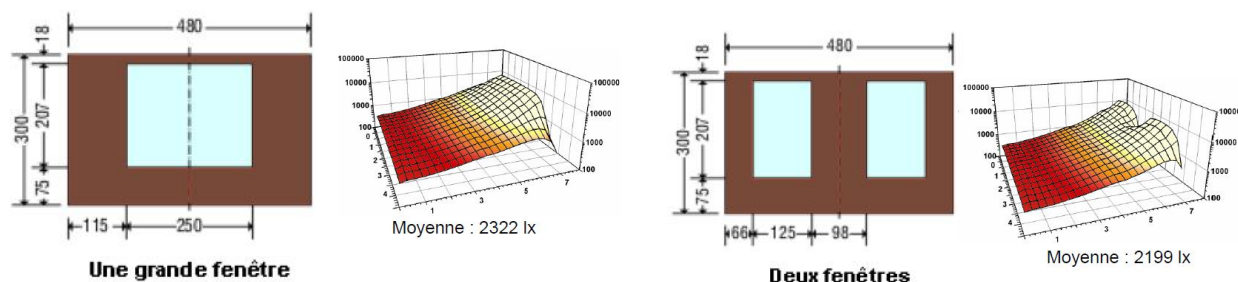
- Une fenêtre haute éclaire davantage en profondeur.
- L'idéal réside donc dans une fenêtre horizontale, mais dont le linteau est élevé.



**Fig.58:** l'éclairage d'un espace selon les dimensions d'une même surface vitrée

Source : (Sigrid.R, De Herde.A., 2001)

- Analysons l'influence de la répartition des ouvertures dans une façade : comparons la grande fenêtre centrée et deux fenêtres plus petites, placées symétriquement. Dans les deux cas, les fenêtres ont une superficie vitrée identique et la même hauteur ; La moyenne des éclairagements varie peu, mais la répartition de la lumière dans la partie du local avoisinant les fenêtres est différente. Dans le cas de deux fenêtres séparées, une zone d'ombre apparaît entre celles-ci, ce qui peut créer des problèmes de confort visuel pour les occupants.



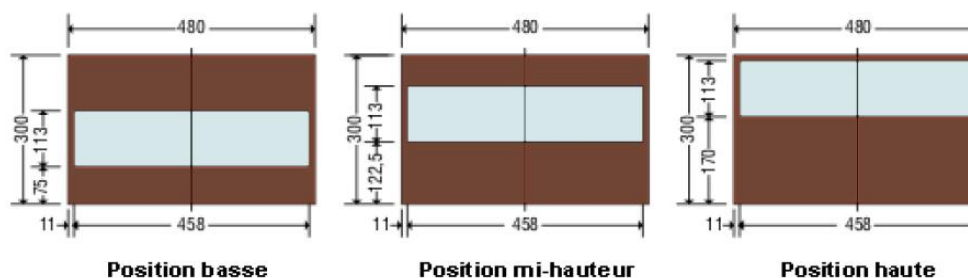
**Fig.59:** l'éclairage d'un espace à la répartition des ouvertures d'une même surface vitrée

Source : (Sigrid.R, De Herde.A., 2001)

#### IV.2.4 L'emplacement de l'ouverture :

La position de l'ouverture influence le mode de répartition des apports solaires dans le volume intérieur de l'espace. Cette influence est déterminée à partir de l'évaluation du comportement de la lumière naturelle pour trois configurations architecturales avec le même type d'ouverture placée à trois positions différentes.

- Plus la fenêtre est élevée, mieux le fond du local est éclairé et plus la zone éclairée naturellement est profonde.

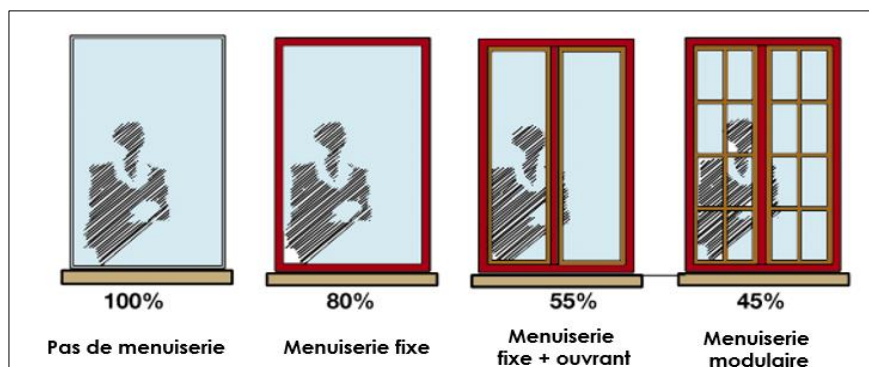


**Fig.60:** l'éclairage d'un espace en relation de la hauteur de l'allège  
Source : (Sigrid.R, De Herde.A., 2001)

#### IV.3 L'influence de la menuiserie et du vitrage :

##### IV.3.1 La menuiserie:

La simplification des systèmes d'ouverture permet d'augmenter de façon notable la quantité de lumière transmise. la clarté des menuiseries est un élément important du confort visuel.



**Fig.61:** Variation du pourcentage de la surface de verre avec des cadres différents

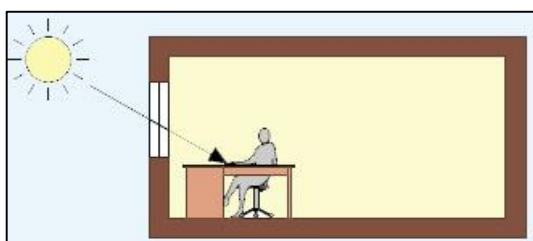
Source : ESTRATEGIAS D'ILUMINACIÓN NATURAL  
<http://www.arquitecturamop.cl/>

### IV.3.2 Le vitrage :

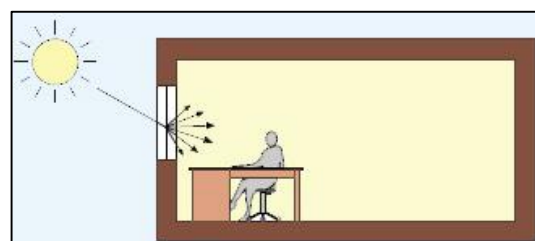
L'emploi de vitrages clairs permet de maximiser les apports de lumière naturelle en toutes circonstances.

La diffusion de la lumière peut être utilisée pour empêcher les rayons solaires d'arriver directement sur le plan de travail. La lumière est répartie dans toutes les directions.

A facteur de transmission identique, le vitrage diffusant tend donc à distribuer plus uniformément la lumière.



**Fig.62:** Vitrage clair  
Source : Auteur

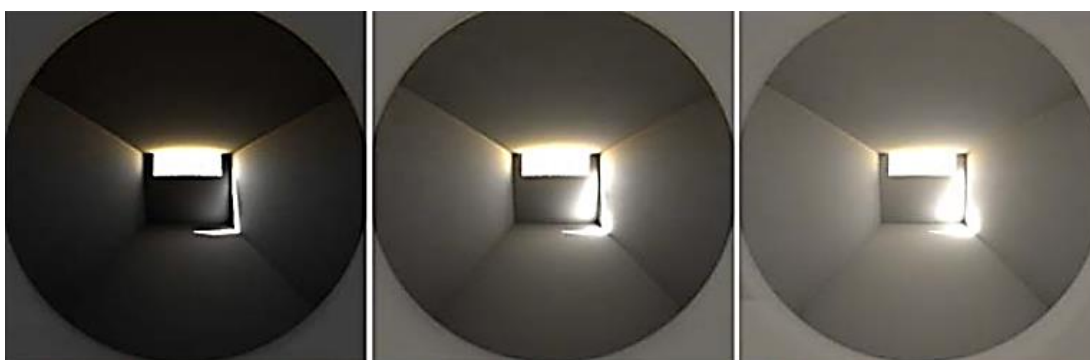


**Fig.63:** Vitrage diffusant  
Source : Auteur

### IV.4 L'influence de l'ambiance des espaces intérieurs :

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%).

Dans les mêmes conditions d'éclairage, une pièce avec des parois de couleur, blanche permet de mieux distribuer les apports lumineux incidents qu'une pièce de même configuration, mais avec des parois plus sombres (couleur grise).



**Fig.64:** Influence du facteur de clarté des parois sur la propagation et la diffusion de la lumière

Source : M. ANIS GALLAS 2013

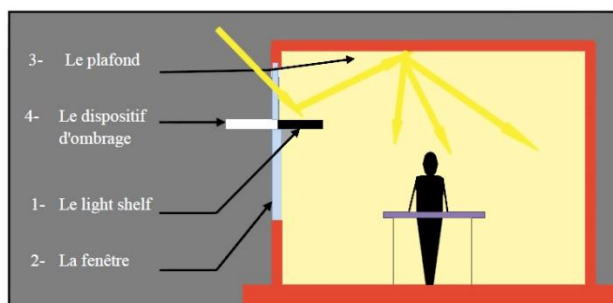
- L'emploi de couleurs claires permet de modifier l'impression de clarté des locaux et d'augmenter énormément les niveaux d'éclairage en fond de pièce.

## V. Les dispositifs de distribution de la lumière naturelle :

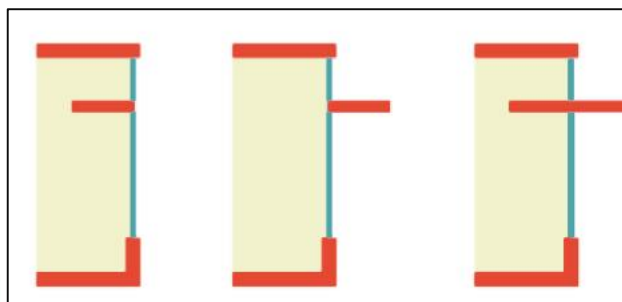
Toutefois, la pénétration ainsi que l'uniformité de l'éclairage peuvent être améliorées par l'utilisation de dispositifs de déviation de la lumière naturelle comme :

### V.1 Les Light shelves :

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



**Fig.65:** Les différents composants du light shelf  
Source : M. ANIS GALLAS 2013

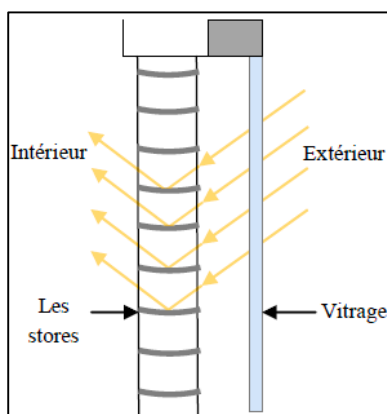


**Fig.66:** Les trois types de light shelves  
Source : Auteur

Le light shelf combiné assure la distribution lumineuse la plus uniforme dans le local; Il se révèle également la meilleure protection solaire.

### V.2 Les stores réfléchissants (les persiennes) :

Les stores réfléchissants actuels ou les persiennes ont une double fonction : la première est de réduire l'effet de l'éblouissement causé par la fenêtre qui provient de la pénétration directe du rayonnement solaire, la deuxième consiste à rediriger la lumière naturelle vers le fond du local, augmentant ainsi le niveau de la lumière du jour, ce qui permet d'obtenir une répartition uniforme de la lumière sur toute la surface de l'espace.



**Fig.67:** Les stores réfléchissants  
Source : M. ANIS GALLAS 2013

## Synthèse :

À travers ce chapitre, nous avons tenté, de voir les différents facteurs essentiels influencés par la fenêtre et par conséquent sur l'ambiance intérieure, notant : la géométrie de la fenêtre, l'orientation du bâtiment, et les caractéristiques des surfaces intérieures.

Dans ce cas on cite quelques recommandations, dont certaines ont été appliquées dans notre projet :

- Privilégier l'éclairage bilatéral dès que possible parce qu'il fournit beaucoup plus de lumière naturelle
- La présence d'ouverture sur deux façades opposées équilibre les niveaux d'éclairement et atténue les ombres portées
- Restreindre la profondeur de la pièce à 2 fois la hauteur du linteau de la fenêtre pour un éclairage unilatéral
- Positionner le vitrage le plus haut possible
- Réduire la fraction du cadre menuiserie
- Limiter les obstacles devant les fenêtres
- Utiliser des couleurs claires pour les revêtements intérieurs.

## I. Grandeurs photométriques :

### 1) Flux lumineux (lumen – lm)

Est la quantité de lumière rayonnée par une source dans toutes les directions de l'espace.

### 2) Intensité lumineuse (candela – cd)

Est le flux lumineux émis par unité d'angle solide dans une direction donnée.

### 3) Éclairement (lux)

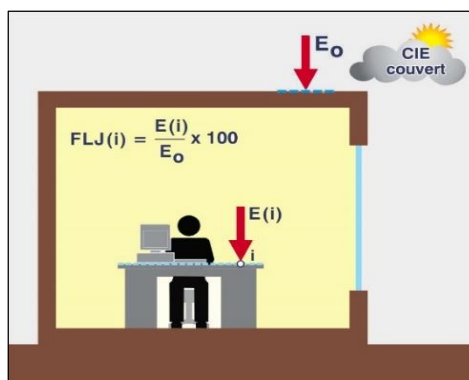
Est la part de flux lumineux reçue par une surface.

### 4) Luminance (cd/m<sup>2</sup>)

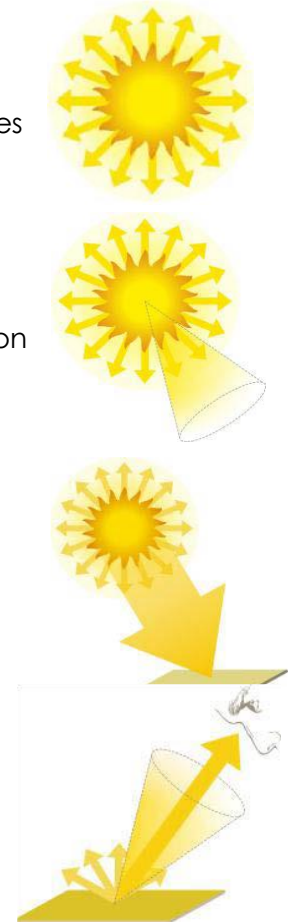
Est le rapport entre l'intensité lumineuse émise dans une direction et la surface apparente de la source lumineuse dans la direction considérée. (A. LIEBARD, A.DE HERDE, 2005)

### 5) Le Facteur de Lumière du Jour (FLJ)

Le facteur de lumière du jour en un point intérieur est le rapport de l'éclairement naturel reçu en ce point à l'éclairement extérieur simultanément sur une surface horizontale en site parfaitement dégagé, par ciel couvert.  $FLJ = E_{\text{intérieur}} / E_{\text{extérieur}} (\%)$



**Fig.68:** facteur de lumière de jour  
Source : A. LIEBARD, A.DE HERDE, 2005



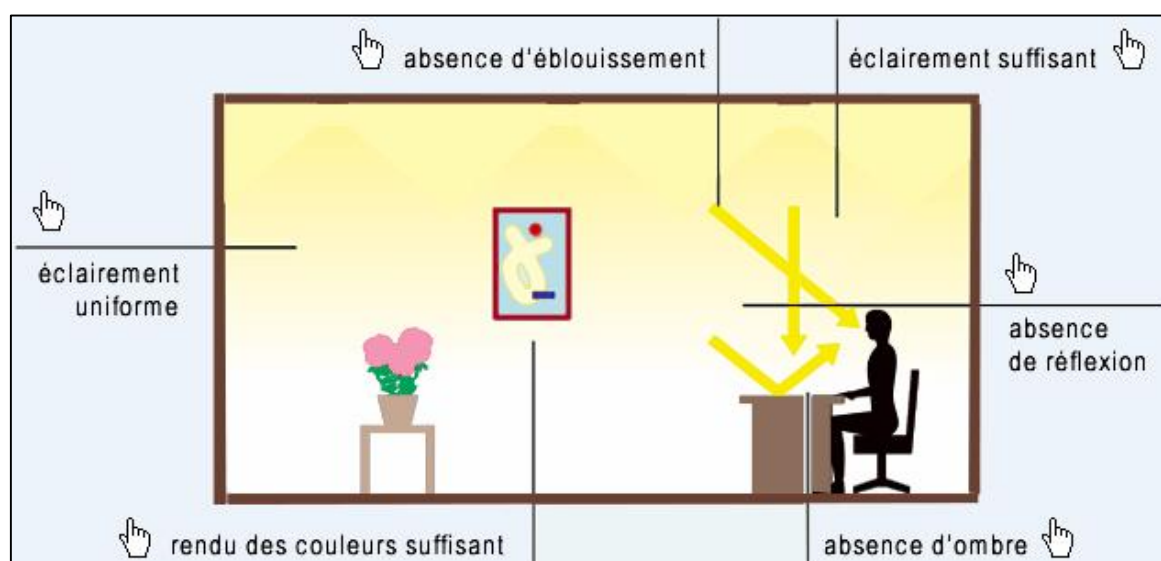
## II. Définition du « confort visuel » :

Le confort visuel a une forte influence sur l'individu tant au niveau physiologique que psychologique : Le confort visuel est une impression subjective liée à la quantité, à la qualité et à la distribution de la lumière et représente sa satisfaction devant l'environnement visuel qui 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 de ses occupants. (A. LIEBARD, A.DE HERDE, 2005)

## III. Les paramètres du confort visuel :

Le confort visuel dépend d'une combinaison de paramètres physiques : l'éclairage, la luminance, le contraste, l'éblouissement et le spectre lumineux auxquels s'ajoutent des caractéristiques propres à l'environnement et à la tâche visuelle à accomplir, comme la taille des éléments à observer et le temps disponible pour la vision. Un environnement visuel confortable sera obtenu par la détermination des paramètres suivants :

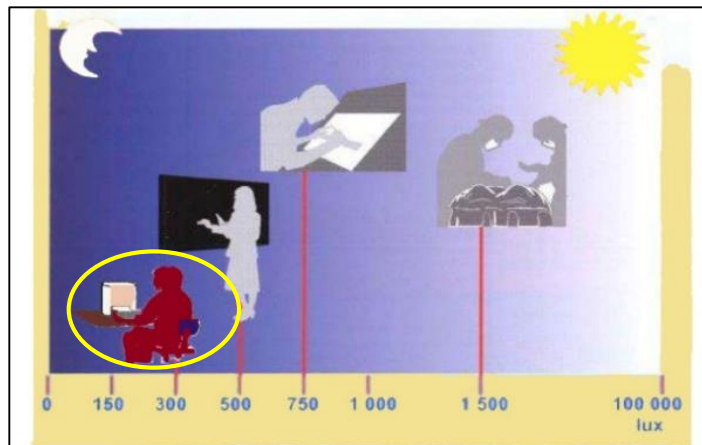
1. Un bon niveau d'éclairage nécessaire à une vision claire et sans fatigue
2. Un rendu des couleurs correct et une lumière agréable
3. Une répartition harmonieuse de la lumière dans l'espace
4. Les rapports de luminance présents dans le local (bonnes conditions de contraste)
5. L'absence d'ombres gênantes
6. La relation au monde extérieur
7. L'éblouissement.



**Fig.69:** Les critères de confort visuel dans les bureaux  
Source : <http://www.energieplus-lesite.be/>

### III.1 Un bon niveau d'éclairage :

Chaque activité nécessite un certain niveau d'éclairage dans la zone où se déroule l'activité. En général, plus la difficulté pour la perception visuelle est importante, plus le niveau moyen d'éclairage devrait être élevé.



**Fig.70:** Besoin Relatifs en éclairage

Source : <http://miaep.cerma.archi.fr/>

### III.2 Une répartition harmonieuse de la lumière dans l'espace :

Pour permettre à la lumière naturelle de se distribuer le mieux possible dans le local, il est essentiel de placer le mobilier de telle sorte qu'il ne fasse pas écran et de disposer les zones d'activité judicieusement. Les plans de travail seront situés préférentiellement près des ouvertures où la lumière naturelle est bien reçue.



**Fig.71:** Pour un même niveau d'éclairage au niveau du plan de travail, la première situation est nettement plus agréable que la troisième

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

### III.3 L'absence d'ombres gênantes :

On dit que l'ombre se produit quand un élément se trouve entre la tâche visuelle et la source lumineuse.



**Fig.72:** ombre gênante

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

### III.4 L'éblouissement :

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.

Suivant l'origine de l'éblouissement, on peut distinguer :

#### III.4.1 L'éblouissement direct :

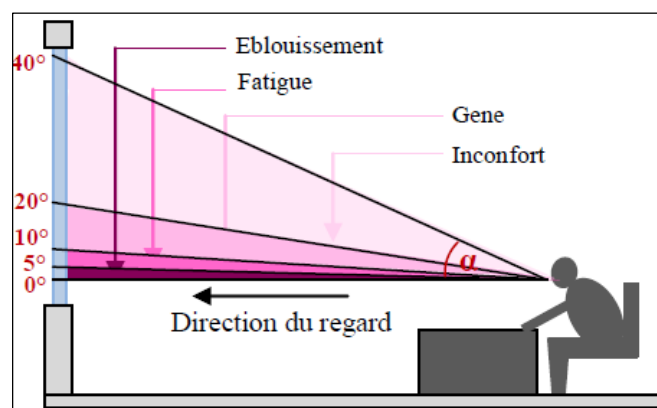
Il est causé par la présence d'une source lumineuse intense située dans la même direction que l'objet regardé ou dans une direction voisine. Cet éblouissement se rencontrera dans des locaux où l'axe du regard est toujours relativement proche de l'horizontale.



**Fig.73 :** Eblouissement direct

Source : Auteur

Le schéma suivant montre les différents angles pour lesquels les problèmes liés à la vision se produisent. Plus l'angle  $\alpha$  augmente, plus la sensation d'éblouissement commence.

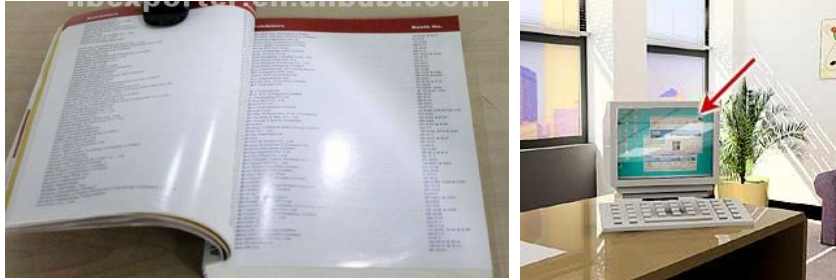


**Fig.74:** Les différentes appréciations de l'observateur suivant l'angle du regard en présence d'une source lumineuse de haute luminance

Source: (M Bodart, J. Chabaudie 2003)

### III.4.1 L'éblouissement indirect

Provient d'une réflexion perturbatrice des sources lumineuses sur des surfaces spéculaires ou brillantes, telles que le papier, une table ou un écran d'ordinateur.



**Fig.75:** Eblouissement indirect

Source: Lighting the Office and Education environment 2014

### III.3 Contrôle de l'éblouissement :

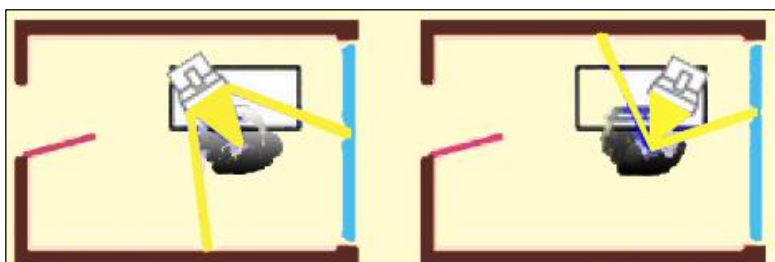
Pour éviter l'éblouissement produit par les ouvertures, il est souvent nécessaire de réduire leur luminance excessive par rapport à celle de la tâche visuelle en adoptant des systèmes appropriés, dont nous citerons ici quelques-uns :

1. Prévoir une grande fenêtre plutôt que plusieurs petites fenêtres.
2. Diminuer les contrastes fenêtre - menuiserie en augmentant le coefficient de réflexion de celle-ci.
3. Voiler le ciel par l'utilisation d'une protection solaire
4. Diminuer le contraste mur - fenêtre en éclairant le mur contenant la fenêtre
5. Diminuer le contraste mur - fenêtre en augmentant la part indirecte de l'éclairage naturel (parois du local très claires)
6. Voiler en partie le ciel en disposant à l'extérieur des éléments moins lumineux que le ciel (Atrium, cour intérieure)

### III.4 Cas particulier des écrans d'ordinateurs :

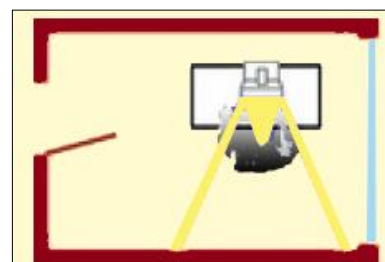
Dans le cas particulier des écrans d'ordinateur, il convient de tenir compte des points suivants :

- Aucune fenêtre ne doit se trouver devant ou derrière l'écran.
- L'axe principal du regard doit être parallèle aux fenêtres.
- Les fenêtres doivent être équipées de protections solaires efficaces sur le plan visuel sur toutes les façades.



**Fig.76:** Mauvaise configuration d'emplacement de PC

Source: (M Bodart, J. Chabaudie 2003)



**Fig.77:** Bonne configuration d'emplacement de PC

Source : (M Bodart, J. Chabaudie 2003)

**IV. Les Normes du confort visuel pour les bureaux :**

En Algérie, nous avons soulevé un certain manque dans la réglementation de l'éclairage, particulièrement pour les bureaux, de même qu'une absence totale d'organismes spécialisés. Donc nous nous sommes référés à la réglementation française.

**IV.1 Niveaux d'éclairage lumineux :**

L'éclairage moyen général recommandé dans les locaux de bureaux par le conseil international de l'éclairage « CIE » spécialisé dans l'éclairage des espaces bureau, sur le plan utile est de **425Lux**.

Tache et activité	Éclairage moyen en Lux	indice de rendu des couleurs minimum
Bureaux de travaux généraux	<b>425</b>	80
salle de réunion, de conférence	500	80
poste de travail de conception assistée par ordinateur	500	80
Réception	300	80
Archive	200	80
Vestiaires	200	80
Zone de circulation et couloirs	100	40

**Tab.01:** les niveaux d'éclairage recommandé  
Source: Normes européennes NF EN 12464-1 d'éclairagisme des lieux de travail

**IV.2 Facteur de Lumière du Jour:**

Selon les normes françaises les valeurs recommandées pour le facteur de lumière du jour dans un espace bureau est de **5%**.

Facteur de lumière du jour	Moins de 1%	de 1% à 2%	de 2% à 4%	de 4% à 7%	de 7% à 12%	Plus de 12%
	Très Faible	Faible	Modéré	Moyen	Elevé	Très Elevé
Zone considérée	Zone éloignée des fenêtres (distance supérieure à 3 fois la hauteur de la fenêtre).			Zone à proximité des fenêtres ou sous des lanternaux		
Impression de clarté	Sombre à peu éclairé		Peu éclairé à Clair		Clair à très clair	
Remarques	Convient aux zones de circulation, stockage etc.		Convient aux locaux de travail		Attention aux éblouissements	
Impression visuelle	Cette zone			semble être séparée de cette zone		
Ambiance	Le local semble être refermé sur lui-même			Le local s'ouvre vers l'extérieur		

**Tab.02:** Les valeurs recommandées de facteur de lumière du jour  
Source: CIB 1987

### IV.3 L'uniformité de l'éclairage naturel :

Une norme européenne (la norme EN 12464-1) d'éclairage définit que le facteur d'uniformité au travail doit être entre 0,4 à 0,7 en fonction de la nature de la tâche réalisée. Des variations trop importantes de luminance entre l'éclairage minimal présent et l'éclairage moyen peuvent entraîner un inconfort.

#### **Synthèse :**

Plusieurs études prouvent que l'insuffisance du confort visuel dans les bureaux aura un effet important sur la productivité et la performance des employés et peut provoquer le stress et la fatigue pour eux.

L'obtention d'un confort visuel confortable dans un bureau favorise le bien-être de ses occupants, et pour atteindre ce confort il est nécessaire de :

- Assurer un niveau d'éclairage suffisant (425lux)
- Renforcer l'uniformité des niveaux d'éclairage, penser aux systèmes de bandeaux lumineux (light shelves)
- Eviter toutes sources d'éblouissement :
- Diminuer le contraste mur fenêtre soit en éclairant le mur de fenestration, soit en augmentant la composante réfléchie interne de l'éclairage naturel : c'est-à-dire opter pour des réflecteurs élevés des surfaces internes en utilisant de support extérieur bas, de linteau et des montants d'ouverture de couleurs clairs .

A travers ce chapitre on a pu déterminer les différents paramètres ainsi que la différente réglementation technique de l'éclairage dans les bureaux qui vont nous servir de base à notre évaluation du dispositif d'éclairage naturel dans les locaux de travail de notre projet.

## I. Introduction :

Notre projet architectural, porte sur l'intégration et de la prise en compte des intentions relative à la lumière naturelle durant les phases conceptuelles du projet, par le choix d'une meilleure orientation qui favorise un éclairage naturel abondant.

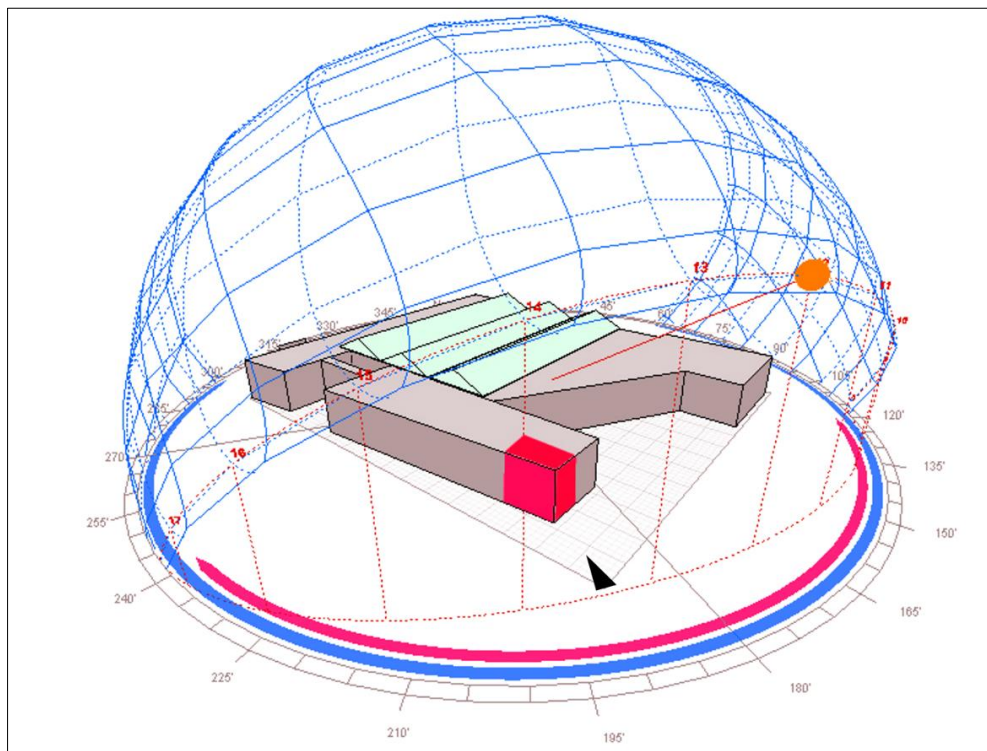
Afin d'atteindre des résultats précis, une simulation numérique aura lieu pour un espace bureau pour vérifier les conditions de l'éclairage naturel, et son apport sur le confort visuel, et par la suite on va améliorer ces conditions d'éclairage naturel avec des solutions convenables.

## II. Présentation des logiciels de simulation informatique :

Pour établir cette numérisation, nous avons eu recours à deux logiciels afin d'atteindre des résultats précis. Le premier logiciel est ECOTECT, dans sa version la plus récente 2011, via lequel nous avons réalisé une simulation des niveaux d'éclairage intérieurs, facteurs lumière du jour, ceci sous les états de ciex couvret, et dégagé. Le second logiciel est RADIANCE  $\beta$  2, qui traite les mêmes aspects sous différents états des ciex, y compris le ciel dégagé.

## III. Le choix du cas d'étude :

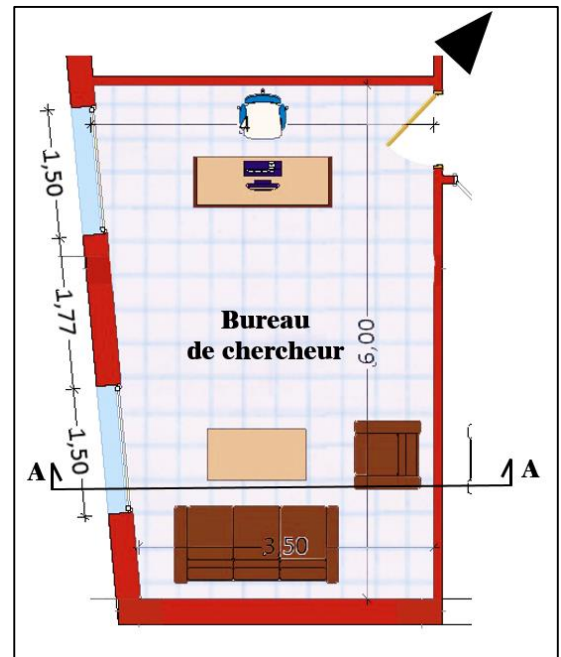
- Le choix de bureau est fait vu son orientation particulière (Sud-ouest).



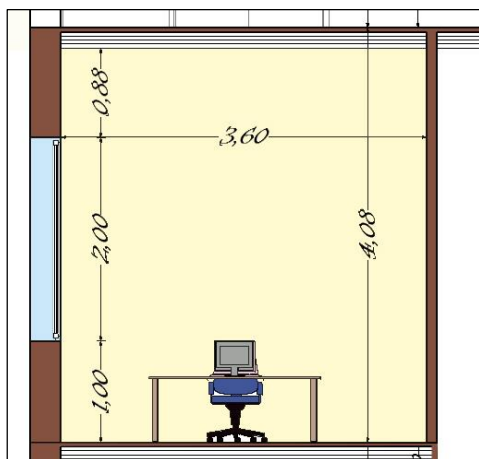
**Fig.78:** vue sur le centre de recherche conçu par Ecotect 2011  
Source : Auteur

### III.1 Présentation et description du cas d'étude :

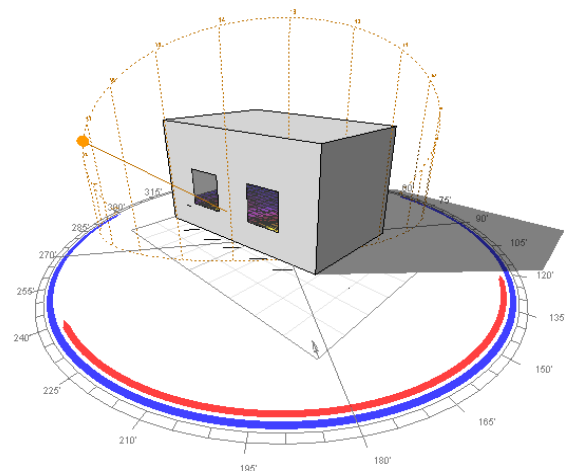
- Orientation : sud-ouest
- Forme : trapézoïdale
- Type d'éclairage : unilatéral
- Surface : 22m<sup>2</sup>
- Type de vitrage : vitrage simple
- Hauteur sous plafond : 3.88m



**Fig.79:** vue en plan du bureau  
Source: Auteur



**Fig.80:** coupe AA  
Source: Auteur



- Ce bureau est doté de deux fenêtres d'une forme rectangulaire 1.50x2.00m de dimensions. Le mur de fenestration est orienté vers le Sud-ouest, la hauteur de l'allège est de l'ordre 1.00 m. Les deux fenêtres sont identiques, elles s'ouvrent sur un espace qui ne contient aucun masque qui empêche la pénétration de l'éclairage naturel.

### III.2 Méthode numérique :

Pour procéder à cette méthodes numérique, et à l'aide de ces deux logiciels (ecotect et radiance) qui nous ont permis de mesurer les valeurs d'éclairage et le facteur de lumière du jour pour l'espace bureau. Ces facteurs sont vérifiés sous les différents états du ciel, à des différentes périodes de l'année et à des horaires différents.

IV. La simulation du cas initial :

1. Période hivernale (21 décembre) : Etat du ciel : couvert à 9h

FLJ moyen % à 0.80m	Eclaircement max (lux)	Eclaircement moye (lux)	Eclaircement min (lux)	Indice d'uniformité <b>I<sub>u</sub></b>
4.08	800	224.48	60	0.27

Tab.03 : Ambiances lumineuses intérieures source : auteur

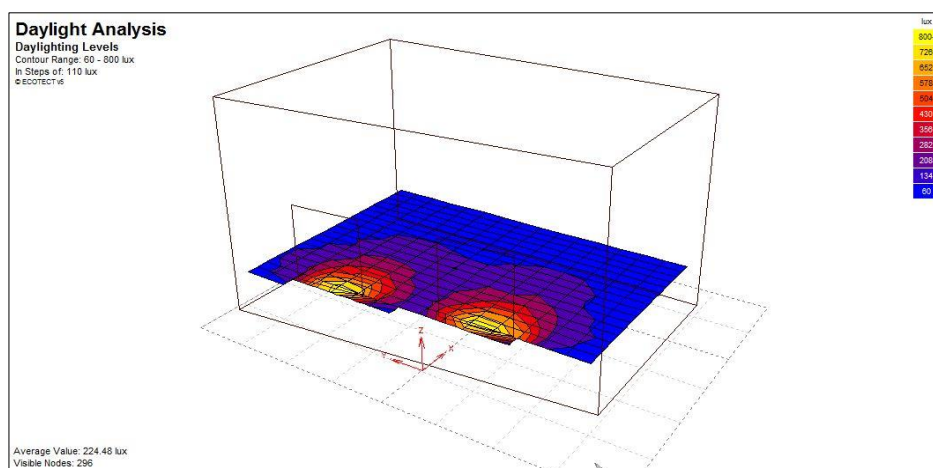


Fig.81: Niveau d'éclaircement  
Source: Auteur

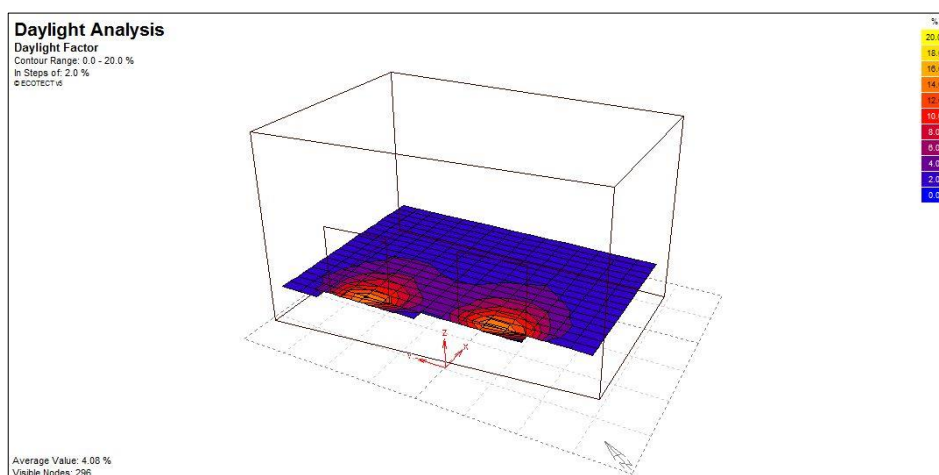


Fig.82: Contour du FLJ  
Source: Auteur

2. **Période hivernale (21 décembre) :** Etat du ciel : couvert à 15h

FLJ moyen % à 0.80m	Eclaircement max (lux)	Eclaircement moye (lux)	Eclaircement min (lux)	Indice d'uniformité <b>I<sub>u</sub></b>
4.08	900	285.70	60	0.21

Tab.04 : Ambiances lumineuses intérieures source : auteur

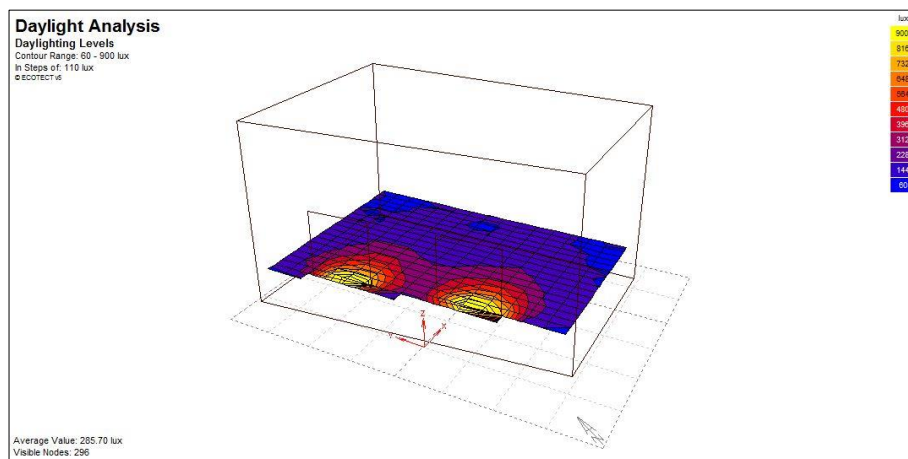


Fig.83: Niveau d'éclaircement  
Source : Auteur

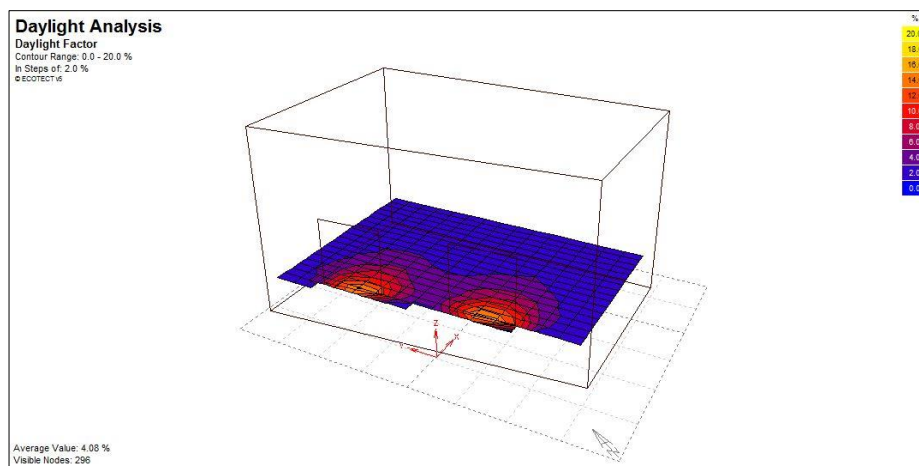


Fig.84: Contour du FLJ  
Source : Auteur

- Les niveaux d'éclaircement moyen intérieur pour les bureaux sont de 224lux à 9h et de 285.70lux à 14h. On remarque que ses valeurs obtenues ce sont des valeurs inferieures à la norme qui est 425lux. L'indice d'uniformité  $I_u = 0.27$  à 9h et  $I_u = 0.21$  à 14h exprime une mauvaise répartition de la lumière.

3. **Période hivernale (21 décembre) :** Etat du ciel : dégagé

ciel dégagé à 9h	FLJ moyen %	Eclairage max (lux)	Eclairage moye (lux)	Eclairage min (lux)	Indice d'uniformité <b>Iu</b>
	4.6	980.4	307	88.1	0.29

Tab.05 : Ambiances lumineuses intérieures source : auteur

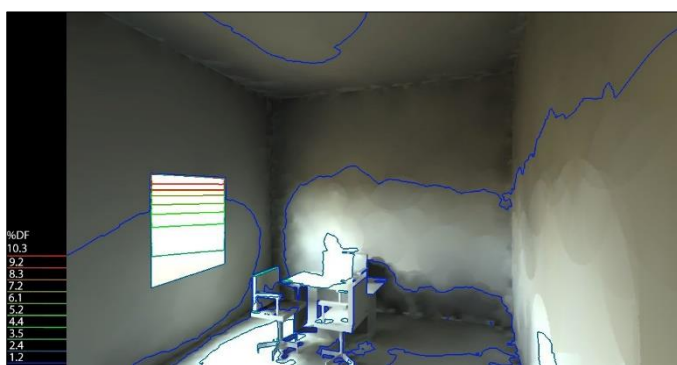


Fig.85: Contour du Fij  
Source : Auteur



Fig.86: rendu de la simulation d'éclairément  
Source : Auteur

4. **Période hivernale (21 décembre) :** Etat du ciel : dégagé

ciel dégagé à 15h	FLJ moyen %	Eclairage max (lux)	Eclairage moye (lux)	Eclairage min (lux)	Indice d'uniformité <b>Iu</b>
	4.6	1025	409	126	0.31

Tab.06 : Ambiances lumineuses intérieures source : auteur

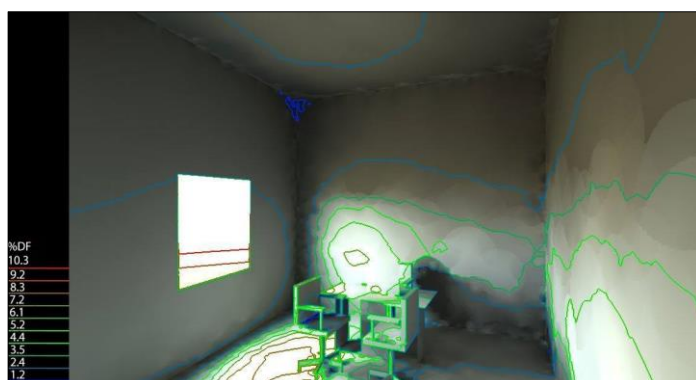


Fig.87: Contour du Fij  
Source: Auteur



Fig.88: rendu de la simulation d'éclairément  
Source: Auteur

L'estimation numérique de l'éclairément et du flj moyen du bureau dans la période hivernale avec un niveau d'éclairément horizontal moyen  $E_{moyen}=307$   $E_{moyen}=307$  à 9h  
La valeur du FLJ moy est 4.6%.

Sous les mêmes conditions du ciel à 15h le niveau d'éclairément augmente un peu  $E_{moyen}=409$ , mais la répartition de la lumière reste toujours non uniforme  $Iu=0.31$ .

5. **Période estivale (21 juin):** Etat du ciel : dégagé

ciel dégagé à 9h	FLJ moyen %	Eclairémax (lux)	Eclairémoye (lux)	Eclairémin (lux)	Indice d'uniformité Iu
	5.4	1235	605	140	0.23

Tab.07 : Ambiances lumineuses intérieures source : auteur

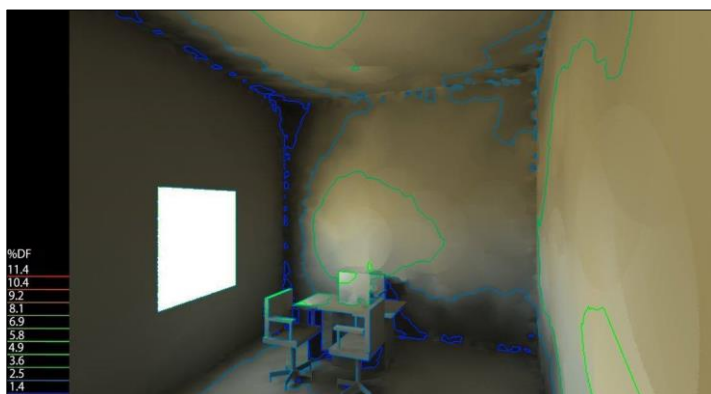


Fig.89: Contour du Fij  
Source: Auteur



Fig.90: rendu de la simulation d'éclairé  
Source: Auteur

6. **Période estivale (21 juin):** Etat du ciel : dégagé

ciel dégagé à 15h	FLJ moyen %	Eclairémax (lux)	Eclairémoye (lux)	Eclairémin (lux)	Indice d'uniformité Iu
	5.4	1423	740	240	0.32

Tab.08 : Ambiances lumineuses intérieures source : auteur

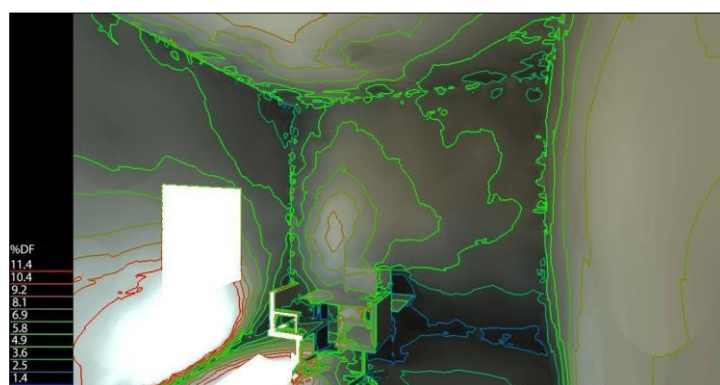


Fig.91: Contour du Fij  
Source: Auteur



Fig.92: rendu de la simulation d'éclairé  
Source: Auteur

Le niveau d'éclairé moyen pendant la période estivale Emoyen =605Lux, à9h et Emoyen =740Lux à 15h montre un excès en matière d'éclairé naturel, c'est-à-dire des valeurs supérieures à la norme recommandée (425lux) et concernant l'uniformité et la répartition, l'éclairé n'est pas uniformément reparti et la personne assise sur le bureau

est exposée aux taches solaires dues à l'excès de lumière naturelle intérieure, mais en profondeur reste sombre (problème de l'uniformité) l'indice d'uniformité  $I_u=0.32$

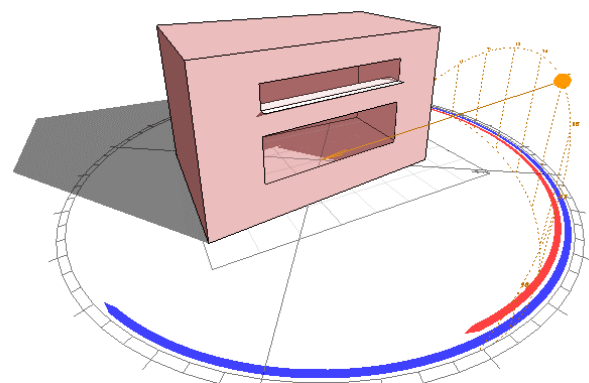
## V. Application numérique du cas amélioré :

### ▪ Cas amélioré :

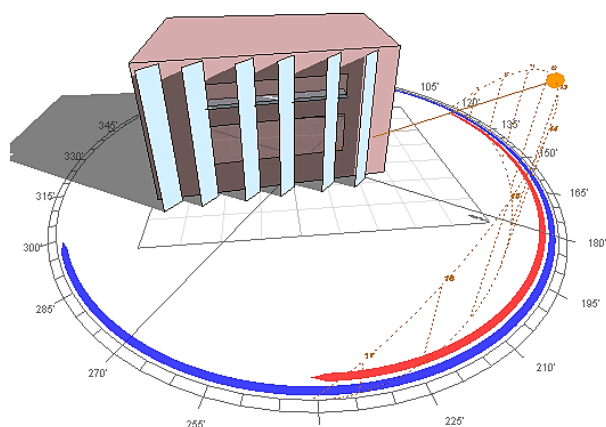
Après la lecture de des valeurs numériques du cas primaire, on déduit que les résultats de cette simulation ne sont pas confrontés aux normes recommandées qui provoquera une sensation d'inconfort visuel chez les employés.

Pour cela on va revoir les facteurs influençant l'éclairage naturel intérieur :

- ✓ Prévoir une grande fenêtre plutôt que plusieurs petites fenêtres.
- ✓ Position d'ouverture hauteur d'allège 1.2m  
Prévoir une étagère de lumière mobile (Light shelf) combiné, pour obtenir un éclairement uniforme et bien réparti dans tout le bureau, cette étagère de lumière sera fermée dans le cas du ciel dégagé.



- ✓ Concevoir des brises soleil en verre dépoli orientable qui suivent la course du soleil et donc ils s'orientent automatiquement en fonction de la position du soleil  
Ce brise-soleil permet de protéger l'espace contre le soleil direct, la chaleur et la lumière éblouissante.



**Fig.93:** façade sud-ouest avec des brises soleil verticaux  
Source: Auteur

V.1 Simulation numérique du cas amélioré :

1. Période hivernale (21 décembre): Etat du ciel : couvert à 9h

FLJ moyen % à 0.80m	Eclairciment max (lux)	Eclairciment moye (lux)	Eclairciment min (lux)	Indice d'uniformité <b>I<sub>u</sub></b>
5.57	790	407.64	160	0.40

Tab.09 : Ambiances lumineuses intérieures source : auteur

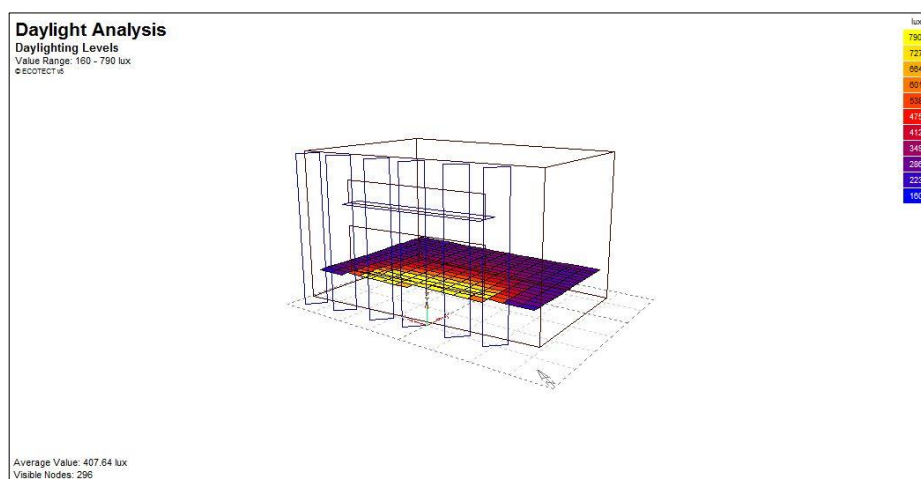


Fig.94: Niveau d'éclairciment  
Source: Auteur

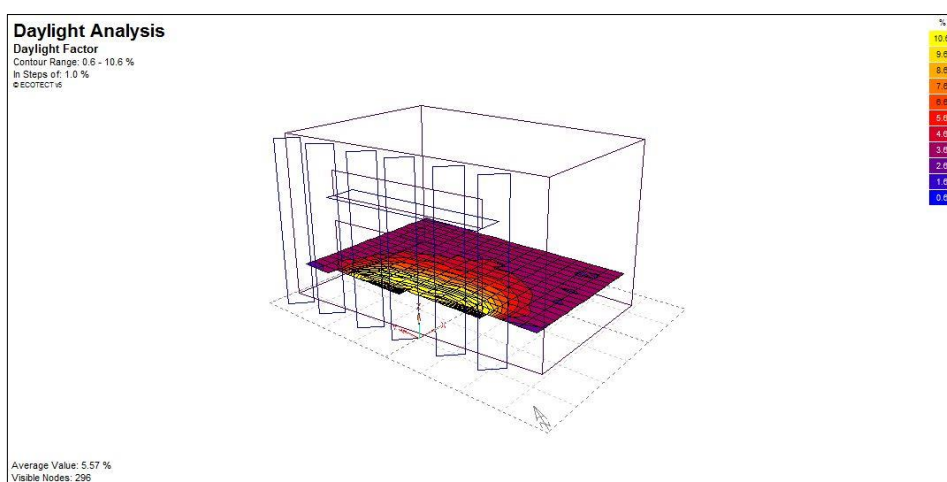


Fig.95: Contour du FLJ  
Source: Auteur

2. Période hivernale (21 décembre): Etat du ciel : couvert à 15h

FLJ moyen % à 0.80m	Eclairement max (lux)	Eclairement moye (lux)	Eclairement min (lux)	Indice d'uniformité $I_u$
5.62	900	428,84	190	0.44

Tab.10 : Ambiances lumineuses intérieures source : auteur

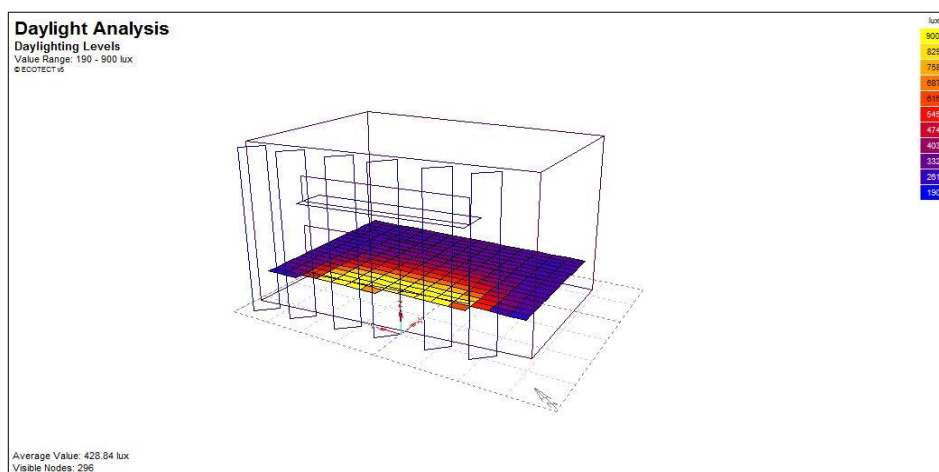


Fig.96: Niveau d'éclairement  
Source: Auteur

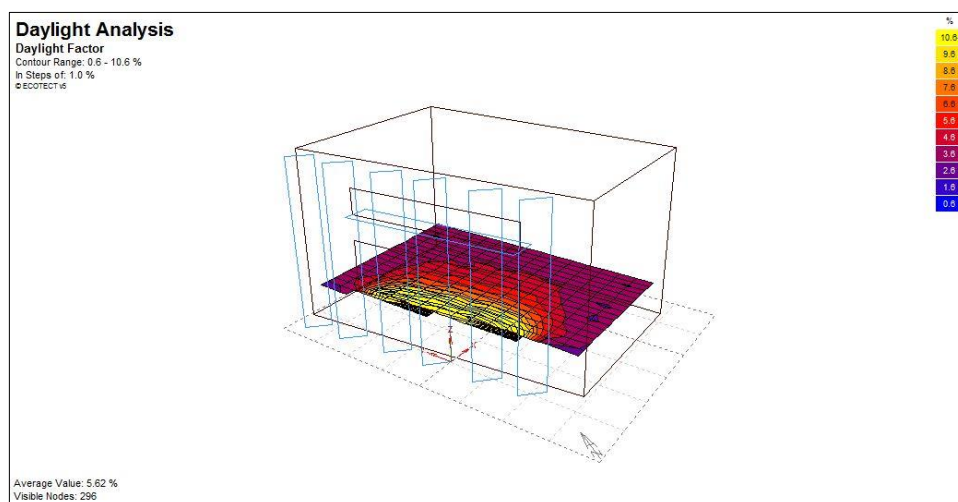


Fig.97: Contour du FLJ  
Source: Auteur

La vérification numérique de l'éclairement moyen du bureau dans la période hivernale donne un niveau d'éclairement horizontal moyen  $E_{moy} = 407.64$  Lux à 9h,  $E_{moy} = 428.84$  Lux à 15h, on peut dire qu'on a pu atteindre la valeur recommandée (425Lux). Le contour FLJ indique les valeurs 5.57% et 5.62%.

3. Période hivernale (21 décembre):

ciel dégagé à 9h	FLJ moyen %	Eclaircement max (lux)	Eclaircement moye (lux)	Eclaircement min (lux)	Indice d'uniformité Iu
	5.8	950	425.87	201	0.47

Tab.11: Ambiances lumineuses intérieures source : auteur

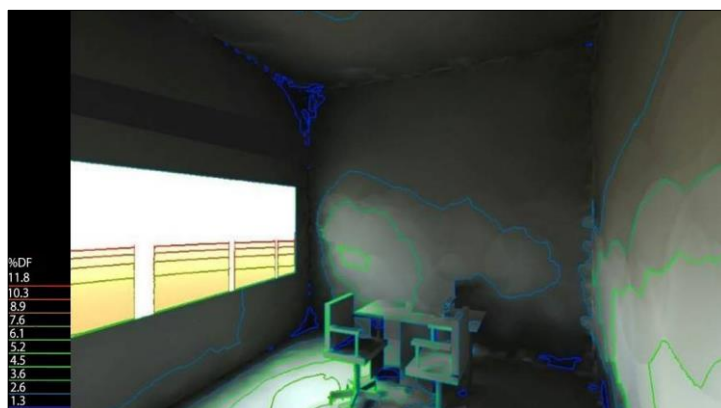


Fig.98: Contour du Fij  
Source: Auteur

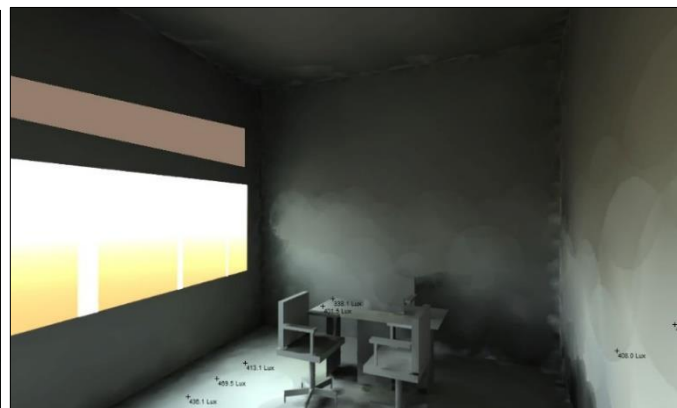


Fig.99: rendu de la simulation d'éclaircement  
Source: Auteur

4. Période hivernale (21 décembre):

ciel dégagé à 15h	FLJ moyen %	Eclaircement max (lux)	Eclaircement moye (lux)	Eclaircement min (lux)	Indice d'uniformité Iu
	5.8	1030	450	220.9	0.49

Tab.12 : Ambiances lumineuses intérieures source : auteur

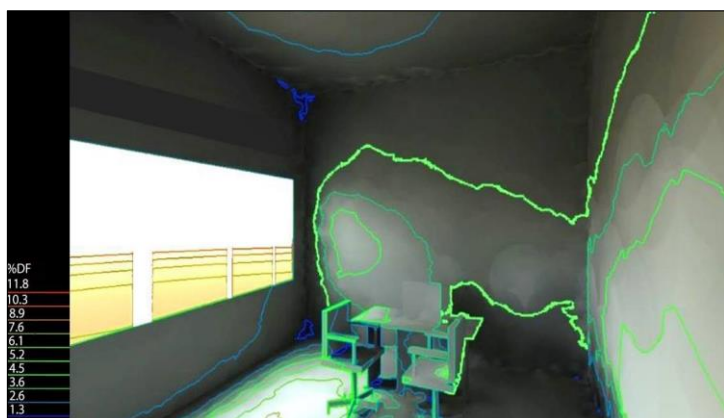


Fig.100: Contour du Fij  
Source: Auteur



Fig.101: rendu de la simulation d'éclaircement  
Source: Auteur

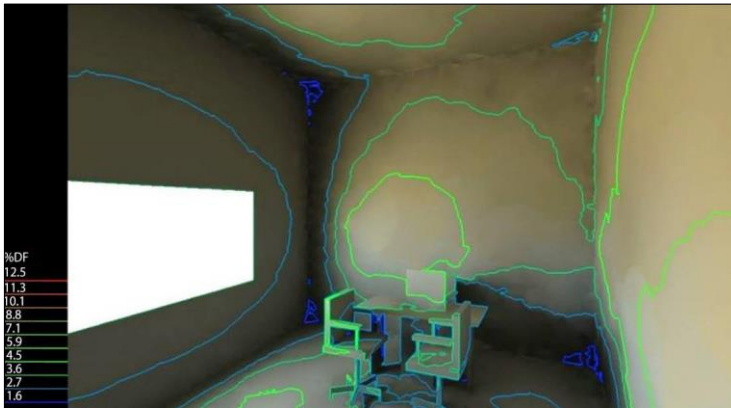
Pour l'état de ciel dégagé le light shelf sera fermé, les niveaux d'éclaircement moyen intérieur pour le bureau sont  $E_{moy}=429.87\text{lux}$  à 9h, et  $E_{moy}=450\text{lux}$  à 15h une valeur adéquate à la norme recommandée. L'indice d'uniformité affiche la valeur  $I_u=0.49$ .

Ainsi que le contour FLJ indique la valeur 5.8%.

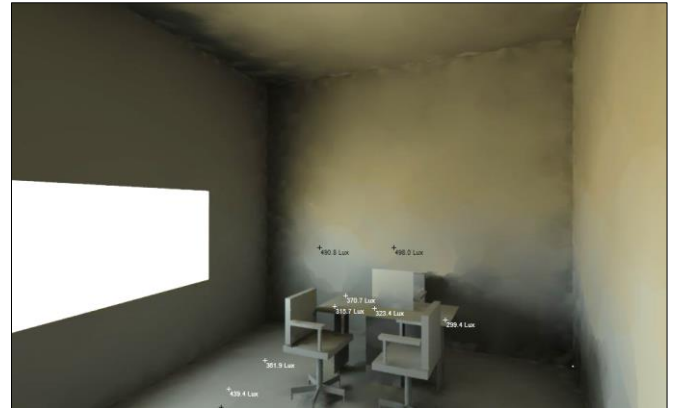
**5. Période estivale (21 juin):**

ciel dégagé à 9h	FLJ moyen %	Eclaircement max (lux)	Eclaircement moye (lux)	Eclaircement min (lux)	Indice d'uniformité <b>I<sub>u</sub></b>
	6.2	1235	520	289.4	0.55

**Tab. 13:** Ambiances lumineuses intérieures source : auteur



**Fig.102:** Contour du Fij  
Source: Auteur

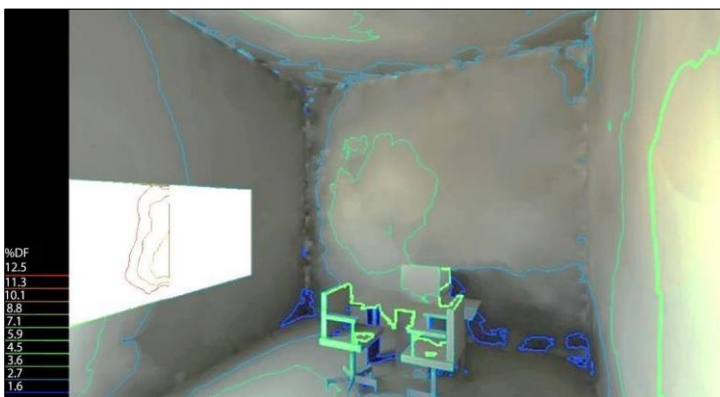


**Fig.103:** rendu de la simulation d'éclaircement  
Source: Auteur

**6. Période estivale (21 juin):**

ciel dégagé à 15h	FLJ moyen %	Eclaircement max (lux)	Eclaircement moye (lux)	Eclaircement min (lux)	Indice d'uniformité <b>I<sub>u</sub></b>
	6.2	1520	585	345	0.58

**Tab.14 :** Ambiances lumineuses intérieures source : auteur



**Fig.104:** Contour du Fij  
Source: Auteur



**Fig.105:** rendu de la simulation d'éclaircement  
Source: Auteur

Concernant la période estivale l'éclaircement intérieur moyen  $E_{moy} = 520\text{Lux}$  à 9h et  $E_{moy} = 585\text{Lux}$  à 15h, on remarque aussi une amélioration de l'uniformité par apport au cas initial, l'indice d'uniformité est égal à  $I_u = 0.58$ .

### **Conclusion :**

À travers cette recherche, nous nous sommes focalisés à la notion de l'éclairage naturel dans les bureaux et l'étude de l'impact de l'éclairage naturel. Les résultats obtenus renseignent qu'il est important d'intervenir sur cette notion essentielle afin d'assurer le confort visuel des employés.

D'après l'analyse des résultats obtenus par les logiciels de simulation et qui confirme le manque du confort visuel dans le bureau étudié, quelques améliorations ont été apportées sur la fenêtre qui est un composant important dans la production d'un environnement adéquat.

- La première intervention porte sur le redimensionnement de la fenêtre et sa position (prévoir une grande fenêtre plutôt que plusieurs petites fenêtres)
- La deuxième réside sur l'utilisation des protections solaires des brises soleil mobile,
- Enfin pour pouvoir balancer la lumière à l'intérieur on a opté pour un dispositif de light shelves mobiles qui se ferme pendant les périodes de ciel dégagé.

On peut dire que les résultats des améliorations d'éclairage moyen sont adéquats aux normes recommandées. Pour le niveau d'uniformité, on a pu atteindre 60% de la répartition de lumière dans le local malgré que lors de notre simulation nous n'avons pas pris en considération le facteur de réflexion des parois intérieures, et du plafond.

Enfin l'éclairage naturel des bâtiments ne relève ni du passé ni de l'avenir ; c'est une constante de l'architecture. C'est pourquoi il est indispensable d'en étudier les principes et les lois qui ont, de tout temps, permis aux architectes de répondre efficacement et avec grandeur à cette problématique fondamentale en architecture.

## Ouvrage : Bibliographie

### Ouvrages :

- 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 ; 5ème édition ; Alger ; 2014.
- (A.DE HERDE, A. LIEBARD., 2005). Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, Observatoire des énergies renouvelables, Paris, 2005.
- (Bodart et Deneyer, 2003) M Bodart, J. Chabaudie, A. Liébard, A. De Herde, Guide de l'architecture bioclimatique, cours fondamental : Tome 5. Construire avec l'éclairage naturel et artificiel, Système solaires : l'observateur des énergies renouvelables, Paris, 2003.
- (CIB 1987) CIBSE, "window Design", application manual, the chartered Institution of Building service Engineers, london 1997.
- (DELETRE, J.J.) Mémento de prises de jour et protections solaires. Grenoble: Ecole d'Architecture de Grenoble, 2003.
- (DE HERDE, A & al.) « Le confort visuel ». Université Catholique de Louvain La [67] Neuve.
- (P.CHAUVEL & M.DERIBERE) : L'éclairage naturel et artificiel dans le bâtiment. Paris Eyrolles.1968.
- ( PASINI, I )et al. Daylighting guide for Canadian commercial buildings. Ontario: Travaux Publics et Services Gouvernementaux.Canada, 2002.
- (Robertson, Keith,) Guide sur l'éclairage naturel des bâtiments. Ontario. SCHLCMHC.2003.
- (Sigrid.R, De Herde.A., 2001). L'éclairage naturel des bâtiments. Ministère de la région de WALONNE, Université catholique de Louvain, Belgique, 2001.
- (TERRIER. Christian et VANDEVYVER) Bernard. "L'éclairage naturel", fiche pratique de sécurité,Paris : ED 82, Travail et Sécurité, (Mai 1999), p1 [En ligne] [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr).

## **Thèses :**

1- (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.

2- (Mohamed Anis Gallas2013) 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 ,2013.

3- (Benouadah Mohamed Hicham2013) Evaluation et cartographie de la pollution atmosphérique dans la ville de Tiaret ; université de Tiaret ; 2013.

## **Outils numériques :**

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

## **Site internet :**

- <http://www.aiatopten.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.whrc.org/building/pdf/Building_Future_trifold.pdf)