



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 : DJAMAT Djihad

DOMAINE : SCIENCES ET TECHNIQUES
FILIERE : ARCHITECTURE ET URBANISME
OPTION : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT

Thème

**Lycée bioclimatique pour 1000 élèves dans une
zone chaude et aride cas de Laghouat**

(Le confort visuel dans les salles de classes)

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	qualité
Membre1 : DEHINA Karim	M.A.A	Président
Membre2 :Sofrani khelifa	M.A.A	Examineur1
Membre3 :Rebaie Hanane	M.A.A	Examineur2
Membre4 :Bencheikh Hamida	Dr	Rapporteur

Promotion : Juin 2015



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



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE: technologie

DEPARTEMENT : architecture

RESUME DE MEMOIRE DE MASTER

Domaine : sciences et techniques

Filière : architecture et urbanisme

Option : architecture et environnement

Thème : Lycée bioclimatique pour 1000 élèves dans une zone aride cas de Laghouat

Présenté par : DJAMAT Djihad

Encadré par: BEN CHEIKH Hamida

Résumé : Assurer l'avenir des citoyens algériens nécessite des établissements scolaires bien disciplinés et qui doivent disposer d'une certaine commodité, et pour obtenir cette dernière (commodité), l'état algérien paye des factures considérables en énergie, sachant que tous les pays du monde sont conscients à ces pertes et consommations énormes d'énergie, et plusieurs pays se mobilisent pour avoir des bâtiments qui s'accommodent avec les données climatiques sans trop abuser à l'énergie et à l'environnement, c'est pourquoi on a vu de prendre l'initiative de concevoir un établissement qui va être construit avec les matériaux et techniques disponibles en Algérie et qui va s'acclimater avec les données du site d'implantation, surtout si l'implantation de projet sera dans une zone aride tel que Laghouat. Donc certaines orientations, dispositifs passifs, forme et couleur doivent caractériser le projet.

Mots clés : éducation, lycée, durabilité, consommation modéré de l'énergie, données climatiques, zone aride, orientation, confort thermique, confort visuel, ventilation naturelle.



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



جامعة عمار ثليجي - الأغواط

كلية: التكنولوجيا

قسم: الهندسة المعمارية

ملخص مذكرة الماستر

الميدان: علوم وتقنيات

الشعبة: هندسة معمارية وعمران

التخصص: هندسة معمارية وبيئة

عنوان المذكرة: ثانوية بيو مناخية 1000 تلميذ في منطقة جافة حالة الاغواط

تقديم الطالب: جعرات جهاد

الأستاذ المؤطر: بن الشيخ أحمد

ملخص المذكرة: ان ضمان مستقبل المواطنين الجزائريين يستلزم مؤسسات تربوية منظمة و التي يجب ان يتوفر فيها نسبة من

الرفاهية, و لكي نتحصل على هذه الاخيرة, الدولة الجزائرية تصرف مبالغ معتبرة على الطاقة, علما ان كل دول العالم واعية لهذه

الضياعات و الاستهلاك المفرط للطاقة, و العديد من الدول في حراك من اجل الحصول على بناءات تتلائم مع المعطيات المناخية بدون

ان تأثر على الطاقة و البيئة و لهذا اردنا ان نأخذ بمبادرة تصميم مؤسسة تكون مبنية بمواد و تقنيات متوفرة في الجزائر و التي تتأقلم

مع معطيات موقع البناء و خاصة اذا كان المشروع منشأ في منطقة جافة كالأغواط . إذا توجهات معينة واجهزة لا تستهلك طاقة ايضا

اشكال وألوان يجب ان تميز المشروع.

الكلمات المفتاحية: التريبة، ثانوية، استدامة، استهلاك عقلائي للطاقة، المعطيات المناخية، منطقة جافة، توجيه، راحة حرارية،

راحة بصرية، تهوية طبيعية.

Remerciements

On aimera tout d'abord remercier les personnes qui ont contribué de près ou de loin notre formation tout au long de notre cursus universitaire, et plus particulièrement tous nos enseignants du département d'architecture de Laghouat.

On tient à rendre un immense hommage à notre encadreur M Ben cheikh H'mida.

On aimera aussi remercier les membres de jury pour nous avoir fait l'honneur d'examiner et d'évaluer ce travail, et pour avoir accepté d'apporter leurs précieuses remarques et leurs orientations qui seront dans la suite de notre formation.

Enfin, un grand merci à nos collègues et amis, qui sans eux on ne pourrait en aucun cas passer des bons moments durant ces 5ans d'études.

Dédicaces

Je remercie tout d'abord le dieu tout puissant de m'avoir donné la foi, la force et le courage d'accomplir ce modeste travail à bout et de mener ma vie en ce qu'il voit de bien pour moi.

Puis je dédie ce travail à :

A mes chères parents qui ont toujours été à mes côtés dans les moments les plus dures et qui m'ont entouré d'affection, de soutien et d'amour toute au long de ma vie, je ne serais ni ne pourrais ne pas les remercier pour tous leur sacrifices, j'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour.

A qui a pouvait et a qui sus me remonter le morale que j'en avais besoin et qui je le trouve toujours à mes cotes à mon mari HAMZA.

A mes deux frères : MOHAMED et AZZEDINE que je remercie pour leur soutiens.

A mes adorables sœurs : fatma et leurs enfants Yassmin et Bachir ; kawtar et sa belle-fille Noor ; wafa et Awiche pour leur soutiens moral que logistique.

A mes copines et mes jolies sœurs Amira et Djihad.

A mes chers amis de l'enfance : Soumaya et Noussiba.

A (romanti et loz) mes deux amis adoré et mes sœurs les plus loin de mes yeux ; plus proche de mon cœur Zahiya et Salma ; merci pour votre aide, votre soutiens...merci beaucoup.

A l'ensemble de mes camarades d'études qui sont devenus des amis précieux et parmi eux : les 2 Imane ; Assia ;Widad ;Souad ;Amin ; Sedik ; Harzalla ; et a tous les étudiants de ma promotion et A tous ceux qui ne retrouvent pas leurs noms mais ils ont toujours une place dans mon cœur.

DJIHAD.DJAMAT

TABLE DE MATIERE

INTRODUCTION GENERALE :

1 Introduction	1
2 Problématique.....	1
3 Méthodologie de travail.....	1

CHAPITRE I : APPROCHE THEMATIQUE :

I.1 Définition des concepts	
I.2 Analyse des exemples :	
Lycée de KYOTO (France).....	2
Lycée de JEAUN MERMOZ (Sénégal).....	7
Lycée de VÁCLAV HAVEL (France).....	11

CHAPITRE II : APPROCHE PROGRAMMATIQUE :

II.1 Analyse de programme quantitatif et qualitatif.....	17
II.2 Programme quantitatif proposé	20

CHAPITRE III : APPROCHE CONTEXTUELLE :

III.1 Introduction.....	22
III.2Présentation de la ville.....	22
III.3 Caractéristiques climatiques de la ville de Laghouat.....	23
III.4 Analyse comparative des sites.....	27

SYNTHESE GENERALE.....	33
------------------------	----

CHAPITRE IV : APPROCHE ARCHITECTURALE :

IV.1Présentation de site.....	35
IV.2 Organigramme fonctionnelle.....	36
IV.3Matérialisation de l'idée de projet (la genèse de projet).....	37
IV.4 Matérialisation de l'organisation interne des espaces du projet.....	48

CHAPITRE V : APPROCHE TECHNIQUE

Introduction générale:

Introduction.....	54
Problématique.....	54
Hypothèses.....	55

Bases théorique sur la ventilation naturelle dans les conceptions bioclimatiques :

- Définitions et ordres de grandeur	56
- L'ÉCLAIRAGE NATUREL D'UN BÂTIMENT	
1/ typologie et utilisation	57
2/ exigences environnementales	58
3/ les stratégies de lumière naturel	
Capter.....	58
Transmettre	59
Distribuer	64
Se protéger	66
Contrôler	70
<u>Notions de confort visuel</u>	70
SYNTHESE.....	72

Etude de cas par la simulation numérique

_ Introduction.....	74
_ C'est quoi l'Ecotect ???.....	74
_ C'est quoi le Radiance ???.....	74
_ Evaluation du cas initial	75
_ Evaluation du cas initial	78

<u>Conclusion</u>	80
--------------------------------	----

CONCLUSION GENERALE.....	81
--------------------------	----

Liste des figures

Chapitre I : Approche Thématique

FigureI.01– Lycée Kyoto	02
FigureI.02– Données Climatique sur POITIERS BIAD	02
FigureI.03– Plan de masse lycée Kyoto	03
FigureII.04– Protection solaire Lycée Kyoto	03
FigureII.05– Principe de fonctionnement et qualité de la protection solaire.....	04
FigureI.06– Principe de fonctionnement	05
FigureI.07– Vues sur le lycée	07
FigureI.08– Plan de situation	07
FigureI.09– : Plan de masse	07
FigureI.10– Disposition de blocs	08
FigureI.11– Les parcours et les allés dans le projet	08
FigureI.12– Des grilles de ventilation, les auvents.....	09
FigureI.13– Schémas sur les murs ventilés	09
FigureI.14– Jalousies et fenêtres à la française	09
FigureI.15– Dispositifs de confort visuel	09
FigureI.16– Fonctionnement des différents dispositifs de ventilation	10
FigureI.17– Matériaux et systèmes de construction	10
FigureI.18– les couleurs utilisés	11
FigureI.19– LYCÉE VÁCLAV HAVEL	11

FigureI.20- Vue aérienne	12
FigureI.21- plan de masse	12
FigureI.22- La disposition des blocs	12
FigureI.23- Bardage bois- interna	13
FigureI.24- brise soleil réglable	13
FigureI.22- La disposition des blocs	12
FigureI.23- Bardage bois- interna	13
FigureI.24- brise soleil réglable	13
FigureI.25- Panneaux photovoltaïques	13
FigureI.26- La production de l'eau	14
FigureI.27- toiture végétalisé	14
FigureI.28- Salle d'examen	14
FigureI.29- Salle d'étude	14
FigureI.30- Tubes de lumière à l'intérieur	15
FigureI.31- Tubes de lumière à l'extérieur.....	15
FigureI.32- vue aérienne	15
FigureI.33- Matériaux de construction	16
FigureI.34- fenêtre e dispositifs d'éclairage	16

Chapitre III : Approche contextuelle

FigureIII.01- Situation géographique de de Laghouat	22
FigureIII.02- tableau de la zone saharienne.....	23
FigureIII.03- Fréquence des cieux ensoleillés, intermédiaires et nuageux	24
FigureIII.04- Température moyenne.....	24
FigureIII.05- Variation de la température moyenne mensuelle 2011	24
FigureIII.06- Rose des vents	25
FigureIII.07- Direction et fréquence de vent	25
FigureIII.08- L'humidité relative	26
FigureIII.09- : La précipitation annuelle	26

INTRODUCTION GENERALE :

1-Introduction:

Le secteur de l'éducation en Algérie permet la prise en charge et l'instruction des millions d'algériens, où la période de la scolarité dure 12 ans. 5 ans au primaire, 4 ans au collège, et en dernier 3ans au lycée qui seront fatidiques pour l'élève algérien en biais de son choix de branche littéraire ou scientifique. Et pour un rendement meilleur, ces établissements doivent satisfaire aux différents aspects de confort avec un impact réduit sur l'environnement pour qu'ils soient durables et leur productivité soit persistante.

2-Problématique:

Le développement durable a touché un grand nombre de domaine dont le bâtiment fait partie, plusieurs conceptions de projet a été adapté à cette approche et réalisé dans différentes régions dans le monde, donc dans des climats différents. Alors chaque projet est conçu de façon qu'il s'accommode aux données climatiques avec une consommation modéré voire nulle de l'énergie.

Alors comment notre projet va s'adapter lui aussi aux données climatique de la région de Laghouat avec :

-Une empreinte maigre sur son entourage.

Une fonctionnalité qui permet aux usagers de jouer leur rôle pédagogique.

-Et une architecture riche et intelligente avec la disposition et la forme des différents blocs et espaces composants le projet?

3-Méthodologie de travail:

Le présent travail comprend deux phases principales:

La première consiste à:

-Etudier et examiner des exemples de lycées durables pour assimiler les différentes notions de la durabilité et les différentes organisations spatiales.

- Analyser des programmes de lycées internationaux et les comparer avec le programme national pour sortir à la fin par un programme incluant les points en commun entre les deux et détecter le manque ou l'excès.

- Analyser 3 sites proposés par la DUC pour y implanter des lycées et en choisir un seul qui sera le plus convenable pour y insérer un lycée bioclimatique.

- A la fin de cette partie on termine par une synthèse qui sera l'assiette de la deuxième partie (la conception).

La deuxième se consacre sur:

-Les différentes étapes de la naissance du projet avec les justifications de chaque geste et action commis dans la genèse de projet

-Et Les différents plans et coupes pour comprendre la distribution intérieure et les différents parcours qui assurent la circulation dans le projet, et les différentes façades pour comprendre le style de l'architecture utilisée.

La troisième se consacre sur:

La vérification de l'efficacité des dispositifs de confort à l'aide des différents logiciels.

<<.....Un édifice sans thème, sans une idée portante est une architecture qui ne pense pas, des ouvrages d'architecture qui naissent ainsi n'est pas de sens, ils ne signifient rien et servent purement à satisfaire des besoins de la manière la plus trivial >> Oswald Mathias Ungers

I.1 -Définition des concepts :

L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE est une discipline de l'architecture qui valorise l'environnement géographique et climatique d'un bâtiment, dans le respect des modes et rythmes de vie ainsi que de la santé des usagers du bâtiment.

L'ÉDUCATION:

Est l'action de développer un ensemble de connaissance et de valeur morales ,physiques, intellectuelles, scientifiques.... Considère comme essentielle pour atteindre un niveau de culture.

UN LYCÉE BIOCLIMATIQUE est une construction dans laquelle on recherche la meilleure adéquation entre les conditions du site(le climat), les usagers (élèves ; enseignants) afin de créer un environnement favorable (confort) en exploitant les avantages du climat et minimisant au maximum les nuisances, les effets indésirables et le recours aux solutions actives.

I.2 - ANALYSE DES EXEMPLES

EXEMPLE 1 : LYCEE KYOTO

1) PRESENTATION

Fiche technique :

Lieu : 86000-région Poitou
Charente,(France)

Date de réalisation : 2007-2009
Architecte : GUY AUTRAN –
FRANCOIS GILLARD

Capacité : 500 élèves

- Superficie : 3.5 ha



FIGI.01 :Lycée Kyoto. www.lycee-

-Le lycée Kyoto « 100% énergies propres », c'est-à-dire sans énergie fossile.

-Le site est implanté sur un ancien site agricole et regroupe deux établissements: le lycée Hôtelier de Poitiers et le lycée agricole Grand Pont.

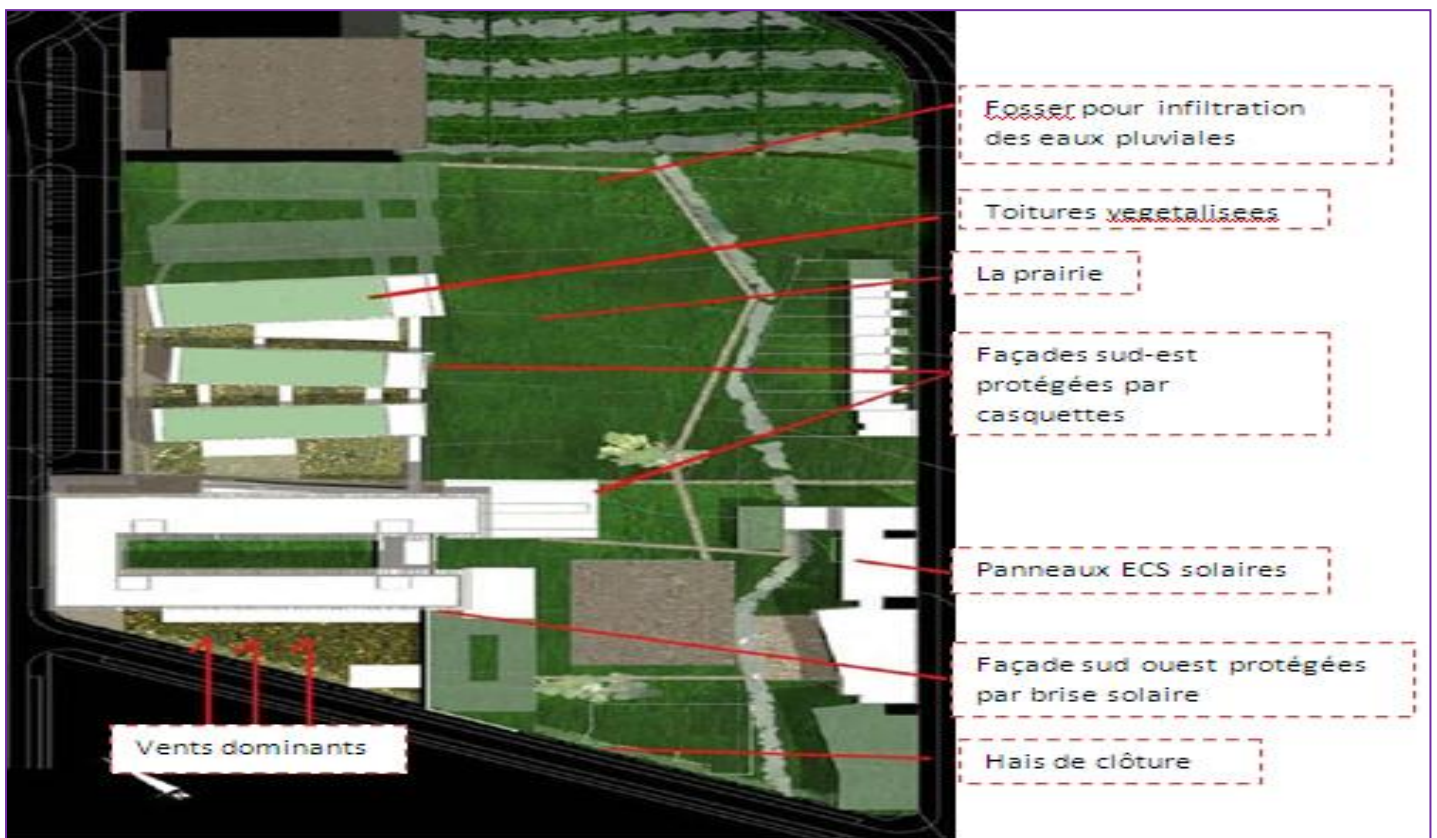
- "La région Poitou-Charentes bénéficie d'un climat de type océanique doux. Les hivers sont tempérés et pluvieux, le vent peut souffler fort sur le littoral et les îles ; au cours de l'été, souvent sec et assez chaud, les orages sont relativement fréquents.

Poitiers Biard, 117 m, 1981 - 2010													
Mois	jan.	fév.	mars	avril	mai	juin	jui.	août	sep.	oct.	nov.	déc.	année
Température minimale moyenne (°C)	1,5	1,3	3,1	4,9	8,6	11,5	13,4	13,1	10,4	8,2	4	2	6,9
Température maximale moyenne (°C)	7,8	9,3	12,9	15,5	19,5	23,2	25,8	25,7	22,2	17,4	11,5	8,2	16,6

Source : « données climatiques » [sur](#) Météo-France (consulté en juin 2013)

FIGI.02 : Donnes Climatique *sur* POITIERS BIAD 1981-2010

2) INTEGRATION DU BATIMENT DANS SON ENVIRONNEMENT



FIGI.03 :Plan de masse lycée Kyoto. www.lycee-

- Les espaces extérieurs : agréablement végétalisés et protégés des vents dominants par l'implantation du bâtiment d'enseignement général, complété par un traitement végétal.
- Les toitures terrasse des ateliers est végétalisées.
- La gestion des eaux pluviales est complètement intégrée au paysage. <http://www.tribu->

3/ PARTIES DE PROJET

SYSTEME CONSTRUCTIF

Le lycée de Kyoto est un bâtiment à "énergie zéro". Par différents systèmes (photovoltaïques, cogénération huile végétale pure, raccordement à la production UIOM d'été grâce à un stockage inter saisonnier), il produit suffisamment d'énergie renouvelable pour couvrir ses propres besoins. Les besoins de chauffage sont fortement réduits grâce à un niveau d'isolation et à l'effet tampon d'un atrium sur l'enseignement général. Dans la recherche de cette performance énergétique, les conditions de confort (éclairage naturel et confort d'été) ont été maintenues à un niveau élevé. http://www.lecourrierdelarchitecte.com/article_215

[Présentation](#) | Lycée Kyoto : Le protocole de la SCAU (25-10-2010)

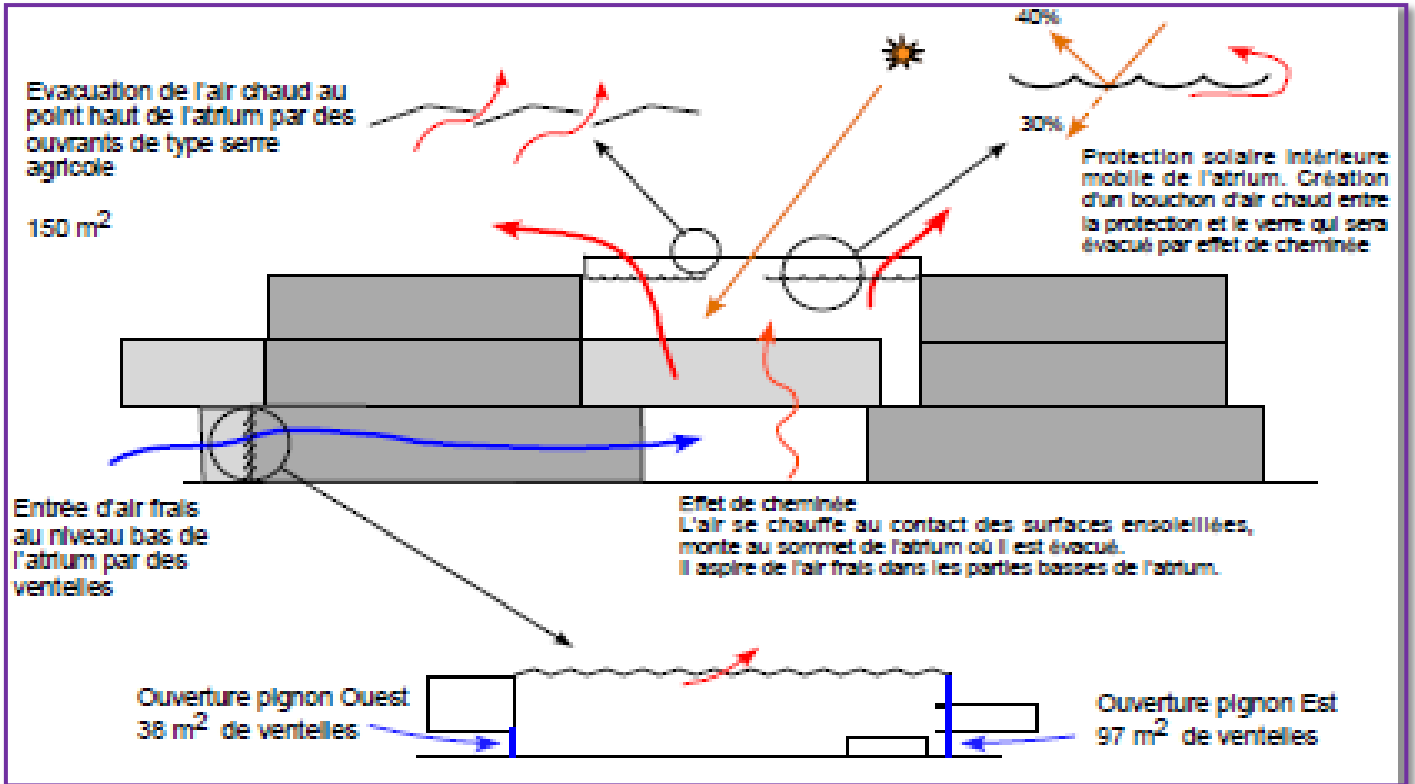
CONFORT THERMIQUE D'ETE

Protections solaires :

- Volets persiennes en mélèze ou douglas
- Brise-soleil orientables et motorisés
- Stores en toile vertical, stores horizontaux. <http://www.tribu->



FIGI.04 : Protection solaire Lycée Kyoto. www.lycee-



FIGI.05:Principe de fonctionnement et qualité de la protection solaire. www.lycee-kyoto.eu

ECONOMIES D'ENERGIES

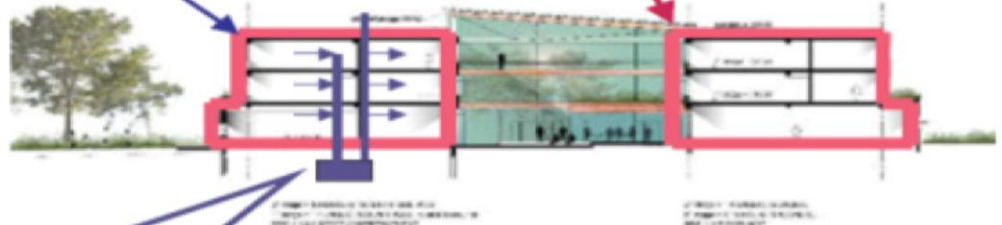
Niveau d'isolation :

	Descriptif	U en W/m².K
Murs	-	0,19
Toiture	20 cm	0,19
Menuiserie extérieure	Bois	Uw =1,5
Menuiserie extérieure CDI et atrium	Aluminium avec rupteurs de ponts thermiques	Uw=2
Vitrage	Double vitrage + double verre IR +argon	1,10
Ubat	-	0,45

MATERIAUX ET PRINCIPES CONSTRUCTIFS

Ossature	Semelles isolées Béton armé Poteaux poutres Charpente métallique
Façade	Pierre sèche de provenance locale Bardage bois mélèze
Toiture	Acier galvanisé prélaqué Toiture végétalisée
VRD	Dalles végétalisées sopranature
Menuiserie extérieure	Mélèze ou douglas
Vitrage	16 mm argon Peu émissif
Revêtement de sol	Linoléum Moquette Revêtement coulé en caoutchouc
Isolation	Laine minérale 20 cm
Peinture	Laque acrylique en phase aqueuse

Enveloppe du bâti et systèmes énergétiques



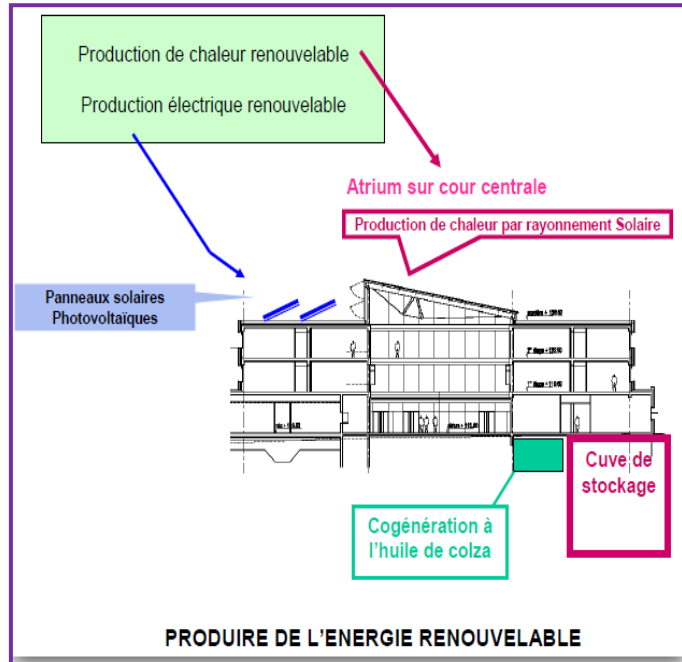
Echangeurs et récupérateurs de chaleur

<http://www.tribu->

SYSTEMES ENERGETIQUES :

- Ventilation double flux avec récupération à 70%
- Ventilation naturelle de mai à septembre
- Ventilation nocturne
- Eclairage : tubes fluorescents, ballasts électroniques pilotés par cellule photoélectrique et détection de présence
- Deux cogénérations à huiles végétales dont une de secours
- 846 m² de panneaux photovoltaïques
- Raccordement sur réseau de chaleur avec cuve de stockage inter saisonnier de 1000 m³.

<http://www.tribu->



FIGI.06 : Principe de fonctionnement . www.lycee-kyoto.eu



un puits canadien: ce système fonctionne comme une climatisation naturelle, captant l'air ambiant extérieur pour le rafraîchir avant de l'insuffler à l'intérieur du bâtiment



les panneaux solaires : permettront de chauffer le bâtiment par le biais d'un plancher chauffant



les récupérateurs d'eau de pluie : permettront d'économiser l'eau et d'alléger les factures du lycée.



une toiture végétalisée : les plantes disposées sur le toit apporteront une meilleure isolation thermique (les végétaux retiennent l'eau) et acoustique



les capteurs solaires photovoltaïques : permettra non seulement de couvrir la totalité de la production d'électricité de l'établissement mais également de revendre le surplus à une société d'électricité.

Synthèse:

-Un bâtiment ayant une grande inertie thermique et une isolation performante, dont l'orientation, la structure, l'équipement.

-les aménagements intérieurs permettent une utilisation maximale de la lumière naturelle et la limitation de la surchauffe en été, tout en offrant un confort intérieur satisfaisant, répond aux exigences essentielles de l'éco construction.

EXEMPLE 2 : LYCEE JEAN MERMOZ

Fiche technique :

Lieu : Quartier Ouakam, la presque île de Dakar, Sénégal

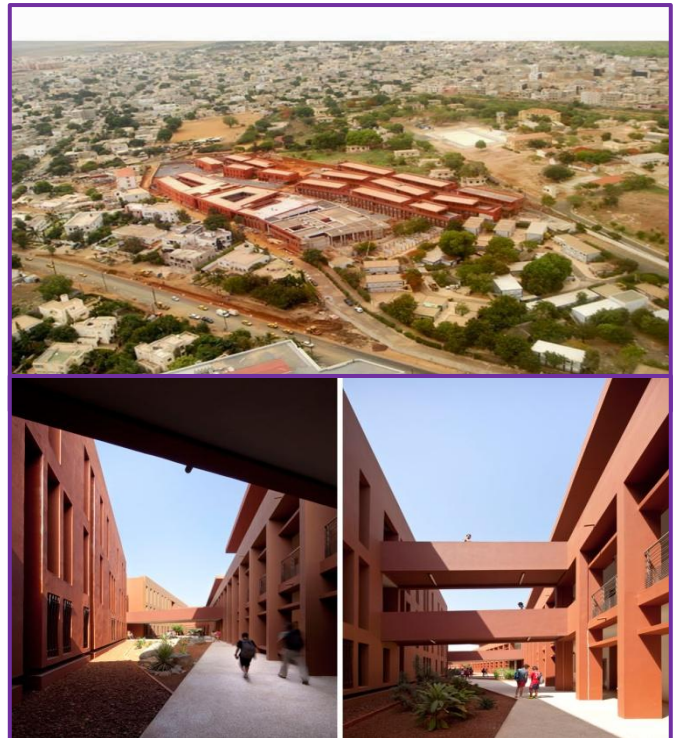
Date de réalisation : concours 2006/études 2006-07/chantier 2008-11

Maître d'ouvrage: A.E.F.E Ministère des affaires étrangères Paris, ambassade de France à Dakar

Maître d'œuvre : TERRENEUVE architectes et ARCHITECTURE ET CLIMAT

Capacité : 2500 élèves

Superficie : 17000 m²

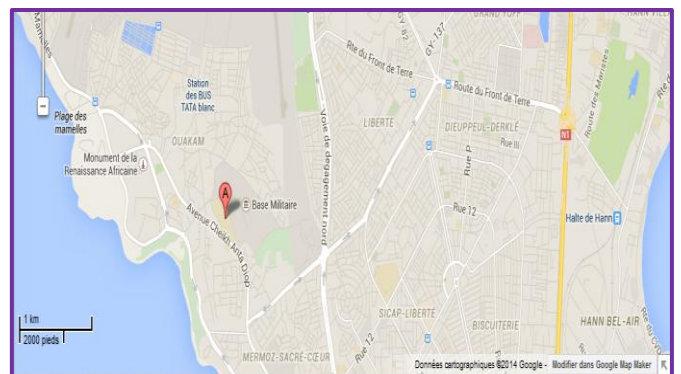


FIGI.07 : Vues sur le lycée
Source : www.terreneuve.fr

1) PRESENTATION

Le lycée est implanté à Ouakam , sur la côte ouest de la presqu'île de Dakar, au Sénégal

Dans un tissu urbain peu dense et récemment constitué.



FIGI.08 :Plan de situation
Source : www.googlemap.fr

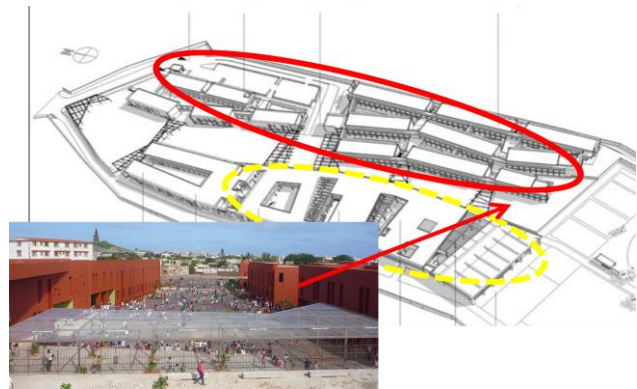
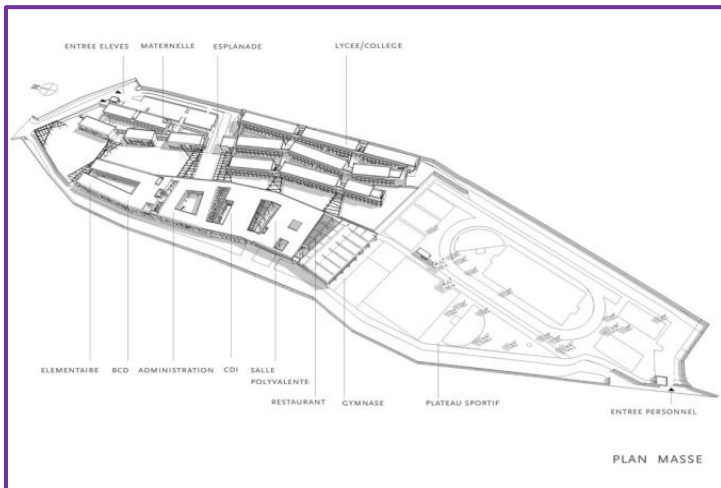
2) PLAN DE MASSE

La configuration du site n'offre que deux points de contact avec la ville. Presque totalement enclavé, le lycée est quasiment invisible depuis l'espace urbain. Le stationnement des bus scolaires et des véhicules particuliers a été pris en charge à l'intérieur de la parcelle, de même que l'ensemble du traitement des eaux.



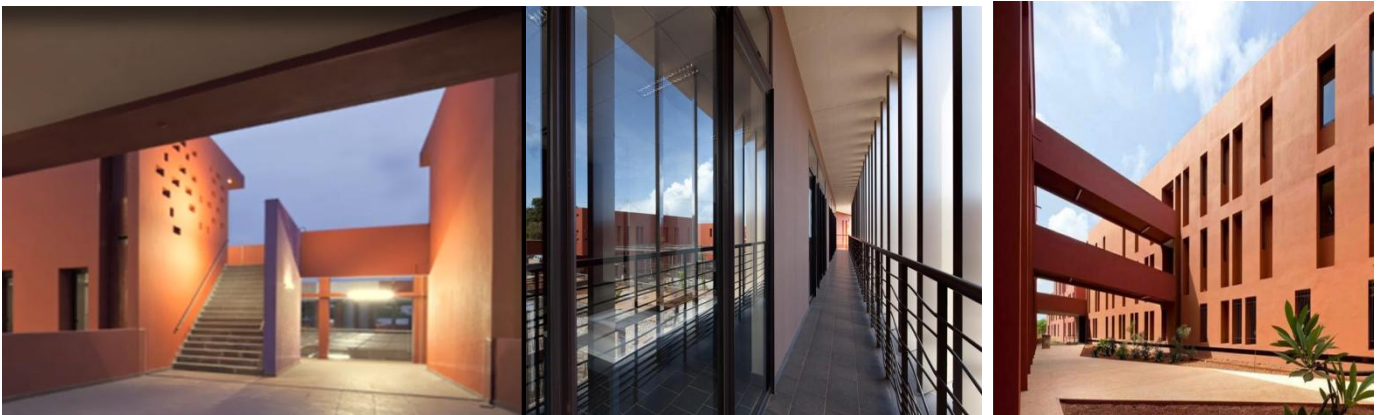
FIGI.09 : Plan de masse
Source : www.googleearth.fr

Disposition des blocs



FIGI.10 : Disposition de blocs
Source : www.terreneuve.fr

Les parcours et les allés dans le projet





FIGI.11 : Source : www.terreneuve.fr

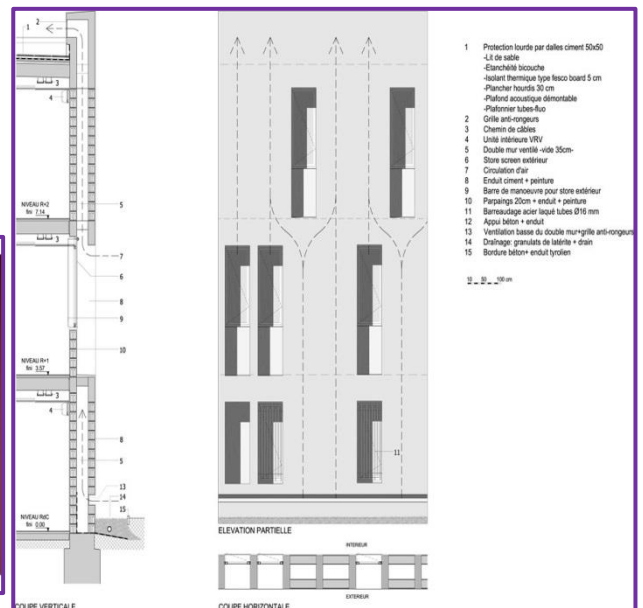
3/ PARTIES DE PROJET ET MECANISME DU CONFORT

1 Confort thermique :

Au côté nord-ouest est assuré par l'épaisseur des parois qui font dans les 75cm et qui se constituent de deux murs ventilés de parpaing de 20 cm et un vide de 35cm. Tandis que le côté sud-est et est sont protégés des rayons solaires par des auvents et des galeries



FIGI.12 : Des grilles de ventilation, les auvents,
Source : www.terreneuve.fr



FIGI.13 : Schémas sur les murs ventilés
Source : www.terreneuve.fr

2/Confort respiratoire (ventilation naturelle)



FIGI .14 : Jalousies et fenêtres à la française
Source : www.terreneuve.fr

La ventilation se fait par des
jalousies qui assurent le
rafraîchissent des locaux

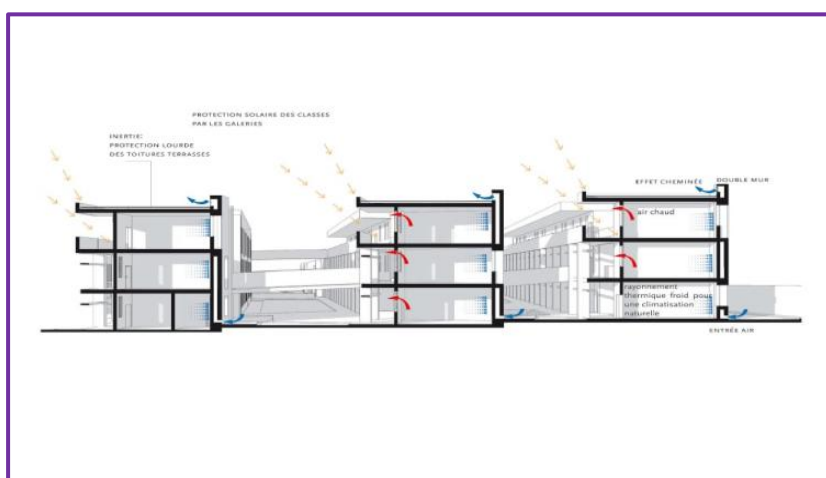
Et des fenêtres ouvrantes à la
française

3/ Confort visuelle :

Est assuré par des fenêtres épaisses et des brises soleil horizontaux et verticaux.



FIGI.15 : Dispositifs de confort visuel
Source : www.terreneuve.fr



FIGI .16 : Fonctionnement des différents dispositifs de ventilation
Source : www.terreneuve.fr

4/ Confort acoustique

Le projet est confortable du point de vue acoustique grâce à l'épaisseur des murs et aussi la localisation du plateau sportif au extrême sud de la parcelle.

5/Matériaux de construction matières et couleurs

Le projet est construit avec un système de poteau poutre en béton armé et parfois banché et des toitures en corps creux, revêtement de sol en dalle de cérame et granito.



FIGI.17 : Matériaux et systèmes de construction.
Source : www.terreneuve.fr



Les couleurs
utilisés sont des
couleurs chaudes
(rouge, ocre et
brun) pour intégrer
le projet aux
traditions
dakaroises



FIGI.18 : les couleurs utilisés Source : www.terreneuve.fr

Synthèse:

- Le lycée est contemporain dans ce style et sa construction et sa mise en œuvre s'appuient sur les ressources et les savoir-faire locaux.
- les systèmes de ventilation et rafraîchissement naturels ont réduit le besoin de la climatisation qui consomme de l'énergie surtout dans les heures les plus chaudes.
- l'éclairage naturel a participé aussi dans l'économie de l'énergie
- Le lycée par ses couleurs chaudes et les matières utilisées s'intègre dans les traditions sénégalaise en particulier et africaine en général.

EXEMPLE 3 : LYCÉE VÁCLAV HAVEL:

Fiche technique :

LIEU : sud-est de la Communauté Urbaine de Bordeaux, à Bègles, en France

DATE DE RÉALISATION : 4 septembre 2012

ARCHITECTE : Philippe Laperna

CAPACITÉ : 1 427 Elève

SUPERFICIE : 20 300 m²

ZONE CLIMATIQUE : atlantique central
(chaud et humide).



FIGI.19 : LYCÉE VÁCLAV HAVEL
Source : www.mon-annuaire-pro.com

1) PRESENTATION

L'établissement, implanté sur un terrain de 4,8 hectares au cœur de l'éco quartier de Bègle et proche de la rocade et desservi par les transports en commun (premier lycée à énergie positive en Aquitaine) . un emplacement stratégique avec un climat agréable (par des hivers très doux et des étés chauds).source: www.blog-habitat-durable.com



FIGI.20 : Vue aérienne
Source : [www. Google Earth.com](http://www.Google Earth.com)

2) PLAN DE MASSE

La construction du lycée de Bègles s'intègre dans un aménagement global d'un nouveau quartier sur un vaste territoire végétalisé de 60 hectares, appelé Terre Sud.

Les architectes ont favorisé une orientation nord/ sud, permettant un maximum d'éclairage naturel.

Source:L YCEE A ENERGIE ZERO V ACLAV HA VEL Bègles



FIGI.21 : Plan de masse
Source : www.construction21.org/france

La disposition des blocs :

-l'orientation Nord Sud prédominante, seul le bâtiment de l'internat est orienté Est Ouest, ce qui permet de protéger le reste du site du vent

Source: L YCEE A ENERGIE ZERO V ACLAV HA VEL Bègles



FIGI22 : Plan de masse
Source : www.construction21.org/france

LE PROGRAMME PÉDAGOGIQUE PROPOSE 4 POLE DE FORMATION:

- 1-pole enseignement général et technologique
- 2-pole matières de la mode et industrie connexe
- 3-pole bio-industrie chimique et traitement des eaux
- 4-Pole Médical social et sanitaire et sociale

Source: www.ac-bordeaux.fr



3/ PARTIES DE PROJET ET MECANISME DU CONFORT

1/ Confort thermique

La réussite du projet est basé sur l'économie d'énergie grâce à une bonne isolation de l'ouvrage, une attention particulière a été porté à l'enveloppe du bâtiment (bardage en bois) qui fait la chasse aux déperditions d'énergie .

Source : vimeo.com/54084289

Des brises soleil réglable et orientables sont pilotées par une gestion technique centralisée pour un confort thermique optimisé.

Source : vimeo.com/54084289



FIGI.23 : Bardage bois- interna
Source: www.canalplus.fr/c-infos-documentaire



FIGI.24 : brise soleil réglable-- Source: www.canalplus.fr/c-infos-documentaire

2/ L'économie d'énergies



3000 m² de panneaux photovoltaïques placés sur les toits produisent de l'électricité.

Source : vimeo.com/54084289



FIGI.25 : Panneaux photovoltaïques
www.canalplus.fr/c-infos-documentaire



La production de l'eau chaude sanitaire et l'eau de gymnase est assurée par des capteurs solaires.

Source : vimeo.com/54084289



FIGI.26 : La production de l'eau chaude
www.canalplus.fr/c-infos-documentaire

-Les toitures végétalisées : la structure des chaussées et des bassins à ciel ouvert permettent la récupération des eaux pluviales

Source : vimeo.com/54084289



FIGI.27 : toiture végétalisée
www.canalplus.fr/c-infos-documentaire

3/ Confort visuelle

- une isolation renforcée (fenêtres double-vitrage)
- captation optimale de l'énergie solaire
- Lames brise-soleil.
- Exposition Nord-Sud des bâtiments pour favoriser la luminosité.



FIGI.28: Salle d'examen
Source : www.sudouest.fr



FIGI.29 : Salle d'étude
Source : www.sudouest.fr



FIGI.30 : Tubes de lumière à l'intérieur
Source : vimeo.com/54084289

On note également des tubes de lumière doté de loupe cherche la lumière naturelle extérieure pour l'éclairage de l'intérieur du bâtiment.

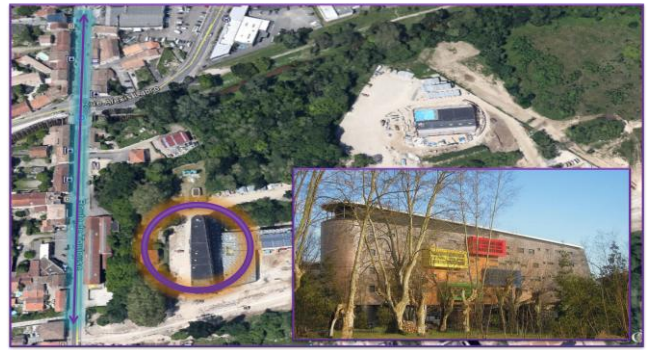
Source : vimeo.com/54084289



FIGI.31 : Tubes de lumière à l'extérieur
Source : vimeo.com/54084289

L'internat est orienté Est Ouest, ce qui permet de protéger le reste du site des nuisances acoustiques de la route de Toulouse.

Source : www.tribu-concevoirdurable.fr



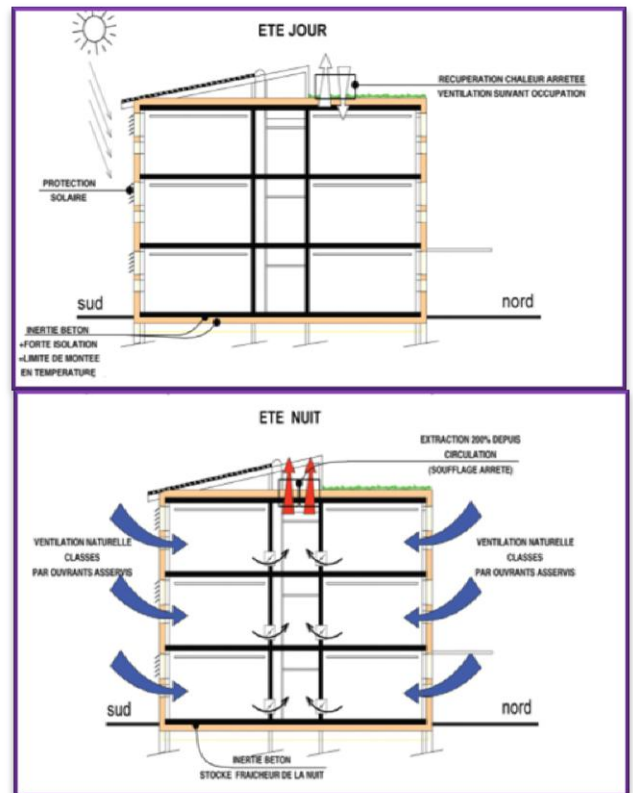
FIGI.32 :vue aérienne

Source : LYCEE A ENERGIE ZERO VACLAV HAVEL – Bègles

5/ respiratoire (ventilation naturelle) :

Renouvellement d'air via une ventilation double-flux .

Source : :LYCEE A ENERGIE ZERO VACLAV HAVEL – Bègles

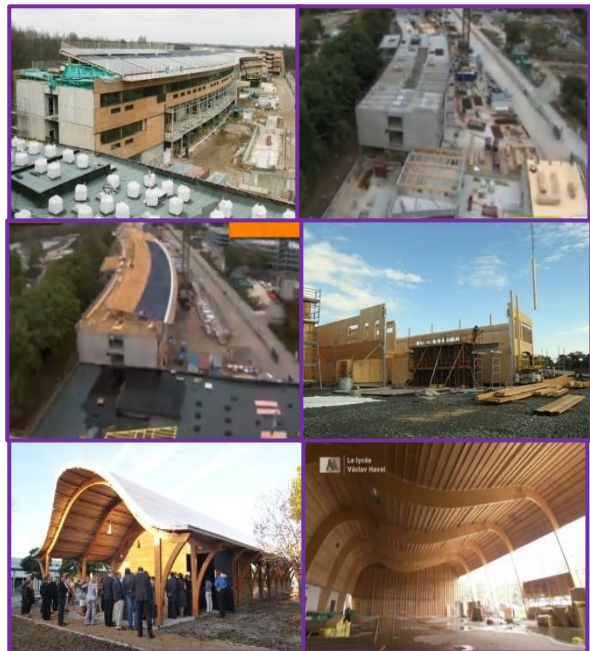


FIGI.32 : confort thermique d'été

Source : LYCEE A ENERGIE ZERO VACLAV HAVEL – Bègles

5/Matériaux de construction matières et couleurs

- La structure est en béton.
- L'utilisation du Bois (en grande partie du pin des Landes),
(Plancher bois +béton, ossature et Bardage et menuiseries bois...)
- Toiture légère (isolant + végétalisation et gravier).
- Façade en bois.
- Revêtement de sol : linoleum écologique (insonorisation) + caoutchouc.



FIGI.33 Matériaux de construction
Source : v4.aquitaine.fr/politiques regionales/constructions-et
renovations



Les fenêtres sont toutes sans exception en bois et aluminium intégrant dans la façade.

FIGI.34 : fenêtre e dispositifs d'éclairage
Source : v4.aquitaine.fr/politiques regionales/constructions-et
renovations



Synthèse:

- *Les principes utilisés dans la conception bioclimatique dans Le lycée Vaclav Havel :
 - le choix des orientations.
 - le niveau d'isolation, la compacité des bâtiments (tels que gymnase, restauration, logements...).
 - Ventilation des locaux par centrale de traitement d'air double flux.
 - Toits photovoltaïques, énergie solaire, toiture végétalisée afin de garantir un niveau de confort thermique.
 - Le lycée produira au final une énergie positive (consommations d'énergie).

<<.....le programme est un moment en avant du projet , c'est une information obligatoire à travers laquelle l'architecture va pouvoir exister , c'est un point de départ mais aussi une phase préparatoire >> P.RIBOULET IN TA 359

II.1 PROGRAMME QUALITATIF ET QUANTITATIF

D'après l'analyse des exemples on a obtenu ce tableau qui résume toutes les points nécessaires du point de vue de qualité et de quantité.

Espace	Surface	observations	exigences
Salle de classe	- Min=60.4m ² pour 32 → 1.9 m ² pour place d'élève. -Max=70m ² pour 34→ 2.1m ² pour place d'élève. -Prg officiel= 62m ² pour 40→ 1.55 m ² pour place d'élève.	-on prend 2m ² par place d'élève. -forme rectangulaire. -4 rangées par classe et 4 tables par rangée	- zone calme (éloignement des espaces ou création d'obstacle) -Eclairage naturel + 300 lux -ventilation et aération - une seule porte -Orienté de préférence Est-Ouest
Laboratoires de travaux dirigés (Sciences-physique-Technologie)	-Min=86m ² pour 24 élèves→ 3.6m ² par place d'élève. -Max= 97m ² pour 24 élèves→ 4m ² par place d'élève. -Prg officiel=65m ² pour 20 élèves→ 3.25m ² par place d'élève.	- on prend 3.8m ² par place d'élève. -forme rectangulaire -2rangées par labo et 4paillasse par rangée.	- zone calme (éloignement des espaces ou création d'obstacle) -Eclairage naturel + 300 lux -ventilation et aération -deux portes -Orienté de préférence Est-Ouest
Salles de préparation	-Min=15m ² -Max=50m ² Prg officiel= 25m ²	-On prend 30 m ² . - Chaque deux labo possèdent une salle de préparation	- zone calme (éloignement des espaces ou création d'obstacle) -Eclairage naturel + 300 lux -ventilation et aération -trois portes
Salle d'informatique	-Min=87m ² -Max=90m ² Prg officiel= 62m ²	-On prend 80 m ² .	- zone calme (éloignement des espaces ou création d'obstacle). -ventilation et aération.
Atelier de musique + magasin	-Min=81m ² -Prg officiel=80m ²	-On prend 80 m ²	-L'isolation acoustique. -Le magasin sera associé à l'atelier.
Atelier de dessin + magasin	-Max=92m ² -prg=80m ²	-On prend 86 m ²	-Eclairage jusqu'à 500 lx -Le magasin sera associé à l'atelier.
Salle polyvalente	-Min= 150m ² -Max=273m ² -prg officiel= 100m ²	-On prend 210 m ²	
Auditorium	125m ² →pour 160 places 235m ² → pour 300 places	Un auditorium de 160 Pour un lycée de 600 élèves -On prend un auditorium de 300 places -Forme rectangulaire ou trapézoïdale	-La hauteur de l'auditorium doit être de 5m ou plus. -L'isolation acoustique -doit doter au moins 3 portes De 1.2m en deux vantaux

Bureau pour la surveillance pédagogique (01 bureau dans chaque étage)	9m ²	Chaque groupement de classe doit être contrôlé à travers ce bureau -carré ou rectangulaire	-doit être éclairé naturellement sinon jusqu'à 500 lx artificiellement.
Dépôt	15m ²	Pour mettre le matériel cassé	Une porte de 1.2m ou plus à deux vantaux
ADMINISTRATION			
Espace	Surface	observations	exigences
Bureau du directeur	Prg officiel = 30m ² Max= 36m ²	On prend 35m ² Peu importe la forme	Eclairage naturel sinon artificiel avec 300 lx au min Comportant deux accès : un personnel l'autre pour les visiteurs du côté du secrétariat. Et une porte pour accéder à la salle de réunion. -le bureau doit avoir son WC
Secrétariat	Prg= 15m ² Max=17m ²	On prend 15m ² Peu importe la forme	Eclairage naturel sinon artificiel avec 300 lx au min Comprenant un espace d'attente pour les visiteurs
Bureau de censeur et secrétariat	Min= 23.5m ² Prg officiel= 25m ²	-On prend 25 m ² -Peu importe la forme -Le bureau du secrétariat doit avoir un espace suffisant de 15m ²	-Eclairage naturel sinon artificiel avec 300 lx au min -Comportant deux accès : un personnel l'autre pour les visiteurs du côté du secrétariat. - le secrétariat doit comprendre un espace d'attente pour les visiteurs Le tout doit être près de l'entrée
2 Bureau de conseiller d'éducation	Prg=16m ² Max= 19m ²	On prend 16m ² Peu importe la forme	-Eclairage naturel sinon artificiel avec 300 lx au min -Les 2 bureaux doivent être près du bloc pédagogique et dans une zone calme
Bureau de gestion	Min=15m ² Prg=16m ²	On prend 16m ² Peu importe la forme	-Eclairage naturel sinon artificiel avec 300 lx au min
Magasin (pour fournitures de bureau)	Prg= 12m ²	On prend 12m ² Peu importe la forme	Doit être près des bureaux et avoir une porte de 1.2 m ² de 2 vantaux
Salles des professeurs	Min=56m ² Max=86m ² Prg= 60m ²	On prend 60m ² La salle doit être allongée D'une forme rectangulaire ou ovale	La salle doit être près des salles de classe -Eclairage naturel sinon artificiel avec 300lx

Salle de réunion	Prg= 65m ²	On prend 65m ² La salle doit être allongée d'une forme rectangulaire.	La salle doit avoir une relation directe avec le bureau du directeur
Foyer des professeurs	Prg= 12m ²	On prend 12m ² Peu importe la forme	Le foyer doit être adjacent à la salle des professeurs Et doit contenir un espace de préparation (café...)
Foyer et salle-Salle de jeux des élèves	Prg= 60 m ²	On prend 60m ² Peu importe la forme	Le foyer doit être dans la cour de récréation ou le plus près possible Il doit comporter un espace de préparation L'espace doit être bien éclairé naturellement sinon 200 lx artificiellement
Salle d'archives	Prg=20m ²	On prend 20m ² Forme rectangulaire ou carrée	Elle doit être bien étanche Et ventilé Et doit être près de l'administration
Salle de tirage	9m ²	On prend 9m ² Peu importe la forme	Elle doit être près aux bureaux d'administration
Unité de dépistage et de suivi de santé scolaire (U.DS) : Cabinet médical Cabinet dentaire	Prg=74m ² Prg=15m ²	On prend : 74m ² 15m ²	L'unité de dépistage doit être près des classe et doit avoir un espace d'attente entre le cabinet médical et dentaire
Bloc sanitaire			-Chaque groupement de classe doit avoir des sanitaires pour prof (1H/1F) Et pour les élèves (garçons et filles) Et des sanitaires pour fille et garçon près de la cour. Et des Sanitaire pour H/F à côté de la salle des profs Et des sanitaires près des bureaux d'administration
Loge gardien	Prg=6m ²	On prend 6m ² Forme carrée ou rectangulaire	Il doit être à l'entrée du lycée
Bibliothèque et salle de lecture.	Prg officiel = 160 Max= 170	On prend 160m ² Peu importe la forme	La Bibliothèque doit être mitoyenne aux salles d'informatique et avoir un éclairage naturel ou jusqu'à 750lx artificiel
Aire de jeux (30*20)	605		Il doit être dans les espaces bruyants
Hall	21m ²	On prend 21m ² Peu importe la forme	Il doit être à l'entrée du gymnase entre les vestiaires des élèves et des profs Et éclairé naturellement et jusqu'à 500 lx artificiellement
Vestiaire élèves	2*11.5m ²	On prend 11.5m ²	Ventilation naturelle

(filles et garçons)			Elles doivent être séparées
Vestiaire enseignants (H /F)	2*7.5m ²	On prend 7.5m ²	Ventilation naturelle Elles doivent être séparées
Local matériel	16m ²	On prend 16m ²	
4 Douches Elèves (filles et garçons) Profs (H/F)	16m ² / 8m ²	On prend 16m ² pour les douches des élèves et 8m ² pour profs	Les douches doivent être à côté des vestiaires (relation directe)
Chaufferie	16m ²	On prend 16 m ² Forme rectangulaire	Ventilation naturelle
Terrain omnisport	1280m ²	On prend 1280m ²	Il doit être dans les espaces bruyants
Salle de sport et gymnase	1500m ²	On prend 1500 m ² pour 300 élèves Forme rectangulaire	La hauteur doit être plus de 3m et un éclairage naturel jusqu'à 500lx artificiel -ventilation naturel
Espace vert	1140m ²		Les espace vert doit être du côté sud et sud-ouest pour adoucir les sirocos les utiliser dans la ventilation
Espace extérieur (5 à 6 m² par élève)	6000m ²	On prend 6000m ²	La cour doit comprendre des préaux et des pergolas à plante grimpante pour assurer un certain confort aux élèves pendant la récréation

II.2 PROGRAMME QUANTITATIVE PROPOSE

Bloc 01

espace	Nb	Surface unitaire m ²	Surface totale m ²
Laboratoire	6	60	360
Sale de preparation	3	30	90
Sale de classe	10	64	640
Bureau de surveillant	2	9	1par étage
Bloc sanitaire f h	3	15	45
Dépot	2	15	30
Circulation		20%	233
totale			1398 m²

Bloc 02

espace	Nb	Surface unitaire m ²	Surface totale m ²
Salle de classe	15	64	960
Bureau de surveillant	3	9	27
Bloc sanitaire f h	3	15	45
Dépot	3	15	30
Circulation		20%	215
totale			1292 m²

Bloc 03

espace	Nb	Surface unitaire m ²	Surface totale m ²
bibliothèque	1	160	160
Salle polyvalente	1	170	170
foyer	1	60	60
Salle d'informatique	1	80	80
Atelier dessin + magasin	3	15	45
Salle de prof	2	15	30
Circulation		20%	174
totale			1042 m²

Bloc 04

espace	Nb	Surface unitaire m ²	Surface totale m ²
Bureau directeur + servaillant	1	45	45
Bureau censeur+	1	25	25
Bureau de conseiller	2	16	32
magasin	1	12	12
Salle d'archive	1	16	16
Salle de tirage	1	9	9
Salle de réunion	1	65	65
Bloc sanitaire	1	15	15
Circulation		20%	65
totale			400 m²

Autres espaces

espace	Nb	Surface unitaire m ²	Surface totale m ²
auditorium	1		
Plateau sportif			
Salle de gymnase	1	1500	
Stade omnisport		1280	
Terrain de jeu		300	
Espace de repot		315	
Espaces exérieures		
totale			

Bloc logement

	Nb	Surface unitaire m ²	Surface totale m ²
F5	1	110	110
F4	2	90	180
F3	2	70	140
totale			430

<<.....l'architecture c'est la prise de possession du site, c'est la manière avec laquelle l'architecture touche un terrain , transforme une situation >> Peter Van Mies

ANALYSE DES SITES

III. 1- INTRODUCTION:

L'étude du contexte physique et naturel vise à analyser les composantes du site pour parvenir à identifier la relation existante entre elles et les autres composantes (économiques, démographiques et urbanistiques).

L'importance de cette étude réside dans le fait de connaître les différentes caractéristiques du site et ses potentialités en vue d'établir une analyse critique de l'attribution adéquate de tout ce qui existe : équipement, service, habitat...etc.

III. 2-PRÉSENTATION DE LA VILLE:

PRESENTATION DE LAGHOUAT:

➤ Situation géographique :

La commune de Laghouat est située au piémont de l'Atlas Saharien, du côté Nord, elle s'étend sur le plateau saharien du côté Sud. Cette Agglomération de nature mixte entre les hautes terres d'un côté et les basses terres de l'autre, constituant ainsi, une liaison et une zone tampon entre le Nord et le Sud du pays.

➤ Situation astronomique:

Laghouat est placée entre 830m d'altitude à l'ouest et 790 m d'altitude au nord séparée par une profonde échancrure. Elle a une latitude de $33^{\circ}46'$ et une longitude de $2^{\circ}56'$.



FIGIII.01 : Situation géographique de Laghouat.

Source : www.monalgerie.net

	Zone D : pré Sahara et Sahara
localisation	Latitude : entre la limite supérieure de 34 ⁰ 50 N a l'ouest a 35 N a l'est la limite inférieure de 19 ⁰ à l'est et à l'ouest
Variations saisonnières	02 saisons, chaud et froide
Température	T max moyenne : 45 ⁰ C et entre 20-30 ⁰ C en hiver, variation saisonnière de 20 ⁰ C. L'effet de la latitude les hivers deviennent de plus en plus froids.
Précipitations	Pluies rares, torrentielles par moments
Humidité	réduite entre moins 20% après midi a plus de 40% la nuit
Conditions célestes et rayonnement	Ciel clair pour une grande partie de l'année. rayonnement solaire intense augmente par les rayons réfléchit par le sol.
Végétation	Extrêmement clairsemée.
Vents	Généralement locaux mais les vents sable et les tempêtes sont fréquents, arrivant généralement les après-midis.

FIGIII.02 : tableau de la zone saharienne
Source : www.monalgerie.net

III.3-LES CARACTERISTIQUES CLIMATIQUES DE LA VILLE DE LAGHOUAT:

La situation de la ville de Laghouat entre deux zones à climats distincts, la nature géomorphologique de la zone et le caractère semi désertique ont confié à la ville de Laghouat un climat rigoureux. Il est caractérisé par :

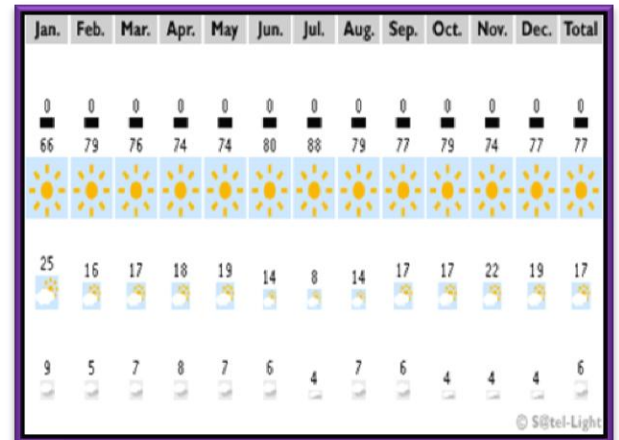
➤ **Le climat lumineux de Laghouat :**

La ville de Laghouat se caractérise par un éclairage lumineux horizontal moyen égal à 42 kilo lux et la dominance du ciel clair (la troisième zone)

➤ **le type de ciel :**

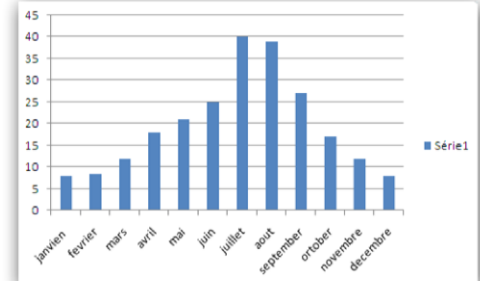
La zone se caractérise par un ciel clair régnant pendant presque toute l'année. Cependant les jours nuageux sont rares, La portion des jours nuageux est d'environ 5.91% de l'année entière et les jours ensoleillés constituent une portion d'environ 76.91%.

FIGIII.0 3 : Fréquence des ciels ensoleillés, intermédiaires et nuageux.
Source : www.satel-light.com



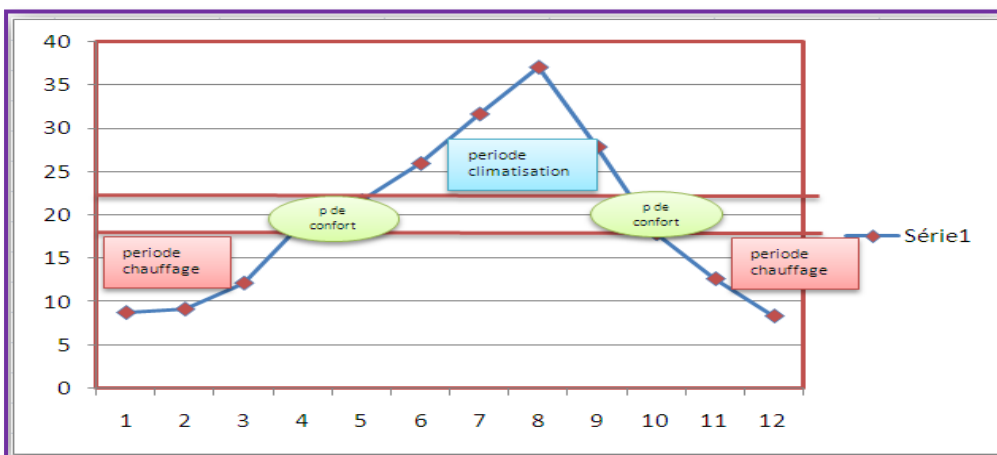
➤ **La température:**

La période la plus froide de l'année s'étale sur trois mois (décembre, janvier, février), la température la plus basse enregistrée est de 8⁰ c. Tandis la plus élevée est enregistrée au mois d'août qui dépasse 32⁰.



FIGIII.04 : Température moyenne.
Source : la station météorologique de Laghouat (Année 2010)

➤ **Diagramme de confort**



FIGIII.05 : Variation de la température moyenne mensuelle 2011

ANALYSE

D'après ce diagramme en distingue 03 zones à savoir :

La zone de confort c'est la zone où les conditions de température pour lesquelles l'être humain est à l'aise et n'éprouve aucune sensation de gêne, comprise entre 18°C et 23 °C, présente par les mois (mai et octobre) .

Les zones de contrôle thermique

1- Zone de sous chauffe (zone de chauffage).

C'est au-dessous de 18°C.

a- Le chauffage actif

Dans cette période où les températures sont inférieures à 15°C le chauffage solaire passif est insuffisant, donc le chauffage est assuré par le système actif.

b- Le chauffage passif

la température est comprise entre 15°et18°pour atteindre un certain confort, il faut chercher par des moyens de captage.

2- Zone de sur chauffe (zone de refroidissement).

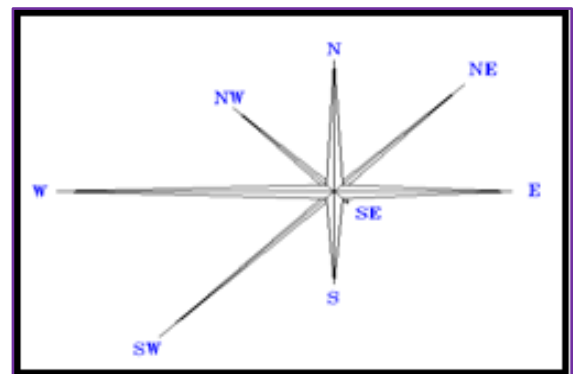
C'est au-dessous de 23°C, elle est apparente essentiellement en été de la deuxième moitié du mois de juin jusqu'au mois de septembre.

➤ Vents :

Les vents dominants à Laghouat soufflent de l'ouest, mais aux changements de saisons la fréquence du vent est tout aussi importante du sud-ouest. Il y a très peu de vent d'orientation nord-ouest et presque nul au sud-est.

Le siroco souffle 65-70jours par an à partir de moi de Mai, il est fréquent du côté nord et ouest, Le chehili venant du sud, souvent violent et sa vitesse varie de 15 à 30M/S. et de direction sud-ouest fréquence 687heures/mois.

-Pour une année d'observation, nous recueillons une Généralité des fréquences moyennes des vents exprimées en heures pour toutes les Directions.



FIGIII.06 : Rose des vents. Source : la station météorologique de Laghouat (Année

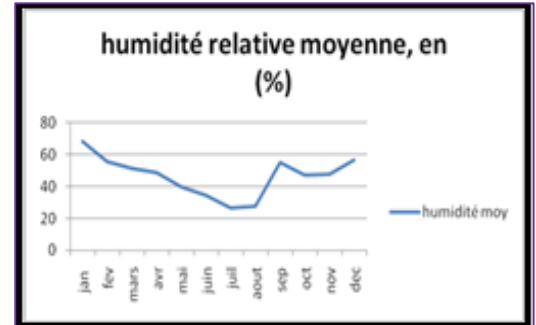
Direction	Fréquence (h/an)
NORD	357
N.N.EST	400
N. EST	498
E.N.EST	615
EST	411
E.S.EST	95
S.EST	23
S.S.ST	96
SUD	219
S.S.OUEST	300
S.OUEST	687
O.S.OUEST	624
OUEST	705
O.N.OUEST	507
N.OUEST	384
N.N.OUEST	348

FIGIII.07 : Direction et fréquence de vent

Source : rapport du PDAU Laghouat

Humidité

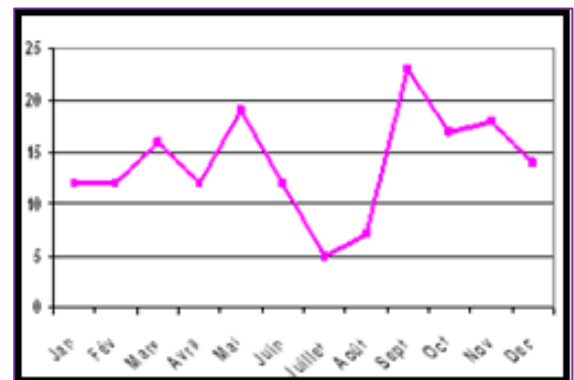
Dans le mois de Janvier on enregistre le taux d'humidité le plus élevé (68,2%), et le plus bas (26,4%) pendant le mois de juillet.



FIGIII.08 : L'humidité relative.
Source : la station météorologique de Laghouat

➤ Précipitations

D'après le graphe, on remarque une précipitation annuelle limitée (111 mm). Le mois le plus arrosé est Septembre avec 23mm et le mois le plus sec est Juillet avec 5mm.



FIGIII.09 : La précipitation annuelle.
Source : la station météorologique de Laghouat (Année 2010).

Conclusion


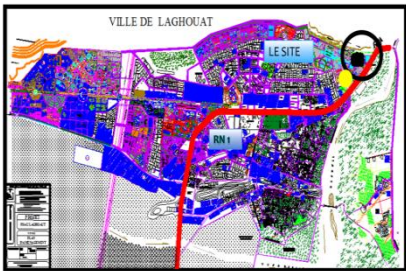
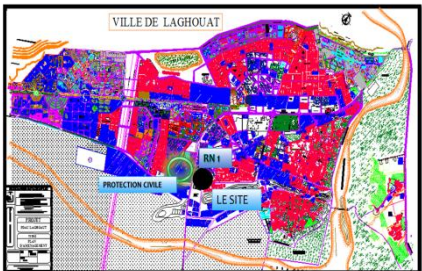




Donc l'intégration d'un système de récupération des eaux pluviales ne sera pas utile




Toute construction ne tenant pas compte de la position du soleil consomme de grandes quantités d'énergie pour son chauffage en hiver et son refroidissement en été. Au moment de la conception d'un bâtiment, il est alors utile de faciliter la pénétration du rayonnement solaire en hiver, à l'inverse d'été où ce rayonnement est à éviter.


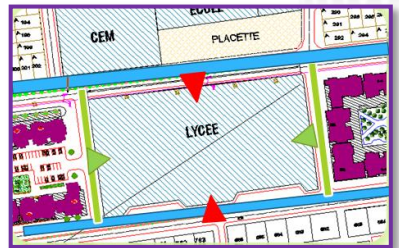
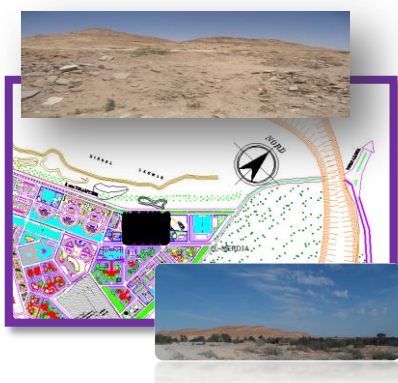
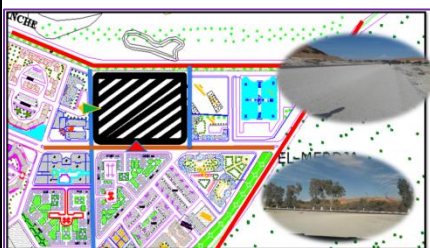

D'après cette analyse on peut conclure que :



La zone pré saharienne dont la ville de Laghouat fait partie représente une potentialité importante d'énergie solaire Et de nombreuses contraintes qui limitent de façon durable le développement, Ces contraintes sont : la température (valeurs extrêmes), les vents (Siroco et dominant).


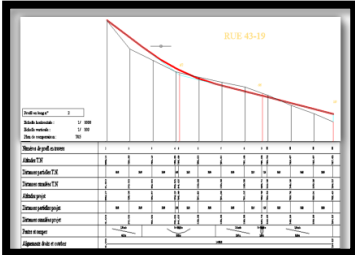
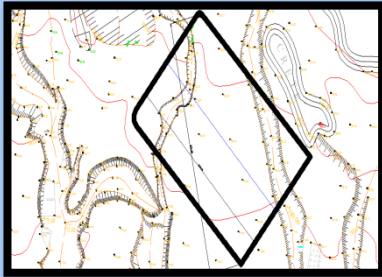
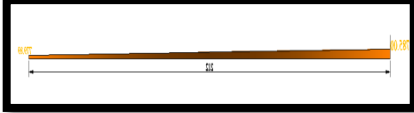
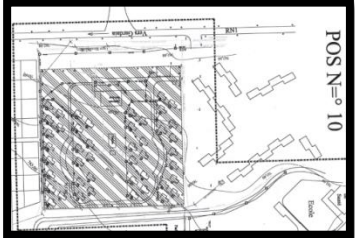
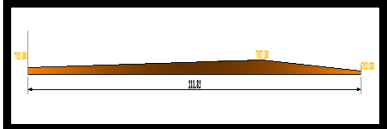
III.4 ANALYSE COMPARATIVE DES SITES :

	SITE 01	SITE 02	SITE 03
1/Situation par rapport à la ville de Laghouat	<p>Le site d'intervention se situe dans la zone haute de la ville de Laghouat (la périphérie de la commune de LAGHOUAT. Proximité de djebel LAHMAR)</p> 	<p>Le site réservé pour le projet est située à la commune de Laghouat, dans l'endroit appelé ELMERDJA au Nord de la ville.</p> 	<p>Le site d'intervention se trouve au sud de la ville proche de la zone industrielle et à l'intersection de la RN1 et le W230</p> 
par rapport à voisinage immédiat :	<p>délimité comme suit :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Au Nord et Au Sud par un terrain réservé pour 1120 logement. -A l'Est par un terrain réservé pour des lotissements -Et à l'Ouest par une route projetée suivit d'un terrain pour 	 <p>  </p>	<p>Le terrain est entouré par des Bâtiments à usage d'habitation</p>  <p>et possède un front de rue sur la RN1 .</p>

<p>2/Forme et orientation</p>	<p>La forme : Une forme rectangulaire La dimension : 164.00m * 94.00m La surface : 15416m² La forme allongé de site favorise l'orientation est ouest</p> 	<p>La forme : Une forme rectangulaire La dimension : 212.39m * 142.9 m La surface : 30350.53m² La forme du terrain qui est légèrement allongé favorise l'orientation nord-est sud-ouest</p> 	<p>La forme : Une forme rectangulaire La dimension : 212.03m * 11.84m La surface : 44916.44m² La forme carrée du terrain ne favorise aucune orientation.</p> 
-------------------------------	--	--	--

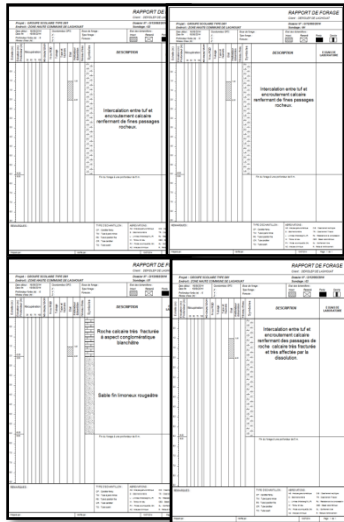
<p>3/LIMITES</p> <p>limites naturelle</p> <p>artificielle</p>	<p>DJBALE LHMARE -Terraine réserve pour des logements collectifs (1120logs)</p> <p>-Terraine réserve pour des Lotissement 834</p>  <p>voiries:</p>  <p>VOIE PRINCIPALE MOYENNE CIRCULATION</p> <p>VOIE SECONDAIRE FAIBLE CIRCULATION</p> <p>▲ entrée mécanique</p> <p>▲ entrée étudiants</p>	 <p>DJBALE LAHMAR –ceinture végétalisé travérse par L'oued</p>  <p>R N1 FORT CIRCULATION</p> <p>VOIE PRINCIPALE MOYENNE CIRCULATION</p> <p>VOIE SECONDAIRE FAIBLE CIRCULATION</p> <p>▲ entrée mécanique</p> <p>▲ entrée étudiants</p>	<p>-Cité 250</p> <p>-Cité EL-MODJAHIDINE</p> <p>-LOTISSEMENT 108</p>  <p>R N1 FORT CIRCULATION</p> <p>VOIE PRINCIPALE MOYENNE CIRCULATION</p> <p>VOIE SECONDAIRE FAIBLE CIRCULATION</p> <p>▲ entrée étudiants</p>
---	---	---	--

<p>4/LES ÉLÉMENTS EXISTANTS</p>	<p>SITE 01 :</p> <p>MONTAGNE (DJEBEL LAHMAR)</p> 	<p>SITE 02 :</p> <p>MONTAGNE (DJEBEL LAHMAR) Ceinture végétalisée Oued MEZI</p>	<p>SITE 03 :</p> <p>Le terrain est une résidence provisoire de la société COTITEX et contient 45 baraques, une piscine un stade et quelques végétation</p> 
---------------------------------	--	--	---

<p>LES POTENTIALITÉ DE CHAQUE SITE</p>	<p>l'existence de la montagne permet la protection contre les vents dominant.</p>	 <p>-l'existence d'une ceinture de végétation et un oued favorise le rafraichissement du projet et aussi comme obstacle pour casser la vitesse des vents venant de ce côté et les exploiter dans la ventilation naturelle -l'emplacement du site offre une vue panoramique que vers laquelle on peut orienter les ouvertures</p>	<p>l'existence des arbres permet de les intégrer au projet ou les utiliser comme matériaux de construction ou d'ameublement -on peut exploiter quelques baraques existantes au cours de réalisation du projet comme résidence des ouvriers -l'existence de la servitude (25m) peut être exploité comme un petit boisement qui protège relativement le projet des Siroco venant de ce côté et rafraichisse le projet</p>
<p>5/TOPOGRAPHIE ET NATURE DE SOL</p> <p>5-1/ la topographie de site :</p>	<p>-Le terrain est doté d'un relief plat proportionnellement Selon le pos : Le terrain présente une pente moyenne de l'ordre de 2.46 % c'est une pente favorable</p>  <p>Profile topographique du pos la zone haute(URBATIA)</p>	<p>Le terrain réservé pour le projet présente une topographie relativement plane Selon le pos : Le terrain présente une pente moyenne de l'ordre de 3 %</p>  <p>Levé topographique du pos EL MERDJA (URBATIA)</p>  <p>-La reconnaissance géologique du sol du projet a été faite à</p>	<p>Le terrain réservé pour le projet présente une topographie relativement plane Selon le pos : Le terrain présente une pente moyenne de l'ordre de 2 %</p>  <p>Levé topographique du pos 10 (DUC)</p> 

5-2/ la nature de site :

-La géologie du site a été mise en évidence par la réalisation de quatre (04) sondages carottés menés à des profondeurs de 06m. Les coupes géologiques obtenues des sondages sont comme suit :

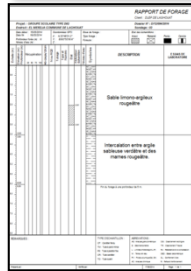


D'après Les coupes géologiques en conclu que la nature rocheux de ce terrain ne favorise pas l'implantation des végétations.

partir des trois sondages faits sur le site à une profondeur de 6.00m L'identification visuelle des faciès géologiques du sol a mis en évidence les coupes géologiques suivantes:



D'après Les coupes géologiques on conclut que la nature fertile de ce terrain favorise l'implantation des végétations.

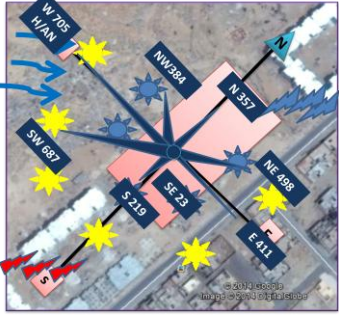
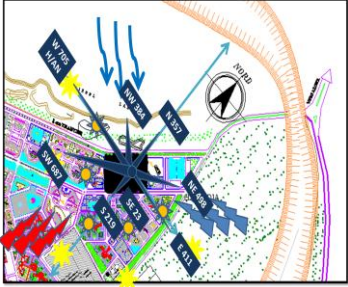

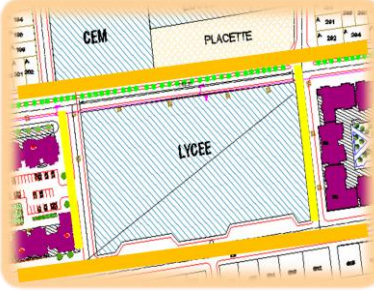
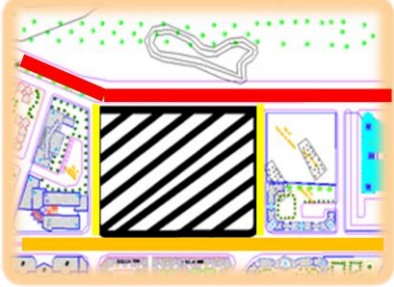


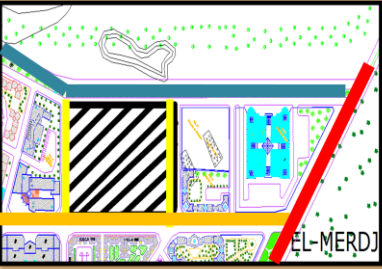



Coupe Géologique (laboratoires de travaux) publics Laghouat)



Le sol est un encroûtement calcaire intercalé de passage rocheux

la nature rocheuse de ce terrain ne favorise pas l'implantation des végétations.

<p>6/ LES DONNÉES CLIMATIQUES</p>			
<p>7/ BRUIT ET POLLUTION</p>	 <p>2 axes mécaniques sont des sources faibles de bruit et de pollution (moyenne circulation)</p>	 <p>La source de bruit et de pollution du Site 2 c'est l'évitement (route périphérique) qui est projeté.</p>	 <p>tandis que le site 3 a pour contrainte la RN1 qui sera une source de bruit et de pollution pour le projet.</p>
<p>Donc L'emplacement des espaces de bruit tel que les terrains de sport et les salles polyvalentes doit être du côté des sources de bruit (les axes mécaniques) et l'éloignement des espaces calmes (les classes ; les ateliers bibliothèque...) de ce côté.</p>			
<p>8/Mobilité</p>	 <p>Le site est accessible par Par une route principale de moyenne circulation et une route secondaire.</p>	 <p>Le site accessible par la route N °1 et une route principale et deux autres secondaires.</p>	 <p>Le site est accessible par la RN1 et une secondaire de forte circulation et une secondaire de faible circulation.</p>

SYNTHESE

La situation des 3 site est favorable pour l'implantation d'un lycée mais les Site 1 et 3 ne présentent pas autant de potentialités environnementales comme le Site 2 . Donc le site 2 sera le plus convenable pour y implanter un projet durable.

Ses potentialités sont :

_L'orientation Nord est – Sud-ouest.

_L'existence d'une protection naturelle (les deux montagnes) contre les vents.

_L'existence de la ceinture végétalisé qui est traversée par Oued Mzi et qui contribue au rafraichissement du projet.

_La nature fertile du sol favorise la plantation des arbres et des plantes.

SYNTHESE GENERALE

Le projet qu'on va élaborer est spécifique car il englobe deux aspects qui devront être matérialisés et qui sont:

1_ **La fonctionnalité du projet:** vu qu'il est dédié à l'éducation, il doit avoir une certaine organisation spatiale, des certains parcours pour libérer les flux provoqués par les élèves...etc.

2_ **Le confort** qui doit être accompli à moindre consommation d'énergie, et au profit des données du site.

Et pour cela:

Le site d'Elmerdja a été choisi en vertu de ses potentialités environnementales qui sont:

_ Sa surface de 26100 m² qui permet d'éparpiller les différents blocs du projet

Et cela pour et les orienter vers le sud pour profiter au maximum des rayons solaires diffusés pour L'éclairage naturel donc les espaces qui exigent d'être fortement éclairé doivent être de ce côté en tenant compte à ce que les rayons solaires n'impactent pas les espaces aux heures les plus chaudes donc il faut penser à des fenètre de double vitrage au sud pour les espaces d'enseignement ,des fenètre épaisse pour les autre espaces , les brises soleil, les auvent , les galeries et les coursives.

_ Et les rayons directes pour produire de l'électricité à travers des panneaux photovoltaïques et les panneaux solaire thermique pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire.

Selon le diagramme de Giovanni, le confort thermique va être satisfait par l'utilisation des matériaux inertes et les systèmes passifs comme les serres dans les mois de mars avril et novembre, et le chauffage par panneau solaire thermique dans les mois de Décembre, Janvier, Février où on a recours au chauffage mécanique. En moi de juin une ventilation mono exposé

par fenêtre ouvrante à la française ou des jalousies va rafraîchir les espaces et l'isolation de la toiture et les couleurs des façades extérieures du projet joue un rôle important dans le confort thermique et visuel donc il faut penser à des couleurs réfléchissantes et qui entrent dans les traditions Laghouatises.

_ L'existence des deux montagnes qui forment une protection naturelle contre les vents du nord, nord-est et nord-ouest. Tandis que la protection contre les vents venant du côté sud et sud-ouest serait à travers l'implantation des arbres puisque la nature du terrain est fertile pour les atténuer et des plans d'eau pour les rafraîchir et les utiliser probablement dans la ventilation naturelle à travers :

l'organisation spatiale qui s'appuie sur les vides pour offrir des parcours différencier, l'implantation des bâtiment en lanières resserré qui crée des patio ouverts étroits et allongés dont la forme favorise la circulation de l'air et où la plantation des plantes contribuent au rafraîchissement.

_ L'existence de la ceinture végétalisée qui est traversée par Oued Mzi et qui contribuent au rafraîchissement du projet.

_ Le site représente un inconvénient qui est l'évitement du côté ouest donc il faut éloigner les espaces exigeant le calme, planter des arbres et des végétations dans cette partie pour minimiser les sources de bruit et de pollution comme on devrait planter dans cette partie des espaces tel que le plateau sportif et éloigner les autres espaces.

-Appuyer sur les ressources et les savoir-faire locaux: L'utilisation des matériaux à faible énergie grise de la région tel que l'adobe, la pierre, plancher traditionnel et on peut introduire la technique du pisé.

_ Et pour arriver à une bonne fonctionnalité du projet il faut s'appuyer sur les recommandations suivantes:

-Afin que les espaces d'enseignement profitent de la même quantité d'éclairage naturel il faut les organiser linéairement et les orienter vers le sud.

Ces espaces doivent être ventilés par des jalousies placées au côté nord.

-L'administration doit être auprès de l'accès des élèves et des professeurs pour maintenir le contrôle et le pointage.

-Les espaces de regroupement tel que le foyer, la bibliothèque, la salle polyvalente... doivent être proches des espaces d'enseignement et de l'administration au même temps.

- Tout ces espaces seront de préférence liés entre eux pour faciliter le déplacement d'un bloc à l'autre.

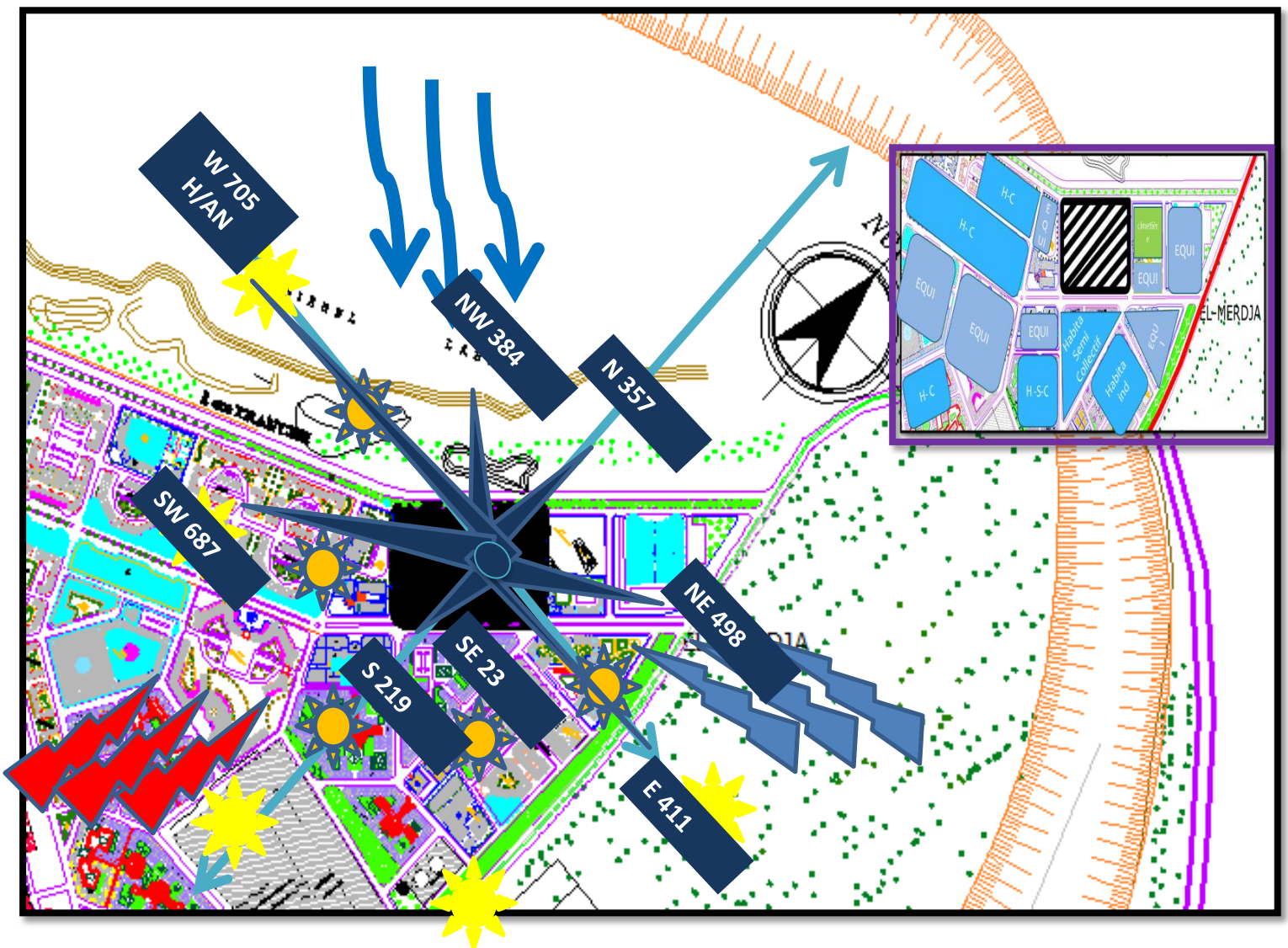
- Les logements d'astreinte nécessitent d'être dans un coin calme et éloigné du mouvement du lycée.

"La conception architecturale bioclimatique s'inscrit dans la problématique contemporaine liée à l'aménagement harmonieux du territoire et à la préservation du milieu naturel. Cette démarche, partie prenante du développement durable, optimise le confort des habitants, réduit les risques pour leur santé et minimise l'impact du bâti sur l'environnement." *Alain Liébard et André De Herde*

Guide de l'architecture bioclimatique

GENESE DE PROJET

IV .1/PRESENTATION DE SITE :



Le site dispose de plusieurs potentialités environnementales vu :

- Son emplacement adjacent au pied de la montagne appelée Djbel Lahmar qui représente une protection naturelle contre les vents venants du côté ouest surtout si le projet avait un faible gabarit.

- L'existence de la végétation au côté est qui cassent les vents venants de ce côté et au même temps elle attribue au rafraichissement de l'atmosphère du coin.
- La nature fertile du sol favorise l'implantation de la flore pour créer un microclimat.
- Sa forme rectangulaire orienté nord-est sud-ouest et sa surface d'environ 27000 m², ce qui nous aide à avoir une distribution douce des différents blocs et une bonne orientation pour profiter du soleil.

- L'assiette du projet est délimitée par un évitement au côté ouest, ce qui représente une source de bruit et de pollution.

- Aussi le terrain d'intervention n'est pas protégé des vents venants du côté sud et sud-ouest.

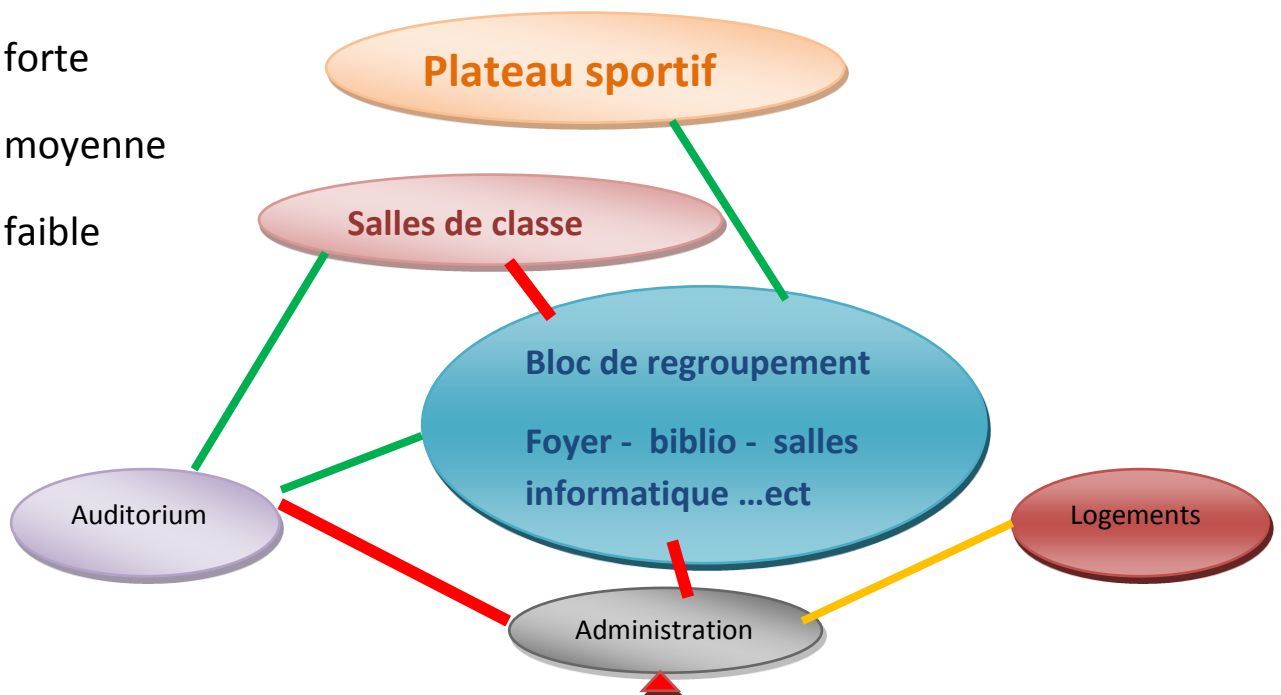
Alors il faut chercher des solutions adéquates pour ces deux problèmes.

IV .2/LYCEE (ORGANIGRAMME FONCTIONNELLE) :

— R. forte

— R. moyenne

— R. faible

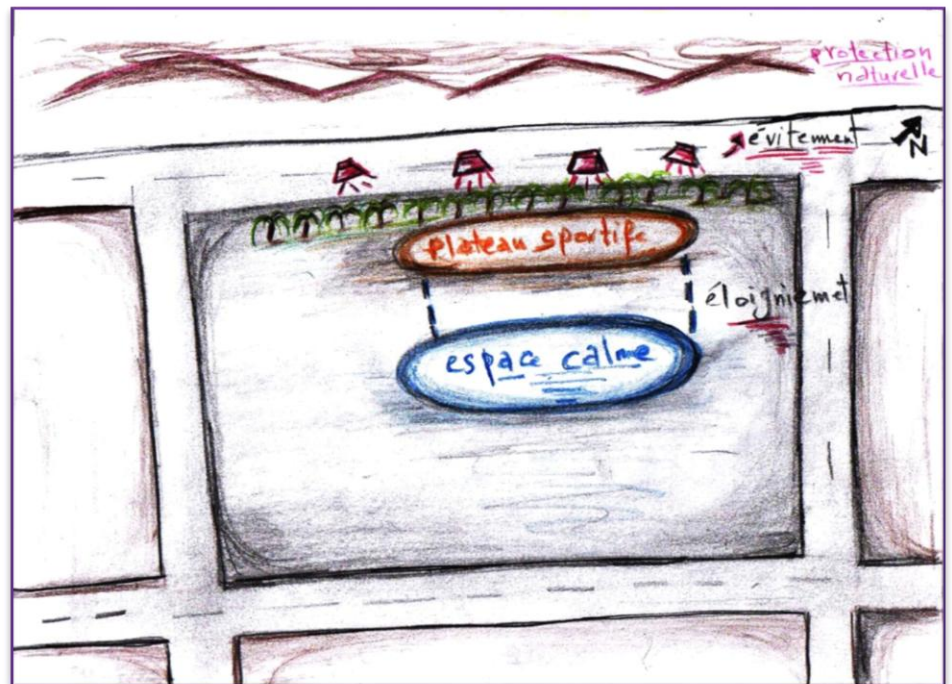


IV.3/MATERIALISATION DE L'IDEE DU PROJET (la genèse de projet):

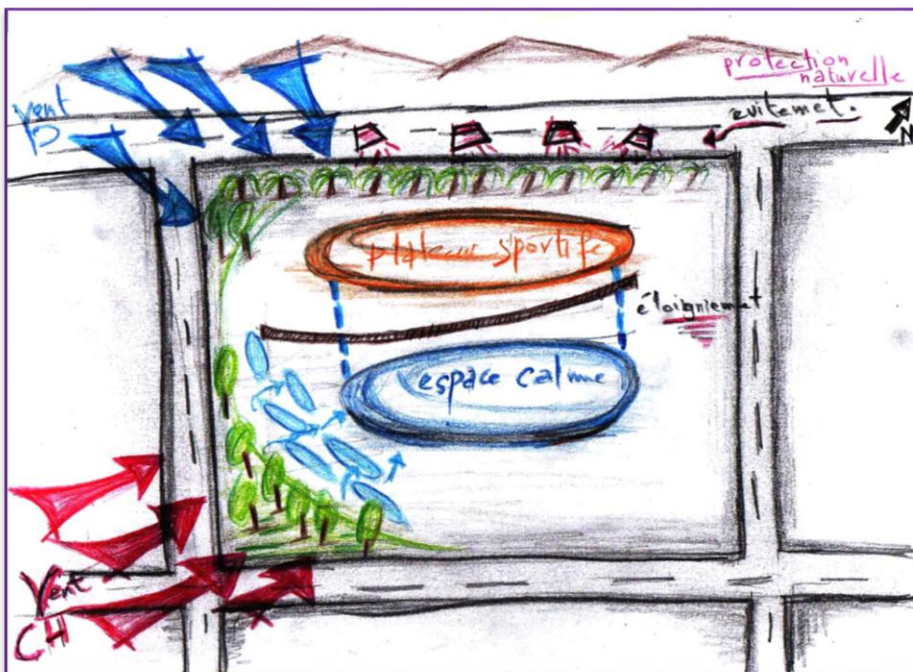
Etape 1^e

Pour régler les problèmes venants de l'évitement, les espaces exigeants le calme vont être éloignés et le plateau sportif va être placé dans ce côté puisque ce sont des espaces d'activité physique et non morale.

Et pour minimiser la pollution on a vu d'implanter un écran d'arbres.



Etape 2 :



Pour protéger les espaces du projet des vents venants du côté sud et sud-ouest on a décidé d'implanter quelques rangés d'arbres pour freiner leur vitesse.

Ainsi pour rafraichir et humidifier les vents chauds du sud on a inséré quelques plans d'eau.

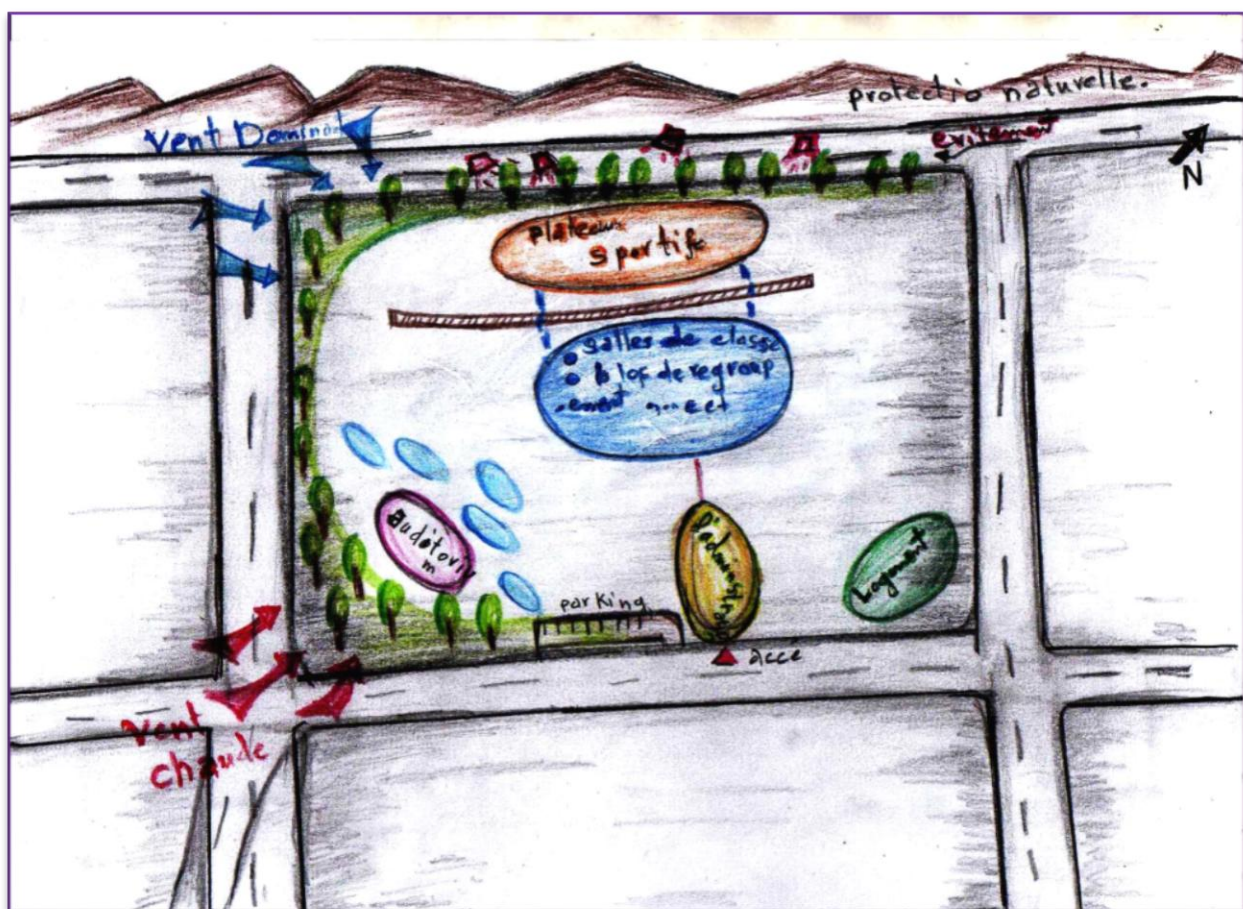
Et pour affiner la protection contre les vents d'ouest on a choisi de tracer un obstacle qui va diriger la violence des vents par ailleurs des espaces du projet.

Etape 3 :

Les espaces du projet seront éparpillés sur la totalité du terrain mais avec modération pour l'économie du sol.

Les espaces d'enseignement et de regroupement occuperont le centre du terrain loin de bruit et de toute mobilité extérieure.

L'auditorium sera détaché des espaces de regroupement car il va être utilisé occasionnellement, on a vu de le placer à l'extrémité basse gauche du terrain et cela pour animer et imposer le contrôle dans ce coin.



-Les logements d'astreinte vont occuper l'extrémité opposée à droite du terrain pour les éloigner des activités du lycée dans un coin serein et accessible depuis la route.

-L'administration sera implantée sur le centre de la frange du terrain pour y intégrer l'accès des élèves, des enseignants et du personnel pour remplir l'aspect du contrôle et du pointage. Cet accès sera doublé, un côté pour les piétons, l'autre pour les véhicules où il mène vers un parking qui sera contrôlable et tout près de l'administration et aussi à proximité de l'auditorium.

Etape 4 :

On a vu de minimiser le nombre de blocs pour avoir le minimum de façades extérieures et cela pour atténuer la déperdition thermique.

Alors deux blocs d'enseignement seront créés, l'un face à l'autre, et un bloc de regroupement sera intermédiaire entre eux.



Tous les blocs seront d'une forme allongée pour créer des patios prolongés à peine étroits pour favoriser la circulation de l'air.

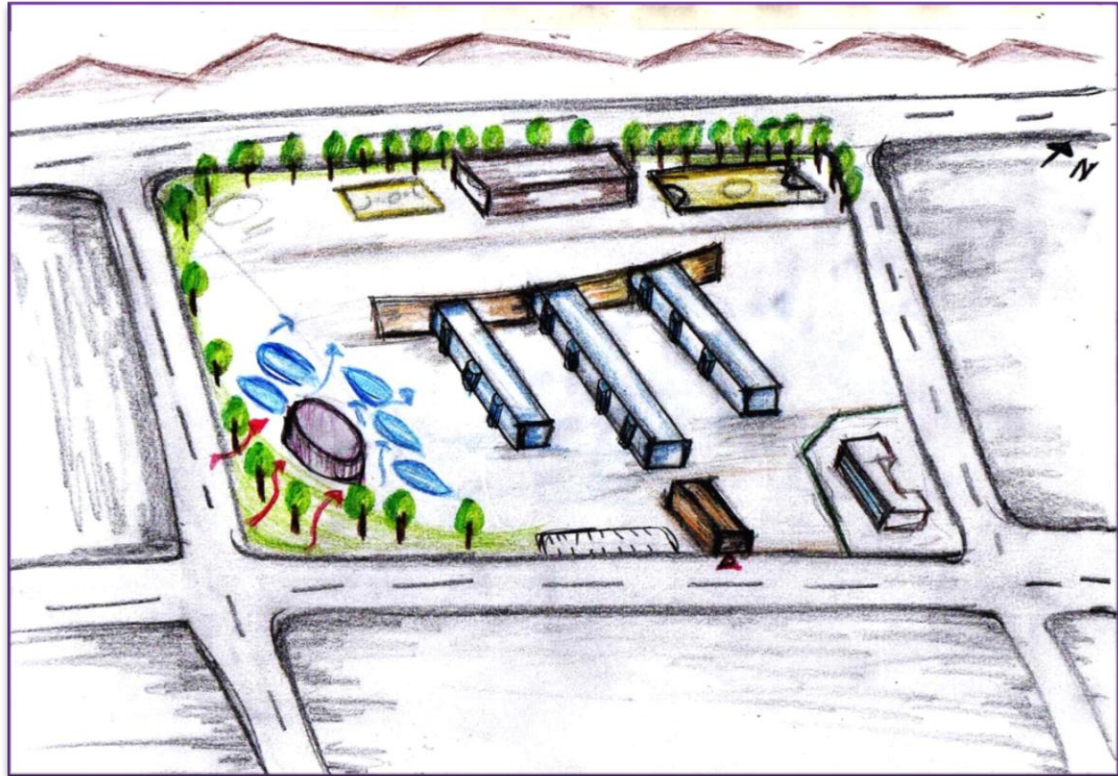
Les blocs seront aussi orientés vers le sud pour profiter le maximum de la course solaire, tout en prenant compte du rapport $h/L < 1$.

Etape 5 :

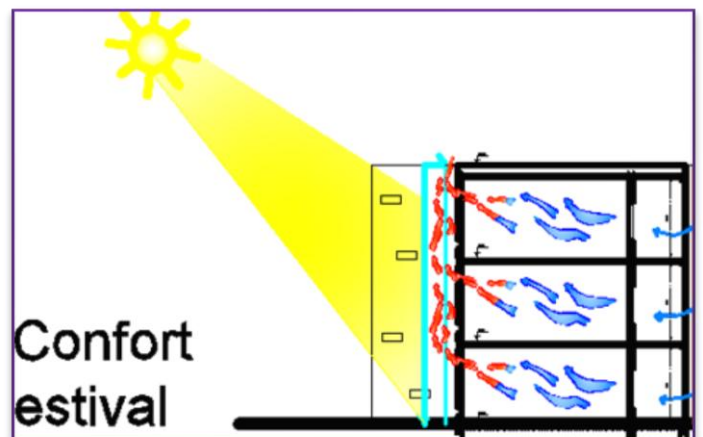
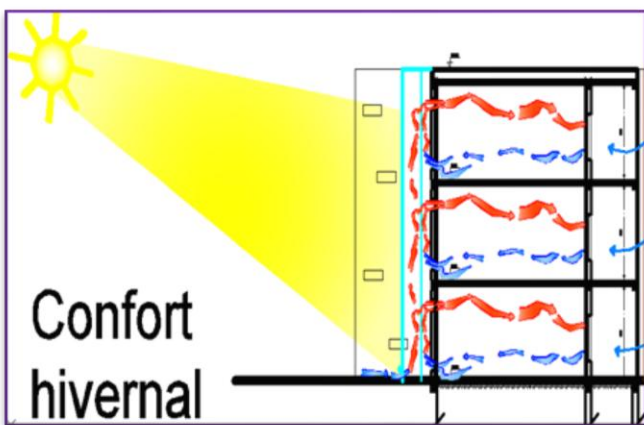
Les blocs du projet prendront quasiment des formes de barres à étage pour avoir un coefficient G optimal.

Et on veille à ce que des espaces tampons seront du côté nord surtout pour les logements.

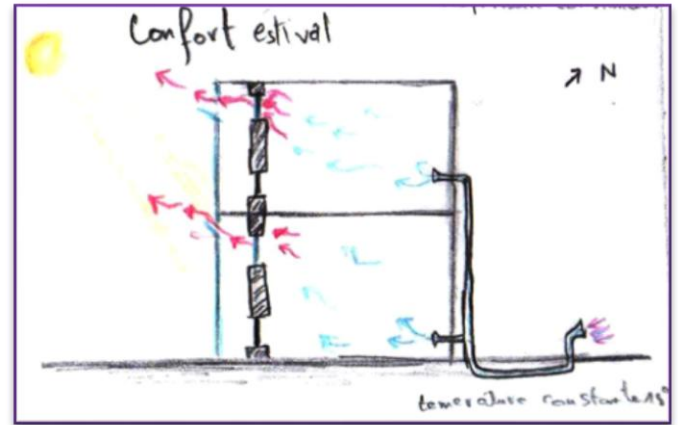
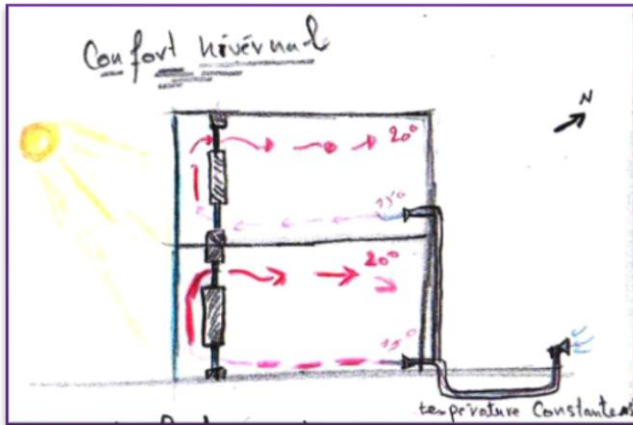
L'auditorium qui est dans un coin opposé directement aux vents, il va prendre une forme souple pour dévier ces derniers donc on lui a attribué la forme d'un cylindre elliptique.



Et pour obtenir un confort thermique d'une manière passive dans les blocs d'enseignement et de regroupement on a voulu introduire des serres sur les façades sud où ils vont régler la température en période hivernale et estivale.



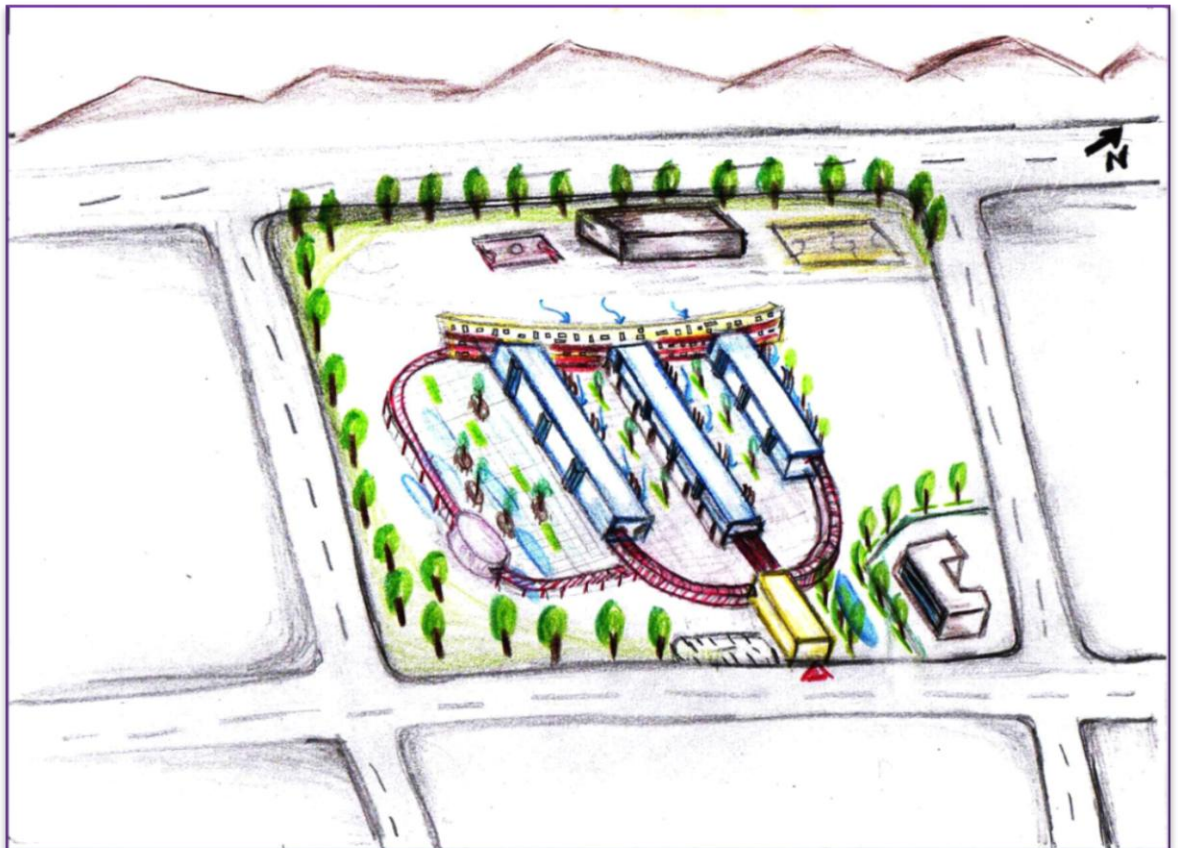
Pour les logements, ils vont adopter le système de mur de trombe associé à un puits canadien.



Le confort dans les autres espaces va être par l'utilisation du simple vitrage pour favoriser l'effet de serre pendant l'hiver. Et protégé par des brises soleil pendant l'été.

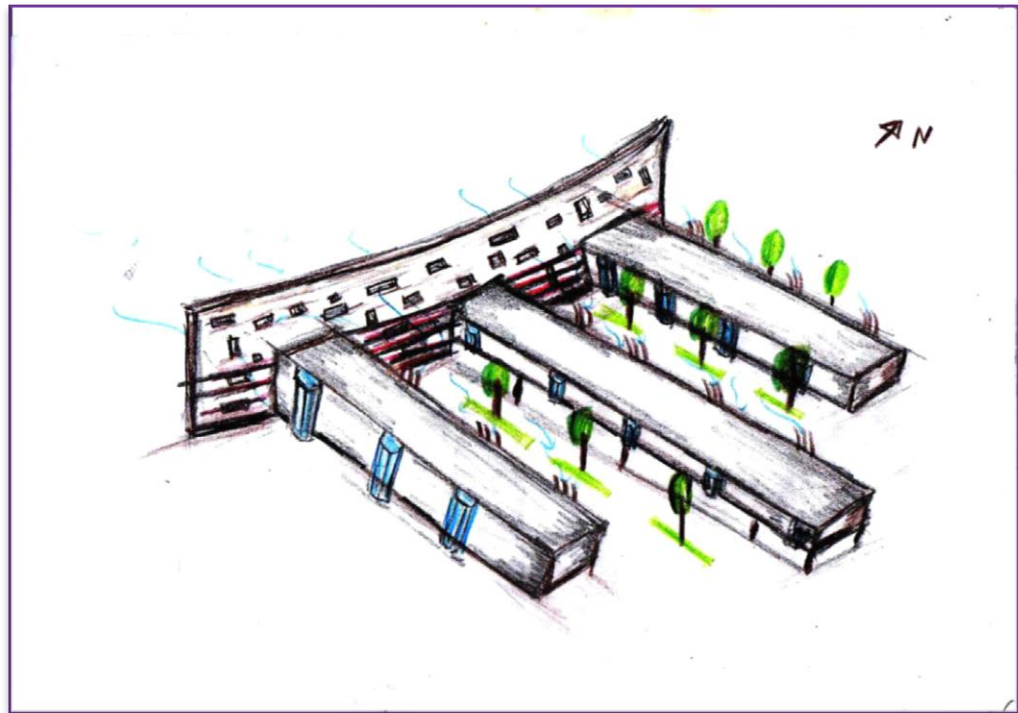
Etape 6 :

Pour matérialiser la séparation entre les logements et le lycée une clôture végétalisée va être créée. Et pour effectuer le contrôle des espaces d'enseignement et de regroupement, on a pensé à les lier avec l'administration par des parcours ombragés et à étage, ces parcours délimiteront aussi l'espace cours compris entre les blocs de l'enseignement incluant l'espace sous-pilotis du bloc de regroupement qui sera un espace couvert.

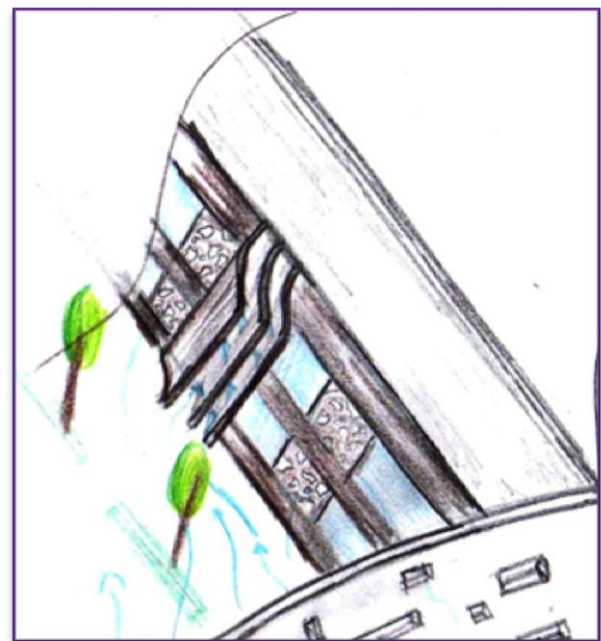


Des coins ombragés seront mis en place grâce à l'implantation des arbres.

Et pour avoir une circulation fluide entre les blocs d'enseignement et de regroupement, des passerelles à étages seront attachées à l'obstacle créé pour atténuer l'effet du vent, ces passerelles auront une double fonction qui est la liaison entre ces blocs et elles vont aussi comporter les blocs de sanitaires à étages et les dépôts.

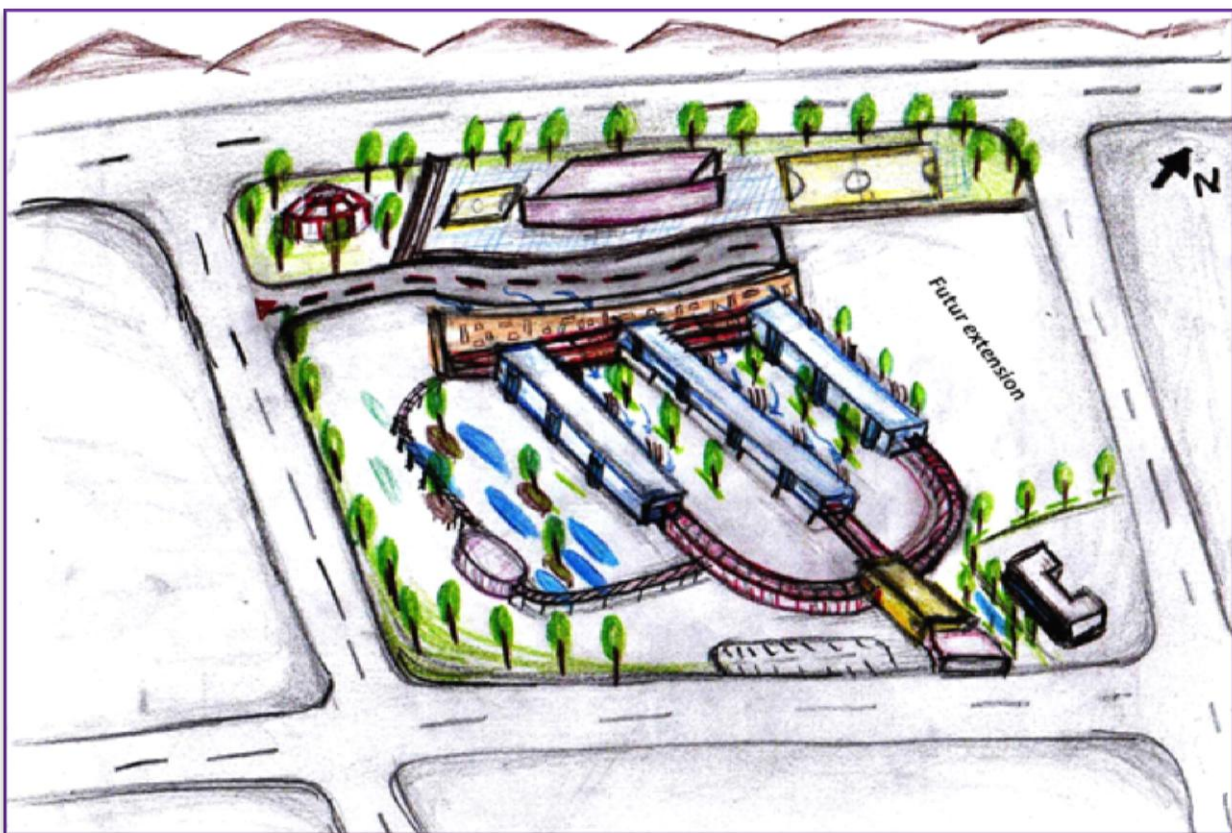


L'obstacle va être doté de percées pour profiter de l'air frais amené par les vents, Cet air va être distribué dans les patios allongés et attrapé à l'aide de capteur de vent créé dans les façades nord des blocs et cela pour les utiliser dans la ventilation naturelle.



Etape 7 :

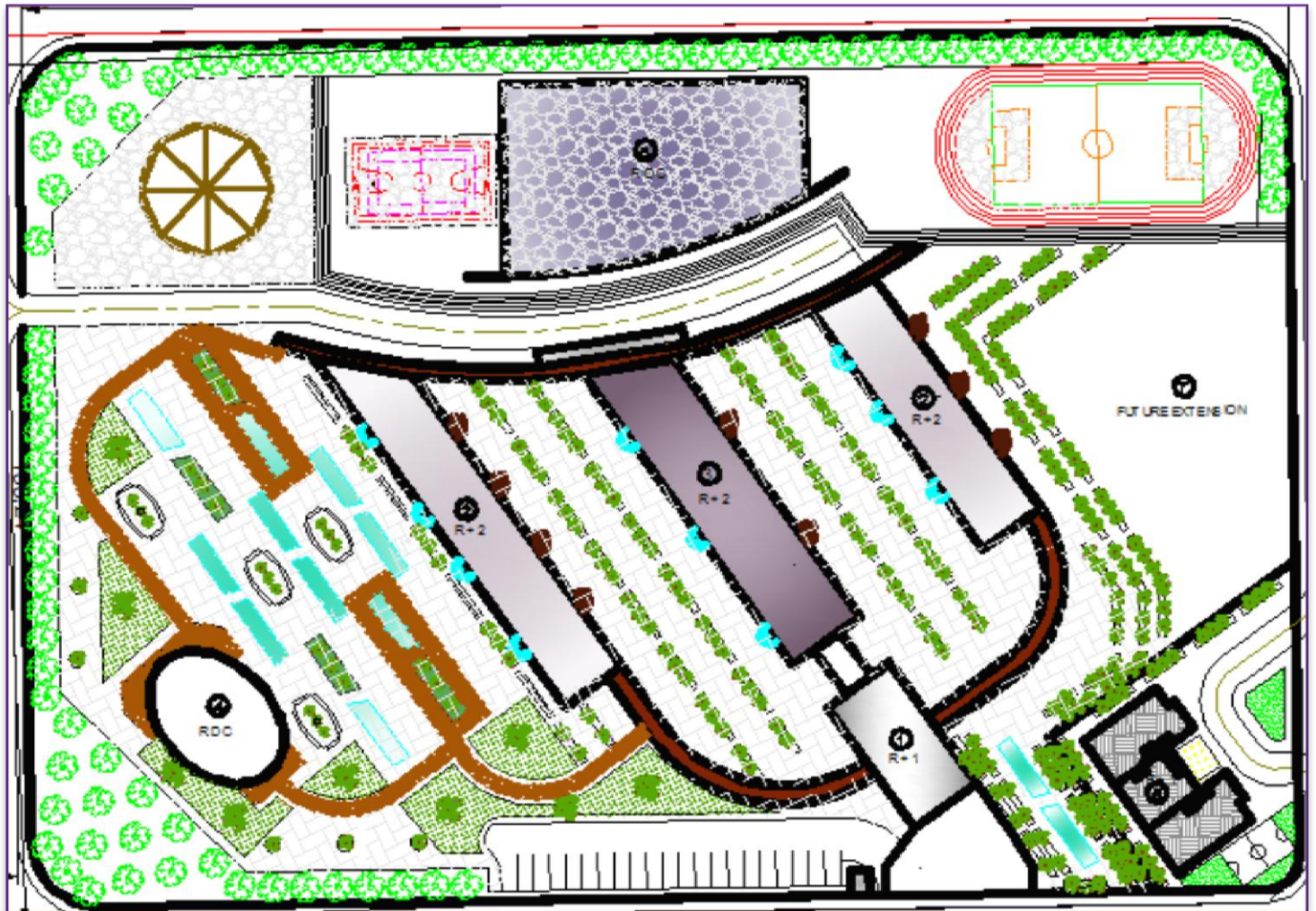
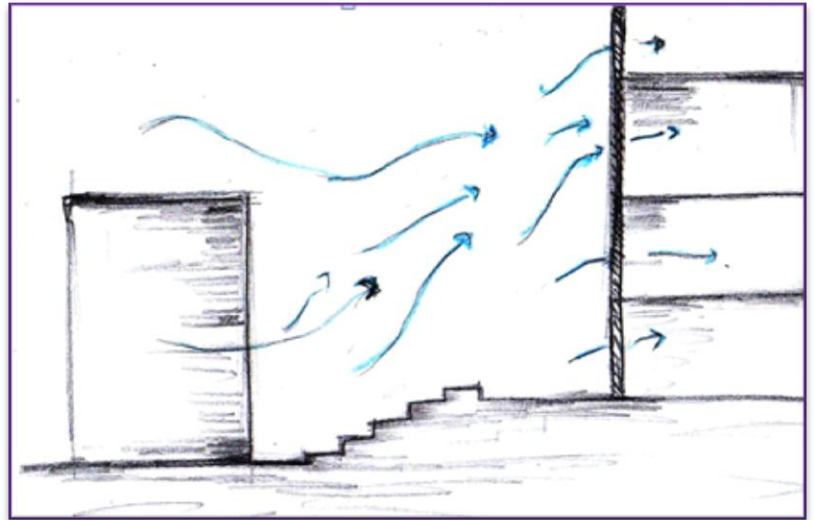
- L'accès du lycée va être bien défini avec un volume trapézoïdal pour assurer l'alignement avec la route.
- Le plateau sportif et le bloc de regroupement auront besoin d'être desservis par un parcours carrossable pour la fourniture des différents approvisionnements et matériels, alors la création d'une allée mécanique est indispensable, celle-ci va contourner les différents espaces du projet et épouser la déviation de l'obstacle percé, et même la façade de la salle de gymnase va à son tour épouser la même déviation du parcours.



- Les utilisateurs du plateau sportif auront besoin d'un petit espace de repos ombragé qui va être inséré dans le coin gauche, cet espace va prendre une forme arrondie puisque il est exposé aux vents venants du sud-ouest.

- L'utilisation modéré du terrain nous a permis d'avoir un terrain d'une probable futur extension.

On a constaté que la salle de gymnase va gêner la circulation des vents vu sa hauteur importante alors on a décidé de créer une différence de niveau entre le plateau sportif et le reste du projet et cela pour faciliter la pénétration de l'air soufflé par le vent, cette différence de niveau va engendrer des marches qui peuvent servir de gradins lors des compétitions.



Plan de masse



Vues du projet

Les parcours ombragés qui lient l'administration avec les blocs d'enseignement.



Les serres qui participent au confort thermique participent aussi dans l'enrichissement de la façade par leur mise en relief.

Pour éviter l'éblouissement, des fenêtres épaisses sont mises en place sur la façade sud des blocs.





Au niveau des façades nord des moucharabihs participent dans l'éclairage naturel minime et dans la ventilation par l'infiltration d'air, aussi des capteurs de vent aident à attraper les vents pour les utiliser dans la ventilation naturelle.



IV .4/MATERIALISATION DE L'ORGANISATION INTERNE DES ESPACES DE PROJET :

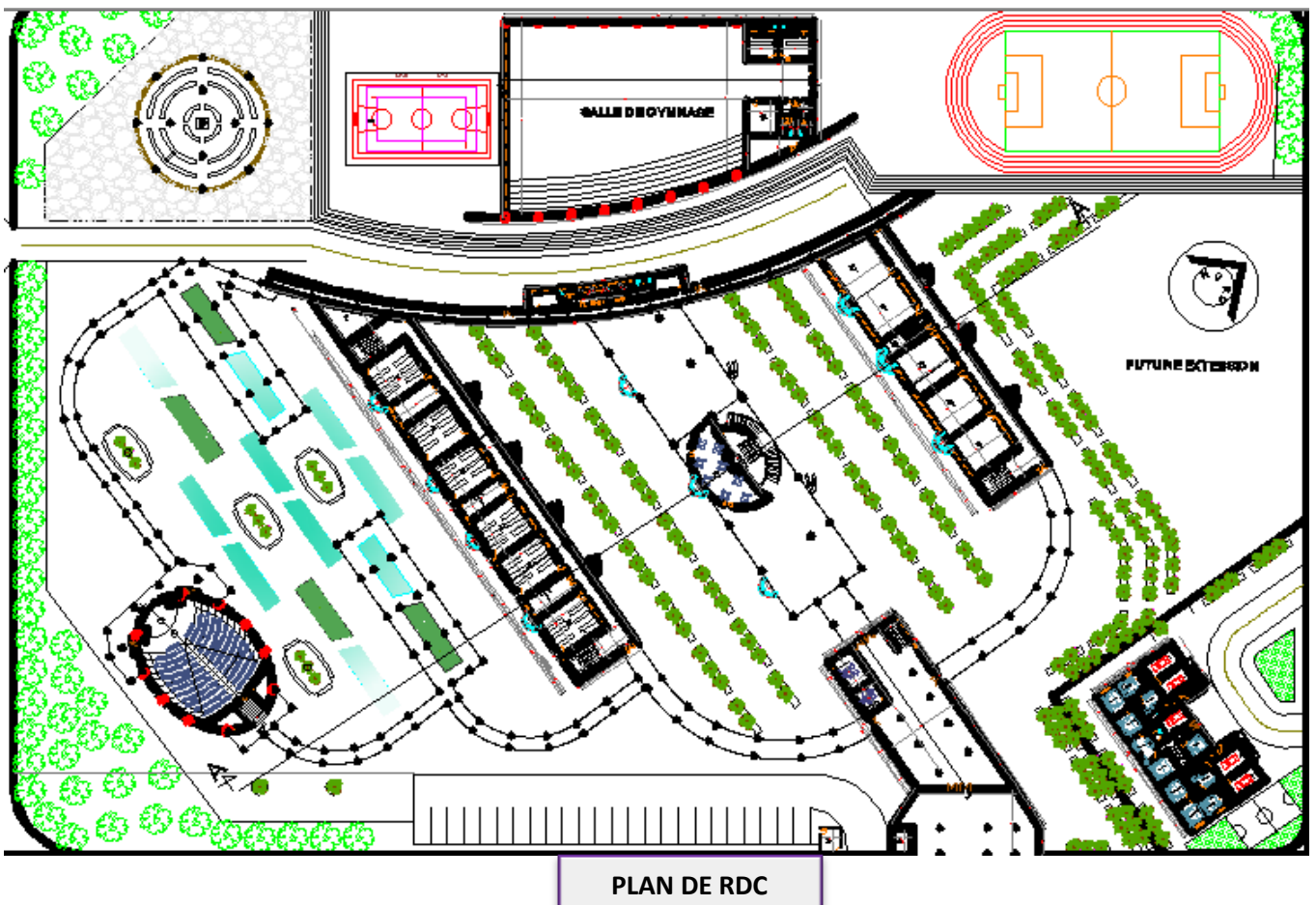
RDC :

La forme allongée des blocs nous a permis d'organiser les espaces linéairement pour profiter du soleil d'une façon égale, alors on a veillé à ce que les espaces qui doivent être inondés de lumière du jour seront placés au côté sud des blocs, tandis que le côté nord sera réservé pour les espaces tampons comme :

La cage d'escalier, les sanitaires, la salle d'archive et de tirage dans l'administration.

Des coursives qui assurent la circulation horizontale jouent le rôle d'un espace tampon dans les blocs d'enseignement et de regroupement.

Dans les logements : les cages d'escalier et les garages.

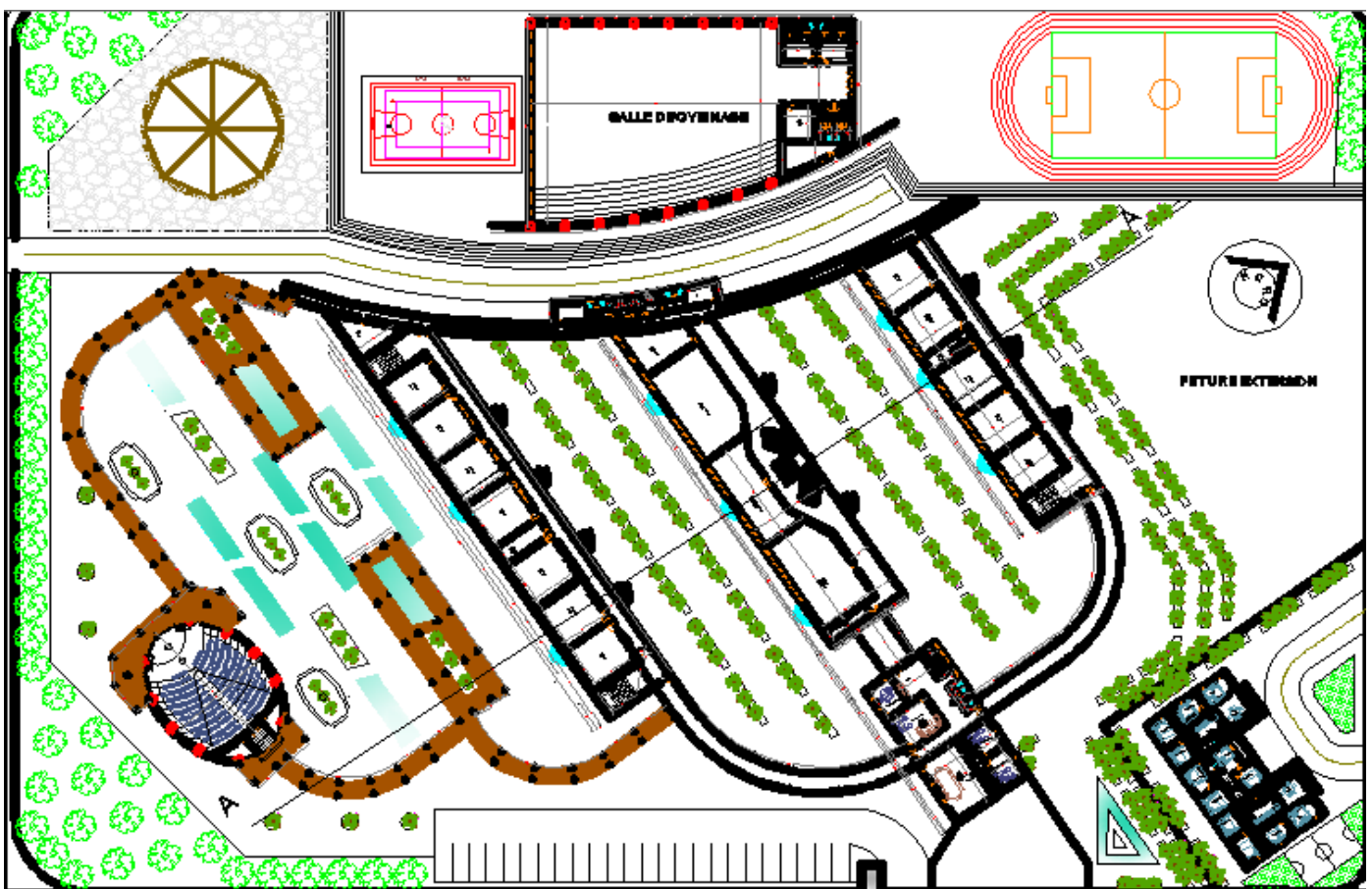


- Des laboratoires avec leurs salles de préparations occupent le rez-de-jardin du bloc sud pour qu'ils aient une relation directe avec la terre végétale et la flore pour toutes expérimentations dans les sciences de la nature.

- Ce qu'il faut mentionner aussi c'est l'emplacement du foyer qui occupe le RDC du bloc de regroupement pour qu'il ait une accessibilité douce, d'une part pour ses usagers de l'autre part pour sa fourniture des différents approvisionnements.
- Le RDC du bloc d'administration a été libéré pour avoir un dégagement suffisant pour les forts flux des élèves surtout dans les heures de pointe, le rdc combine aussi le bureau de censeur et son secrétariat pour maintenir le contrôle.
- La salle de gymnase est dotée d'une entrée du côté nord pour éviter l'éblouissement lors de la sortie des usagers, et un hall d'accueil qui permet de distribuer les espaces annexes.

1er étage :

- Une bibliothèque, une salle d'informatique, et une salle de professeurs occupent le 1er étage du bloc de regroupement car ces espaces sont très fréquents et leur emplacement évite de gêner les usagers, cet étage est accessible depuis le rdc par une cage d'escalier, il est aussi facile d'accès grâce aux différentes connexions qui le lient avec l'administration et les deux blocs d'enseignement. Ces derniers sont occupés par les salles de classe avec un bureau de surveillance dans chaque étage pour assurer la discipline.



PLAN DE 1^{er} étage

2eme étage :

- Le 2eme étage du bloc de regroupement est consacré pour les espaces peu utilisés qui sont la salle polyvalente et les ateliers, où l'atelier de dessin est connecté avec l'administration par une terrasse qui sera utilisée dans les séances de dessin qui exige de l'inspiration.



PLAN DE 2eme étage

NB :

- Les sanitaires sont distribués dans tous les blocs du lycée et par étage.

INTRODUCTION :

L'existence de l'homme est intimement liée à la lumière. Il ne peut littéralement pas vivre sans elle. La lumière constitue un élément essentiel, générateur de vie sur terre.

Elle représente une partie indéniable de notre vécu quotidien et nous influence du point de vue physiologique et psychologique.

L'extrême complexité du comportement de la lumière naturelle conduit de nombreux architectes à négliger les qualités intrinsèques de l'éclairage naturel au profit d'un éclairage artificiel plus adaptable. Néanmoins, la lumière naturelle est le mode d'éclairage le plus agréable, le plus performant et le plus économique pour peu qu'on puisse s'en préserver lorsque c'est nécessaire. Sa variabilité se montre extrêmement bénéfique pour le confort des occupants.

Son utilisation judicieuse est un atout majeur pour développer les qualités architecturales, énergétiques et environnementales d'un bâtiment. La lumière naturelle se révèle donc l'éclairage d'ambiance par excellence. L'importance de l'éclairage naturel s'impose du fait qu'il permet une réduction significative de la consommation de l'énergie électrique dans le bâtiment et en particulier dans les secteurs secondaires et tertiaires.

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

L'Algérie en générale possède des potentialités très valables et des occasions exceptionnelles, à savoir : l'ensoleillement excessif et donc la disponibilité d'un éclairage favorable à longueur d'année sur la plupart des régions du pays (environ 3300 heures/an [Chegaar M. et Chibani A., (1999). Méthodes for computing global solar radiation. *Recueils des résumés des Journées Nationales pour la Valorisation des Energies Renouvelables*, 23- 24/11/99, Tlemcen, p.11.]). (Particulièrement les régions de sud comme la ville de Laghouat).

Problématique :

En milieu scolaire, les niveaux et la répartition de l'éclairage naturel sur les salles de classes ont une importance primordiale tant dans les processus d'apprentissage que dans les paramètres liés à la santé et au confort offerts aux étudiants.

Un éclairage insuffisant nécessite de la part de l'œil un effort accru qui augmente la fatigue visuelle et génère des maux de tête ou des troubles durables de la vision. Un éclairage minimum est donc nécessaire afin de pouvoir lire les informations écrites sur le tableau ou sur le plan de travail. Par ailleurs, plus l'éclairage est important, plus la perception de détails est aisée et plus l'attention à un exposé oral est accrue.

Dans comment assurer un éclairage naturelle suffisant, efficace et confortable dans l'espace durant tout la durée d'utilisation tout en évitant les phénomènes de surchauffes et l'éblouissement ?

Hypothèses:

Le confort visuel peut se mesurer à travers des critères objectifs qui doivent être bien étudiés pour atteindre le seuil du confort :

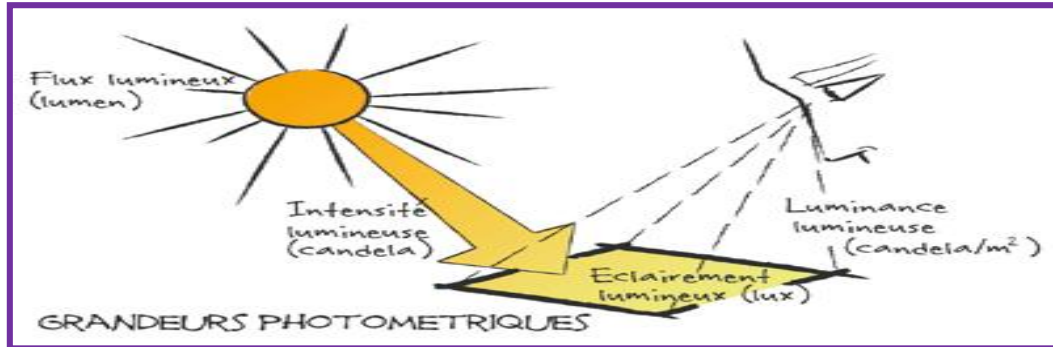
- **Le site, avec toutes ses contraintes dont l'ensoleillement, les masques et les reliefs, la nature des surfaces et l'éclairage artificiel extérieur.**
- **Le nombre d'ouvertures, leur taille, leur orientation.**
- **La quantité de lumière naturelle.**
- **La qualité de l'éclairage naturel qui est mesurée par le facteur de lumière du jour (FLJ).**
- **La qualité de l'éclairage électrique en termes de confort et de dépenses énergétiques est caractérisée par l'indice de rendu des couleurs et la température des couleurs.**
- **La relation visuelle avec l'extérieur.**

<< Pour ressentir bâtiment, il faut s'en imprégner et sentir la lumière. >>

RICHARD MEIER

1/ DÉFINITIONS ET ORDRES DE GRANDEUR :

Pour définir la lumière et son ressenti par l'œil, on utilise les grandeurs suivantes :



Le flux lumineux : est la puissance lumineuse émise par une source dans toutes les directions. L'unité de flux lumineux est le lumen, symbole lm.

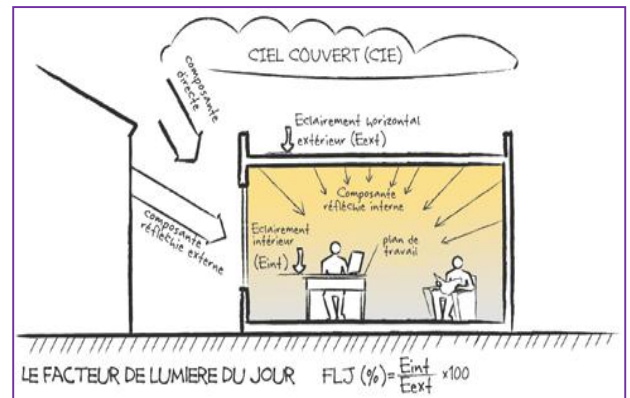
L'éclairage lumineux correspond à un flux lumineux reçu par unité de surface.

L'intensité lumineuse est le flux lumineux émis par une source lumineuse ponctuelle dans une direction donnée. L'unité de l'intensité lumineuse est la candela, symbole cd.

La luminance lumineuse est l'intensité lumineuse d'une source dans une direction donnée, divisée par l'aire apparente de cette source dans cette même direction. L'unité est la candela par mètre carré. [Source : Guide_bio_tech_1_eclairage_naturel PDF](#)

Le facteur de lumière du jour moyen

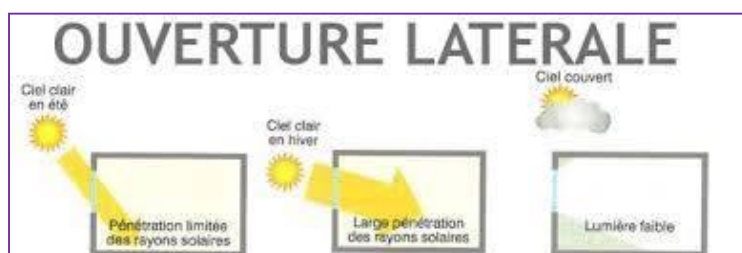
Le facteur de lumière du jour (FLJ) est l'indicateur le plus répandu d'appréciation de la Qualité de l'éclairage naturel d'un local. Cet indicateur exprime le ratio entre l'éclairage intérieur en un point du plan utile et l'éclairage extérieur horizontal en site dégagé sous condition de ciel couvert dit CIE. Le FLJ traduit les conditions jugées les plus défavorable puisqu'il rend compte des performances d'un Local sous des conditions de ciel couvert.



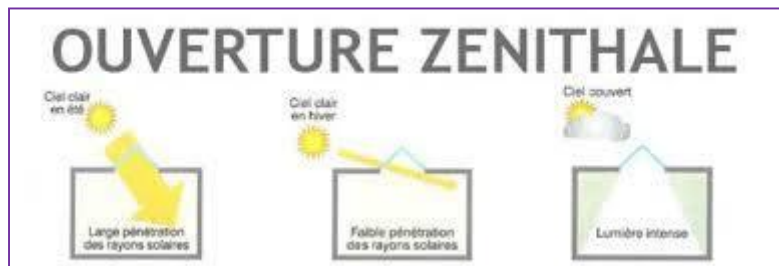
Source :Fiche pratique et 82 Chritian TERRIR et Bernard VANDEVYVER

2/ TYPE D'ECLAIRAGE :

Eclairage naturel latérale :



Eclairage naturel zénithale :



Comment choisir le type d'éclairage naturel ?

Le choix du type d'éclairage à privilégier sera dicté par les caractéristiques du local. En règle générale, pour des locaux plutôt bas de plafond (en dessous de 3 mètres) on optera pour un éclairage latéral. Si la hauteur des locaux vient à dépasser les 4,5 mètres, c'est vers un éclairage zénithal qu'il faudra se tourner. Pour des bâtiments intermédiaires, bien que le choix dépende de leur profondeur, largeur et forme, il n'est pas rare de devoir conjuguer les deux approches (éclairage latéral et zénithal). [Source : Fiche pratique et 82 Chritian TERRIR et Bernard VANDEVYVER](#)



Éclairage latéral



Éclairage zénithal



éclairage latéral et zénithal

L'ÉCLAIRAGE NATUREL D'UN BÂTIMENT

Avant d'aborder la conception en éclairage naturel d'un bâtiment, il s'agit de comprendre Quelles sont les possibilités qui lui seront offertes par les contraintes et exigences Diverses. Celles-ci peuvent être d'ordre contextuel et géographique (latitude du site, Masques environnants), programmatiques (exigences des démarches environnementales Ou des réglementations) ou d'usage (type de bâtiment et d'utilisateurs).

1/ TYPOLOGIE ET UTILISATION:

Dans un premier temps, il s'agira de comprendre l'impact de la typologie du bâtiment sur ses besoins en éclairage naturel.

En effet, les besoins en lumière naturelle varient selon l'usage d'un bâtiment : ses Fonctionnalités et périodes d'occupation. Les exigences seront différentes dans un bureau,

un hôpital ou encore une école. Il existe bien entendu des contraintes diverses concernant la localisation de la construction d'un projet mais si le choix est possible, on préférera, par exemple, implanter un lycée sur un site dégagé pour offrir aux étudiants des vues stimulantes et un maximum de lumière naturelle. [Source : Guide bio tech 1 éclairage naturel PDF](#)

2/ EXIGENCES ENVIRONNEMENTALES :

Les démarches environnementales présentent des exigences concernant les performances en Éclairage naturel d'un bâtiment. Elles peuvent concerner les accès aux vues, les niveaux D'éclairement ou encore les protections solaires. . [Source : Guide bio tech 1 éclairage naturel PDF](#)

3/ LES STRATEGIE DE LUMIERE NATUREL:

• Capter :

« La qualité intérieure d'un espace dépend de la quantité d'espace extérieur qui entre par le truchement de la lumière et de la transparence. » Franck Lloyd Wright

ENVIRONNEMENT (Ambiance extérieur)

La quantité de lumière naturelle disponible à l'intérieur d'un local est la somme de la lumière Provenant :

- du soleil,
- de la voûte céleste,
- Relief du terrain
- Bâtiments avoisinants
- Éléments liés au bâtiment lui-même
- Végétation
- Réflexion des surfaces extérieures

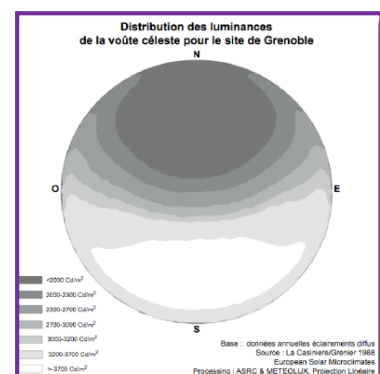
Plus la composante directe, c'est-à-dire le rayonnement solaire direct et la lumière provenant De la voûte céleste, est importante, plus la qualité de l'éclairage naturel dans le local sera considérée comme satisfaisante.

Orientation:

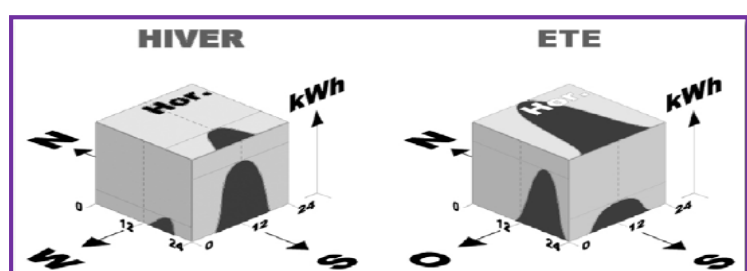
En cumul annuel, la partie Nord de la voûte céleste est la moins lumineuse.

En conséquence, les locaux dont les ouvertures donnent sur cette orientation seront nettement défavorisés.

[UE-M : Espace et lumière: Le projet d'éclairage DISPOSITIFS D'ECLAIRAGE NATUREL](#) Bernard PAULE



Les variations saisonnières sont très marquées sur les différentes façades. Il faut noter que seule la façade sud



reçoit, relativement, moins d'énergie en été qu'en hiver.

UE-M : Espace et lumière: Le projet d'éclairage
DISPOSITIFS D'ECLAIRAGE NATUREL Bernard PAULE

Masques:

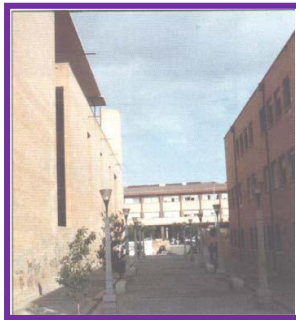
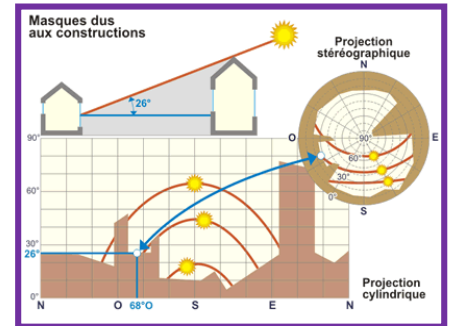
La présence de masques extérieurs (les végétations ; les bâtiments....ect) se traduit le plus souvent par une réduction importante de la quantité de lumière disponible.

Source : Guide bio tech I eclaireage naturel PDF

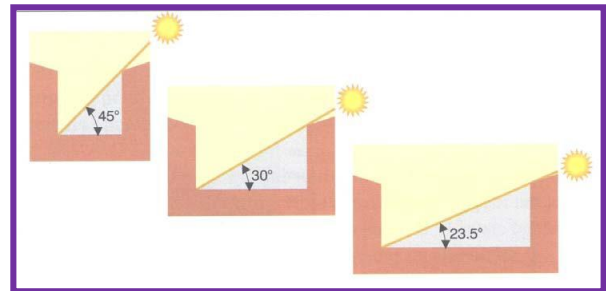
Relief du terrain

Ombres possibles du relief sur les bâtiments, Ou bien au contraire la pente peut Favoriser leurs ensoleillement (dépend de la géométrie solaire /pente).

Bâtiments avoisinants



Effet de rue :
Masque solaire des Bâtiments de L'autre côté de la Rue (dépend du Rapport hauteur Bâti/ largeur rue)

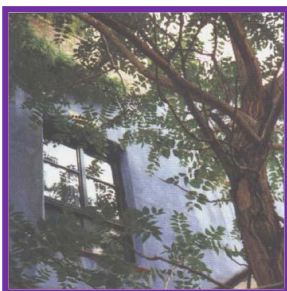


Réflexion des surfaces extérieures :

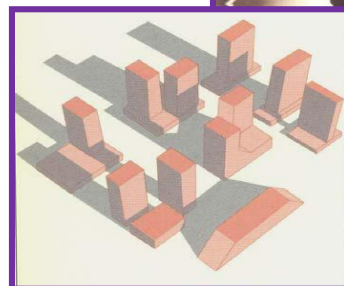
Le facteur de réflexion des surfaces extérieures peut amener une augmentation de la quantité de lumière pénétrant dans le local



Végétation :



Éléments liés au bâtiment lui-même



• Transmettre :

Favoriser la pénétration de la lumière à l'intérieur d'un local

Caractéristiques de la fenêtre

- Inclinaison de l'ouverture
- Orientation de l'ouverture
- Configuration • Menuiserie
- Dimensions de l'ouverture • Forme
- Matériau de transmission

Caractéristiques du local

- Dimensions
- Aménagement intérieur

1) Inclinaison de l'ouverture :

□ Fenêtre verticale

- Système le moins performant en terme d'éclairage par la lumière du jour
- Le plus utilisé car facile à mettre en œuvre (Et permet une vue sur l'extérieur)
- Bien orientée, présente beaucoup d'avantages thermiques



□ Fenêtre en toiture

- C'est le système le plus performant: de 3 à 5 fois plus de lumière, à surface équivalente, qu'un vitrage vertical.
- S'ouvre sur la totalité de la voûte céleste => forte pénétration de la lumière diffuse.
- Lumière entre par les plafonds => limite éblouissements dans les locaux.
- si elle est mal conçue, elle va aussi créer plus de surchauffe l'été



L'éclairage naturel : Stratégies et prédétermination
Suzel BALEZ L5C 2007-08

2) Orientation de l'ouverture :

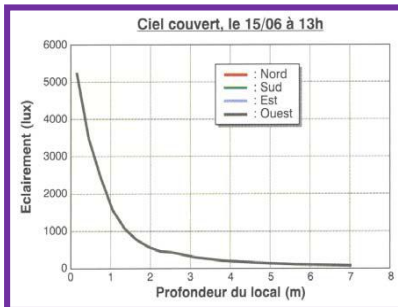
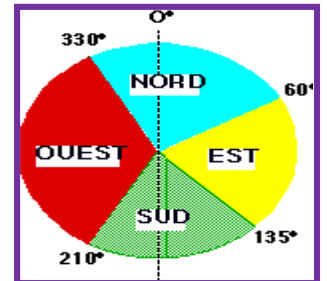
Pour nos latitudes tempérées, on peut distinguer 5 orientations principales qui tiennent compte des déséquilibres de température entre matin et après-midi.

Nord : jamais de soleil direct ; importance des réflexions extérieures.

Sud : soleil haut quand les apports énergétiques sont importants.

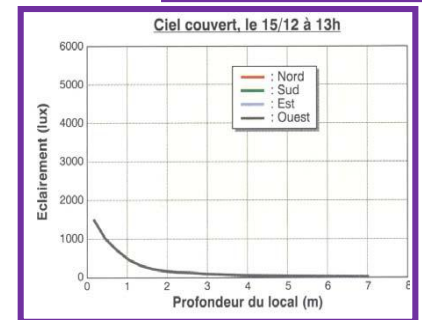
Est : même caractéristiques qu'Ouest mais sans surchauffe de la journée.

Ouest : apport énergétique le plus élevé, (après-midi) ; soleil bas.



Sous ciel couvert les baies verticales captent la lumière de manière similaire, indépendamment de leur orientation

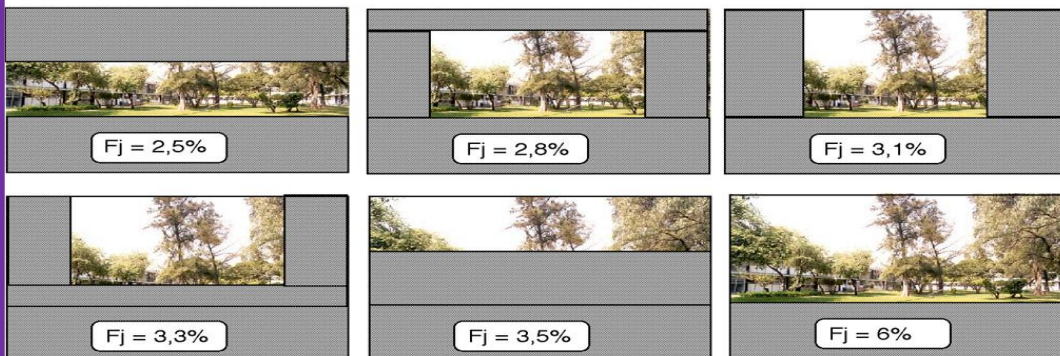
Sous ciel clair l'orientation de la baie influence la quantité de lumière captée.



L'éclairage naturel des bâtiments : SIGRID REITER et ANDRE DE HERDE

3) Configuration (position de la baie sur la paroi)

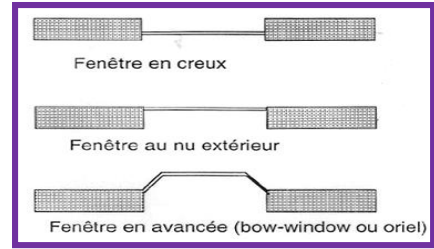
Influence de la position de la baie sur le facteur de lumière du jour
(d'après un document du CSTB)



Les 5 premières surfaces sont identiques.
Que pensez-vous de la vue dans chaque cas ?

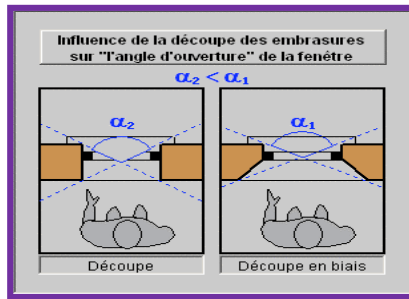
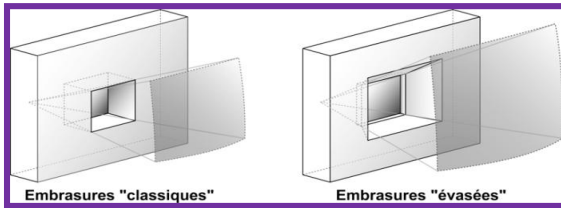
L'éclairage naturel des bâtiments : SIGRID REITER et ANDRE DE HERDE

Que la fenêtre soit en creux, au nu ou en avancée ne change rien aux performances lumineuses globales de la pièce. L'éclairage naturel des bâtiments : SIGRID REITER et ANDRE DE HERDE

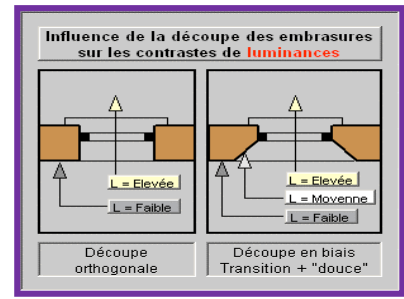


• Embrasures

Dans le cas de parois épaisses (ou si les ouvertures sont de petites dimensions), le traitement des embrasures peut permettre d'augmenter sensiblement la captation de lumière naturelle.

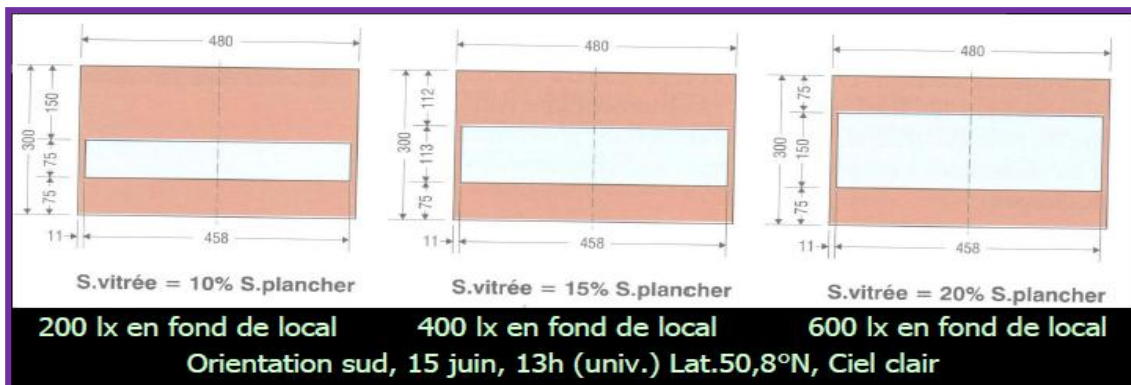


La découpe en biais des embrasures permet d'augmenter l'angle de vision vers l'extérieur et offre une transition lumineuse plus « douce ».



Source : UE-M : Espace et lumière: Le projet d'éclairage DISPOSITIFS D'ECLAIRAGE NATUREL _ Bernard PAULE

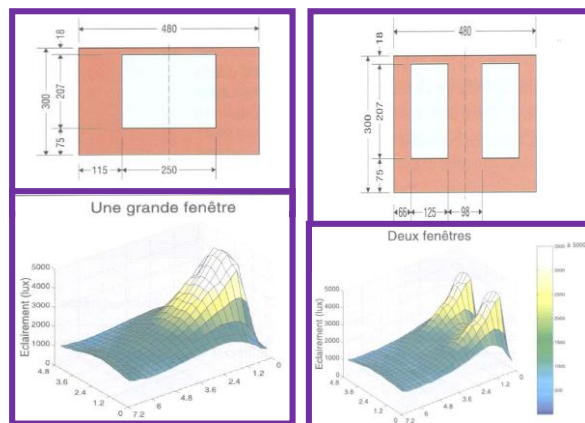
4) Dimensions de l'ouverture



5) Forme de l'ouverture

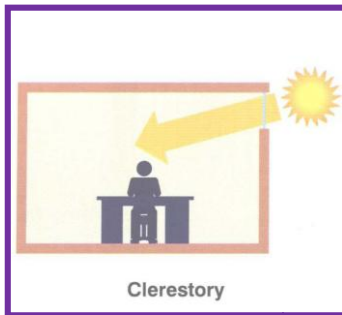
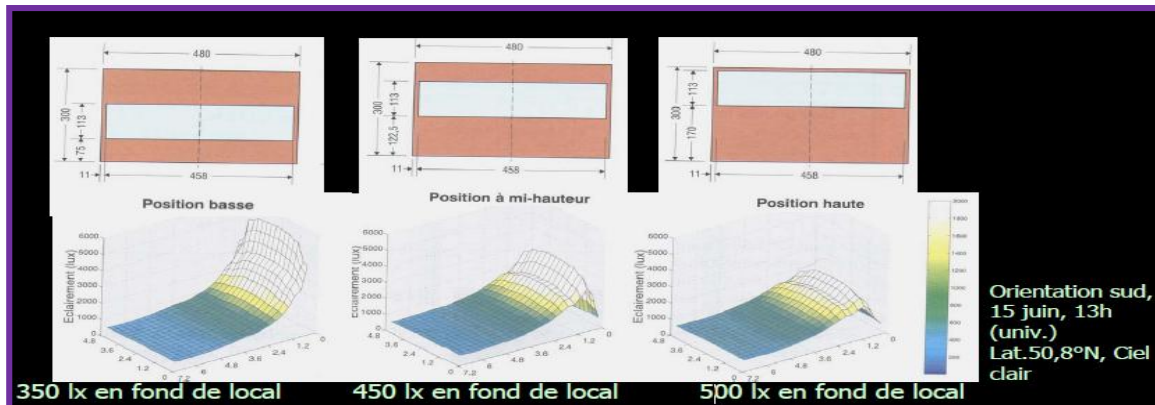
Une forme d'ouverture optimisée peut augmenter la qualité de l'éclairage naturel en limitant les effets de contrastes et les zones d'ombres.

L'éclairage naturel des bâtiments : SIGRID REITER et ANDRE DE HERDE



6) Position de l'ouverture

Plus la fenêtre n'est élevée, mieux le fond du local est éclairé.



Clerestory = fenêtre dont le seuil se trouve au-dessus du niveau de l'œil

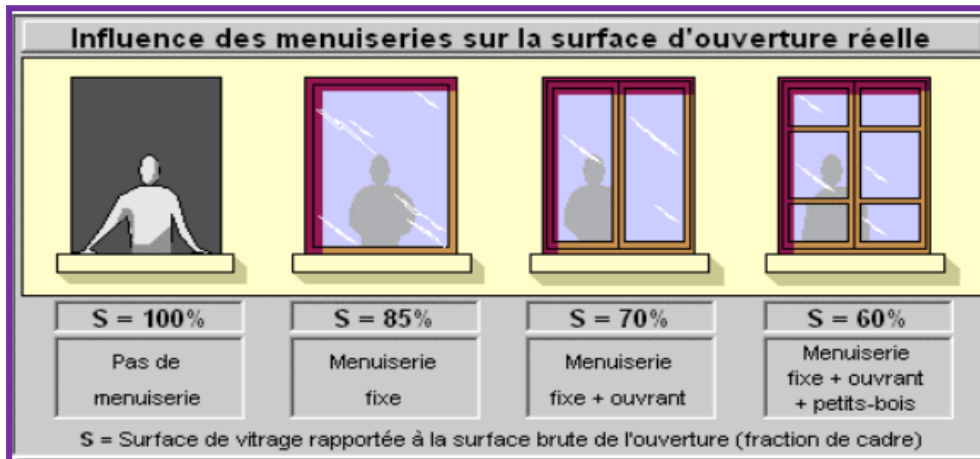
- Répartition plus uniforme de la lumière dans l'espace
- Meilleur éclairage du fond du local
- Réduit les risques d'éblouissement direct



L'éclairage naturel des bâtiments : SIGRID REITER et
ANDRE DE HERDE

7) Menuiseries

Les menuiseries représentent un obstacle au passage de la lumière naturelle.



Source : UE-M : Espace et lumière: Le projet d'éclairage
DISPOSITIFS D'ECLAIRAGE NATUREL Bernard PAULE

La simplification des systèmes d'ouverture permet d'augmenter de façon notable la quantité de lumière transmise. Des menuiseries de couleur sombre accentuent la rupture visuelle avec l'extérieur.

L'augmentation du contraste de luminance nuit au confort visuel



Source : UE-M : Espace et lumière: Le projet d'éclairage
DISPOSITIFS D'ECLAIRAGE NATUREL Bernard PAULE

8) Les matériaux de transmission

Vitrages clairs

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

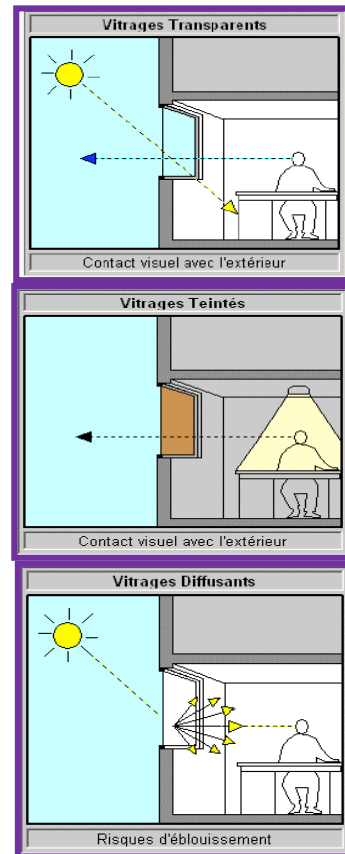
Vitrages teintés ou réfléchissants

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

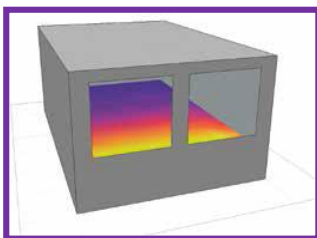
Vitrages diffusants

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

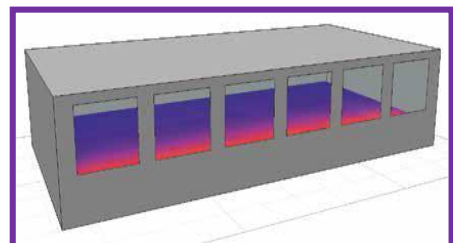
Source : UE-M : Espace et lumière: Le projet d'éclairage
DISPOSITIFS D'ECLAIRAGE NATUREL _ Bernard PAULE



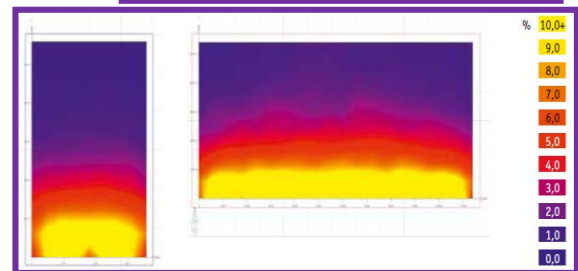
9) Formes et dimensions des bâtiments et des locaux / aménagement intérieur



La géométrie d'un local est également un paramètre influant sur l'éclairage naturel. Elle est souvent liée à la fonction du local lui-même.



Cependant, plus un local est profond et étroit, plus il sera difficile d'y obtenir une bonne répartition et pénétration de la lumière naturelle en fond de pièce, même si sa façade est entièrement vitrée. Ce phénomène est dû aux effets de masques créés par les murs qui sont d'autant plus importants que le local est étroit.

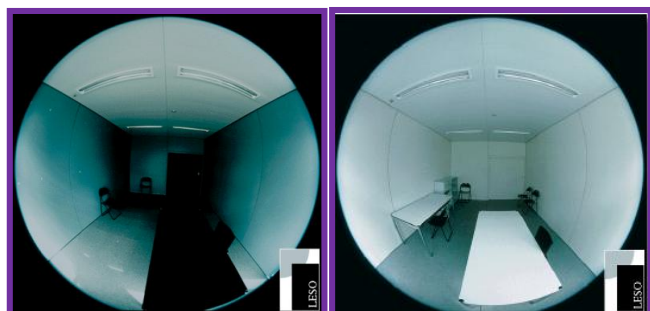


Source : Guide bio tech 1 éclairage naturel PDF

Local (ambiance intérieure):

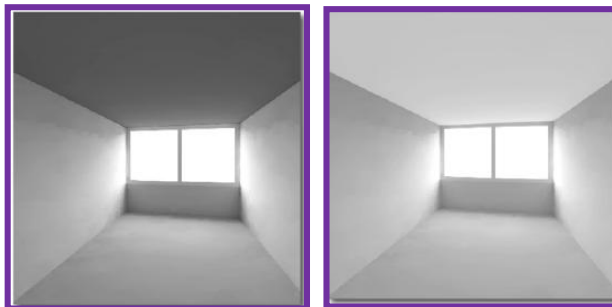
Clarté des parois

La clarté des parois intérieures influence de manière prépondérante la quantité de lumière disponible en fond de pièce.



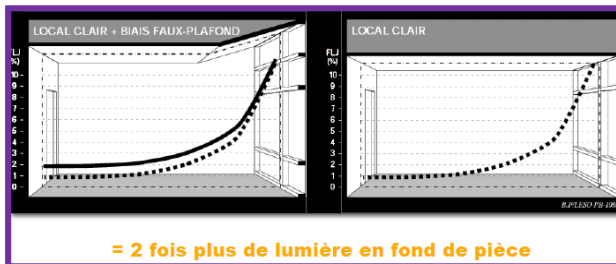
Clarté du plafond

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



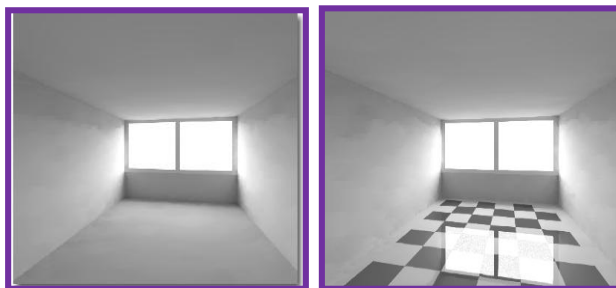
Faux-plafonds

Le fait d'interrompre le faux-plafond pour augmenter la surface vitrée permet de doubler la quantité de lumière disponible en fond de pièce.



Brillances

L'emploi de matériaux brillants entraîne des risques d'éblouissement. Ceci est particulièrement vrai pour les revêtements de sol (l'œil est plus sensible aux fortes luminances dans la partie basse du champ visuel)



Source : UE-M : Espace et lumière: Le projet d'éclairage
DISPOSITIFS D'ECLAIRAGE NATUREL Bernard PAULE

• Distribuer :

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

1) Type de distribution

La lumière naturelle peut entrer de manière directe ou indirecte dans un bâtiment.

Distribution directe :

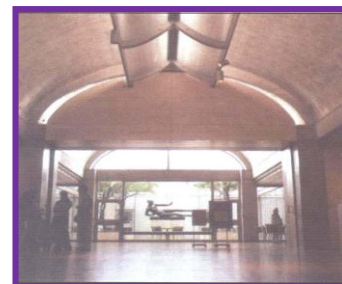
Les ouvertures qui laissent pénétrer la lumière naturelle de manière directe dans une pièce transmettent toujours un flux lumineux plus important que des systèmes d'éclairage indirect de taille et de position équivalente. De plus. Elles offrent la possibilité de créer un contact visuel avec l'environnement extérieur.

Toutefois un éclairage naturel direct présente l'inconvénient d'engendrer des risques importants d'éblouissement dus au ciel et au soleil à travers les ouvertures et d'entraîner une répartition des luminances très irrégulière dans le local.

Distribution indirecte :

L'éclairage naturel indirect consiste à utiliser les réflexions des rayons lumineux sur une ou plusieurs surfaces pour obtenir la distribution lumineuse recherchée. En général. Ce mode d'éclairage fournit une bonne protection contre l'éblouissement et une répartition uniforme des luminances. Le Kimbell An Museum conçu par L.

Kahn..renferme un exemple d'éclairage naturel indirect fabuleux.

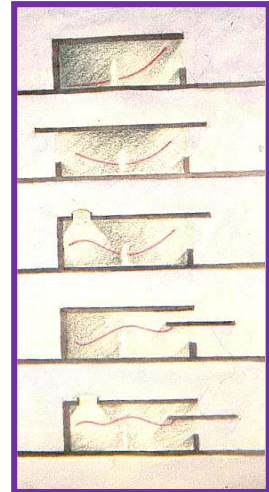


L'éclairage naturel des bâtiments : SIGRID REITER et ANDRE DE HERDE

2) Répartition des ouvertures

- Une prise de jour en façade introduit une forte variation quantitative de l'éclairage avec le recul.
- Une prise de jour en toiture permet d'uniformiser l'éclairage dans le local. Elle est 3 à 5 fois plus performante qu'une prise de jour en façade (même surface, même vitrage).
- On peut aussi améliorer les performances par l'emploi de dispositifs Complémentaires: bandeaux...

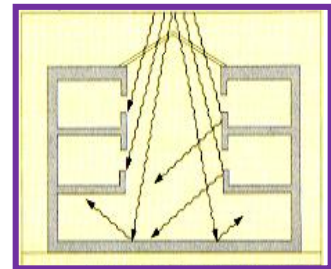
L'éclairage naturel des bâtiments : SIGRID REITER et ANDRE DE HERDE



3) L'atrium, le patio, la cour intérieure



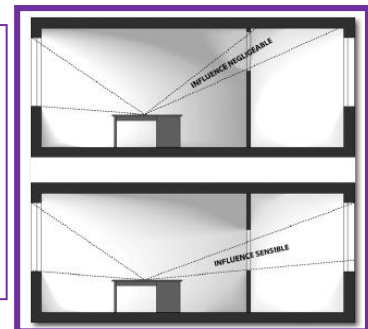
Leur performances sont complexes et dépendent de leur géométrie et de leur orientation. Sachant que les vitrages ont un facteur de réflexion très faible, la partie opaque supérieure de ces systèmes doit être très réfléchissante.



4) Second-jours



Une ouverture en second-jour n'est « utile », du point de vue quantitatif, que si elle permet de « voir » le ciel depuis le point d'observation considéré



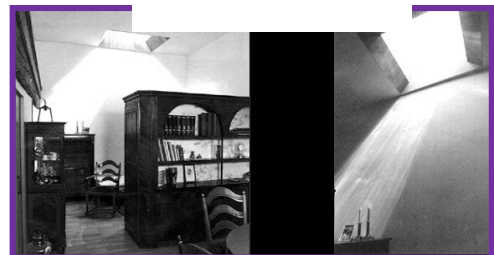
Apport de lumière naturelle par second jour (Lycée Robert Schuman à Charenton © Brindel-Beth. Architecte : EPICURIA et MALISAN)

Source : Guide bio tech I éclairage naturel PDF

Principe	Avantages	Inconvénients	Mise en œuvre
Apport de lumière naturelle par une ouverture donnant sur un espace bénéficiant de lumière du jour directement depuis l'extérieur.	Permet de créer une impression de lumière naturelle dans un local privé de premier jour et de le faire bénéficier de la dynamique de la lumière naturelle.	N'offre pas (ou rarement) de vue sur l'extérieur. Ne permet pas d'obtenir des niveaux d'éclairage suffisants pour effectuer une tâche visuelle.	Dispositif adapté aux locaux à occupation passagère comme par exemple les circulations ou les espaces reprographie. Ou encore locaux avec premier jour éclairés en fond de pièce par une circulation adjacente (voir photo p.51).

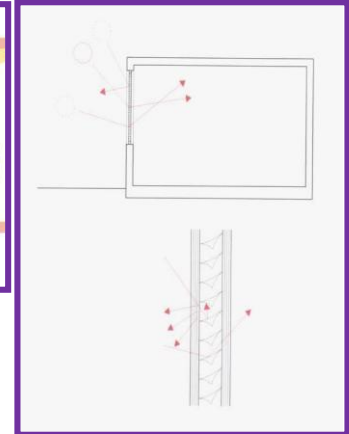
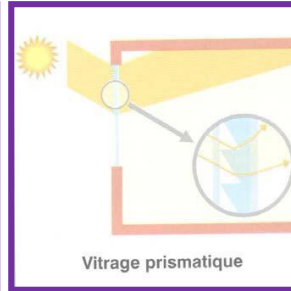
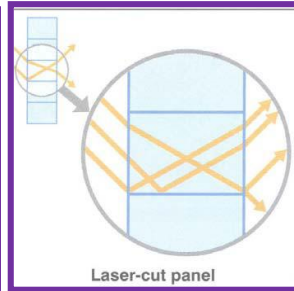
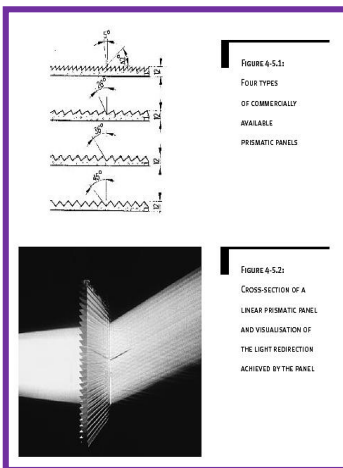
5) Conduits de lumière

Il est possible de conduire la lumière à travers un ou plusieurs niveaux. Pour cela, il est impératif de revêtir le conduit avec un matériau très réfléchissant (aluminium anodisé). Par ailleurs, le rapport Hauteur/Section ne doit pas dépasser 1/8. Genève, Maison Kunz, Mario Cuccinella architect



Source : UE-M : Espace et lumière: Le projet d'éclairage DISPOSITIFS D'ÉCLAIRAGE NATUREL Bernard PAULE

6) Vitrages à réorientation

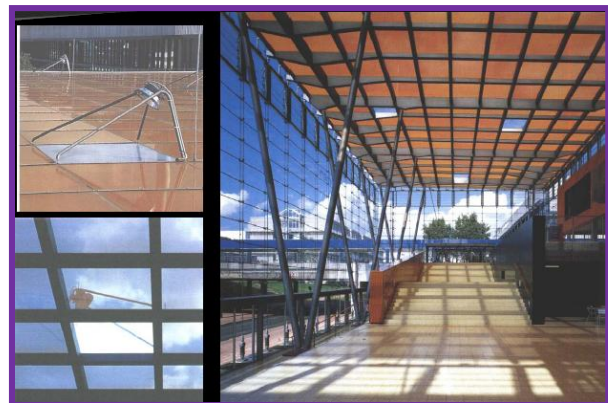


L'éclairage naturel des bâtiments : SIGRID REITER et ANDRE DE HERDE

Exemple :

Les panneaux laissés transparents contiennent des films holographiques qui réorientent la lumière des spots extérieurs vers l'intérieur pour l'éclairage de nuit.

Hall d'entrée de l'Université de Brême Architecte : Alsop + Stömer

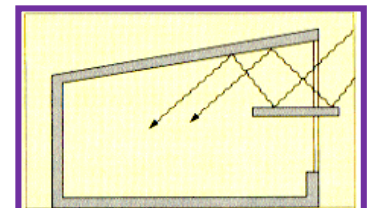
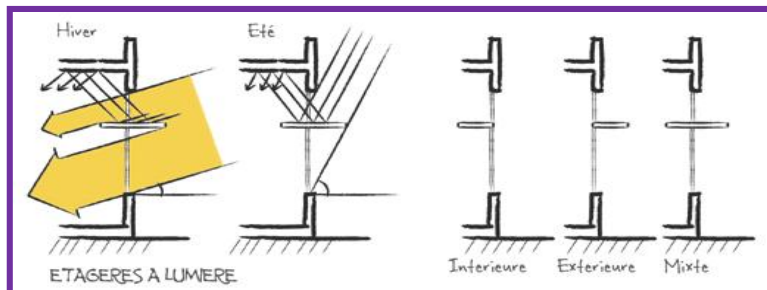


7) réflecteurs externes :

Les réflecteurs simples on peut ajouter à différents système de prise de jour des réflecteurs externes constitués de revêtements spéculaires (réflexion comme un miroir) ou diffusants.

Lightshelf :

Les bandeaux lumineux (light shelves)
Un bandeau lumineux permet d'augmenter l'apport D'éclairage naturel en fond de local. Les bandeaux Extérieurs sont plus performants que les bandeaux intérieurs.



L'éclairage naturel des bâtiments : SIGRID REITER et ANDRE DE HERDE

• Se proteger :

Les protections solaires peuvent prendre de multiples forme, elles répondent généralement aux objectifs suivants :

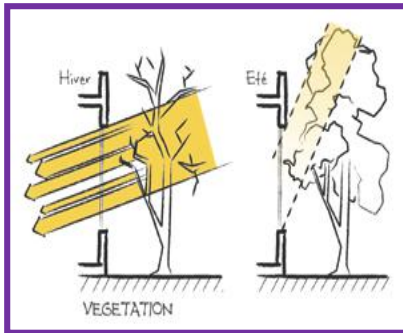
- La limitation de l'éblouissement ;
- La diminution des surchauffes ;

- La préservation de l'intimité des occupants ;
- L'occultation des locaux ;
- Le parti architectural ;
- L'augmentation du pouvoir isolant.

On distingue deux familles de protections solaires : les protections fixes et mobiles.

1) Les protections solaires fixes

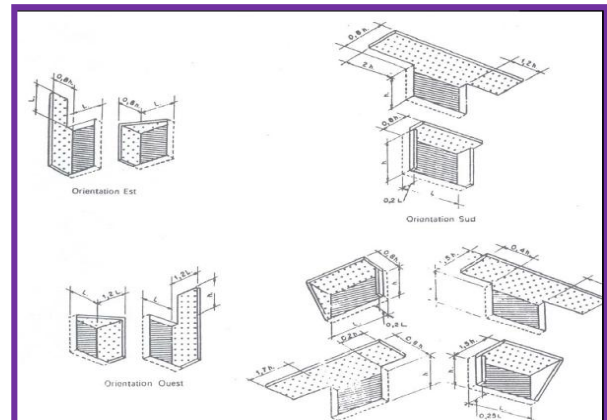
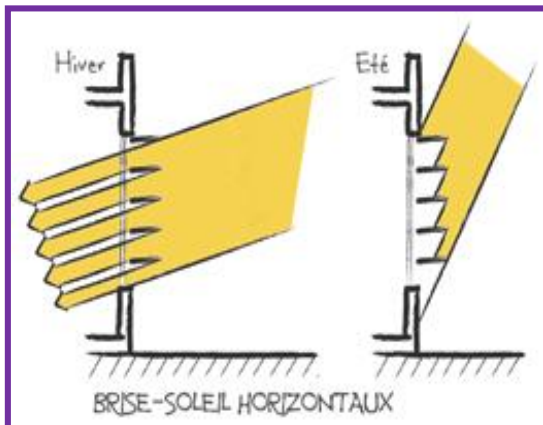
La végétation



Avantages	Inconvénients	Mise en œuvre
<p>Pour les niveaux bas d'un bâtiment, une végétation à feuilles caduques peut bloquer le rayonnement solaire direct au printemps et en été et le laisser passer en hiver de manière à bénéficier des apports solaires.</p> <p>Faible coût de mise en œuvre.</p>	<p>Des végétaux trop denses peuvent diminuer l'éclairage naturel de manière drastique en été, incitant les usagers à utiliser l'éclairage électrique.</p> <p>Les étages hauts sont moins bien protégés.</p>	<p>Veiller au bon dimensionnement et positionnement des végétaux pour ne pas trop assombrir le local en été.</p> <p>Élagage régulier à prévoir.</p>

Source : Guide bio tech 1 eclairage naturel PDF

Brise-soleil horizontaux extérieurs

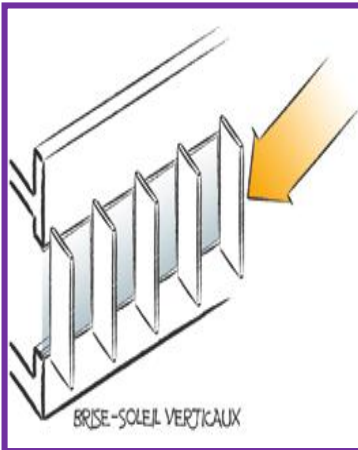


Source : Guide bio tech 1 eclairage naturel PDF

L'éclairage naturel des bâtiments : SIGRID REITER et ANDRE DE HERDE

Avantages	Inconvénients	Mise en œuvre
<p>Si l'orientation est franche (plein sud) et que le système est bien dimensionné, il permet de bloquer la pénétration du rayonnement solaire direct au printemps et en été pour éviter les surchauffes.</p> <p>Permet également de bénéficier des apports solaires en période d'automne et d'hiver.</p>	<p>Diminue la composante diffuse de la lumière naturelle.</p> <p>Éclairages médiocres sous des conditions de ciel couvert.</p> <p>Parti architectural fort.</p>	<p>Ne préconiser que pour une orientation sud.</p> <p>Peut être couplé avec un système d'étagère à lumière.</p> <p>Une protection solaire mobile intérieure est recommandée en complément pour prévenir la gêne potentielle due à la pénétration du rayonnement solaire direct en automne et en hiver et les situations d'éblouissement.</p>

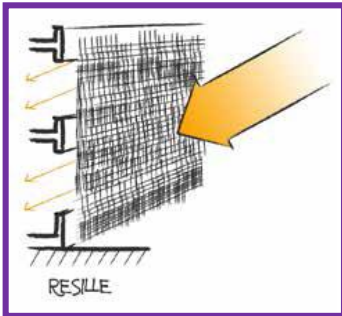
Brise-soleil verticaux extérieurs



Avantages	Inconvénients	Mise en œuvre
Permet de réduire considérablement la pénétration du rayonnement solaire direct.	Fort impact sur l'éclairage naturel et la vue sur l'extérieur. Éclaircements médiocres sous des conditions de ciel couvert. Selon la position des usagers à l'intérieur, la vue sur l'extérieur peut être très réduite, à moins d'utiliser des panneaux perforés. Parti architectural fort.	A préconiser sur les façades est et ouest uniquement. S'assurer de la bonne inclinaison et du bon dimensionnement des lames en fonction de l'orientation de la façade pour un maximum d'efficacité. À éviter dans les locaux à occupation permanente.

Source : Guide bio tech 1 eclairage naturel PDF

Résille extérieure



Avantages	Inconvénients	Mise en œuvre
En fonction du pourcentage de perforation, le système peut permettre de bloquer le rayonnement solaire direct tout en conservant une vue sur l'extérieur.	Si la protection solaire est forte, l'éclairage naturel sera considérablement réduit dans le local. Dispositif fixe qui ne permet pas de bénéficier de la dynamique de la lumière naturelle. Éclaircements médiocres sous des conditions de ciel couvert. Parti architectural fort.	Plus adapté à des façades largement vitrées. À éviter dans les locaux à occupation permanente.

Source : Guide bio tech 1 eclairage naturel PDF

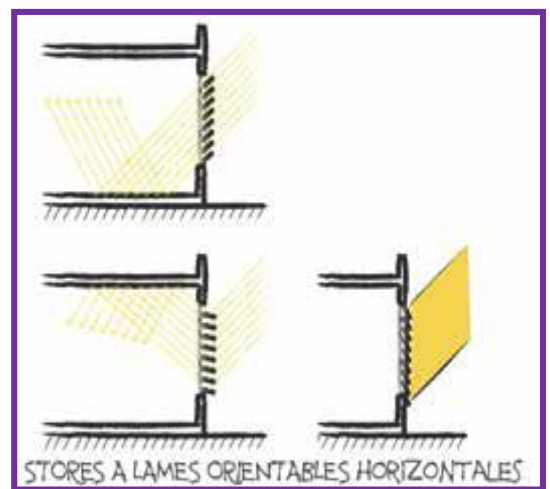
2) Les protections solaires mobiles

Stores à lames horizontales Les stores à lames peuvent être positionnés à l'extérieur, à l'intérieur ou encore dans la lame d'air d'un double ou triple vitrage.

Avantages communs à ces trois solutions :

- permettent de bloquer le rayonnement solaire direct tout en conservant une vue sur l'extérieur si les lames sont bien orientées,
- transmission et distribution lumineuse variable qui permet de bénéficier de la dynamique de la lumière naturelle.

Il est important de noter qu'un store à lames sombres laissera pénétrer jusqu'à deux fois moins de lumière naturelle qu'un store à lames claires.



Source : Guide bio tech 1 eclairage naturel PDF

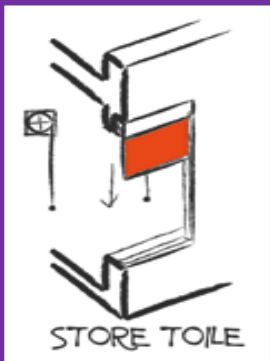
Toutes considérations prises en compte, le store extérieur reste la meilleure solution.

Stores à lames verticales

Avantages	Inconvénients	Mise en œuvre
Si bien orientés, peuvent permettre de bloquer le rayonnement solaire direct tout en conservant une vue sur l'extérieur.	Efficacité limitée contre les apports solaire car localisés à l'intérieur.	Préférable pour des orientations est et ouest.

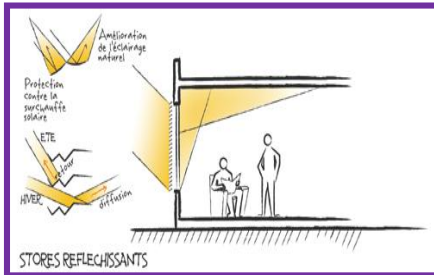
Source : Guide bio tech 1 éclairage naturel PDF

Stores en toile

Avantages	Inconvénients	Mise en œuvre
 <p>Différents degrés de perforation sont disponibles. La vue vers l'extérieur est conservée lorsqu'ils sont fermés. Efficaces contre les apports solaires si positionnés à l'extérieur.</p>	<p>Ventilation naturelle peu efficace lorsqu'ils sont fermés. Sensibles aux intempéries si positionnés à l'extérieur</p>	<p>Maintenance régulière requise. Éviter les couleurs franches pour ne pas modifier la température de couleur de la lumière naturelle entrant dans le local.</p>

Source : Guide bio tech 1 éclairage naturel PDF

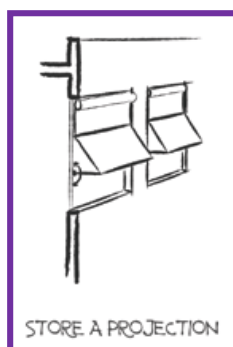
Stores réfléchissants ou à réorientation



Brise soleil en alu, lames fixes ou orientables

Avantages	Inconvénients	Mise en œuvre
Optique soignée qui permet d'optimiser l'éclairage naturel en toute saison	Système coûteux	<p>Une mise en œuvre et maintenance par des spécialistes peut être nécessaire. Utilisation différente en fonction de l'orientation de la façade.</p>

Stores à projection en toile



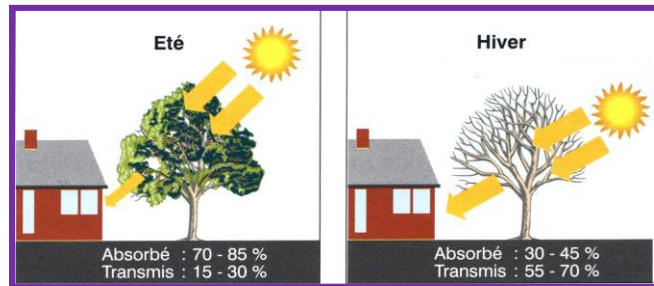
Avantages	Inconvénients	Mise en œuvre
<p>Permet de bénéficier d'une protection solaire efficace tout en conservant une vue sur l'extérieur. Permet un bon éclairage naturel notamment grâce aux réflexions sur le sol extérieur. Offre une ventilation naturelle efficace.</p>	Sensible aux intempéries.	Similaire aux stores en toile extérieurs

Source : Guide bio tech 1 éclairage naturel PDF

• **Controler:**

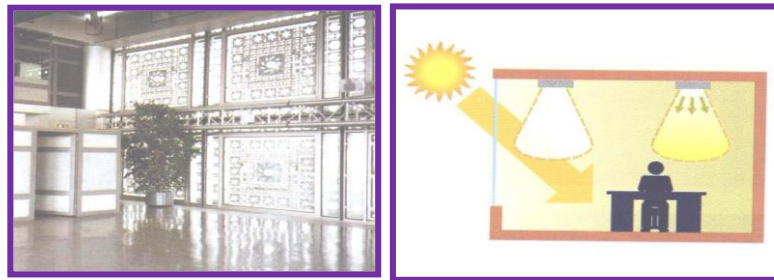
Le mode de contrôle d'une protection solaire mobile sera déterminant sur son efficacité. Il existe plusieurs moyens de contrôler une protection solaire.

L'éclairage naturel des bâtiments : SIGRID REITER et ANDRE DE HERDE



Contrôler éclairage artificiel

- Zonage
- Régulation du flux des lampes
- Sensibilisation des occupants
- Automatisation des commandes



La régulation de l'éclairage

Le contrôle des protections solaires est optimal lorsqu'il est couplé avec une régulation automatisée de l'éclairage électrique.

La possibilité de gradation des niveaux d'éclairage électrique permettra aux usagers de bénéficier au maximum de la qualité de la lumière naturelle en la complétant de manière optimisée lorsque les niveaux offerts par celle-ci sont insuffisants.

De la même manière que pour les protections solaires, ce type de gradation peut être automatisé mais doit présenter la possibilité d'être pris en main par l'utilisateur à tout moment.

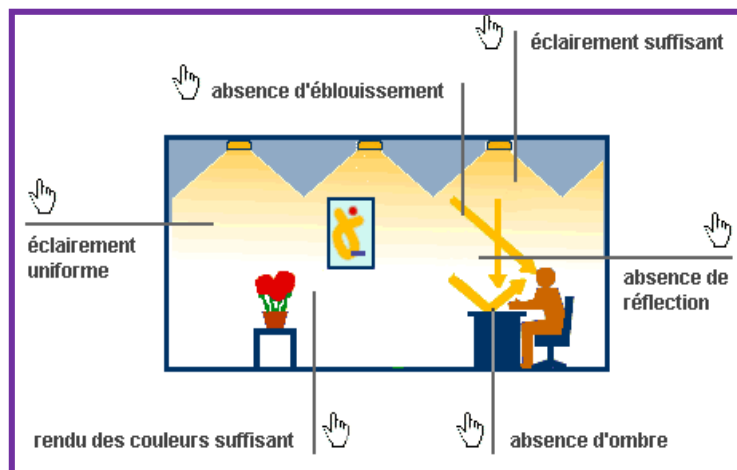
NOTION DE CONFORT VISUEL

Le confort visuel est une impression subjective liée à la quantité, à la distribution et à la qualité de la lumière.

L'environnement visuel nous procure une sensation de confort quand nous pouvons voir les objets nettement et sans fatigue dans une ambiance colorée agréable.

L'obtention d'un environnement visuel confortable dans un local favorise le bien-être des occupants.

Par contre, un éclairage trop faible ou trop fort, mal réparti dans l'espace ou dont le spectre lumineux est mal adapté à la sensibilité de l'œil ou à la vision des couleurs, provoque à plus ou moins longue échéance une fatigue, voire même des troubles visuels, accompagnés d'une sensation d'inconfort et d'une performance visuelle réduite.



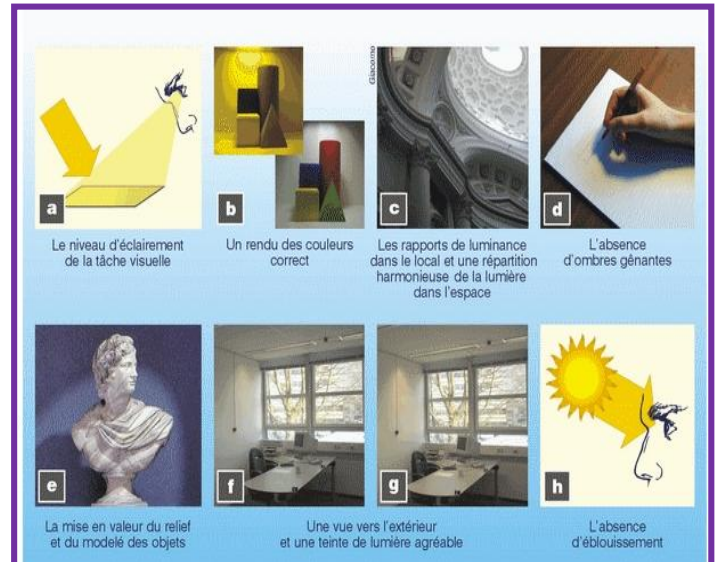
Le confort visuel dépend d'une combinaison de paramètres physiques : l'éclairage, la luminance, le contraste, l'éblouissement et le spectre lumineux, auxquels s'ajoutent des

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.

Le confort visuel relève, en outre, de facteurs physiologiques et psychologiques liés à l'individu tels que son âge, son acuité visuelle ou la possibilité de regarder à l'extérieur.

Les paramètres du confort visuel pour lesquels l'architecte joue un rôle prépondérant sont :

- le niveau d'éclairage de la tâche visuelle ;
- un rendu des couleurs correct ;
- une répartition harmonieuse de la lumière dans l'espace ;
- les rapports de luminance présents dans le local ;
- l'absence d'ombres gênantes ;
- la mise en valeur du relief et du modelé des objets ;
- une vue vers l'extérieur ;
- une teinte de lumière agréable ;
- L'absence d'éblouissement



Eclairages moyens recommandés dans les écoles

Classe à aménagement fixe	300 à 500 lux	au niveau du plan de travail
Classe à aménagement variable	300 à 500 lux	au niveau du sol
Tableau	500 à 700 lux	sur le plan vertical, à 1,20 m de hauteur
Tableau dans les amphithéâtres	725 lux	
Document affiché dans les classes	300 lux	
Document affiché dans les amphithéâtres	500 lux	
Ecran d'ordinateur	200 lux	
Laboratoire	425 à 625 lux	
Bibliothèque	250 à 500 lux	
Salle de dessin	625 lux	
Salle de dessin industriel	950 ... 1500 lux	
Atelier de menuiserie	300 lux	pour les établis
	500 lux	pour les machines
	500 lux	à la finition, au polissage, au vernissage
	750 lux	au contrôle
Electricité et électronique	500 lux	pour le travail de pièces moyennes
	750 lux	pour le travail de petites pièces
	1500 lux	pour le travail très délicat
Atelier de mécanique	300 lux	pour les machines, les établis et la soudure
	500 lux	pour le travail sur pièces moyennes
	750 lux	pour le travail de petites pièces
	1500 lux	pour le travail très délicat
Salle de gymnastique	300 lux	
Salle de gym avec compétition	600 lux	

Local	FLJ moyen (%)	FLJ min (%)	Position de mesure
Halls	1	0.3	Plan utile
Classes	5	2	Table
Salles d'art	5	2	Chevalet
Laboratoires	5	2	Bancs
Salle de réunion et locaux communs	5	1.5	Plan utile

Le FLJ recommandé selon la réglementation du Royaume Unie. (BENHARKAT, S., 2005/2006)

SYNTHESE

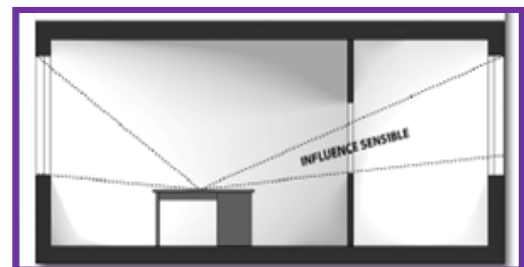
D'après la recherche bibliographique précédente :

- Valoriser l'éclairage naturel dans la conception architecturale bioclimatique permet d'assurer un confort visuel satisfaisant tout en réalisant des économies d'énergie.

-Danc pour arriver à un éclairage naturel satisfaisant dans les différents blocs de notre projet il faut s'appuyer sur les recommandations suivantes:

- Afin que les espaces d'enseignement profitent de la même quantité d'éclairage naturel il faut les organiser linéairement et les orienter vers le sud.

- Ces espaces vont être éclairés par un éclairage direct de côté sud avec un second jour (un éclairage indirect à partir l'éclairage des coursives) de côté nord pour obtenir des niveaux d'éclairement suffisants dans tout l'espace pour effectuer une tâche visuelle.



- l'orientation sud caractériser par : Lumière changeante-lumière du soleil variable durant la journée, répartition pas la même, problème de surchauffe en été et risque d'éblouissement.

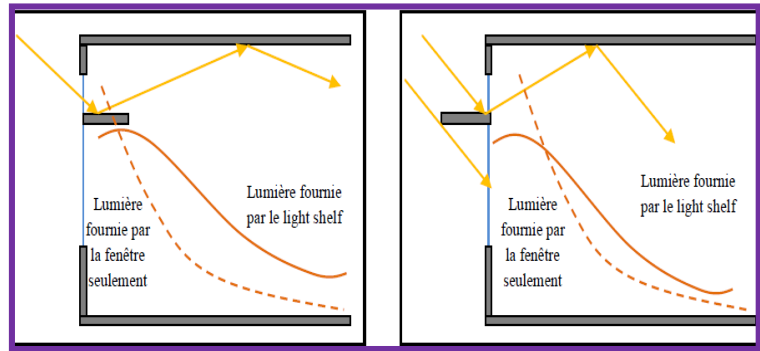
Danc en doit mettez des protections de l'extérieur (des Films réfléchissants) pour éviter le problème de surchauffe et d'éblouissement en moi de juin.



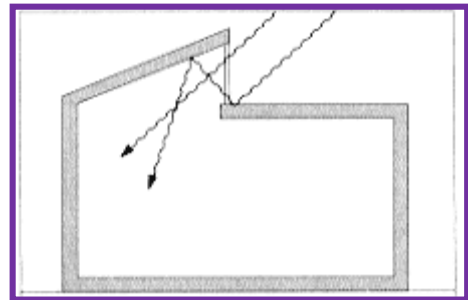
- Puisque le chauffage passif va être assuré par des dispositifs comme les serres, danc le vitrage des fenêtres de ces espaces doit être de Double- vitrage à faible émission pour limité les déperditions énergétiques.

- Pour les espaces de l'administration vont être éclairé par un éclairage directe de côté sud avec des dispositifs des étagères de lumière (light-shelf) pour capter la lumière du jour et la réorienter vers le fond de l'espace par réflexion au niveau du plafond et cette stratégie va entraîner une répartition plus uniforme de la lumière. Le light- shelf divise la fenêtre en une partie inférieure, qui sert à fournir une vue vers l'extérieur et une partie supérieure très réfléchissante qui sert à rediriger la lumière du jour vers le fond de l'espace.

Spécifiquement on va utiliser le light-shelf qui est placé à l'intérieur puisque il offre un ombrage pour la partie vitrée qui se trouve au-dessous de l'étagère, augmentant ainsi la pénétration de la lumière dans le local. Par contre, le light shelf extérieur est plus efficace en fournissant de l'ombre à l'intérieur tout en reflétant moins de lumière vers l'arrière de la salle.



- pour la salle de gymnase va être éclairé par deux types d'éclairage :
 - éclairage direct latéral de côté sud
 - et en exploite l'inclinaison de la toiture l'un pour les panneaux solaires orienté sud et l'autre pour l'éclairage zénithale orienter nord pour ne pas laisser pénétrer le rayonnement solaire direct.



- Et pour obtenir un confort visuel dans une salle de classe on doit assurer un éclairement moy= (300-500) sur le plan de travail et un facteur de lumière de jour moy =5 et le min =2 (à partir de l'évaluation numériques et pratiques à l'aide des logiciels comme l'écotéc et radiance).

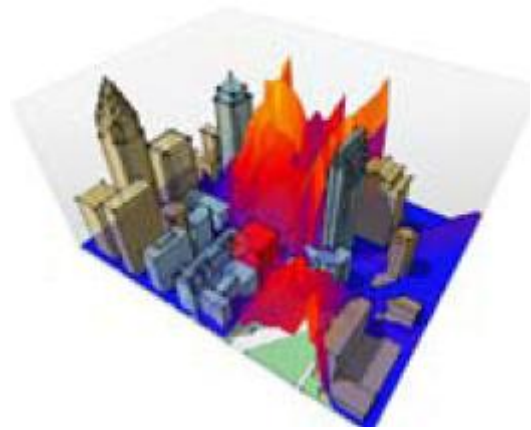
Etude de cas par la simulation numérique : notre étude ne s'étale pas sur tout l'espace ni sur toute la journée, elle possède des limites temporaires et autres spatiales. Les limites temporaires : la durée de travail de la salle de classe, (de 8h à 17h) chaque jour, pour la simulation les mois représentatifs de l'année : Décembre et mai (21/05, 21/12)
Les limites spatiales : la zone qui nous intéresse est celle occupée par les usagers qui s'étale sur le plan de travail avec une hauteur de 80 cm sur le niveau du plancher.

Pour le choix de logiciel de simulation on va utiliser Ecotect et Radiance qui nous ont permis de quantifier le niveau d'éclairage et le facteur de lumière du jour des espaces d'étude ainsi que la répartition de la lumière naturelle dans ces espaces .

C'est quoi l' Ecotect ???

Logiciel de conception Haute Qualité Environnementale

Le logiciel d'analyse de conception HQE Autodesk® Ecotect™ Analysis est un outil complet de conception depuis la phase d'avant-projet jusqu'à celle de détail. Ecotect Analysis offre un large éventail de fonctionnalités de simulation et d'analyse de l'énergie des bâtiments qui peut améliorer les performances des bâtiments et des nouveaux projets de bâtiments. Les fonctionnalités d'analyse de consommation d'énergie, d'eau et d'émission de carbone intègrent des outils qui vous permettent de visualiser et de simuler les performances d'un bâtiment de son environnement.



C'est quoi le Radiance ???

Radiance est un logiciel de simulation développé par le Lawrence Berkeley Laboratory. Il a été validé en laboratoires et est désormais reconnu pour la simulation de la lumière naturelle et artificielle en architecture. Le logiciel permet un haut niveau de précision quantitative et permet même une évaluation qualitative de la lumière dans l'espace. Il est particulièrement adapté pour vérifier



certain risques d'éblouissement associés à une configuration spatiale donnée. Le GRAP possède une expertise dans l'utilisation de ce logiciel en partenariat avec des compagnies telle Velux pour développer certaines propriétés physiques des matériaux.

CAS D'ETUDE

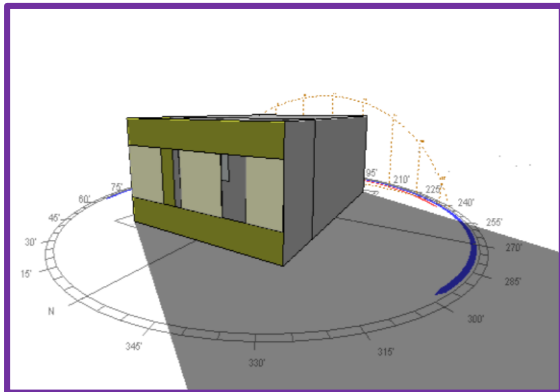


Figure : hauteur solaire Déc. à 8h source : auteur



Figure : plan de salle de classe source : auteur

La salle de classe orientée sud, éclairée latéralement de deux cotés : directement côté sud et indirectement de côté nord (système seconde jour à partir l'éclairage de coursive par des moucharabia et des panneaux vitrés).

Puisque la simplification des systèmes d'ouverture permet d'augmenter de façon notable la quantité de lumière transmise danc on a utilisé des ouvertures épaisses avec un seul vantail ou la surface de vitrage rapportée à la surface brute de l'ouverture (fraction de cadre) est 85 %.

Dimension des ouvertures :

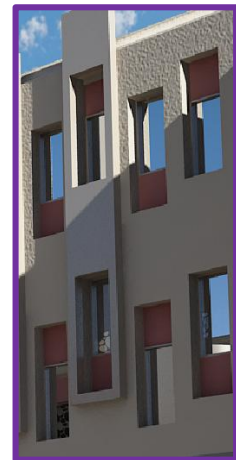
Hauteur : 2m
Longueur : 0.70m

Surface : 1.4m²

Pour les couleurs :on doit utiliser

des parois et plafond claires puisque La clarté des parois intérieures influence de manière prépondérante la quantité de lumière disponible en fond de pièce. Et le plafond sombre induit une sensation « d'écrasement » qui est souvent perçu de manière négative par les occupants.

De plus, un local sombre apparaît toujours plus exigü qu'un local clair.



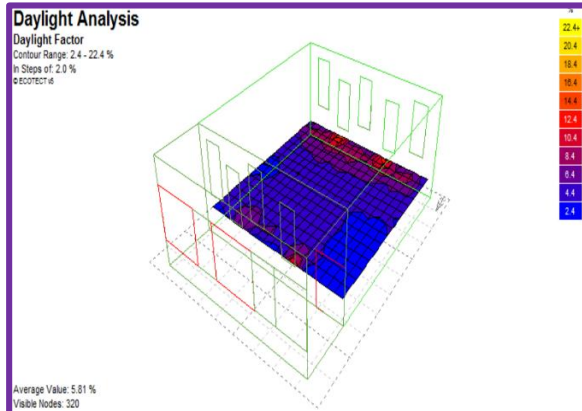
Evaluation numérique des conditions d'éclairage naturel.

Evaluation sous ciel couvert à 8 h en hiver (21Déc) ; éclairment extérieure =4000lux :

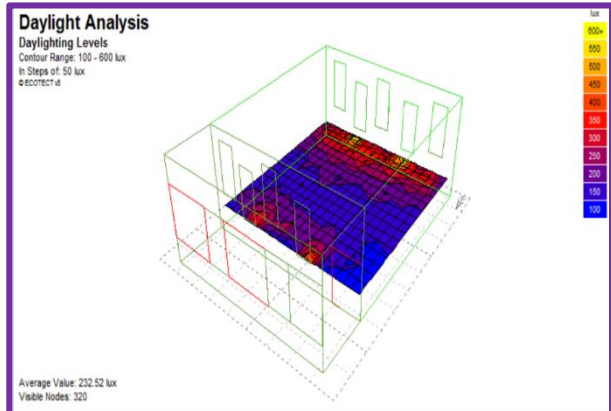
L'évaluation numérique des conditions d'éclairage naturel sous un ciel couvert en hivers à 8h révèle la valeur d'un FLJ moy= 5.81% , Le niveau d'éclairment moyen EMOY =232.52 Lux, montrent une

insuffisance en matière d'éclairage naturel par apport les normes recommandées I. L'indice d'uniformité I.U indique une valeur très faible U=0.43.

FLJ moy (%)	Eclairage min(Lux)	Eclairage moy (Lux)	Eclairage max (Lux)	Indice d'uniformité (IU)
5.81	100	232.52	600	0.43



Contour du FLJ source : auteur

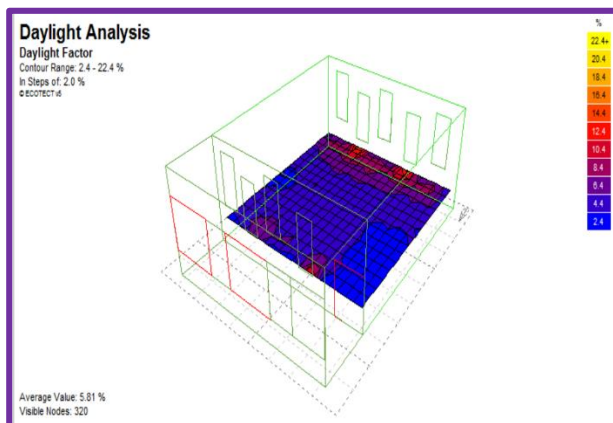


Niveau d'éclairage intérieur source : auteur

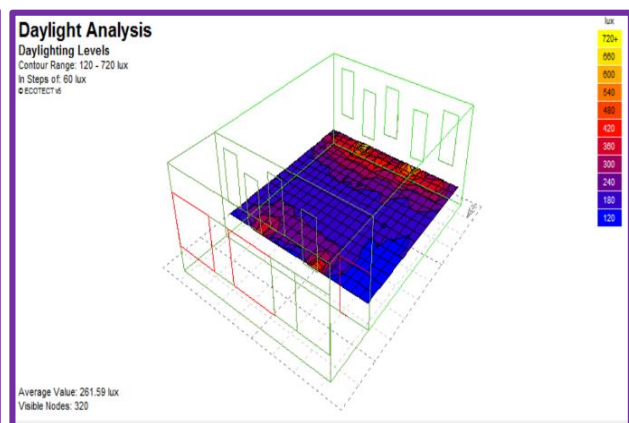
Evaluation sous ciel couvert a 14 h en hiver (21Déc) ; éclairage extérieure =4500lux :

L'évaluation numérique des conditions d'éclairage naturel sous un ciel couvert en hivers à 14h révèle la valeur d'un FLJ moy= 5.81%, Le niveau d'éclairage moyen EMOY =261.59 Lux, montrent une insuffisance en matière d'éclairage naturel par apport les normes recommandées. L'indice d'uniformité I.U indique une valeur très faible U=0.45.

FLJ moy (%)	Eclairage min(Lux)	Eclairage moy (Lux)	Eclairage max (Lux)	Indice d'uniformité (IU)
5.81	120	261.59	720	0.45



Contour du FLJ source : auteur



Niveau d'éclairage intérieur source : auteur

Evaluation sous ciel dégagé à 8 h en hiver (21 Déc) ; éclairage extérieure =5000lux :

L'éclairage intérieur moyen mesuré sur le plan de travail; (E MOY= 362.22 Lux), la valeur de l'éclairage max est en surcroît par la présence des taches solaires sur quelques plans utiles et sur le mur. Cet état de fait donne comme résultat un indice d'uniformité très faible (I,U=0,33),

loin de la norme recommandée par l'association Promotelec de l'ordre de 0,80. Les taches qui induisent un état d'éblouissement, et l'indice d'uniformité très faible prouvent l'état d'un inconfort visuel total dans cette salle de classe.

Eclairement min (Lux)	Eclairement moy (Lux)	Eclairement max (Lux)	Indice d'uniformité (IU)
120.2	362.22	883.8	0.33

Evaluation sous ciel dégagé à 14 h en hiver (21 Déc) ;

éclairage extérieure =53000lux : sous les conditions de ciel clair (ciel bleu), en mois de décembre à 14h montre que la moitié de la classe est touchée par des taches solaires, faisant accroître le niveau d'éclairement à un E MAX = 24849.2 Lux, implique une mauvaise répartition de la lumière justifié par un indice d'uniformité (IU= 0.13), l'évaluation numérique affiche la valeur de 4168.55Lux comme valeur moyenne.

Eclairement min (Lux)	Eclairement moy (Lux)	Eclairement max (Lux)	Indice d'uniformité (IU)
537.5	4168.55	24849.2	0.13



Simulation de l'éclairage source : auteur



Simulation de l'éclairage source : auteur

Evaluation sous ciel dégagé à 8 h en été (21 juin); éclairage extérieure =100000lux :

En période estivale et sous les conditions d'un ciel clair, le niveau d'éclairement moyen mesuré sur le plan de travail à 8h est (E MOY= 300.03 Lux), l'Indice d'uniformité a donné la valeur de IU= 0.41 ce qui justifie la mauvaise répartition de la lumière.

Eclairement min (Lux)	Eclairement moy (Lux)	Eclairement max (Lux)	Indice d'uniformité (IU)
122.2	300.03	585.1	0.41



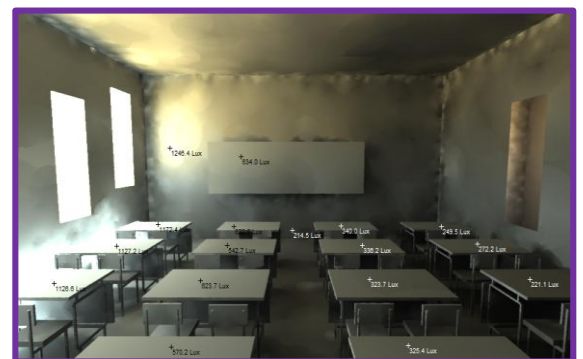
Simulation de l'éclairage source : auteur

Evaluation sous ciel dégagé à 14h en été (21 juin);

éclairage extérieure =120000lux :

En période estivale et sous les conditions d'un ciel clair, le niveau d'éclairement moyen mesuré sur le plan de travail à 14h rapproché aux valeurs recommandé (E MOY= 575 Lux), l'Indice d'uniformité a donné la valeur de IU= 0.38 ce qui justifie la mauvaise répartition de la lumière.

Eclairement min (Lux)	Eclairement moy (Lux)	Eclairement max (Lux)	Indice d'uniformité (IU)
221.2	575	1172.4	0.38

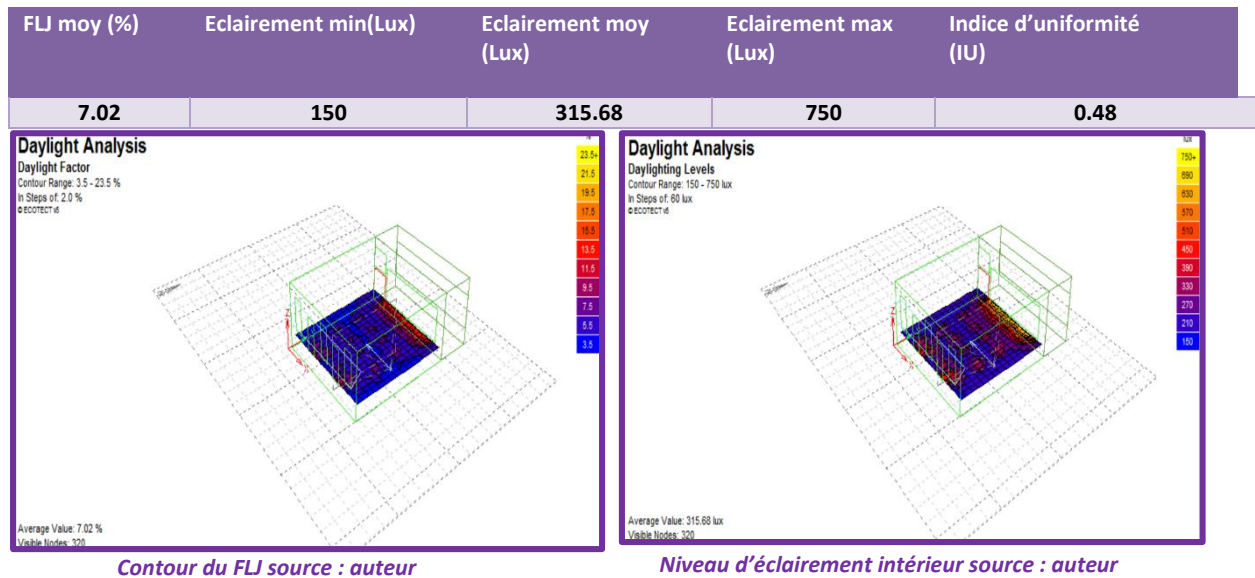


Simulation de l'éclairage source : auteur

On a essayé d'améliorer le confort visuel par rapport le cas initial par : l'ajout d'un poste au-dessus du porte et élargir les fenêtres côté nord (surface vitrée =12m²) et pour réduire l'effet d'éblouissement du à la présence des taches solaires sur les plans de travaille en a ajouté un light-shelf incliné côté sud (0.80*7.80).

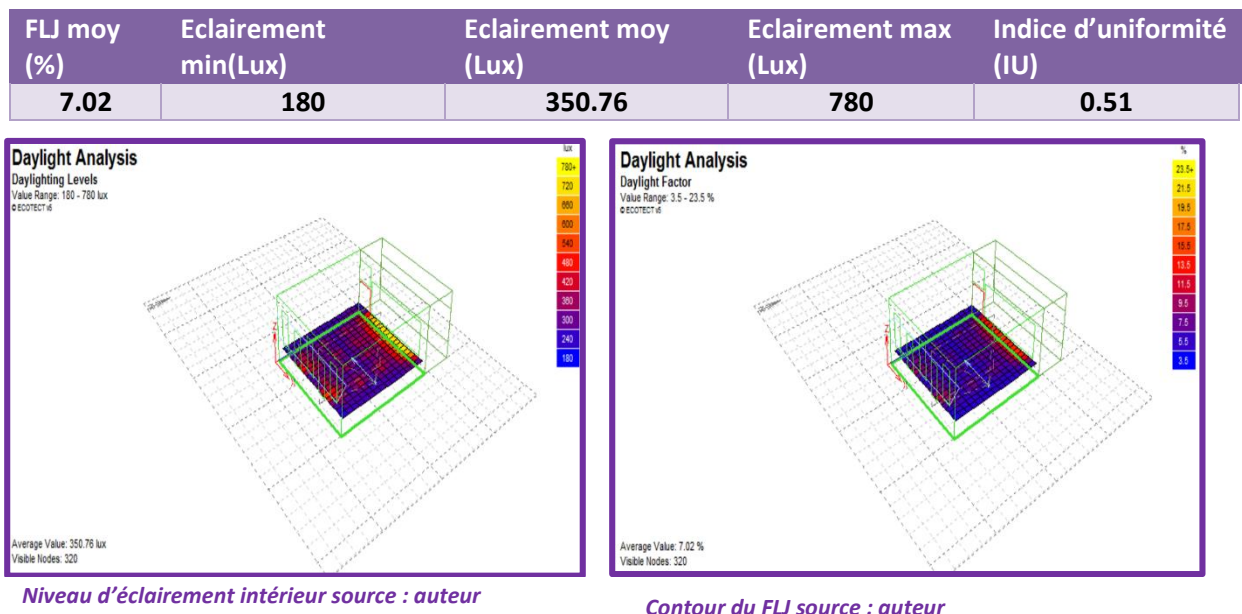
Evaluation sous ciel couvert à 8 h en hiver (21Déc) ; éclairage extérieure =4000lux :

Après la modification ;L'évaluation numérique des conditions d'éclairage naturel sous un ciel couvert en hivers à 8h révèle des valeurs amélioré par apport le cas initial ; un FLJ moy= 7.02% , Le niveau d'éclairage moyen EMOY =315.68 Lux et I.U indique une valeur amélioré jusqu'à U=0.48.



Evaluation sous ciel couvert a 14 h en hiver (21Déc) ; eclairment extérieure =4500lux :

après la modification ; l'évaluation numérique des conditions d'éclairage naturel sous un ciel couvert en hivers à 14h révèle la valeur d'un FLJ moy= 7.02%, Le niveau d'éclairage moyen augmenté à EMOY =350.76 Lux. L'indice d'uniformité I.U indique une valeur amélioré U=0.51.



**Evaluation sous ciel dégagé à 8 h en hiver (21 Déc) :
éclairage extérieure =50000lux :**

l'élargissement du surface vitrée au côté nord a amélioré l'éclairage intérieur moyen sur le plan de travail; (E MOY= 425.6 Lux) , le light-shelf que on a ajouté côté sud réduire les taches solaires . Cet état de fait donne comme résultat un indice d'uniformité amélioré par rapport le cas initial (IU=0,5

Eclairage min (Lux)	Eclairage moy (Lux)	Eclairage max (Lux)	Indice d'uniformité (IU)
213.33	425.6	1183.3	0.5

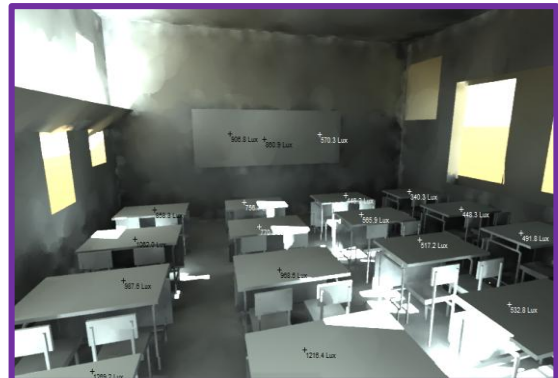


Simulation de l'éclairage source : auteur

Evaluation sous ciel dégagé à 14 h en hiver (21 Déc) ; éclairage extérieure =53000lux :

sous les conditions de ciel clair (ciel bleu), en mois de décembre à 14h montre que le light-shelf réduire en max les taches solaires sur les plan de travail , et en remarque une amélioration de niveau d'éclairage intérieure a un E MOY = 731.93 Lux, implique une répartition acceptable de la lumière justifié par un indice d'uniformité (IU=0.7).

Eclairage min (Lux)	Eclairage moy (Lux)	Eclairage max (Lux)	Indice d'uniformité (IU)
490.3	731.93	1269.2	0.7

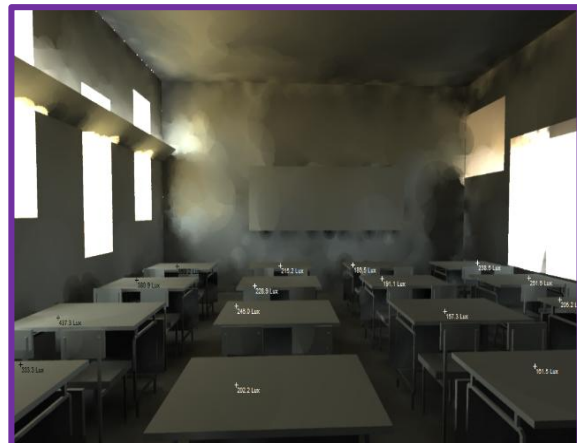


Simulation de l'éclairage source : auteur

Evaluation sous ciel dégagé à 8 h en été (21 juin); éclairage extérieure =100000lux :

En période estivale et sous les conditions d'un ciel clair, le niveau d'éclairage moyen mesuré sur le plan de travail à 8h est réduite a (E MOY= 251.35 Lux) , l'Indice d'uniformité a donné la valeur de IU= 0.46 ce qui justifie la mauvaise répartition de la lumière.

Eclairage min (Lux)	Eclairage moy (Lux)	Eclairage max (Lux)	Indice d'uniformité (IU)
203.2	251.35	437.3	0.46



Simulation de l'éclairage source : auteur

Evaluation sous ciel dégagé à 14h en été
(21 juin); éclairement extérieure =120000lux :

En période estivale et sous les conditions d'un ciel clair, le niveau d'éclairement moyen mesuré sur le plan de travail à 14h est ($E_{MOY} = 442.80$ Lux), l'Indice d'uniformité a donné la valeur de $IU = 0.7$ ce qui justifie la répartition acceptable de l'éclairement intérieure dans ce cas. $IU = 0.7$

Eclairement min (Lux)	Eclairement moy (Lux)	Eclairement max (Lux)	Indice d'uniformité (IU)
291.5	442.80	801.5	0.7



Simulation de l'éclairement source : auteur

Conclusion

Avoir la quantité de lumière du jour nécessaire au bon endroit et au bon moment dans le bâtiment est l'objet des stratégies d'éclairages.

La mise en œuvre d'un bandeau-lumineux (ou lightshelf) permet de réduire les niveaux d'éclairement près de la fenêtre, tout en maintenant la quantité de lumière disponible en fond de pièce

Une ouverture en second-jour est « utile », du point de vue quantitatif, si seulement elle permet de « voir » le ciel depuis le point d'observation considéré.

Laghouat est caractérisée par une grande insolation qu'il faut en profiter pour l'utiliser dans l'éclairage naturel pour diminuer la consommation d'énergie.

En améliorant le confort visuel, il ne faut pas négliger les autres aspects de confort, alors on doit bien choisir nos dispositifs d'éclairage avec un dimensionnement et un emplacement adéquat.

CONCLUSION GENERALE :

- Tout au long de ce travail, le projet architectural auquel nous avons abouti se révèle être le fruit de l'interaction de différents paramètres, que ce soit le site avec ses conditions climatiques, le programme, le thème et encore la sensibilité à l'architecture bioclimatique, ces facteurs devraient être pour l'architecte conscient à l'environnement des outils pratiques de sa création.
- En outre la mission de l'architecte ne s'arrête pas à ce stade, il doit savoir gérer la réalisation du projet avec un nombre de nuisances réduit au maximum.

Approche thématique :

Lycée Kyoto. www.lycee-kyoto.eu

<http://www.tribu>

concevoirdurable.fr/images/stories/tribu/References/kyoto_lycee/MAJ_kyoto_lycee/kyoto_lycee.pdf

http://www.lecourrierdelarchitecte.com/article_215

[Présentation](#) | Lycée Kyoto : Le protocole de la SCAU (25-10-2010)

www.terreneuve.fr

www.googlemap.fr

www.googleearth.fr

www.terreneuve.fr

http://www.mon-annuaire-pro.com/n/thermique-batiment/performances-energetiques-record-pour-le-nouveau-lycee-vaclav-havel-a-begles/30/1616_/1/

[www. Google Earth.com](http://www.GoogleEarth.com)

<http://www.construction21.org/france/case-studies/fr/lycee-vaclav-havel-a-begles---1er-lycee-a-energie-positive-de-france.html>

<http://www.ac-bordeaux.fr/cid79668/le-recteur-visite-le-lycee-vaclav-havel-a-begles.html>

www.canalplus.fr/c-infos-documentaire

vimeo.com/54084289

<http://www.tribu-concevoirdurable.fr/references/enseignement/lycee-kyoto-a-begles-33.html>

[L YCEE A ENERGIE ZERO VACLA V HA VEL ↪ Bègles](#)

<http://v4.aquitaine.fr/politiques-regionales/constructions-et-renovations/lycee-de-begles-rentree-2012,6887.html>

Approche contextuelle

www.monalgerie.net

La station météorologique de Laghouat (Année 2010)

Levé topographique du pos EL MERDJA (URBATIA)

Levé topographique du pos 10 (DUC)

Coupe Géologique (laboratoires de travaux) publics Laghouat)

PDEAU plan directeur d'aménagement et d'urbanisme 2011

Approche technique

Ouvrage :

Suzel BALEZ L'éclairage naturel : Stratégies et prédétermination L5C 2007-08

Bernard PAULE UE-M : Espace et lumière : Le projet d'éclairage
DISPOSITIFS D'ECLAIRAGE NATUREL

SIGRID REITER et ANDRE DE HERDE : L'éclairage naturel des bâtiments

Thèse:

A. BELAKEHAL, K. TABET AOUL . L'ECLAIRAGE NATUREL DANS LE BATIMENT.
REFERENCE AUX MILIEUX ARIDES A CLIMAT CHAUD ET SEC. Université de Biskra
Juin 2003, pp. 03-13

Article:

1/ Guide_bio_tech_1_eclairage_naturel PDF. Edition AREN

2/ Fiche pratique et 82 Chritian TERRIR et Bernard VANDEVYVER

3/L'éclairage naturel des bâtiments-guide : confort visuel
www-energie.arch.ucl.ac.be/eclairage/guide_confort.htm

4/ L'éclairage naturel dans les écoles .F A S C I C U L E T E C H N I Q U E (PDF) Mise en page et
impression : NUANCE 4 · 5100 Naninne