



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 : DJELLIT Abderahim

DOMAINE : TECHNOLOGIE
FILIERE : ARCHITECTURE ET URBANISME
OPTION : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT

THEME :

**Projet d'un lycée dans la ville de Laghouat dans le cadre
de la démarche HQE**

Sous Thème :

L'EFFET DE CORRIDOR SUR LE CONFORT VISUEL DANS LES LABORATOIRES

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Mr SALHI Atef	M.A.A	Président
Mr LAROUÏ Mouhamed Mr	M.A.A	Examineur1
MEZAOUKH Lakhdar Mr	M.A.B	Examineur2
MOKEDDEM Mahmoud	M.A.B	Rapporteur
Melle DOHSI Khadidja		Co-rapporteur

Promotion : JUIN 2015

Sommaire

Remerciement

Partie introductive

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

Chapitre I : Approche thématique

I.1. Introduction.....	4
I.2. Définitions.....	4
I.3. L'histoire de l'éducation.....	5
I.4. Le rôle des équipements scolaires.....	6
I.5. Classification des équipements scolaires.....	6
I.6. Choix et analyse des exemples.....	7
I.6.1. Les critères de choix des exemples.....	7
I.6.2. Exemple N° 01 : Lady Bird Johnson Middle School (Texas USA).....	8
I.6.3. Exemple N° 02 : Lycée Campus Fangshan (chine).....	14
I.6.4. Exemple N° 03 : Lycée SAMPAIX HQE carnot (Lyon – France).....	18
I.6.5. Exemple complémentaire : Groupe scolaire Jean-Louis Marquèze à France.....	22
Synthèse	26

Chapitre II : Approche bioclimatique

II.1. Introduction	27
II.2. Définitions.....	27
II.3. Les principes de l'architecture bioclimatiques.....	27
II.4. Le confort.....	29
II.4.1. Définition de confort.....	29

II.4.2. les types de confort.....	29
II.4.2.1. Confort visuel.....	29
II.4.2.2. Confort thermique et confort respiratoire.....	33
Synthèse	36

Chapitre III : Approche contextuel

III.1. Introduction	37
III.2. Echelle territoriale.....	37
III.3. Echelle urbain.....	41
III.4. Echelle locale.....	42
Synthèse.....	44

Chapitre V : Approche programmatique

IV.1. Introduction.....	45
IV.2. Programme qualitatif.....	45
IV.3. Programme quantitatif.....	51

Chapitre VI: Approche architecturale

V.1. Introduction.....	53
V.2. Les données de site.....	53
V.3. Méthodologie de genèse	54
V.4. L'idée de projet.....	54
V.5. La genèse de projet.....	55
Synthèse.....	76

Conclusion générale

Introduction générale

« A travers les différents âges de l'humanité, l'homme a toujours essayé de créer des conditions favorables pour son confort et ses activités, tout en essayant de contrôler son environnement » (M'Sellem, H. &Alkama, D., 2009).

Nous assistons progressivement à l'émergence d'une architecture dite « environnementale ». Cette démarche de management de projet replace l'ouvrage dans son contexte : plus qu'un objet, il est un lieu de vie qui entretient des relations avec son environnement, accueille des personnes, s'inscrit dans une économie plus globale que celle du bâtiment lui-même

De ce fait, la démarche dite « haute qualité environnementale » lancée au début des années 90 et appliquée au secteur du bâtiment est une réponse à des nouvelles attentes qui sont la lutte à la fois contre le gaspillage des ressources énergétiques de plus en plus rares et contre la brutale accélération des changements climatiques de la planète.

La Qualité Environnementale d'un bâtiment correspond aux caractéristiques du bâtiment, de ses équipements (en produits et services) et du reste de la parcelle de l'opération de construction ou d'adaptation du bâtiment qui lui confère l'aptitude à satisfaire les besoins de maîtrise des impacts sur l'environnement extérieur et de création d'un environnement intérieur confortable et sain.

L'objectif de la HQE est de plus en plus élargi à d'autres critères touchant directement les occupants « les comforts d'usage » (concernant le thermique, l'acoustique, l'olfactif, la luminosité et la qualité de l'air). Le principe consiste à :

- Réduire les impacts du bâtiment sur l'environnement extérieur : au niveau planétaire, au niveau régional et au niveau local.
- Réduire les impacts du bâtiment sur l'utilisateur : impacts sur le confort et sur la santé.

Notre travail vise à concevoir un équipement scolaire en symbiose avec les cibles de la H.Q.E, ce projet devra être le moyen le plus rentable pour améliorer l'apprentissage et la santé des enfants, et par voie de conséquence contribuer au progrès social et économique du pays.

Problématique générale

« Les architectes tiennent de plus en plus compte de la philosophie de la construction durable dans leurs projets. Cette Philosophie vise à réduire - et à terme, à prévenir autant que possible - tout impact négatif du bâtiment sur l'homme et l'environnement. La construction durable est donc aussi synonyme de construction saine. » (Peuportier, 2003)

« L'école tend à devenir aujourd'hui un bâtiment de verre comme les autres sans identité particulière ». En effet, l'architecture des écoles en Algérie tend à devenir un bâtiment sans identité, en particulier avec la demande sans cesse croissante, ce qui a poussé l'état à adopter la politique (d'adaptation), une politique qui a donné naissance à un modèle stéréotypé (SIMONE, F., 99)

Le manque de réflexion pour une conception économe en énergie a induit, aujourd'hui, des modes de constructions modernes qui n'assurent pas des conditions de confort acceptable durant la période froide ou chaude sans le recourt à des équipements de chauffage et/ou de refroidissement. Cela montre bien la détérioration de la qualité thermique des bâtiments actuels.

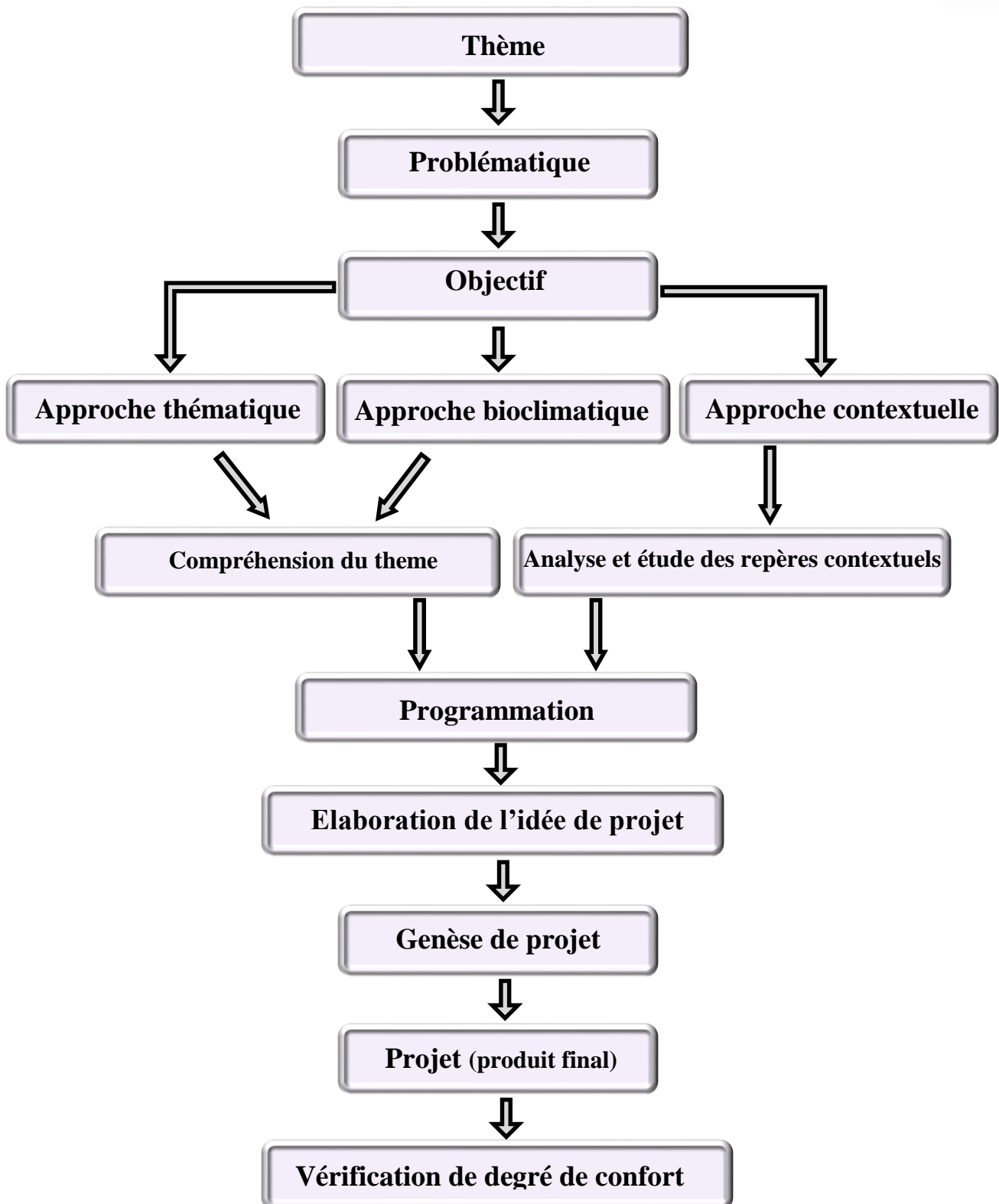
Une telle situation est remédiée par l'acquisition d'équipements de chauffage et/ou de refroidissement qui présentent eux-mêmes des qualités énergétiques médiocres. Face à une telle situation, la réduction de la consommation énergétique du secteur du bâtiment peut être atteinte à travers des réflexions architecturales sur la conception architecturale du bâti, sur l'enveloppe en tant que paroi d'échanges intérieur et extérieur, et enfin de la situation du bâti dans le tissu urbain.

Dans ce contexte comment peut-on concevoir un équipement scolaire qui doit être pensé, construit et agrémenté par des dimensions d'ordre psychologiques, sociales et pédagogiques, encadrées par une qualité matérielle de son enveloppe et érigées sur un support environnemental.

Donc les questions qui se posent :

- **Le climat aride de la ville de Laghouat peut-il offrir des alternatives bioclimatiques pour concevoir un lycée durable ?**
- **peut-on construire un lycée offrant un environnement intérieur confortable et assurant une meilleure rentabilité pour les générations futures ?**

Méthodologie de recherche :



Organigramme 1 Méthodologie de recherche. Source : Auteure.

I.1. Introduction

Dans cette phase nous présentons un ensemble d'idées et de connaissances relatives au thème de l'éducation.

L'importance de cette phase est d'expliquer le rôle, l'historique et les différents types des équipements scolaires à l'aide d'exemples sachant que cette phase primordiale nous permet de faire une bonne conception fonctionnelle.

I.2. Définitions:

Education : *n. f (lat. educato)*

1. Action d'éduquer, de former, d'instruire quelqu'un, manière de comprendre, de dispenser de mettre en œuvre cette formation.
2. Ensemble des acquisitions morales, intellectuelles, culturelle de quelqu'un son éducation est rudimentaire. (Le petit Larousse 2011)

Equipement éducatif :

Ensemble des équipements collectifs destinés à la scolarisation des enfants : école maternelle, école primaire, collège, lycée. (Le petit Larousse 2011)

Enseignement : *n.m*

Action, manière d'enseigner de transmettre des connaissances.

Niveau branche de l'organisation scolaire et universitaire enseignement élémentaire, secondaire, supérieur. (Le petit Larousse 2011)

Groupe scolaire :

Un groupe scolaire est un établissement d'enseignement, comprenant le primaire et le secondaire (collège, lycée). Internet: <http://dictionnaire.sensagent.com>

Ecole :

Etablissement dans lequel est donné un enseignement collectif (général ou spécialisé. (Le petit robert 2014)

Classe :

La salle de classe est l'endroit où se retrouvent les enfants pour suivre les leçons à l'école primaire. Ce même type de pièce prend le nom de "salle de cours" dans les collèges et lycées. Internet: <http://dictionnaire.sensagent.com>

Lycée :

Le lycée actuel correspond principalement aux trois dernières années de l'enseignement secondaire (second, premier et terminal), pour des adolescents âgés, généralement, de 15-16 ans (début de la seconde) à 17-18 ans (fin de la terminale). Les enseignements au lycée aboutissent à des examens finaux et nationaux : le baccalauréat. Internet: <http://dictionnaire.sensagent.com>

I.3. L'historique de l'éducation :

- Les premiers systèmes d'éducation connus se développèrent dans les civilisations **indienne** et **égyptienne** à partir du IV^e millénaire av. J.-C
- En Chine, sous l'influence des philosophes Lao-tseu et Confucius, un large accès à l'éducation fut favorisé.
- En Grèce et à Rome apparut la 1^{ère} école de philosophie fondée par Platon et Aristote a fondé le lycée.
- Les Romains instaurèrent des écoles sur trois niveaux d'enseignement (Primus, grammaticus et rhéteur). (Source : Encyclopédie Encarta Microsoft 1999)

Antiquité

Les pédagogues juifs, chrétiens et musulmans fondèrent ainsi explicitement leur enseignement sur la conservation et l'approfondissement d'un livre dans lequel se condensait leur tradition.

- Les Hébreux développèrent un système où l'enseignement donnait lieu à une interprétation de la Torah.
- Les chrétiens menèrent une réflexion sur les moyens de conserver l'héritage intellectuel de l'Antiquité en l'adaptant à la doctrine chrétienne.
- Les tous premiers établissements d'enseignement du monde islamique étaient relativement informels. Les mosquées ont toujours été utilisées comme un lieu de rencontre où les gens peuvent se rassembler autour d'un érudit, assister à ses cours, étudier des livres avec lui (ou elle) et acquérir des connaissances. Certains des plus grands savants de l'Islam étudièrent de cette manière, et enseignèrent à leur tour également de la sorte.

Depuis le début du 9^{ème} siècle, Les Musulmans ont encouragé la construction de plusieurs écoles dans toutes leurs villes. Certaines de ces écoles étaient obligatoires pour les enfants, et ce, dès l'âge de 6 ans. Ces écoles admettaient les garçons comme les filles, et même les esclaves.

(Source : Encyclopédie Encarta Microsoft 1999)

Moyen
Age

Durant la Renaissance, il n'y eut pas fondamentalement de changement, si ce n'est que les facultés de théologie perdirent de leur importance par rapport au droit, à la médecine, et surtout aux arts.

(Source : Encyclopédie Encarta Microsoft 1999)

Epoque
moderne

Le système éducatif s'oriente de plus en plus vers une formation par cycle et vers les méthodes de l'éducation nouvelle : groupes de niveau, soutien scolaire. Des disciplines permettant et favorisant l'épanouissement des enfants s'articulent à un socle de connaissances fondamentales. L'enseignement technique et professionnel est l'objet d'une revalorisation visant à éliminer la hiérarchie qui oppose matières nobles et techniques. (Source : Encyclopédie Encarta Microsoft 1999)

Epoque
contemporaine

I.4. Le rôle des équipements scolaires :

L'accès à la culture se réalise en premier lieu par l'éducation et la formation. Dans ce cadre, l'école a une place importante, d'une part, elle est un lieu d'apprentissage; d'autre part, elle est un lieu de sociabilité et d'échanges. www.proj.siep.be.com

1- L'apprentissage :

Lorsque l'on parle de la culture transmise par l'école, on évoque surtout les savoirs théoriques que tu y apprends, pourtant, l'école transmet également des savoir-faire et des savoir-être, des attitudes. www.proj.siep.be.com

2- La sociabilité:

L'école est aussi un lieu de rencontre entre élèves !

C'est un lieu où s'affichent les styles, la façon de parler, les pratiques de consommation, les pratiques d'initiation et les références médiatiques, etc. www.proj.siep.be.com

I .5. Classification des équipements scolaires :

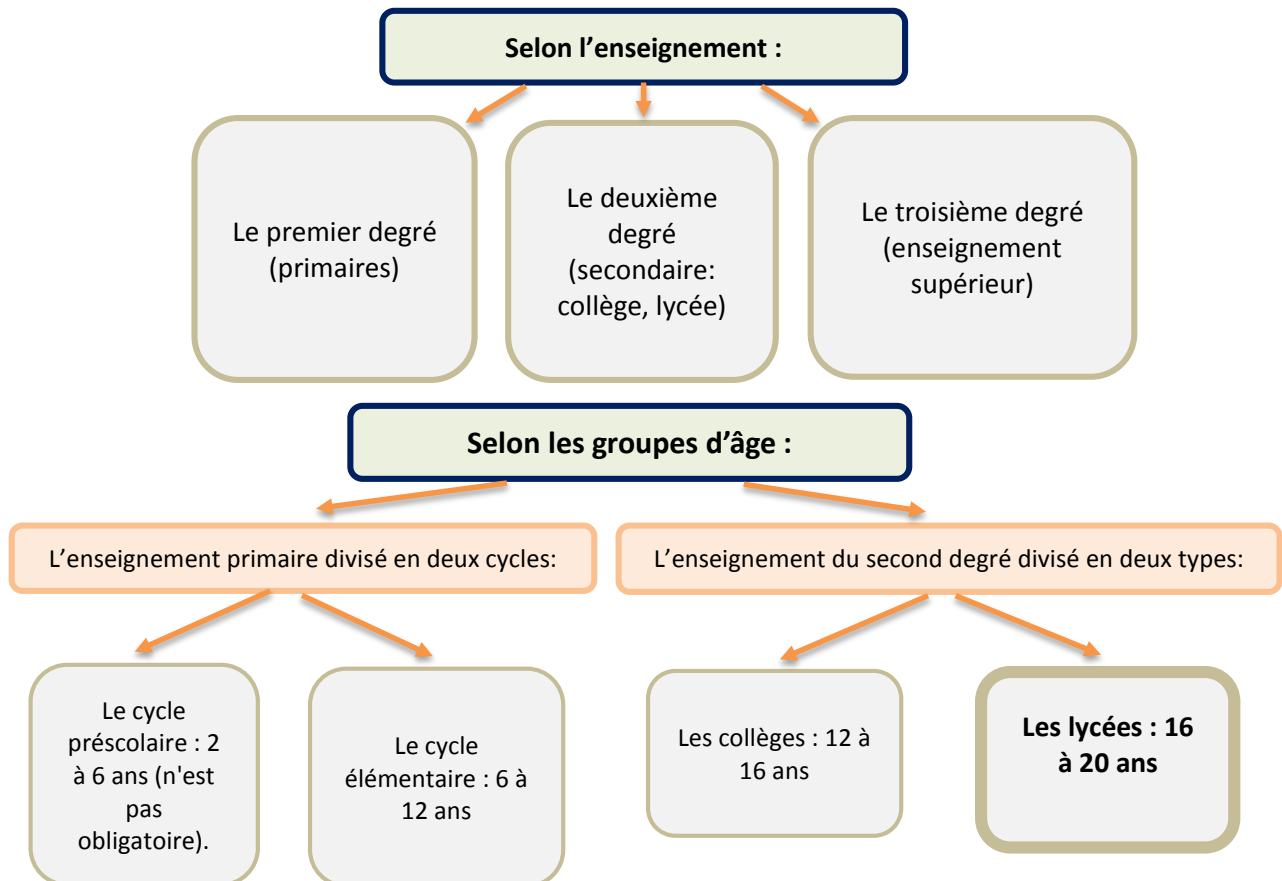


Figure 1-1 schéma qui précise la classification des équipements scolaires. www.proj.siep.be.com

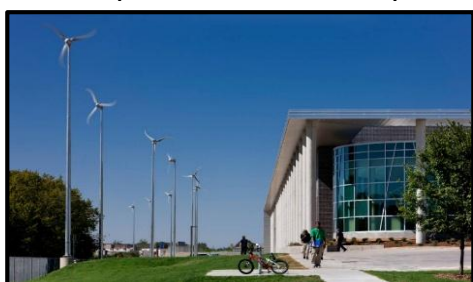
I.6.1. Les critères de choix des exemples:

Pour mieux comprendre le fonctionnement de lycée et la logique d'un projet durable et assimiler le programme du projet et pour approfondir la réflexion sur le projet à projeter on a essayé d'analyser un certain nombre d'exemples, à travers quelques critères :

	Le programme	Le développement durable	Le climat
Ex 01: groupe scolaire lady bird johnson à Texas USA	Similaire avec notre programme	on peut inspirer l'aspect bioclimatique	Climat semi-aride
Ex 02: lycée campus Fangshan de pékin en chine	Similaire avec notre programme	on peut inspirer l'aspect bioclimatique	/
Ex 03 : Lycée de simpaixe en France	Similaire avec notre programme	on peut inspirer l'aspect bioclimatique	/
Ex complémentaire : groupe scolaire Jean-Louis Marquèze en France	Similaire avec notre programme	on peut inspirer l'aspect bioclimatique	/

Tableau 1-1 tableau des exemples – source étudiants

Le choix a été porté sur 04 exemples, les plus représentatifs :



Ex 01 : Groupe scolaire lady bird johnson-Texas USA



Ex 02 : Lycée de pékin-chine



Ex 03 : Lycée simpaixe carnot HQE professionnelle-france



Ex complémentaire : Groupe scolaire Jean-louis Marquèze-France

L'Analyse des exemples:

I.6.2. Exemple N° 01

Lady Bird Johnson Middle School (Texas USA)

Par définition comme un bâtiment nette zéro énergie Lady Bird Johnson produit plus d'énergie qu'il ne consomme sur une période de 12 mois. Plusieurs technologies et des stratégies ont été utilisées pour réduire sa consommation y compris le chauffage géothermique, technologie des panneaux solaires, les éoliennes, les techniques de récolte d'eau de pluie et la gestion solaire



Figure 1-2 photo de lycée Lady Bird Johnson Middle School. www.ArchDaily.com

Intelligente.

Présentation:

Architecte: Corgan associés.

Lieu: Irving, Texas USA.

Surface: 152 000 m².

Année: 2010 – 2011.

Latitude: 32.8577 32° 51' 28" Nord.

L'altitude: 169 m.

Le climat: Climat subtropical humide avec un été chaud.

Situation:

L'équipement est situé dans un quartier résidentiel à Irving ville du Texas, (dans le comté de dallas).

Accessibilité:

L'équipement est assuré par un réseau de voie importante pour accessibilité facile.



Figure 1-5 perspective de l'équipement. www.ArchDaily.com

Volumétrie:

La forme d'équipement s'étend en longueur donnant une richesse remarquable au niveau de la volumétrie, en utilisant des décrochements pour bien exploiter l'éclairage naturel.

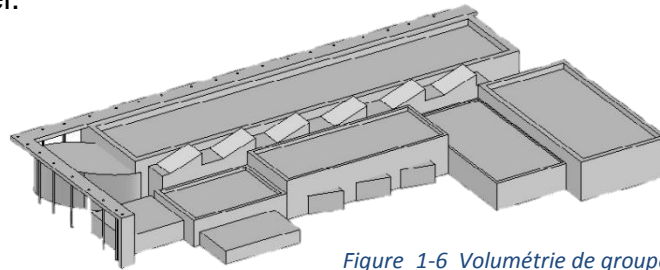


Figure 1-6 Volumétrie de groupe scolaire - source auteur

Façades:

La silhouette horizontale domine la façade principale.

La façade principale est marquée par une grande canopée élégante qui marque aussi l'entrée du projet.

La forme elliptique de la bibliothèque est utilisée pour équilibrer la forme rectangulaire des salles de classes.



Figure 1-7 les façades de l'équipement. www.ArchDaily.com

- Le vitrage est utilisé au niveau de la bibliothèque pour assurer une continuité visuelle entre extérieur et intérieur.
- Le plein est distribué au niveau de la salle de classe pour contrôler la pénétration de l'ensoleillement.

Les plans :

Le lycée est composé de deux niveaux, les salles de classes prennent la forme rectangulaire, elles sont bien regroupées pour assurer une bonne distribution.

La circulation est toujours linéaire droite dans tout le projet vu de sa forme rectangulaire.

Les espaces de loisirs et d'activités sont éloignés à l'entité pédagogique.

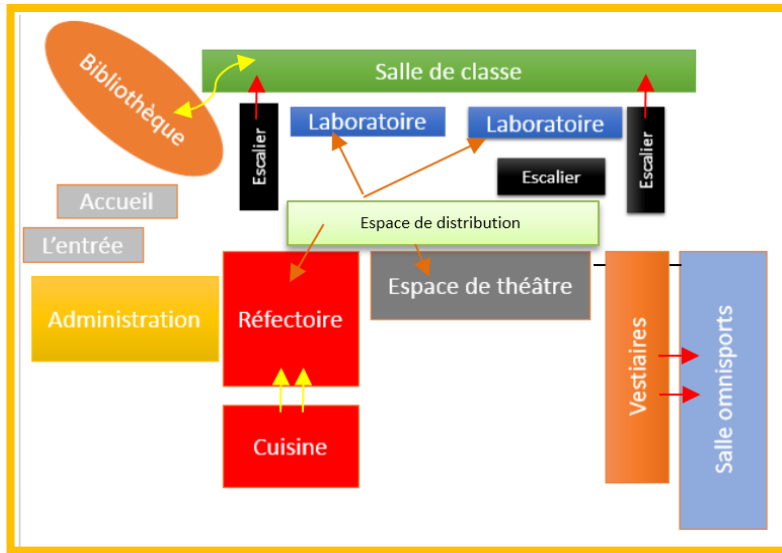


Figure 1-8 Organigramme de RDC - source auteurs



Figure 1-9 Plan de RDC.
www.ArchDaily.com

La bibliothèque est accessible à partir du RDC, et l'étage est réservé pour les salles de classe et les laboratoires seulement.

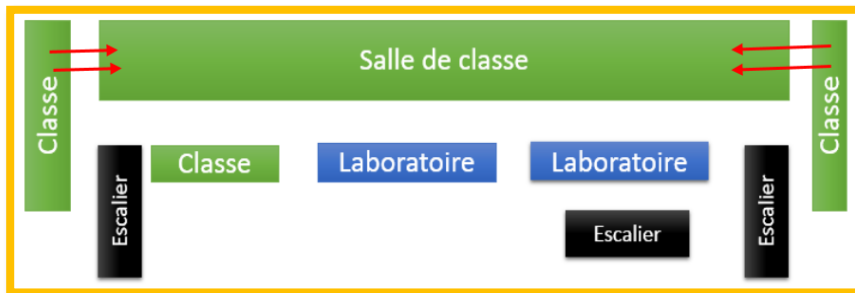


Figure 1-10 Organigramme de 1er étage - source auteurs

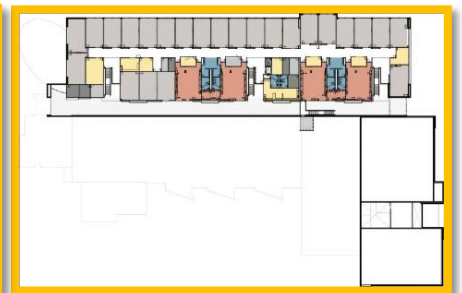


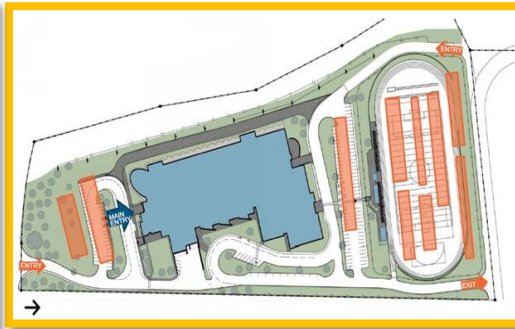
Figure 1-11 Plan de 1er étage.
www.ArchDaily.com

Les aspects de durabilité au niveau du projet :

Deux stratégies complémentaires sont utilisées dans ce lycée :

- La Stratégie de réduire la consommation d'énergie
- La Stratégie de produire l'énergie

La Stratégie de réduire la consommation d'énergie :



L'utilisation de 468 puits géothermique et de 6.30 m de profondeur

2- technologie d'éclairage naturel :

- Utilisation des tablettes de lumières

Étagères horizontales pour rebondir la lumière visible du plafond plus profondément dans l'espace.

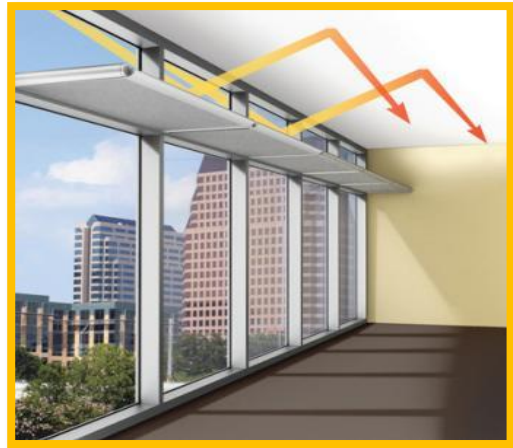


Figure 1-12 Étagère horizontale – www.archrecord.construction.com

La stratégie de produire l'énergie :

2.988 panneaux solaires (191 watt)



Figure 1-13 Panneaux photovoltaïques. www.ArchDaily.com



Figure 1-14 Plan d'implantation des panneaux - source auteur

Les éoliennes :



Figure 1-15 les éoliennes. www.ArchDaily.com

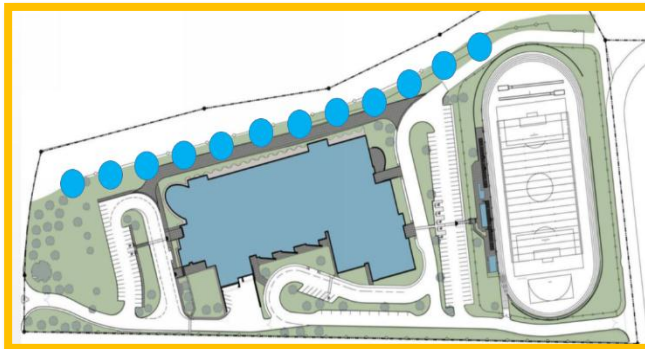


Figure 1-16 Plan d'implantation des éoliennes
- source auteur

12 éoliennes sont implantées au nord-ouest

Le recyclage :

Des corbeilles spéciaux pour le recyclage des déchets tels que, le papier, les boîtes, le plastique, et les déchets divers.



Figure 1-17 corbeilles de recyclage. www.ArchDaily.com

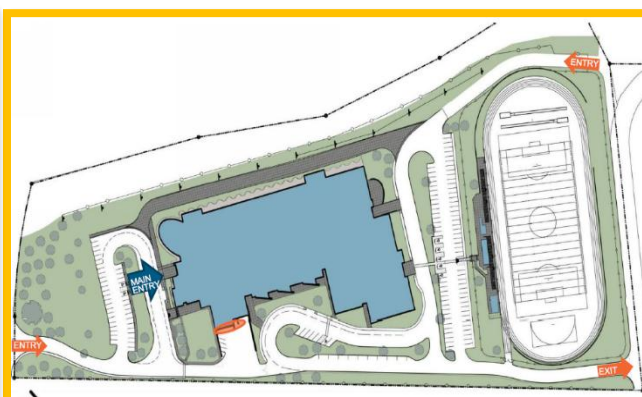


Figure 1-18 l'emplacement des corbeilles
- source auteurs

I.6.3. Exemple N° 02

Lycée Campus Fangshan (chine)

Présentation:

Architecte: Daijiro Nakayama.

Lieu: Chungyang, Fengshan, chine

Surface: 57773 m²

Année: 2014

Latitude: 39° Nord

L'altitude: 48 m

Le climat: Les hivers sont froids et secs, des étés chauds et humides.

Situation:

Situé dans le centre d'une ville nouvelle à l'extérieur sud-ouest cinquième périphérique de Pékin, dans une cité résidentielle.



Figure 1-19 photo du lycée Campus Fangshan.
www.ArchDaily.com



Figure 1-20 la situation du lycée - Google Earth

Accessibilité:

L'équipement est assuré par un réseau des voies mécaniques importantes pour accessibilité facile.



Figure 1-21 accessibilité du lycée – source auteur

Plan de masse:

- ✓ Le bâtiment prend une forme compacte avec un bâtiment de R+4
- ✓ L'équipement possède trois accès un pour les piétons représente l'entrée principale. 02 accès mécanique pour le parking, et le troisième est pour accéder au sous-sol.



Figure 1-22 plan de masse du lycée. www.ArchDaily.com

Volumétrie:

L'équipement est construit dans un terrain montueux, l'architecte a exploité cette potentialité pour réaliser des espaces au sous-sol avec des toitures végétalisées afin d'avoir un projet intégré parfaitement à son environnement.

Il se caractérise par des espaces ouverts remplis avec la nature représente un espace privé (cours de récréation).

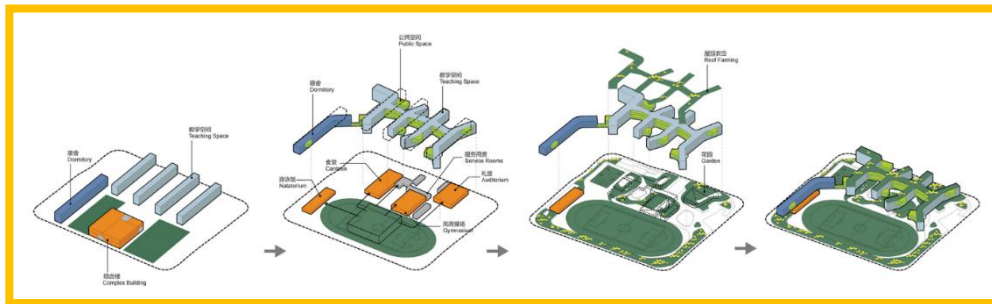


Figure 1-23 volumétries. www.ArchDaily.com

Façades:

- la façade caractérisée par l'équilibre entre le plein et le vide avec des fenêtres en longueur.
- L'utilisation des baies vitrées au niveau de l'entrée principale ce qui assure une continuité visuelle entre intérieur et extérieur, L'utilisation du système sur piloti et les façades libres.
- La couleur blanche domine la façade pour s'intégrer avec la verdure et les toitures végétalisées.

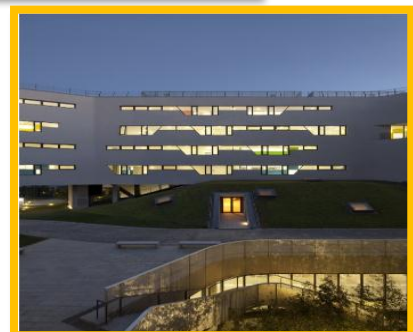


Figure 1-24 les façades de l'équipement. www.ArchDaily.com

Les plans :

La partie inférieure abrite des fonctions publiques de l'école, comme la cantine, l'auditorium, le gymnase, et les dortoirs.

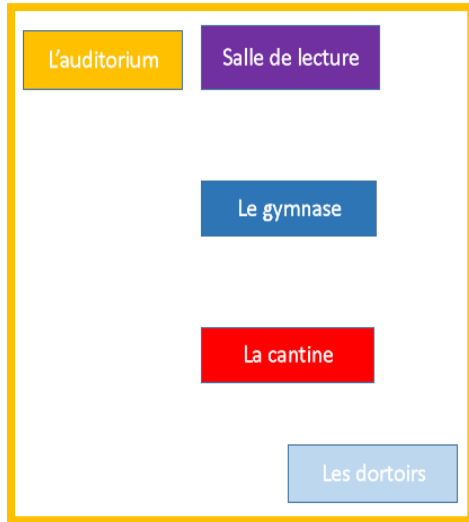


Figure 1-25 les entités de l'équipement – source auteurs

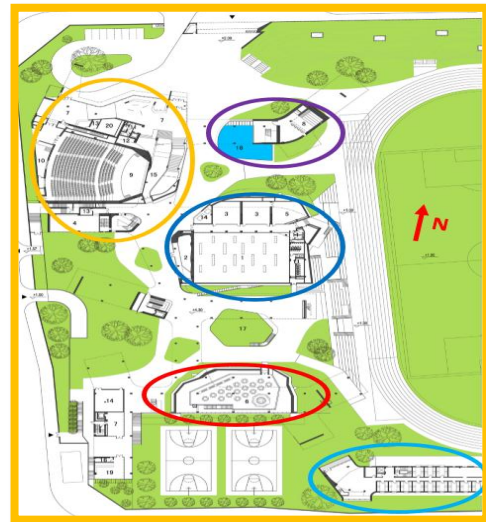


Figure 1-26 plan des entités. www.ArchDaily.com

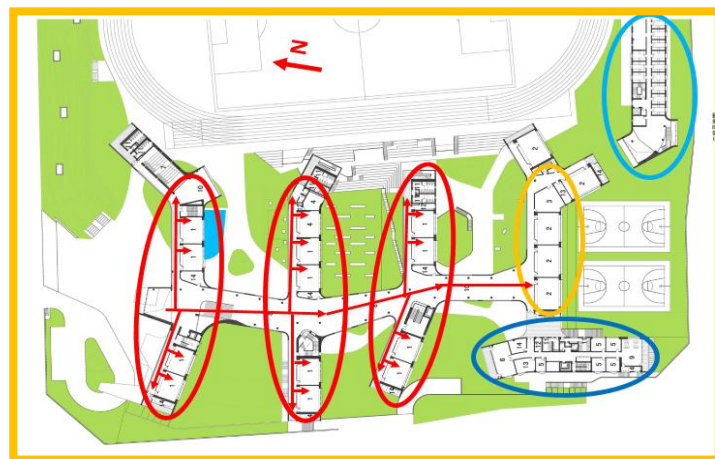


Figure 1-27 Organisation des entités. www.ArchDaily.com

La partie supérieure contient un plan d'organisation linéaire droite avec une distribution linéaire latérale.

Les espaces les plus importants tels que les salles de classes et les laboratoires sont orientés vers le sud.

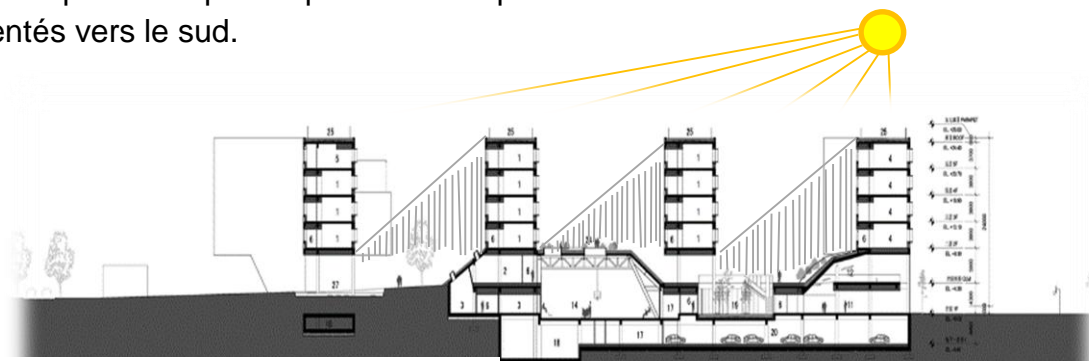


Figure 1-28 schéma précise l'ombre dans l'équipement - Source auteurs

Le rapport H/L est bien respecté pour assurer l'éclairage naturel

Aspect de durabilité d'équipement :

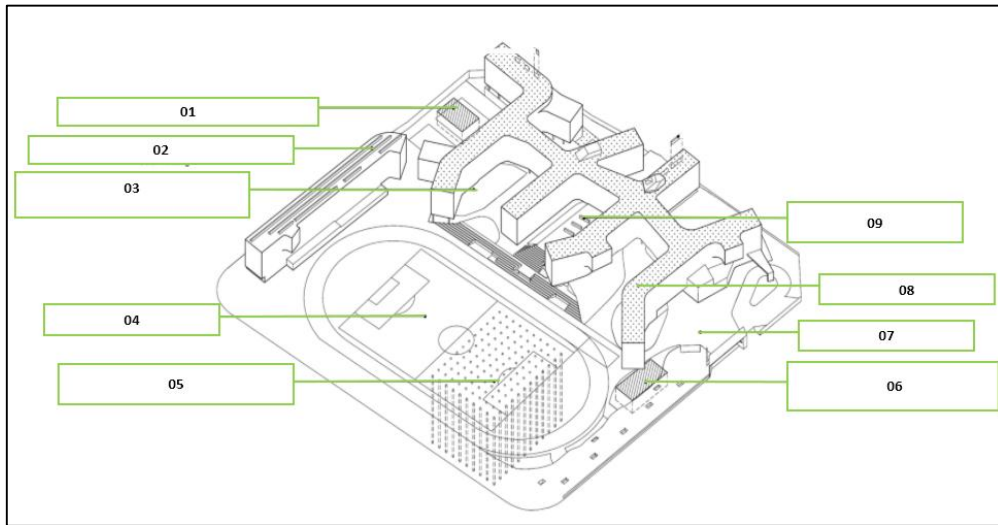


Figure 1-29 schéma qui précise les aspects de durabilité d'équipement. www.ArchDaily.com

- 1- Bassin de rétention des eaux pluviales.
- 2- chauffage solaire pour l'hébergement.
- 3- bâtiment surélevée pour un meilleur microclimat.
- 4- Terrain végétalisé (terrain de sport).
- 5- Pompe à chaleur géothermique.
- 6- pavage perméable.
- 7- toiture végétalisée.

I.6.4. Exemple N° 03

Lycée SAMPAIX HQE carnot (Lyon - France)

Présentation:

Maitre d'œuvre:

Architecte: TEKHNE

BET HQE: TRIBU

Lieu: Sampaix, Lyon – France

Surface: 10316 m²

Année: Mars 2008

Latitude: 36° Nord

L'altitude: 297 m.

Le climat : Ce climat est observé dans le Sud-Est de la France, où les sécheresses sont fréquentes en été: Soit des étés chauds et des hivers très doux.

Situation:

Situé à la périphérie de la ville de Lyon à côté des terrains agricoles.

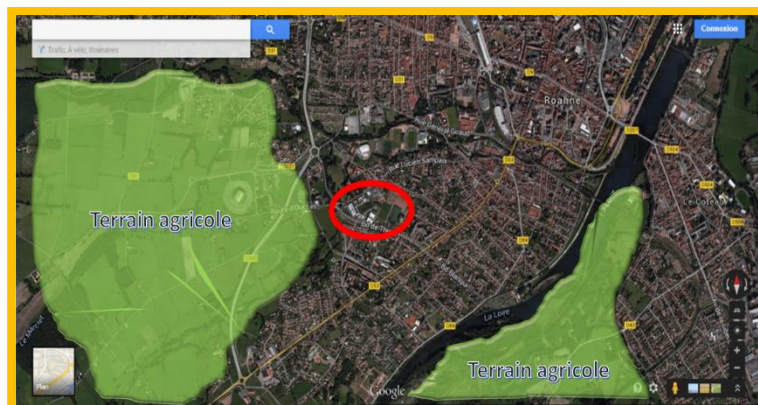


Figure 1-31 situation de lycée Sampaix. Google Earth

Accessibilité :

Voirie (système routier) : l'équipement est entouré par 2 axes:

Un axe principal sur le côté sud et un autre secondaire dans le côté nord.



Figure 1-30 vue d'équipement. www.ArchDaily.com



Figure 1-32 accessibilité de lycée Sampaix – Google Earth

Plan de masse :

- ✓ Le bâtiment prend une forme compacte avec un bâtiment de R+1
- ✓ l'équipement possède sept accès un pour les piétons représente l'entrée principale, 03 accès mécaniques pour le parking, et 03 accès secondaires

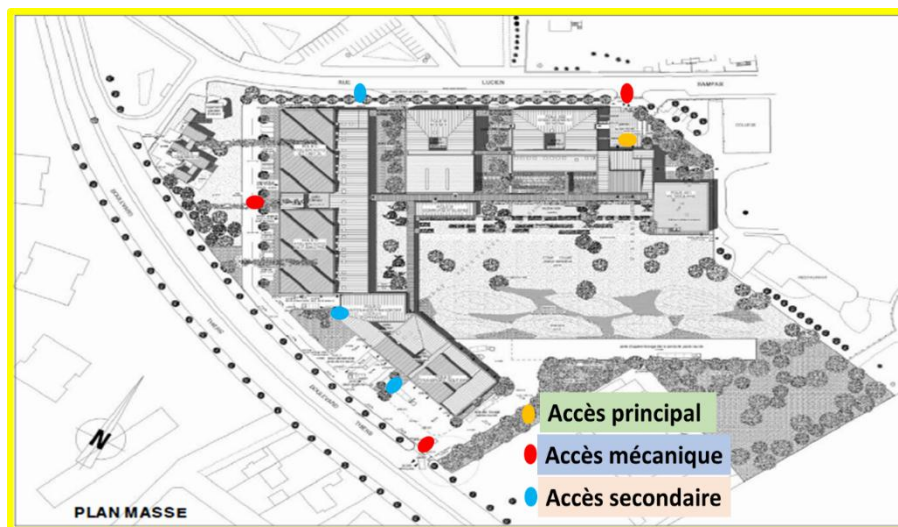


Figure 1-33 plan de masse d'équipement. www.ArchDaily.com

Façades:

- la façade caractérisée par l'équilibre entre le plein et le vide.
- Le projet est léger à conséquence de l'utilisation de mur vitré dans tous les entités de cet équipement.



Figure 1-34 Façade Sud-Ouest . www.ArchDaily.com

- L'utilisation du système sur piloti et les façades libres.
 - la couleur marron bois domine à la façade.



Figure 1-35 façade des ateliers du lycée. www.ArchDaily.com

Les plans :

L'organisation du plan est linéaire avec une circulation linéaire bilatérale dans tous les blocs.

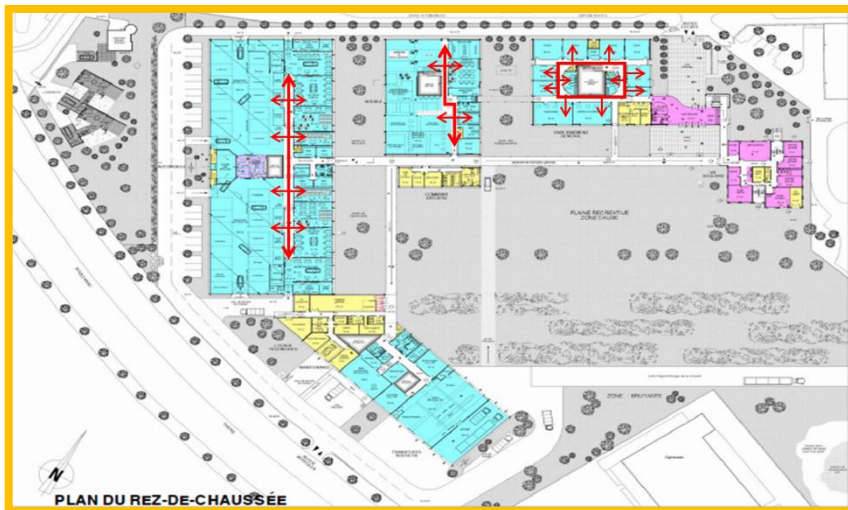


Figure 1-36 plan de RDC avec l'organisation de plan. www.ArchDaily.com

Les espaces les plus importants tels que les salles de classes, les ateliers, et les laboratoires sont orientés vers le nord et le sud.

Aspect de durabilité de projet :

Architecte à utiliser plusieurs idée bioclimatique tel que :

• Eclairage naturel:

Pour l'objectif de (FIJ) > 2,5% dans les locaux de travail on doit:

- ✓ Éviter les masques
- ✓ Utiliser des grandes ouvertures

- ✓ Faire une hauteur sous-plafond importante (3 m minimum)
- ✓ Utiliser l'éclairage zénithal par lanterneaux pour les locaux profonds
- ✓ L'utilisation des couleurs claires pour les parois des locaux (réflexion: 0,7 plafond et mur)
- ✓ Création des toitures de forme spécifique pour profiter de l'éclairage zénithale mais d'une façon indirecte.

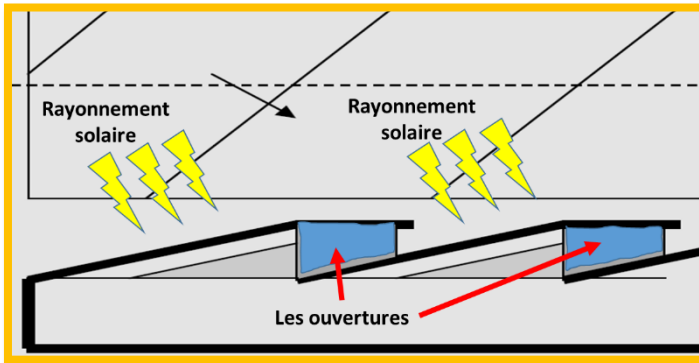


Figure 1-37 l'éclairage indirect d'atelier – source auteurs

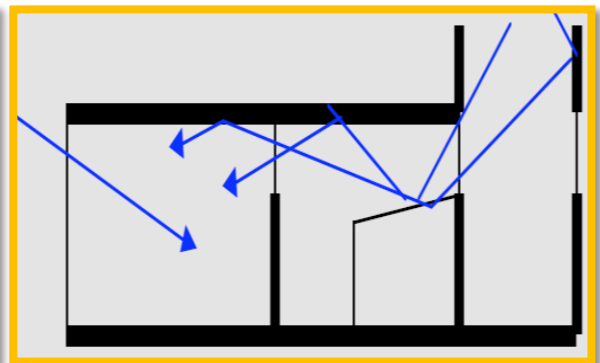


Figure 1-38 l'éclairage zénithal par lanterneaux – source auteurs

- ✓ Intégration de système patio dans l'équipement (l'éclairage, aération, et création d'un micro climat).

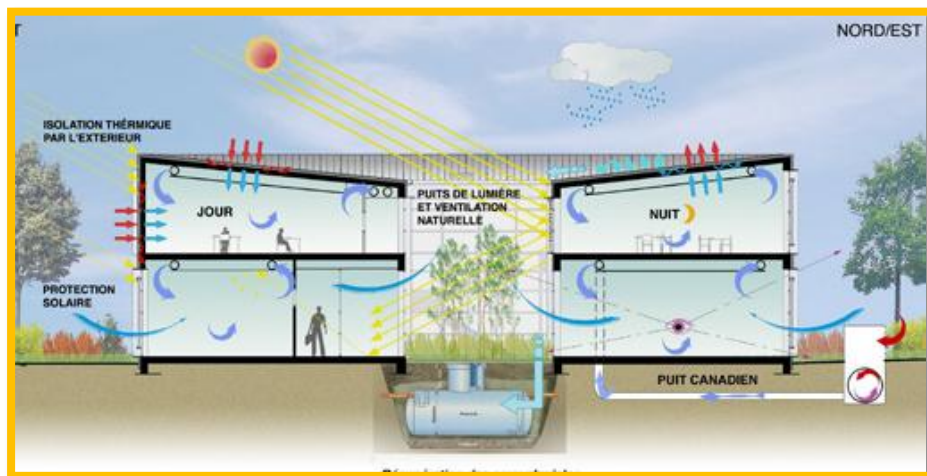


Figure 1-39 le système de patio. www.ArchDaily.com

- ✓ l'implantation des arbres dans le côté ouest pour éviter les rayons solaires

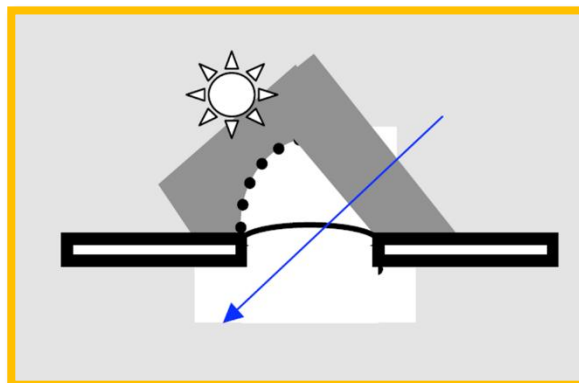


Figure 1-40 principes de protection solaire sur baies horizontales – source auteurs

I.6.5. Exemple complémentaire

Groupe scolaire Jean-Louis Marquèze à France

Présentation:

Architecte: Lipa et Serge Goldstein

Lieu: France

Surface: 9200 m²

Année: 2009

Latitude: 48° au Nord

L'altitude: 65 m

Le climat: un climat océanique: C'est un climat où les étés sont généralement frais (avec une température moyenne de 14 à 20°C) et les hivers doux. Un climat océanique dégradé



Figure 1-41 photo qui précise le détail d'équipement.
www.ArchDaily.com

Situation:

L'équipement est situé dans une zone urbaine à caractère d'activité et résidentiel.



Figure 1-42 carte détermine la situation de l'équipement -google Earth

Accessibilité :

L'équipement est favorisé par un réseau de transport qui le rend accessible de tous les chemins.

Plan de masse :

- L'édifice prend plusieurs gabarits selon la fonction.
- L'édifice prend une seule forme compacte.
- l'équipement favorise deux accès principaux piétons et un secondaire, et à son proximité un accès de service.

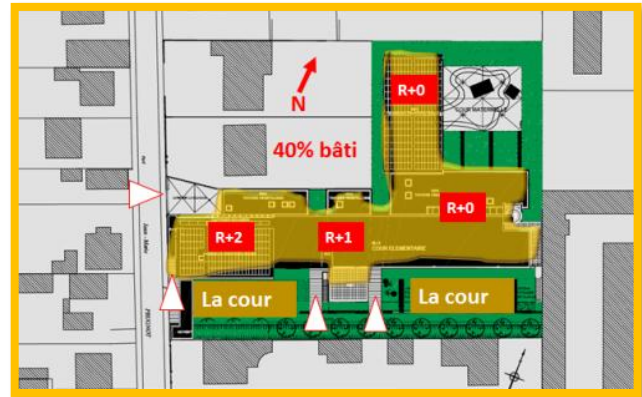


Figure 1- 43 plan de masse du lycée. www.ArchDaily.com

Façade :

- Un équilibre entre le plein et le vide au niveau de la façade, et les fenêtres en longueur.
- Une intégration des panneaux photovoltaïques au niveau de la façade avec des grilles pour l'ombrage.
- au niveau de la façade principale nous remarquons l'absence des décrochements pour éviter les déperditions de chaleur.



Figure 1-44 Façades principales du lycée. www.ArchDaily.com

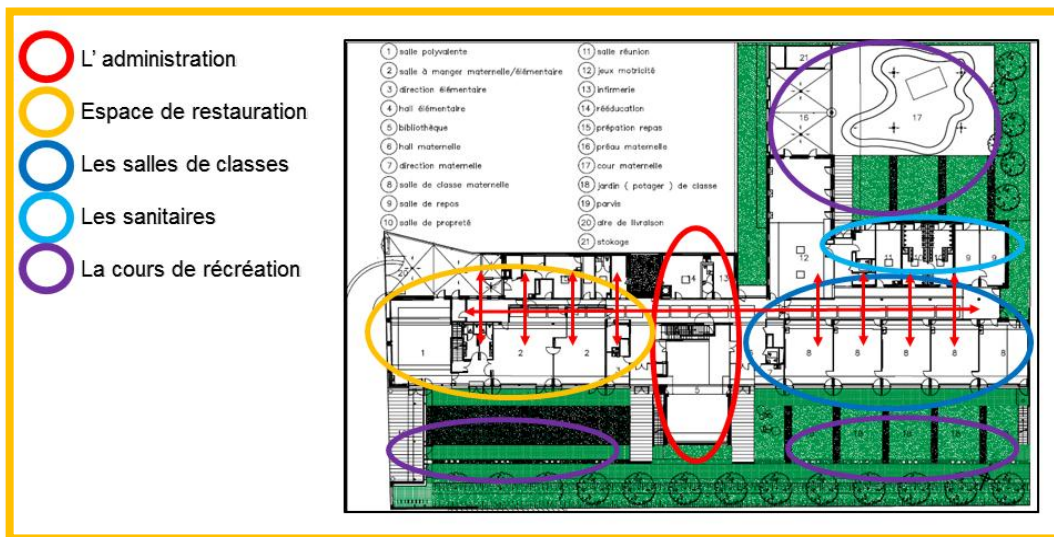


Figure 1-45 Organisation des espaces de l'équipement. www.ArchDaily.com

L'organisation est linéaire, les salles de classes sont regroupées.

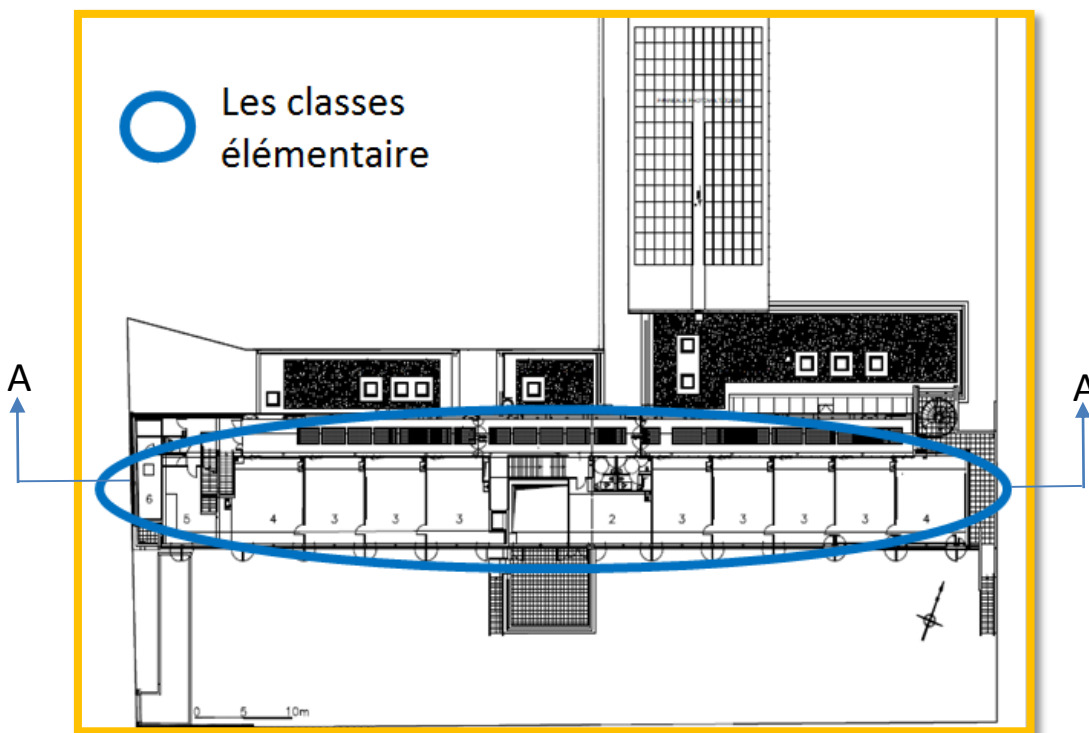


Figure 1-46 classe élémentaire au 1^{er} étage. www.ArchDaily.com

Le 1^{er} étage abrite les classes élémentaire le 2^{ème} étage c'est une partie courante de l'étage, l'organisation est linéaire.

Aspect de durabilité de l'équipement:

La lumière naturelle:

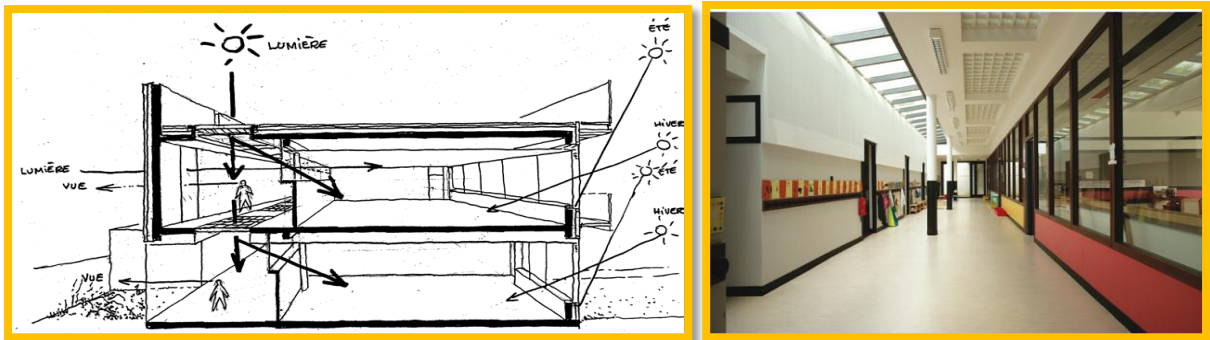


Figure 1-47 Schéma et photo qui précise le principe générale de l'éclairage naturel. www.ArchDaily.com

L'architecte a utilisé des voutes en aluminium perforé pour l'éclairage zénithal de la salle de motricité.

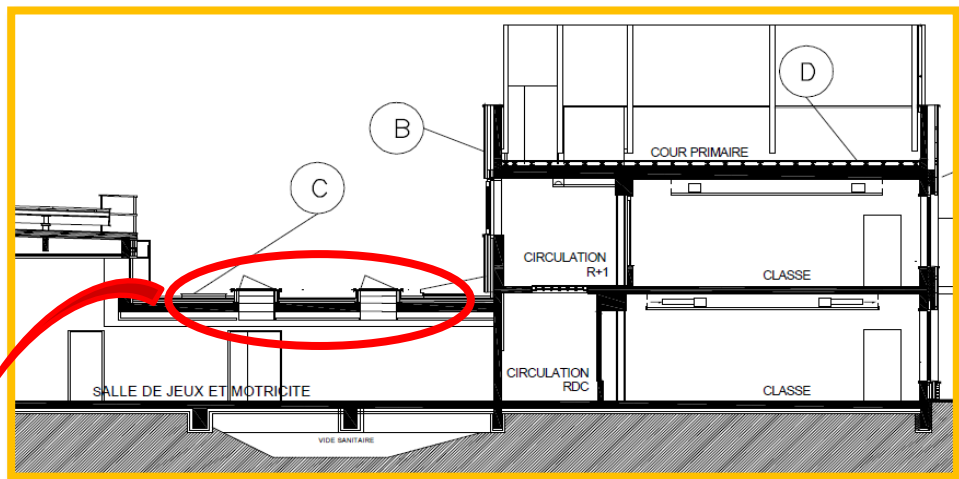


Figure 1-48 Coupe A-A sur La Salle de motricité. www.ArchDaily.com



Figure 1-49 Voutes en aluminium. www.ArchDaily.com

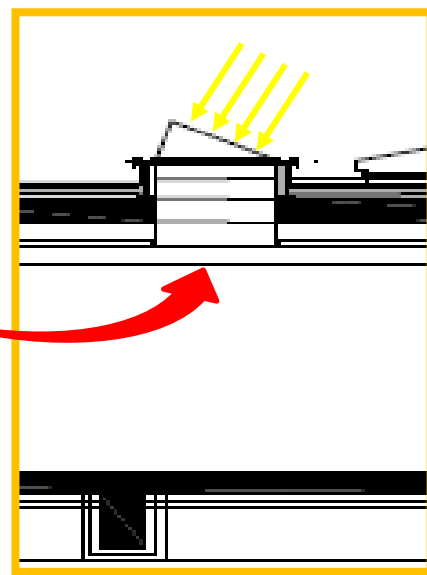


Figure 1-50 coupe de voute aluminium. www.ArchDaily.com

Synthèse : (Source auteur)

D'après l'analyse des exemples on a conclu que le lycée doit répondre à plusieurs critères tel que :

Situation et accessibilité	<ul style="list-style-type: none"> - Dans une cité résidentielle. - Accessibilité facile.
Plan de masse	<ul style="list-style-type: none"> - L'implantation du projet d'une façon qui assure un espace privé pour la cour de récréation. - La création des plusieurs accès afin de faciliter l'accessibilité au projet. - localisation des parkings en périphérie du projet. - l'espace extérieure est un espace complémentaire au projet. - hiérarchisation des parcours extérieurs.
Volume et façade	<ul style="list-style-type: none"> - Volumétrie riche présente l'architecture spécifique du projet. - L'utilisation de système sur pilot pour libérer l'espace. - Les décrochements pour assurer l'éclairage naturel. - une bonne exposition de la façade principale. - L'équilibre entre le plein et le vide qui assure l'harmonie. - variété de gabarie.
Organisation interne	<ul style="list-style-type: none"> - Hiérarchisation des espaces et des parcours intérieurs. - distribution linéaire droite latérale ou bilatérale. - Regroupement des salles de classes pour assurer la bonne circulation. - La transparence au niveau des salles de classes afin de bénéficier de la lumière naturelle.

II.1. Introduction

Quand on parle de l'architecture et l'environnement, on parle de la liaison qui existe entre l'architecture et le climat, entre l'homme et la nature, liaison qui date de l'âge de pierre ou l'homme des cavernes a su choisir ses grottes en fonction de l'orientation du soleil et a su se protéger en s'opposant à la direction du vent.

II.2. Définitions :

1- Définition de l'environnement :

L'environnement est l'ensemble des éléments qui constituent le voisinage d'un être vivant ou d'un groupe d'origine humaine, animale ou végétale et qui sont susceptibles d'interagir avec lui directement ou indirectement. C'est ce qui entoure, ce qui est aux environs.

2- Définition de l'architecture et l'environnement :

Elle est définie comme le mode de conception architecturale qui recherche la meilleure adéquation possible entre le climat, le bâtiment et le confort de l'occupant. Elle permet :

- ✓ de participer au confort et à la santé des usagers.
- ✓ de réduire les besoins énergétiques en s'adaptant au climat environnant.

(www.urcaue-idf.archi.fr)

L'architecture et l'environnement est une Conception Architecturale qui provient essentiellement d'une réflexion sur les rapports entre l'espace construit, l'être humain et son environnement. (www.coduform.be/pdf).

II.3. Les principes l'architecture bioclimatique :

L'architecture bioclimatique s'appuie sur des principes :

1- **Implantation et orientation :**

Le projet sera orienté au sud en exposant au rayonnement solaire un grand nombre de surfaces vitrées. On s'abritera des vents de Nord, derrière un talus ou un écran végétal. On évitera d'implanter la maison au sommet d'une colline ou d'une crête où elle sera systématiquement balayée par les vents, mais on choisira une implantation à flanc de coteau.



Figure 2-1 site d'implantation préféré. www.ecorea.fr/construction-bioclimatique.php

2- des Formes compactes :

Afin de limiter les déperditions, l'enveloppe du bâtiment doit être la plus compacte possible. C'est à dire qu'il faut minimiser les surfaces en contact avec l'extérieure ».

3- L'isolation :

L'isolation thermique est un complément primordial au bon fonctionnement de la construction bioclimatique. Placée à l'intérieur du bâtiment, seul le volume d'air est chauffé, la structure (murs et planchers) reste froide. A l'inverse, placée à l'extérieur comme une seconde peau, elle permet de conserver une bonne inertie et supprime les ponts thermiques.

4- Des plantes :

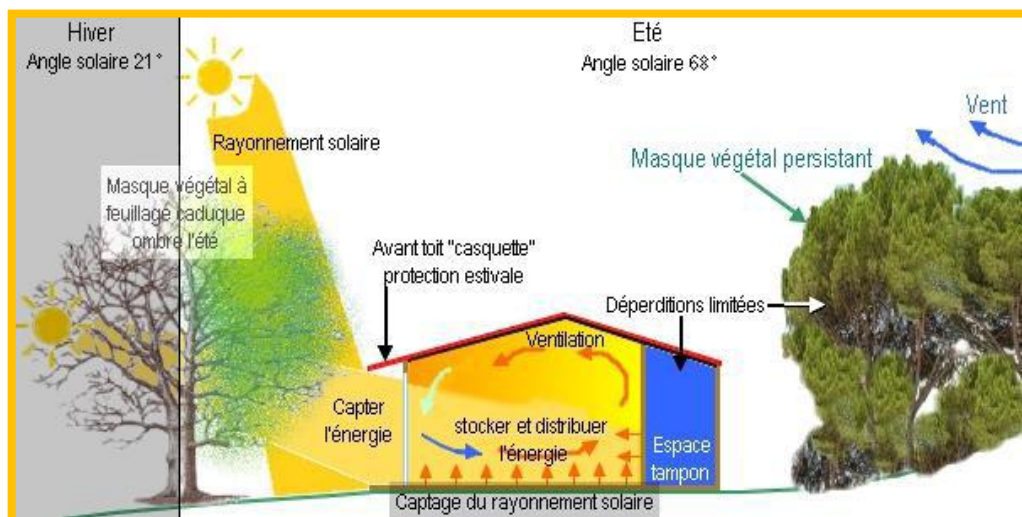


Figure 2-2 Rôle d'implantation des plantes. www.ecorea.fr/construction-bioclimatique.php

Des plantes disposées aux endroits appropriés :

- Des arbres à feuilles caduques du côté Sud limitent la pénétration du soleil en été.
- Des arbres à feuille persistants plantés du côté Nord protègent du vent.

- Rôle de la végétation c'est de créer un microclimat par :
 - L'humidification des vents secs.
 - Créer l'ombre en été.
- **Eviter les masques et ombres portées :**



Figure 2-3 Les masques et l'ombres portées. www.ecorea.fr/construction-bioclimatique.php

II.4. Le confort :

II.4.1. Définition du confort :

Le confort est une notion étroitement liée à la sensation de bien-être et qui ne possède pas de définition absolue.

Il est défini comme étant une notion subjective qui résume tout un ensemble de sensation : le confort thermique consiste à n'avoir ni chaud, ni trop froid, le confort aéraulique assure une qualité de l'air intérieur acceptable ou mieux, agréable, le confort visuel garantit un environnement bien visible et agréable aux yeux, et le confort acoustique consiste en un environnement pas trop bruyant et dans lequel les sons utiles sont clairement audibles. (Claude Alain Roulet., 2010)

II.4.2. Les types de confort :

II.4.2.1. Confort visuel :

Définition : Le confort visuel est une impression subjective liée à la quantité, à la distribution et à la qualité de la lumière. [Liébard, A. et De Herde, A., 2005]

L'environnement visuel doit permettre de voir les objets nettement et sans fatigue dans une ambiance colorée agréable.

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

- a) Le niveau d'éclairément de la tâche visuelle.
- b) Une répartition harmonieuse de la lumière dans l'espace.
- c) Les rapports de luminance présents dans le local.
- d) L'absence d'ombres gênantes.

- e) La mise en valeur du relief et du modelé des objets.
- f) Une vue vers l'extérieur.
- g) Un rendu des couleurs correct.
- h) Une teinte de lumière agréable.
- i) L'absence d'éblouissement.
- j) Absence de tache solaire.



Figure 2-4 Les paramètres de confort visuel. Source : Liébard, A. et De Herde, A., 2005.

La stratégie de l'éclairage naturel (confort visuel) :

Elle vise à mieux capter et faire pénétrer la lumière naturelle, puis à mieux la répartir et la focaliser. On veillera aussi à contrôler la lumière pour éviter l'inconfort visuel.

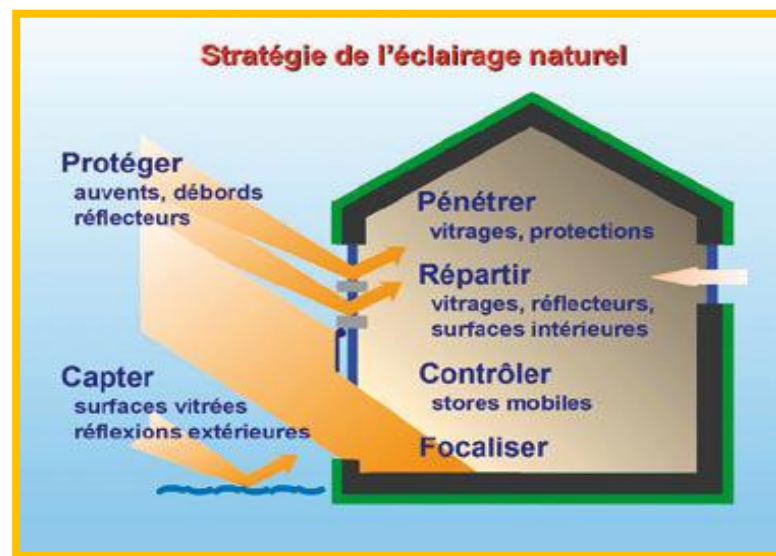


Figure 2-5 stratégies de d'éclairage naturel. Source : Liébard, A. et De Herde, A., 2005.

Capter :

Une partie de la lumière du jour est transmise par les vitrages à l'intérieur du bâtiment. La quantité de lumière captée dans un local dépend de la nature et du type de paroi vitrée, de sa rugosité, de son épaisseur et de son état de propreté.



Figure 2-6 Puits de lumière. Source : www.energie.arch.ucl.ac.be

Pénétrer :

La pénétration de la lumière dans un bâtiment produit des effets de lumière très différents non seulement suivant les conditions extérieures mais aussi en fonction de l'emplacement, l'orientation, l'inclinaison, la taille et le type des vitrages. L'éclairage bilatéral fournit une lumière plus uniforme.



Figure 2-7 pénétration de la lumière. Source : Reiter, S. et De Herde, A., 2003.

Répartir :

La lumière se réfléchit d'autant mieux sur l'ensemble des surfaces intérieures des locaux que le rayonnement ne rencontre pas d'obstacles dus à la géométrie du local ou au mobilier, et que les revêtements des surfaces sont mats et clairs. Elle peut également être diffusée par le type même du vitrage utilisé (translucide) ou par des systèmes de réflecteurs, qui permettent à la lumière de gagner le fond du local.

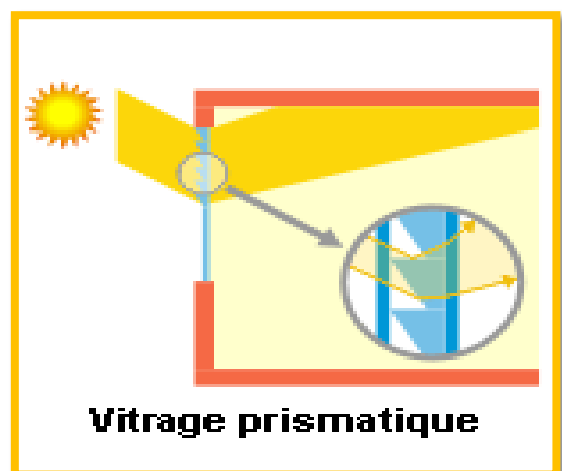


Figure 2-8 vitrage prismatique. Source : Reiter, S. et De Herde, A., 2003.

Protéger et contrôler :

La pénétration excessive de lumière naturelle peut être une cause de gêne visuelle (éblouissement, fatigue). Elle peut se contrôler par la construction d'éléments architecturaux fixes (surplombs, bandeaux lumineux ou light shelves, débords de toiture...etc.) associés ou non à des écrans mobiles (marquises, volets, persiennes ou stores).



Figure 2-9 éléments de contrôle amovibles. Source : www.energie.arch.ucl.ac.be



Figure 2-10 éléments de contrôle amovibles. Source : www.energie.arch.ucl.ac.be

Focaliser :

Il est parfois nécessaire de focaliser l'apport de lumière naturelle pour mettre en valeur un lieu ou un objet particulier. Un éclairage zénithal - ou latéral haut - crée un contraste lumineux important avec l'éclairage d'ambiance, moins puissant. Un atrium au centre d'un bâtiment permet aussi à la lumière du jour de mieux pénétrer dans le bâtiment tout en créant un espace de circulation et de repos attrayant. Des bâtiments hauts et profonds peuvent ainsi recevoir la lumière naturelle en leur cœur par le biais de conduits lumineux.



Figure 2-11 Atrium. Source : www.miamiresidence.com

II.4.2.2. Confort thermique :

Définition : Le confort thermique est défini comme un état de satisfaction vis-à-vis de l'environnement thermique. Il est déterminé par l'équilibre dynamique établi par échange thermique entre le corps et son environnement.

Les paramètres du confort thermique :

- Le métabolisme.
- L'habillement.
- La température ambiante de l'air.
- La température moyenne des parois.
- L'humidité relative de l'air.
- La vitesse de l'air.

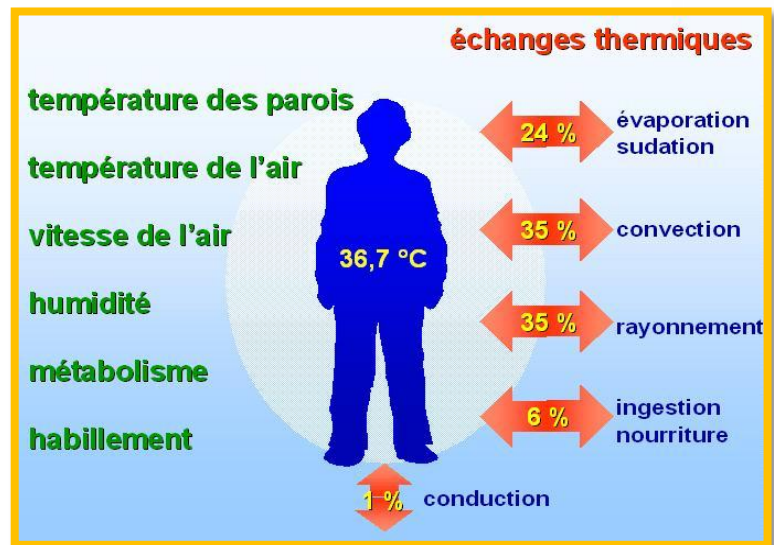


Figure 2-12 Les paramètres de confort thermique. Source : Liébard, A. et De Herde, A., 2005.

Les stratégies de confort thermiques :

a) **Confort d'hiver (Stratégie du chaud) :**

1. Capter
2. Stocker
3. Distribuer
4. Conserver.

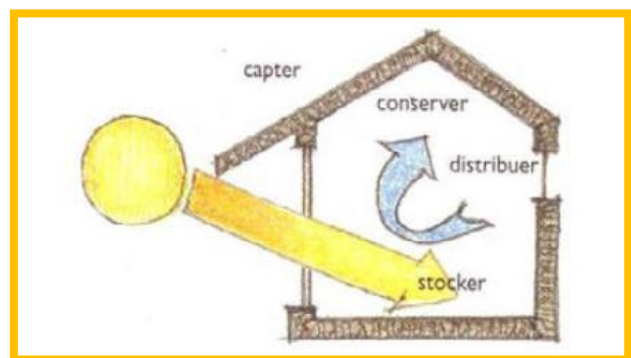


Figure 2-13 stratégies du chaud (en hiver).
www.energie.arch.ucl.ac.be

b) Confort d'été (Stratégie du froid) :

1. Protéger
2. Dissiper

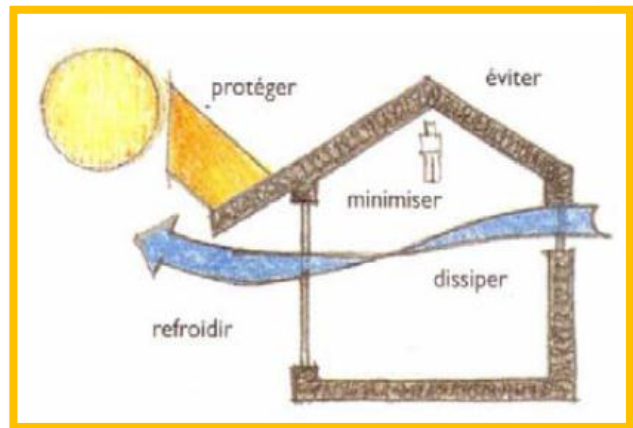


Figure 2-14 stratégie du froid (en été)
www.energie.arch.ucl.ac.be

c) stratégie de la ventilation naturelle :

La ventilation naturelle est une des stratégies de rafraîchissement les plus anciennes. Ventiler un bâtiment résulte d'un échange d'air entre l'intérieur et l'extérieur à un taux varié. Ce remplacement de l'air intérieur chaud par l'air extérieur froid est la source du rafraîchissement du bâtiment.

Différents dispositifs permettent d'optimiser la ventilation naturelle :

- Exposer les façades aux vents dominants des mois les plus chauds.
- Eloigner le bâti des obstacles à l'écoulement du vent.
- Protéger l'enveloppe du bâti des rayonnements solaires.
- Dimensionner les ouvertures et les dispositifs qui favorisent les écoulements d'air dans les espaces intérieurs.
- Anticiper l'aménagement intérieur afin que les circulations d'air soient canalisées avec un minimum de frottements.

Les types de la ventilation naturelle :

On distingue trois grands types de système de ventilation naturelle :

1. Ventilation par simple exposition.
2. Ventilation traversante.
3. Ventilation par tirage thermique.

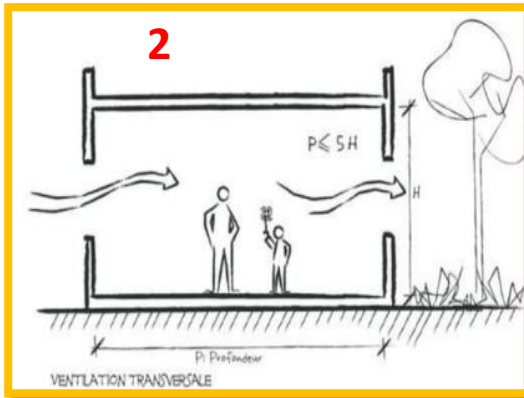


Figure 2-16 schéma représente la ventilation transversale. Source : Guide ICEB-ARENE

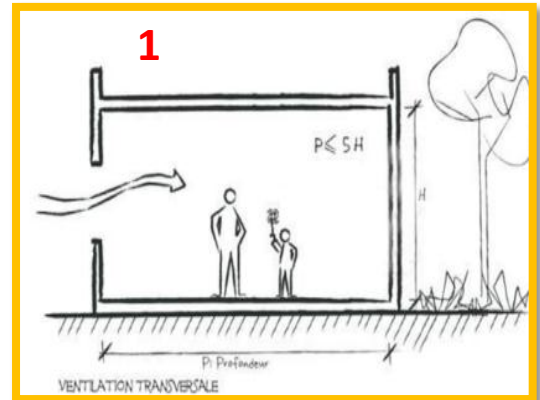


Figure 2-16 schéma représente la ventilation simple exposition. Source : Guide ICEB-ARENE

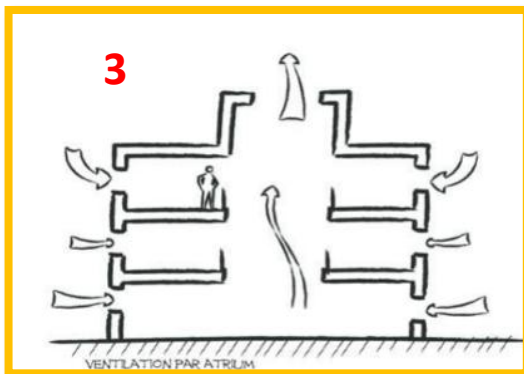


Figure 2-15 schéma représente la ventilation par atrium. Source : Guide ICEB-ARENE

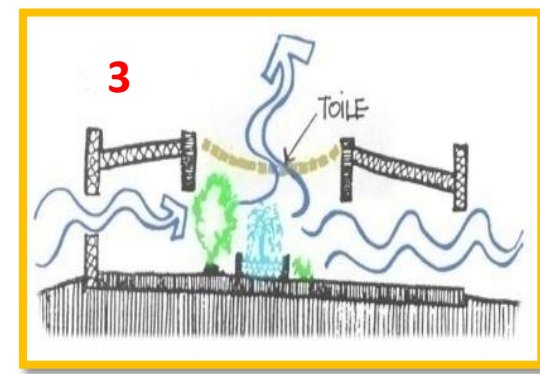


Figure 2-17 schéma représente le rafraîchissement par évaporation. Source : Guide ICEB-ARENE

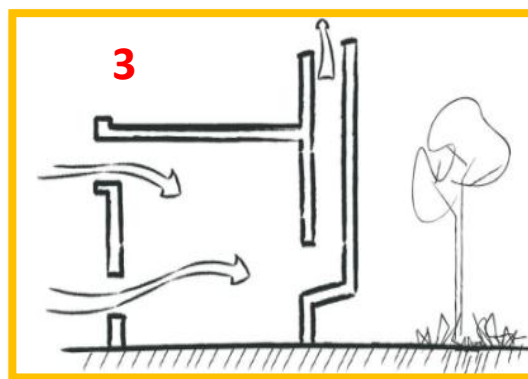


Figure 2-18 schéma représente la ventilation par effet de cheminée Source : Guide ICEB-ARENE

Synthèse :

D'après cette approche, on a conclu que la dimension bioclimatique doit répondre à plusieurs critères :

Plan de masse	<ul style="list-style-type: none"> - L'utilisation de la végétation : Des arbres à feuilles caduques du côté Sud limitent la pénétration du soleil en été. Des arbres à feuilles persistants plantés du côté Nord protègent du vent. - L'utilisation de L'eau pour : humidifier et refroidir naturellement l'air extérieur.
Volumétrie	<ul style="list-style-type: none"> - l'orientation : doit être étudiée de façon à bénéficier et protéger des effets des variables climatiques (une bonne orientation des lieux d'apprentissage (Nord) afin de profiter le maximum d'éclairage naturel). - Volume et façade : <ul style="list-style-type: none"> - L'utilisation des décrochements et des espaces clos (patio) pour créer l'ombre et profiter de la lumière indirecte. - L'utilisation des longues et larges fenêtres (ces fenêtres sont généralement moins éblouissantes que les fenêtres prolongées verticalement et étroites). - Assurer la transparence et contrôler la pénétration de la lumière en utilisant des types de vitrage étudiés « vitrage prismatique ». - Se protéger de l'éblouissement par des protections fixes ou mobile, avancée de toiture, l'utilisation des serres ...etc.
Dispositif d'éclairage	<ul style="list-style-type: none"> - L'utilisation de l'éclairage bilatéral dans les classes pour avoir une lumière uniforme (homogène). - L'utilisation des dispositifs d'amélioration de la quantité d'éclairage pour un éclairage uniforme et bien distribué.

III.1. Introduction :

Maîtriser les potentialités et les données climatiques d'une ville, y compris le site du projet ses caractéristique, son évolution nous offre des avantages tels que :

- Choisir la forme adéquate pour le projet.
- Un projet qui s'intègre parfaitement avec son environnement.
- Intégrer la solution bioclimatique.
- Exploiter les énergies renouvelables.

Cette approche étudie le contexte du projet à travers les trois échelles :

- territoriale.
- urbaine
- locale

III.2. Échelle territoriale:

III.2.1. Situation géographique de Laghouat:

Laghouat est située au piémont de l'atlas saharien de la côte nord à une altitude de 760 m, constituant la liaison entre le nord et le sud du pays, elle est considérée comme la porte du Sahara. Elle est définie par les coordonnées (latitude de 33 ° 46' N et longitude de 2° 56' E) Le relief de la région est en général avec une faible pente de 0,1 % à 4 %.



Figure 3-1 Situation géographique de la ville de Laghouat Source : encarta 2009

III.2.2. Situation territoriale :

La wilaya Laghouat partage ces limites avec deux wilayas du haut plateau (Tiaret et Djelfa) et deux autres du sud qui sont (El Bayadh et Ghardaïa).

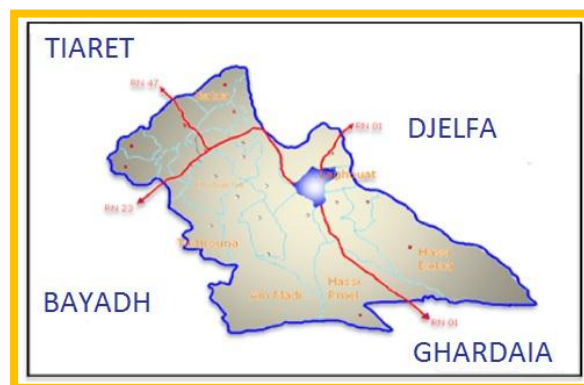


Figure 3-2 Les limites de la wilaya. Source encarta 2009

III.2.3. Accessibilité de la ville

❖ Infrastructure routière

- la route nationale N° 01.
- la route nationale N° 23.

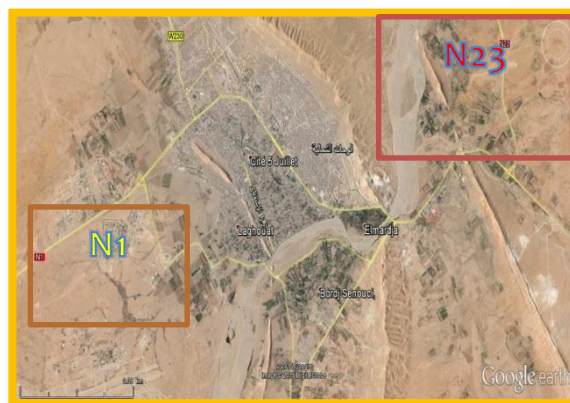


Figure 3-3 La situation géographique de LAGHOUAT
-Google Earth

III.2.4. Etudes climatiques :

Sur le territoire Algérien quatre zones climatiques sont distinguées (A.B.C et D). La zone Laghouat se trouve dans la zone D appelée la zone pré Sahara et Sahara (Mazouz. S., 2004).

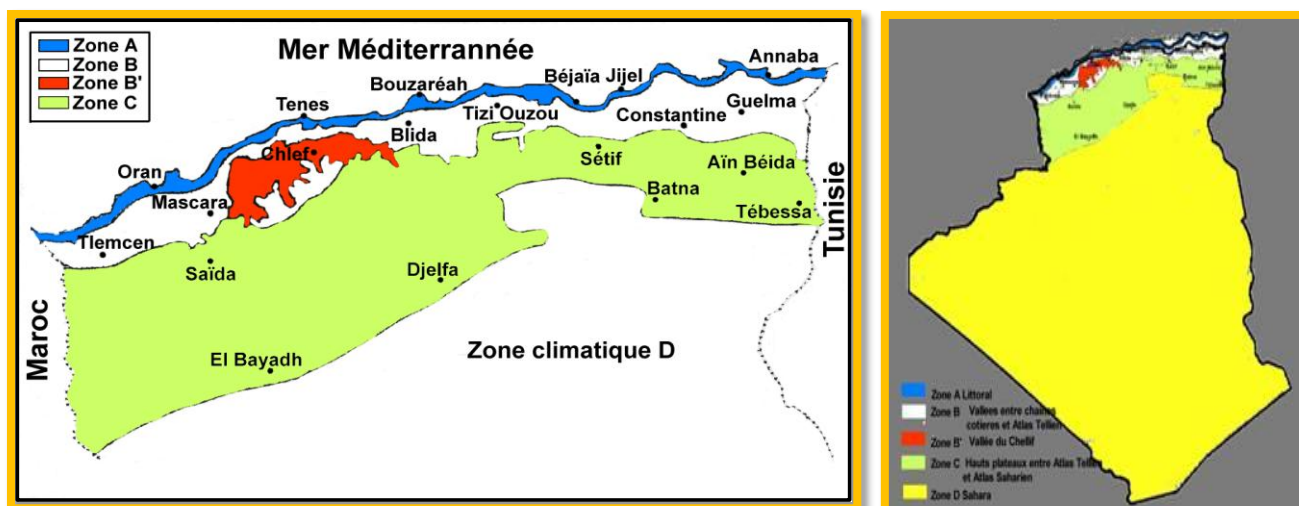


Figure 3-4 Découpage des zones climatique source : www.mem-algeria.org

III.2.4.1. 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. Le soleil dominant a un impact majeur sur les aspects thermique, énergétiques et lumineux.

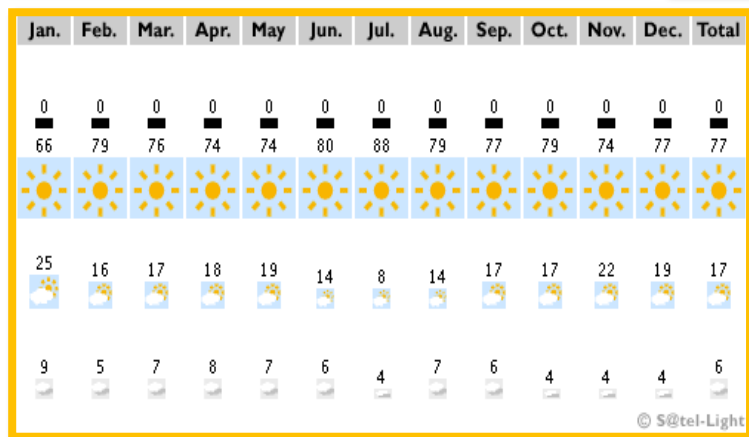


Figure 3-5 fréquences des ciels ensoleillés, intermédiaires et nuageux.
Source: thèse Mokeddem. M., 2012

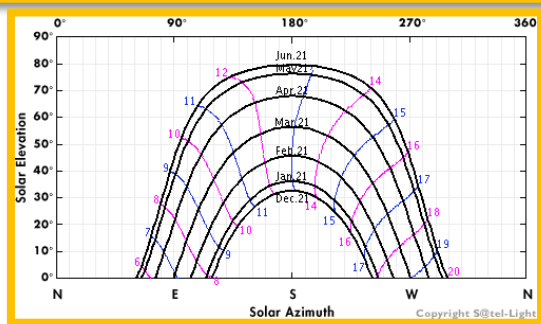


Figure 3-6 diagrammes solaire 1er Semestre
Source: thèse Mokeddem. M., 2012

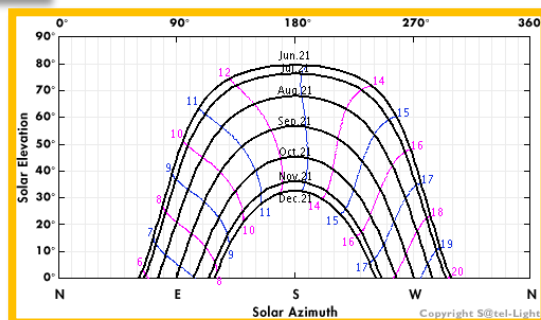


Figure 3-7 diagrammes solaire 2ème Semestre
Source: thèse Mokeddem. M., 2012

III.2.4.2. La température:

Laghouat est connue par un été très chaud avec des températures moyenne max pouvant atteindre jusqu'à 31,8°C en période estivale et un hiver est très rigoureux, la température moyenne min descend jusqu'à 8,5°C.

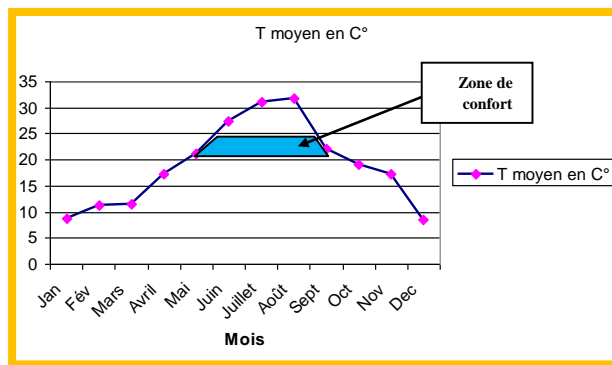


Figure 3-8 Courbe de température annuelle.
Source: thèse Mokeddem. M., 2012.

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
T en (C°)	8,75	11,25	11,5	17,3	21	28	31	31,8	22	19	17,25	8,5

Tableau 3-1 tableau de température annuelle.
Source: thèse Mokeddem. M., 2012.

III.2.4.3. Humidité relative :

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

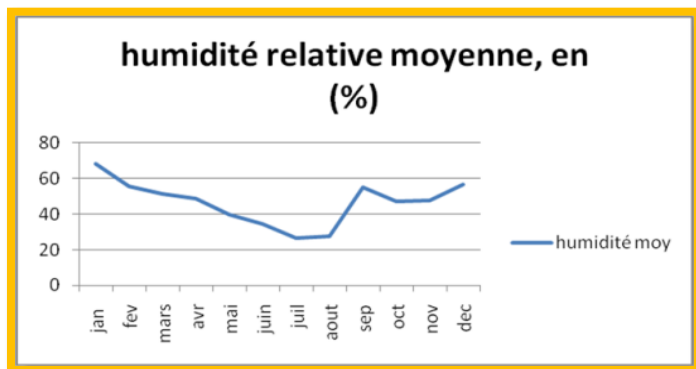


Figure 3-9 Courbe de l'humidité annuelle.
Source: thèse Mokeddem. M., 2012.

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
Hr en (%)	68,2	55,6	51,5	48,4	39,4	34,1	26,4	27,2	55	47,1	47,4	56,5

Tableau 3-2 L'humidité de la ville de LAGHOUAT.
Source : thèse Mokeddem. M., 2012

III.2.4.4. Les 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 65-70 jours par an à partir du mois 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.

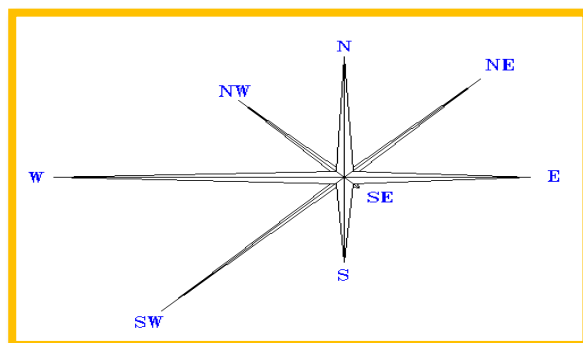


Figure 3-10 Rose des vents de la ville de Laghouat.
Source : thèse Mokeddem. M., 2012.

III.3. Echelle urbaine

Laghouat tire son nom du mot « ghout » qui signifie maisons et ksour entourés de jardins, d'après Ibn Khaldoun une autre explication est avancée, Laghouat et le nom d'une tribu berbère Maghraoua appelée « Laghouat » ou « Béni El Agouant » qui habitait la région.

III.3.1. Synthèse de différentes phases de développement de la ville :

La ville de Laghouat a connu plusieurs phases de développements urbains.

- **la 1ère phase** : l'ancienne ville.
- **la 2ème phase** : les lotissements et les Z.H.U.N 01 et Z.H.U.N 02. Après le dédoublement de la ville par un axe structurant RN01.
- **la 3ème phase**: lotissements de l'OASISNORD. et des nouveaux quartiers.
- **la 4ème phase** : l'extension vers l'Ouest et l'apparition des nouveaux lotissements tels que WEAM.
- **la 5ème phase** : future extension.

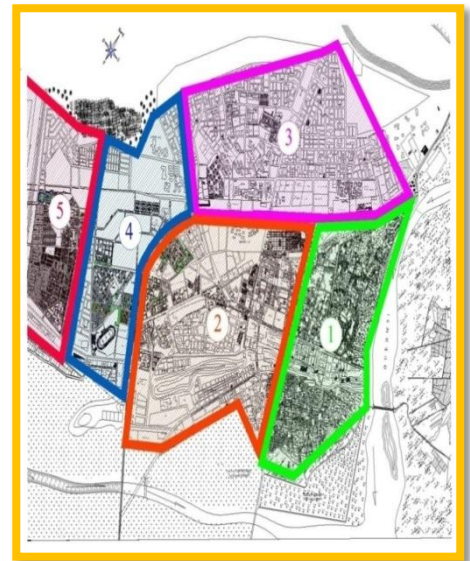
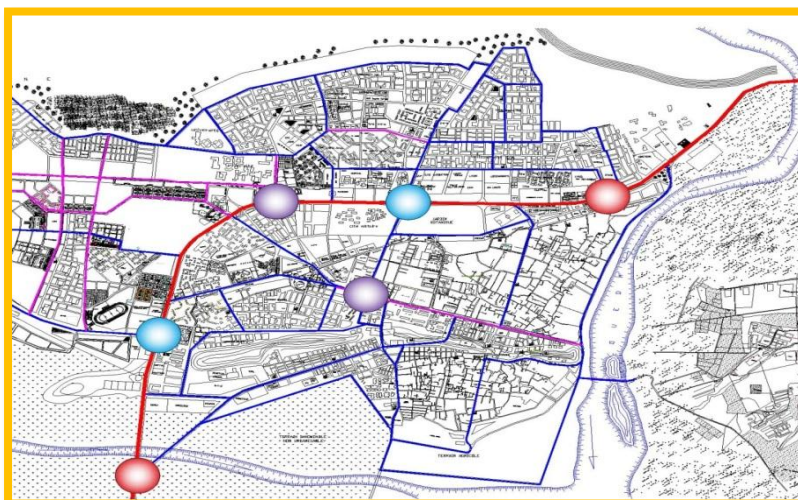


Figure 3-11 Les différentes phases de développement urbain de la ville.
Source : (P.D.A.U) de Laghouat révision 2008.

III.3.2. le système routier:

L'analyse de la structure urbaine démontre que la majorité des voies et nœuds majeurs se trouvent sur et à proximité de RN1.



Les nœuds :

- Les nœuds majeurs.
- Les nœuds mineurs.
- Les nœuds d'accès.

LES VOIES

- Voie principales la RN1.
- Voies secondaires (existant).
- Voies secondaires

Figure 3-12 systèmes routiers.
Source : P.D.A.U Laghouat, révision 2008

III.4. Echelle locale

III.4.1. Situation :

Le site se situe dans la partie sud-ouest de la ville dans une zone résidentielle et dans le tissu nouveau.



Figure 3-13 la situation de site d'intervention – source Google Earth, auteur

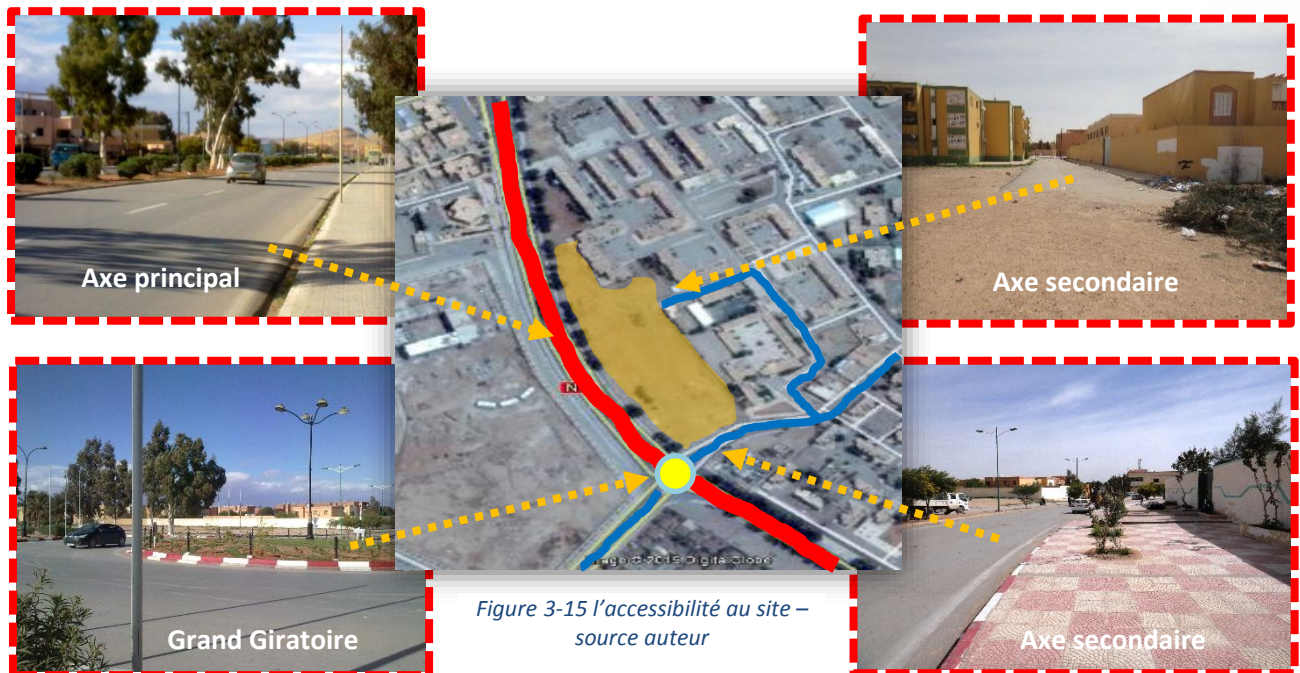
III.4.2. L'environnement immédiat :

Le site est limite au : **Nord:** cité 600 logs, **Sud:** cité l'Amel (sonatrach), **Est:** CEM de MED SOUFARI, **Ouest:** par siège de wilaya et OPGI.



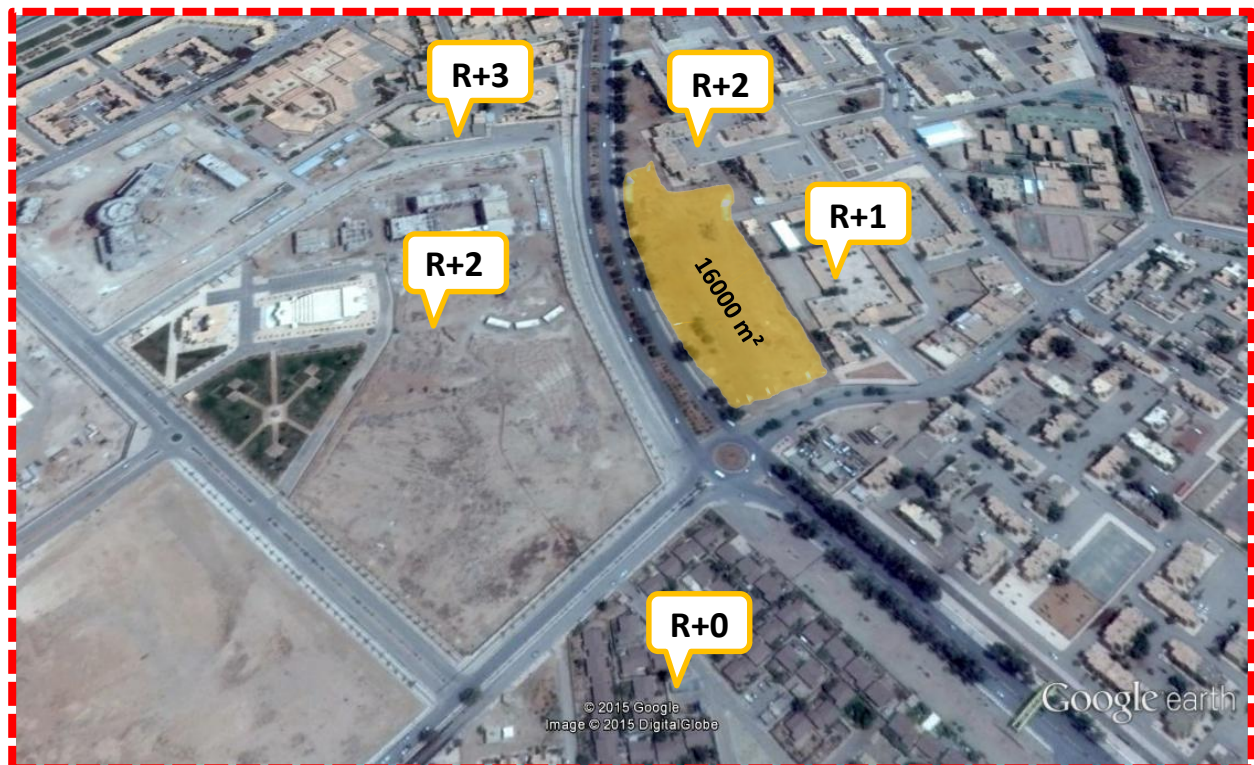
Figure 3-14 Les points de repère et les limites de site -source auteur

III.4.3. L'accessibilité :



III.4.4. Caractéristiques du site :

- Le terrain est plat.
- La forme de terrain est d'une forme rectangulaire.
- Les gabarits sont :
Siège de wilaya (R+2), CEM (R+1), cité 600 logs (R+2), cité El Amel (R+0), OPGI (R+3).



III.4.5. Vents et ensoleillement :

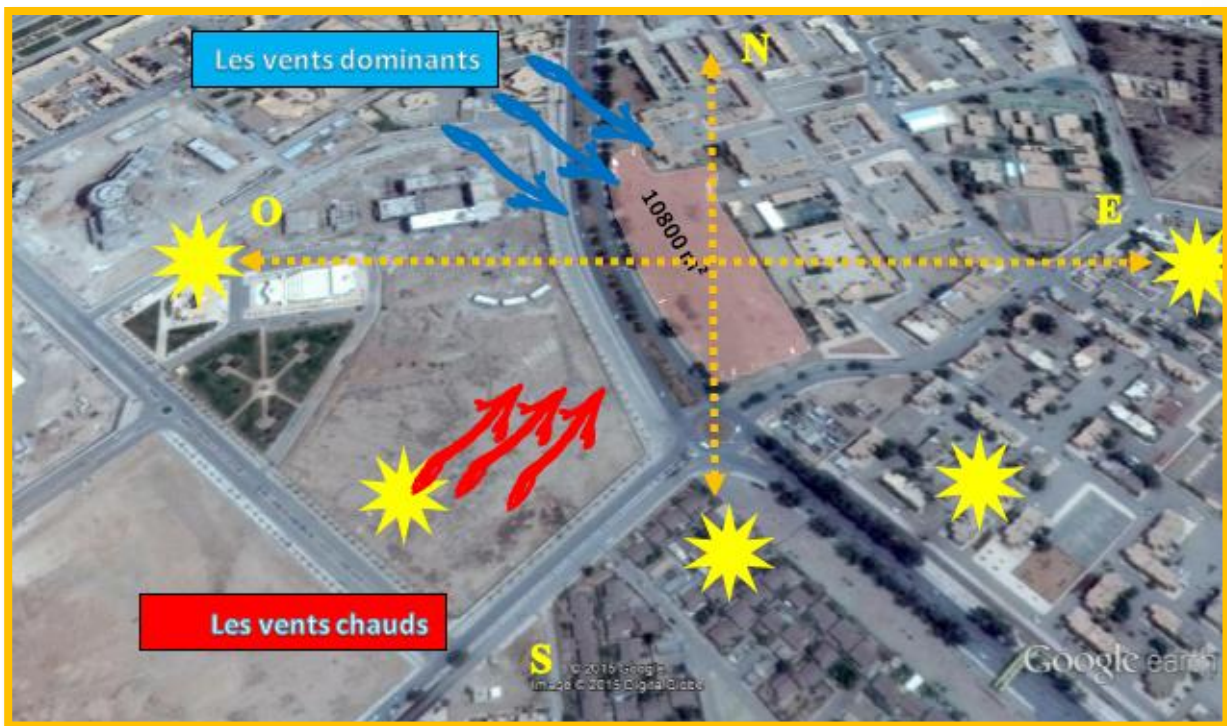


Figure 3-18 les vents et l'ensoleillement – source auteur

Synthèse :

D'après l'étude de la ville et l'analyse du site on a conclu que :

- ✓ Le site d'intervention joue le rôle d'un noyau qui fait la liaison entre l'ancien et l'extension.
- ✓ Une situation stratégique offre une perspective qui invite à la découverte architecturale.
- ✓ L'utilisation des éléments qui représentent le patrimoine de la ville.
- ✓ Protection contre les bruits de la voie principale par :
 - Le retrait du projet.
- ✓ La conception de notre projet suit les trois variables climatiques :

Température :

- Utilisation des matériaux de grande inertie.
- Créer un micro climat assuré par le patio et les fenêtres les jets d'eau.

L'ensoleillement:

- les blocs doivent être bien orientés (Nord-Sud).
- L'utilisation des brises soleil.

Vent :

- la forme curviligne pour atténuer et distribuer la vitesse des vents

IV.1. Introduction

« Le programme est le fruit d'une instruction· il détermine des exigences et des besoins de tous ordres, activités, surfaces, hauteurs, rapport de proximité et l'éloignement, qualité de lumière, de chauffage, de ventilation, de climatisation....mais il est aussi porteur d'élément symbolique » Patrick Byrne.

D'après la recherche et l'analyse des exemples que nous avons faits, on a pris de chaque exemple les idées et les éléments qui peuvent nous aider à entamer notre conception dans le cadre HQE.

IV.2. Programme qualitatif

IV.2.1. La situation : le projet est situé dans un milieu urbain

IV.2.2. L'accessibilité: le projet doit assurer la facilité de l'entrée principale
Les entrées :

- une entrée principale: doit être remarquable au niveau de la volumétrie,
- une entrée secondaire: éloignée de l'accès principale,
- une entrée de service: entrée mécanique pour les livraisons,



Figure 4-1 les entrées du projet. www.archdaily.com

IV.2.3. Plan de masse:

- **L'espace non bâti** : aires de stationnements (ils doivent être localisés à la frontière du projet).
- **Les parcours extérieur** : qui sont les tracés et les trajets qui aident les gens à atteindre leur direction, ces parcours sont construits avec un pavage perméable pour la rétention des eaux pluviales.

- **La cour de récréation:** Les revêtements des sols extérieurs doivent être non glissants et peu abrasifs, ils ne doivent pas être générateurs de poussières.

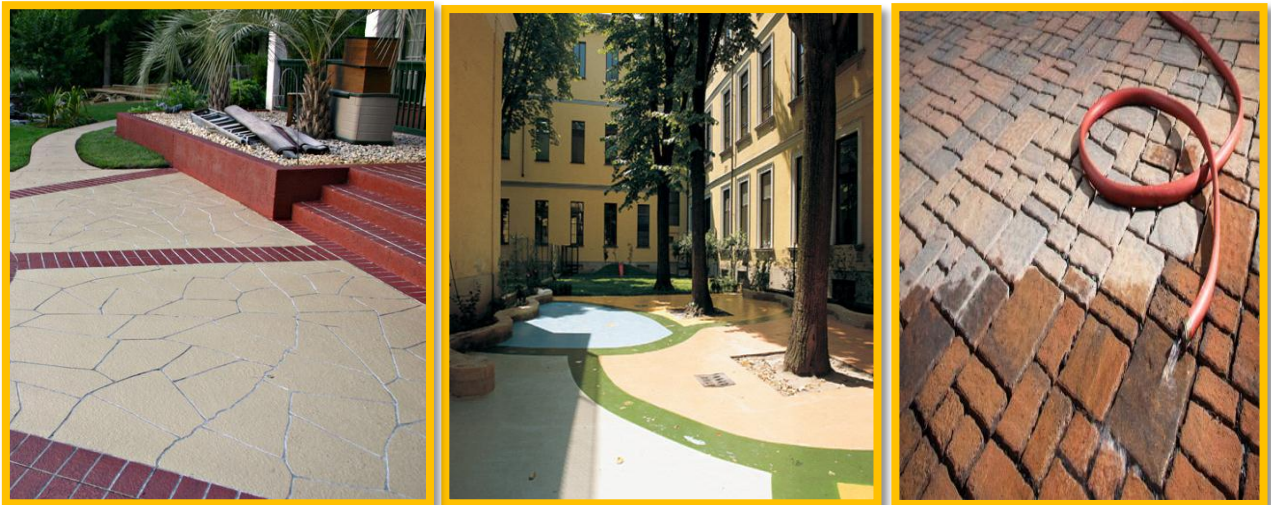


Figure 4-2 revêtements extérieurs du projet. www.archdaily.com

IV.2.4. Volumétrie :

La volumétrie est fragmentée.

IV.2.5. L'espace intérieure:

- hall d'entrée:

Le hall d'entrée c'est l'espace qui accueille et rassemble les élèves, lie les couloirs entre eux.



Figure 4-3 Hall d'entrée. www.archdaily.com

- la distribution horizontale (espace servant) :

Le couloir d'accès aux classes est régulier avec la circulation linière latérale ou bilatérale, éclairé par un éclairage zénithale indirecte.

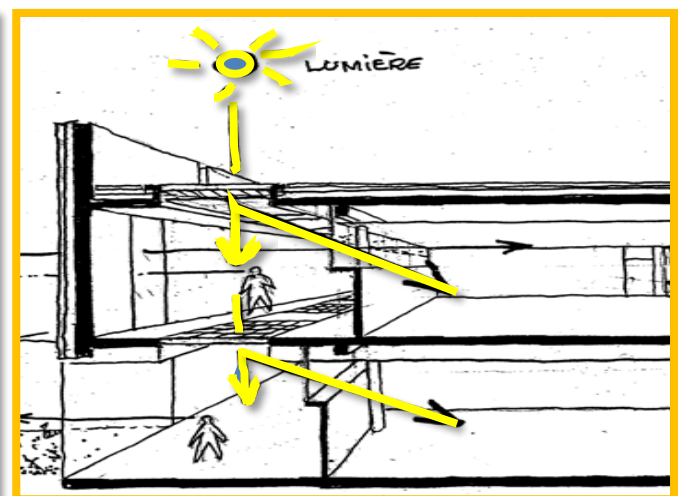
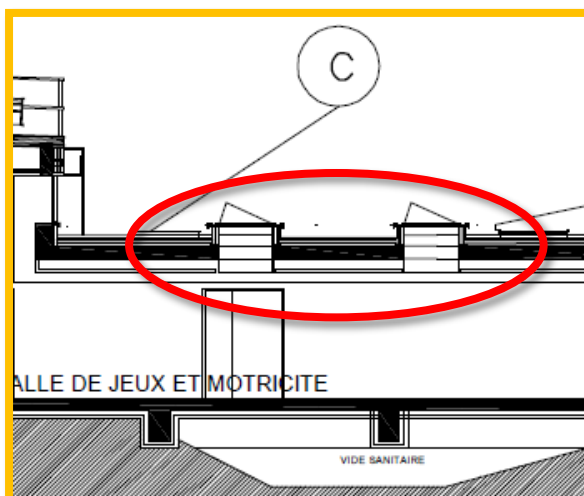
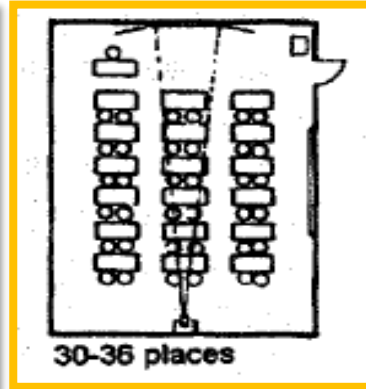
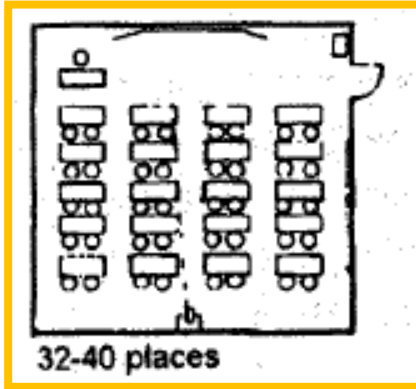


Figure 4-4 les couloirs du projet avec les idées d'éclairage. www.archdaily.com

Entité pédagogique :

- Les salles:



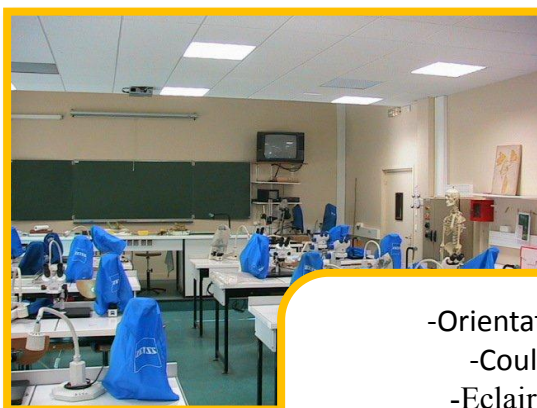
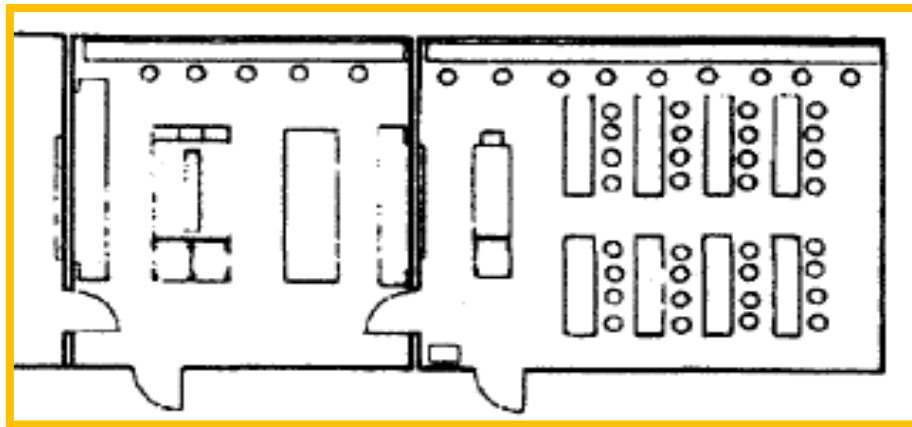
- Orientation Nord-Sud
- Couleur : claire
- Eclairage: **500 lux**
- Niveau acoustique: **30à50dB**
- Débit d'air : **18 m3/h/pers.**
- Confort thermique : **21à26 °C**

Figure 4-5 L'éclairage artificiel. Source (Roger Cadiergues. 1980)

- Salle de classe: les salles de classes (sont réglementées) ayant chacune 60m² pour 40 élèves (1,2m² à 1,5m²/élève) Forme carrée ou rectangulaire Largeur minimum d'un des côtés égale à 6,00m, et une hauteur libre de 2,70 à 3,40m

- Les labos:

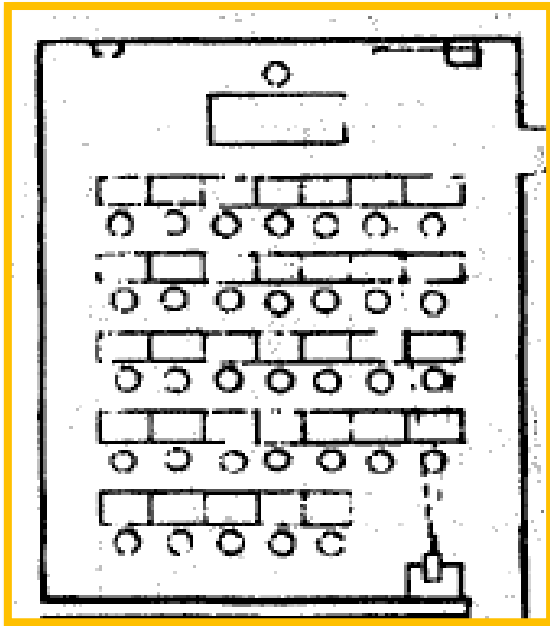
- Labos des sciences naturelles : c'est des locaux pour l'enseignement des sciences naturelles



- Orientation Nord-Sud
- Couleur : claire
- Eclairage: **500 lux**
- Niveau acoustique: **30à60dB**
- Débit d'air : **45 m3/h/pers.**
- Confort thermique : **21à26 °C**

Figure 4-6 L'éclairage artificiel. Source (Roger Cadiergues. 1980)

- **Labos des langues** : c'est des locaux pour l'enseignement des langues,



- Orientation Nord
- Couleur : claire
- Eclairage: **300 lux**
- Niveau acoustique: **30à60dB**
- Débit d'air : **45m³/h/pers.**
- Confort thermique :
21à26 °C

Figure 4-7 L'éclairage artificiel. Source (Roger Cadiergues. 1980)

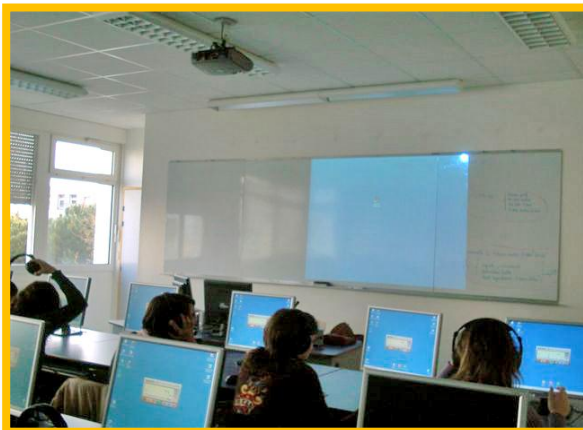


Figure 4-8 L'éclairage artificiel. Source (Roger Cadiergues. 1980)

- **Les Ateliers:**

- **Atelier de dessin** : c'est des locaux pour les dessins techniques,

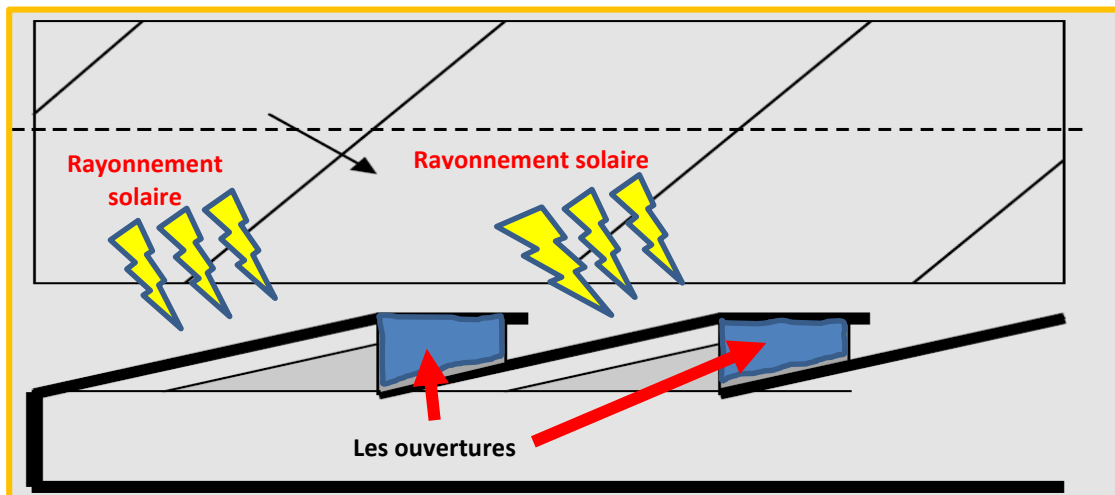
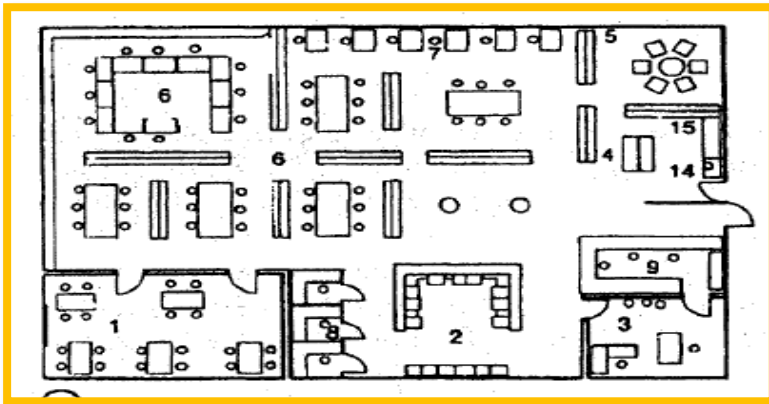


Figure 4-9 l'éclairage indirect d'atelier. Source auteur

Bibliothèque:

-**la salle de lecture:** c'est une salle qui contient le rayonnage des livres et des tables pour la lecture.



- Orientation Nord-Sud
- Couleur : claire
- Eclairage: **500 lux**
- Niveau acoustique: **30à60dB**
- Débit d'air : **45 m3/h/pers.**
- Confort thermique : **21à26 °C**

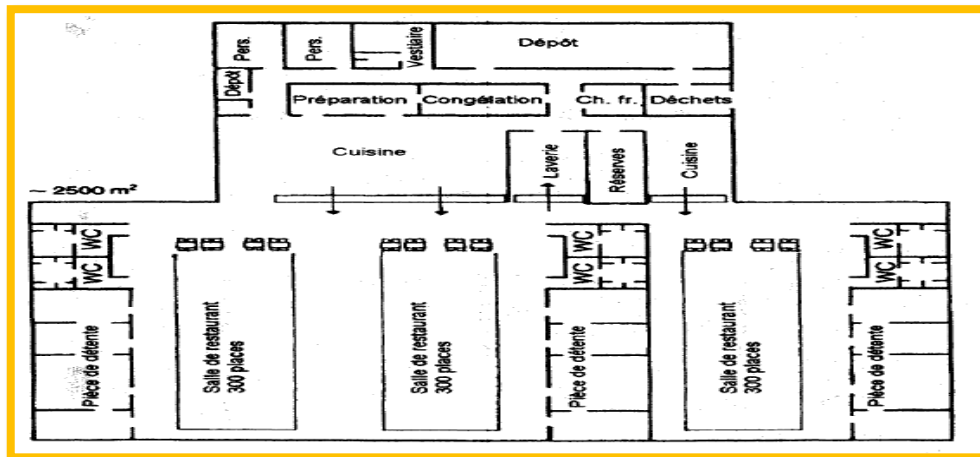
Figure 4-10 L'éclairage artificiel. Source (Roger Cadiergues. 1980)

- **Bureau bibliothécaire:** c'est le responsable pour la gestion de la bibliothèque.

-le réfectoire:

-**la cuisine:** c'est un espace pour la préparation des repas.

-**Restaurant:** la salle de restaurant dépend du nombre d'élèves et du nombre de services: de 1,20 à 1,40 m² par place, enfin prévoir 1 lavabo à l'entrée pour environ 40 places.



- Orientation Nord-Sud
- Couleur : varies
- Eclairage: **300 lux**
- Niveau acoustique: **30à60dB**
- Débit d'air : **25 m3/h/pers.**
- Confort thermique : **21à26 °C**

Figure 4-11 L'éclairage artificiel. Source (Roger Cadiergues. 1980)

La salle de sport:

-le terrain: avec une forme rectangulaire régulière 15 x 27m, (1 salle de sport pour 10 a 15 classes)

-Le vestiaire

-Le dépôt



Figure 4-12 vestiaire, salle de sport.
Source (Roger Cadiergues. 1980)

La gestion « l'administration »:

L'administration est le service qui s'occupe de la gestion générale du lycée et contient plusieurs espaces et bureaux :

- salle faisant fonction à la fois de salle de travail et de documentation pour les professeurs
- salle des professeurs
- bureau pour le directeur
- bureau pour le directeur-adjoint
- bureau pour le secrétariat
- infirmerie
- loge pour le gardien
- sanitaire

IV.2. Programme quantitatif

Entité		L'espace		N°	la surface	Surface totale	
Pédagogique	Les Salles	Salle de classe		21	60m ²	1260m ²	
	Les laboratoire	Laboratoire des langues	Laboratoire des langues		5	65m ²	500m ²
			Locaux annexes			35m ²	
		Laboratoire des sciences naturelles	-salle de TP		3	80m ²	360m ²
	-salle de préparation		40m ²				
	Les ateliers	-dessin technique		1	120m ²	256m ²	
		- travaux manuel		1	120m ²		
		-vestiaire		2	8m ²		
	Total= 2376 + 175,2 = 2851,2						

Tableau 4-1 programme de l'entité pédagogique. Source auteur

Entité		L'espace		N°	la surface	Surface totale
Culturelle	Bibliothèque	bureau bibliothécaire		1	12m ²	477m ²
		salle de prêt		1	20m ²	
		salle de stockage		1	40m ²	
		salle polyvalente		1	100m ²	
		espace de travail de groupe		1	150m ²	
		vestiaire		1	10m ²	
		Salle de tirage		1	25 m ²	
		Salle de rayonnage		1	80 m ²	
		Salle de restauration		1	40 m ²	
	Médiathèque	Salle informatique		1	80m ²	80m ²
Total = 557 + 111,4 = 668,4 m²						

Tableau 4-2 programme de l'entité culturel. Source auteur

Entité		L'espace	N°	la surface	Surface totale
Gestion	Gestion	Salle de travail et de documentation pour les professeurs	1	100 m ²	258m ²
		Salle de réunion	1	60 m ²	
		Bureau pour le directeur	1	20 m ²	
		Bureau pour de gestion	1	18m ²	
		Bureau pour le secrétariat	1	15 m ²	
		Infirmierie	1	20 m ²	
		Loge pour le gardien	1	15 m ²	
		sanitaires	1	5m ² H 5m ² F	
		Bureau du censeur et secrétariat	1	30 m ²	
		Bureau de conseil d'éducation	1	30 m ²	
		Bureau de gestionnaire	1	30 m ²	
		Salle d'archive	1	25 m ²	

Tableau 4-3 programme de l'entité de gestion. Source auteur

Total = 258 + 51.6 = 307,6 m²

Entité		L'espace	N°	la surface	Surface totale
Activité	Sanitaires	-Sanitaires (F/G)	1	40m ² F 40m ² G	80m ²
	Réfectoire	cuisine	2	80m ²	953m ²
		salle de restaurant	2	300m ²	
		sanitaires	4	10m ²	
		dépôt	1	40m ²	
		déches	1	8m ²	
		préparation	1	50m ²	
		Chambre froide	1	15m ²	
		Vestiaire	1	10m ²	
		laverie	1	30m ²	
	Cour	Cour de récréation	1	4000m ²	4000m ²
	Sportif	Salle de sport (couvert)	1	1000m ²	2650m ²
		les gradin	-	-	
		Vestiaire	2	10m ²	
		Dépôt	1	30m ²	
Terrain de sport (ouvert)		1	1600m ²		

Tableau 4-4 programme d'annexes. Source auteur

Total = 7683 + 1536,6 = 9219,6 m²

**5266m² +10986m²
(espace de
circulation)
+2200m²=
18452m²**

V.1. Introduction :

« L'architecture a toujours été l'une des formes les plus complexes de l'homme en tant qu'une expression artistique, elle s'approche de la musique, poésie et de la peinture ».

: Jean Nouvel

Le projet architectural doit s'appuyer sur un travail intellectuel capable de mettre en interaction les trois dimensions :

- ✓ Le programme et ses exigences.
- ✓ Le site et ses contraintes.
- ✓ Les références architecturales et techniques.

Et pour avoir un projet intéressant et significatif, il faut que les idées créatives primaires du projet doivent être des idées fortes, qui ont une relation directe sur la conception du projet. Cette phase est considérée comme résultante des phases précédentes.

V.2. Les données de site :

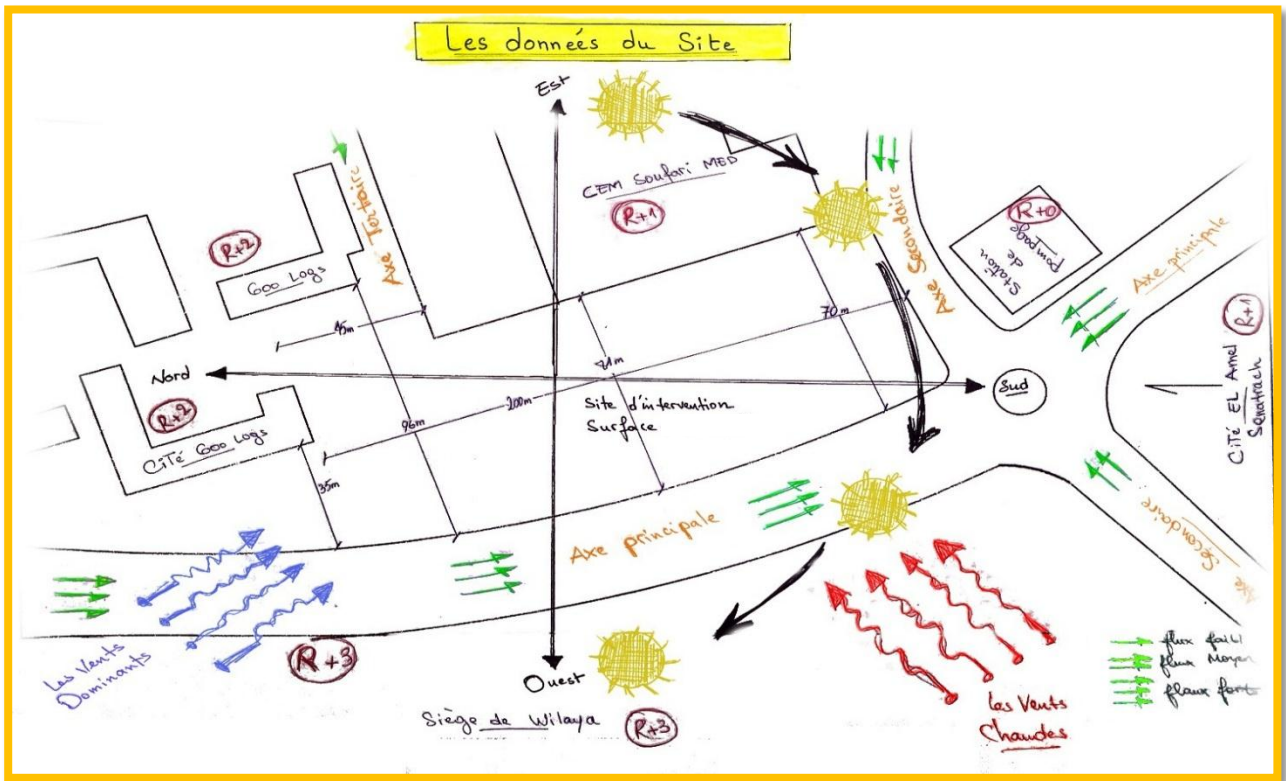


Figure 5-1 schéma des données de site. Source Auteur

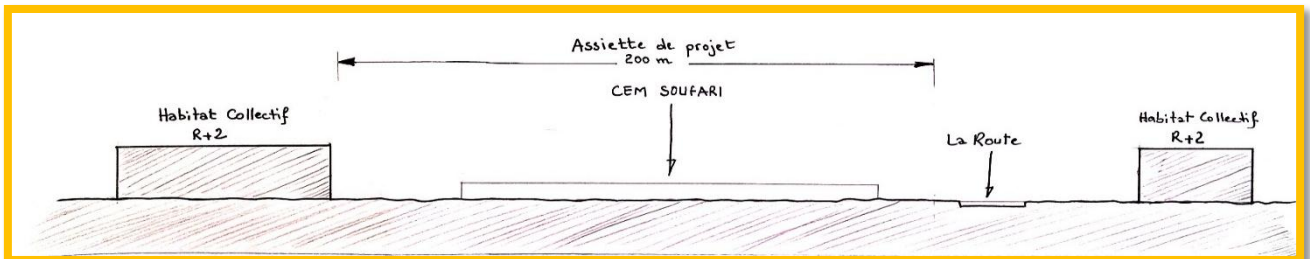
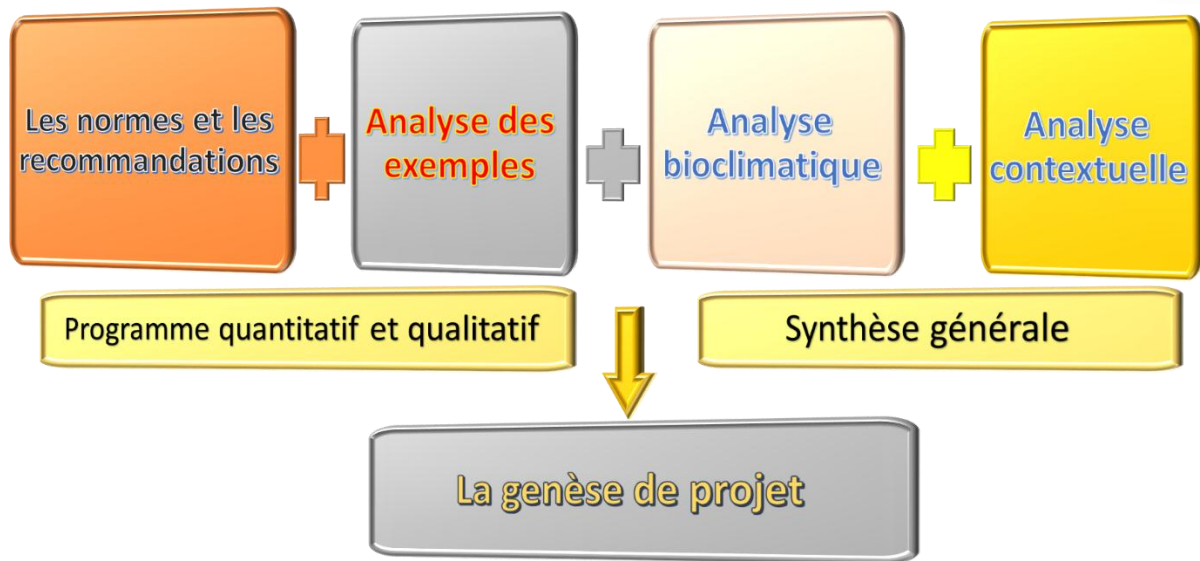


Figure 5-2 schéma de la topographie et le voisinage de terrain. Source Auteur

V.3. Méthodologie de genèse :

D'après:



Organigramme 5-1 la genèse de projet. Source Auteur

V.4. l'idée du projet :

Les équipements scolaires sont un lieu de savoir et de connaissance par excellence. Le système exige de l'organisation, de la rigueur, et de la discipline. Et c'est justement dans ce sens que nous voulons développer notre projet. A savoir une construction qui reflète ce caractère positif droit et organisé dans l'organigramme.

V.5. La genèse de projet :

Etape 01 : choix des accès

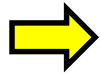
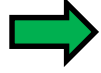
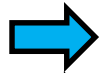

-  Accès principale : - nœud très importante -angle urbain-le point le plus visible
-  Accès secondaire : - alléger le flux des élèves au niveau de l'accès principal
- rapprocher l'accès pour les habitants de 600 logt
-  Accès secondaire : à côté de l'axe secondaire.
-  Accès de service : pour les livraisons.



Figure 5-3 choix des accès. Source : Auteur

Etape 02 : la disposition du bloc :

- a) un retrait pour :
- la continuité urbaine.
 - pour mettre la valeur du projet.
 - favorisé la circulation piéton par la continuité avec l'espace aménagé.

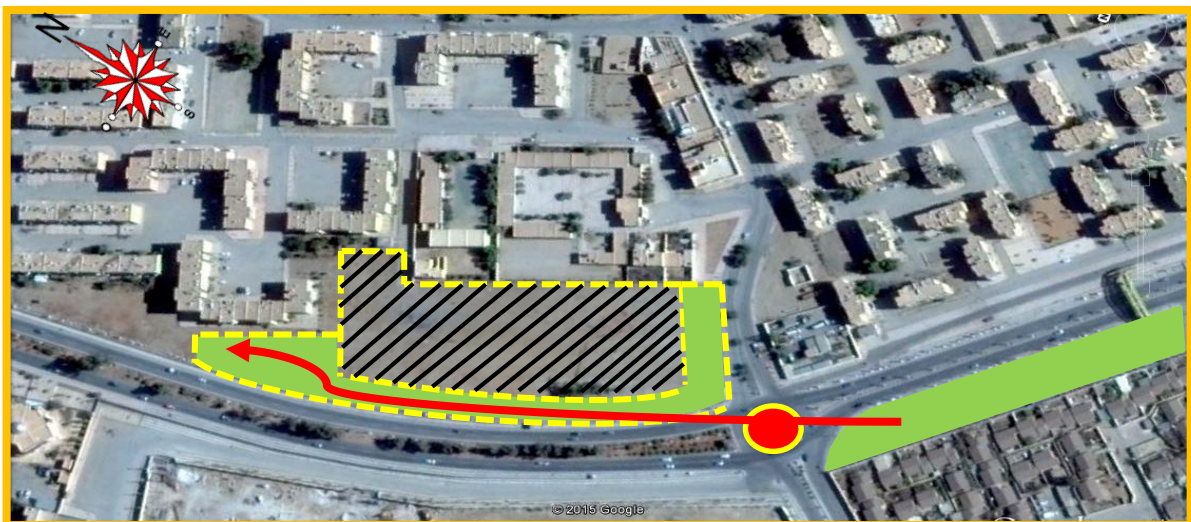


Figure 5-4 les parcours extérieur et les espaces verts. Source : Auteur

- b) implantation du volume au milieu du terrain par bon sens en prolongement de sa forme linière afin de créer un espace privé (cour de récréation).

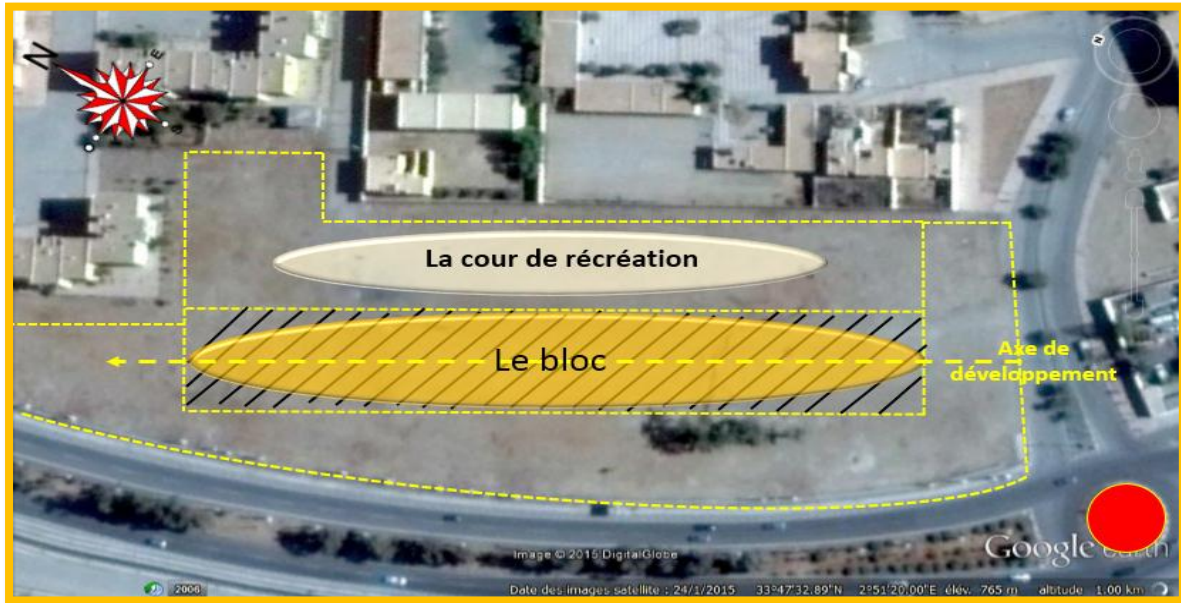


Figure 5-5 l'emplacement de bloc par rapport le terrain. Source : Auteur

Etape 03 : zoning :

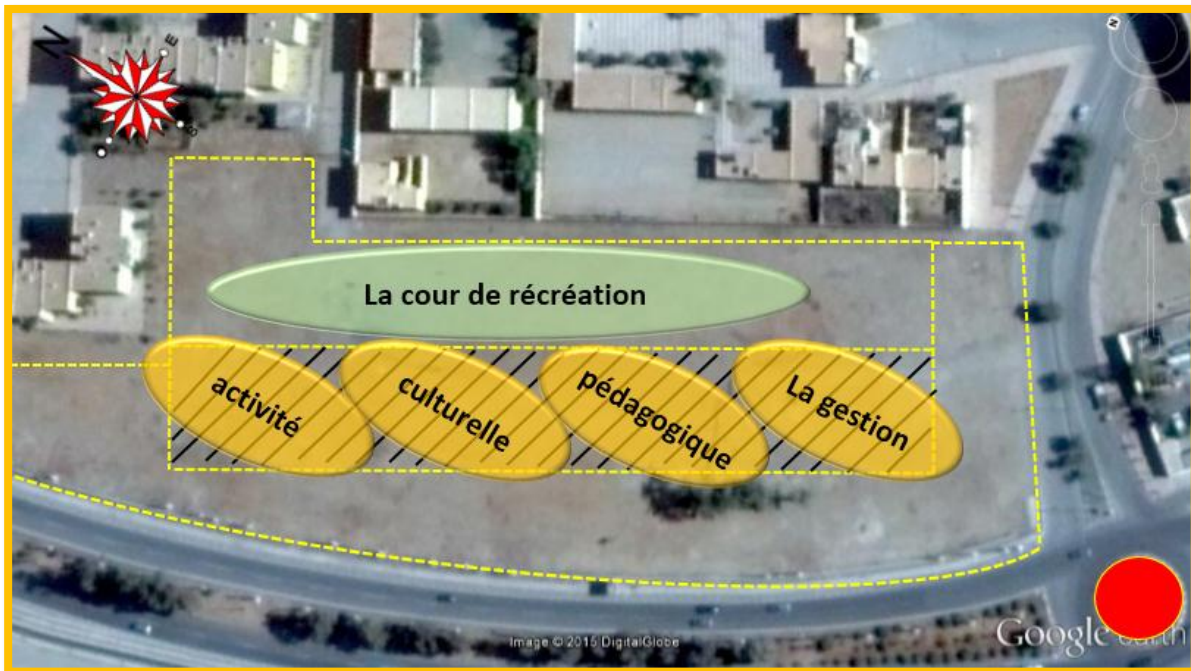


Figure 5-6 le zoning. Source : Auteur

- 1) **Gestion** : près de l'accès principale.
- 2) **Pédagogique** : la grande masse (le cœur de projet).
- 3) **Culturel** : se localisé à proximité de l'entité pédagogique.
- 4) **Activité**: zone de service.
- 5) **La cour de récréation**.

Etape 04 : forme du projet :**a- L'intégration par rapport à la forme du terrain :**

Une forme rectangulaire suit la forme de terrain selon un axe de développement.



Figure 5-7 la forme préliminaire de projet. Source : Auteur

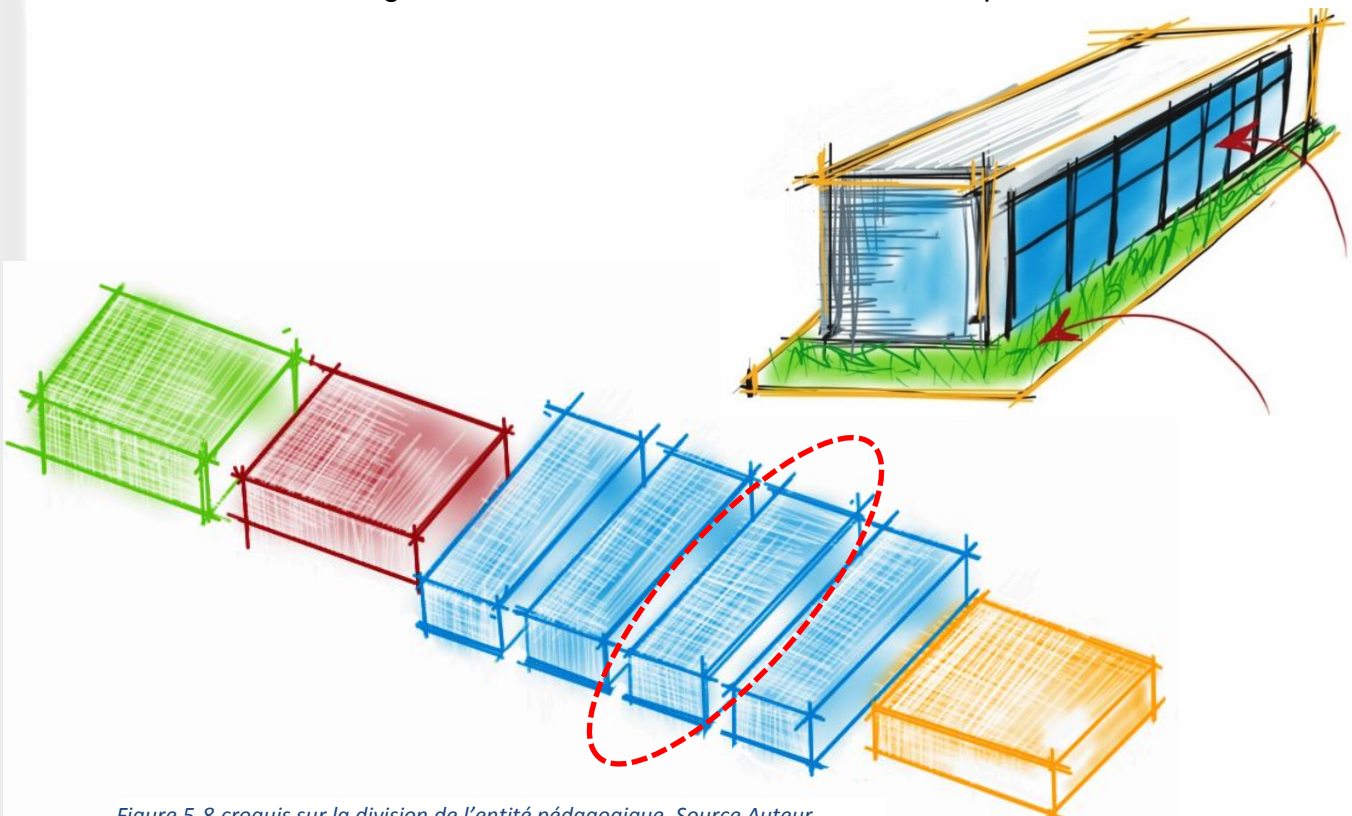
b- les volumes de l'entité pédagogique prenant la forme des barres pour assurer un bon éclairage naturel et une distribution linière des espaces.

Figure 5-8 croquis sur la division de l'entité pédagogique. Source Auteur

Etape 05 : l'orientation des blocs :

On a réorienté selon l'axe N-S au niveau :

1. l'entité de gestion pour marquer l'entrée principale.
2. les deux barres pour atteindre un éclairage meilleur nord-sud :

Nord : éclairage uniforme.

Sud : - exploiter l'effet de serre.
- facile à occulter.



Figure 5-9 la réorientation de l'entre et les deux barres. Source : Auteur

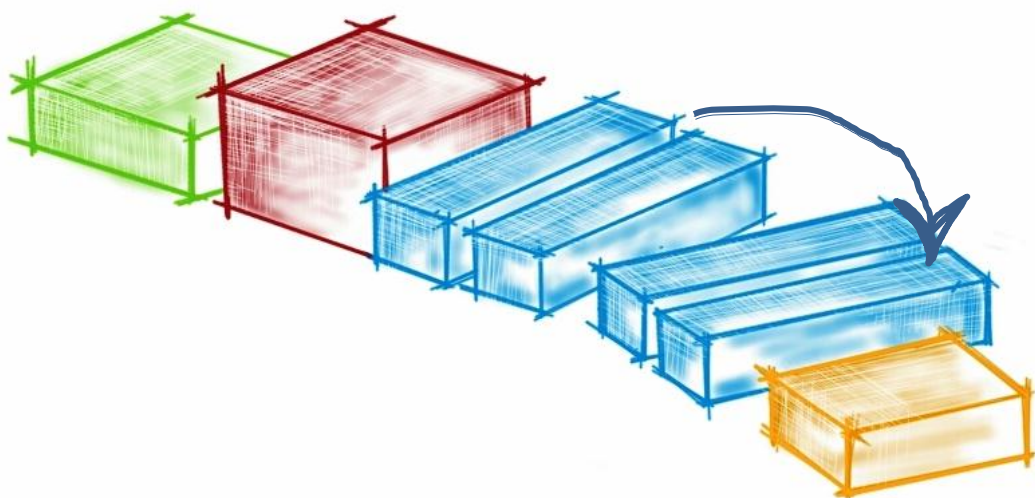


Figure 5-10 la réorientation de l'entre et les deux barres. Source : Auteur

Etape 06: la volumétrie de projet (pilote) :

- Pour libérer l'espace au sol.
- La création d'espace ombré.
- Garantie la continuité visuel.
- Allégé la masse du projet.

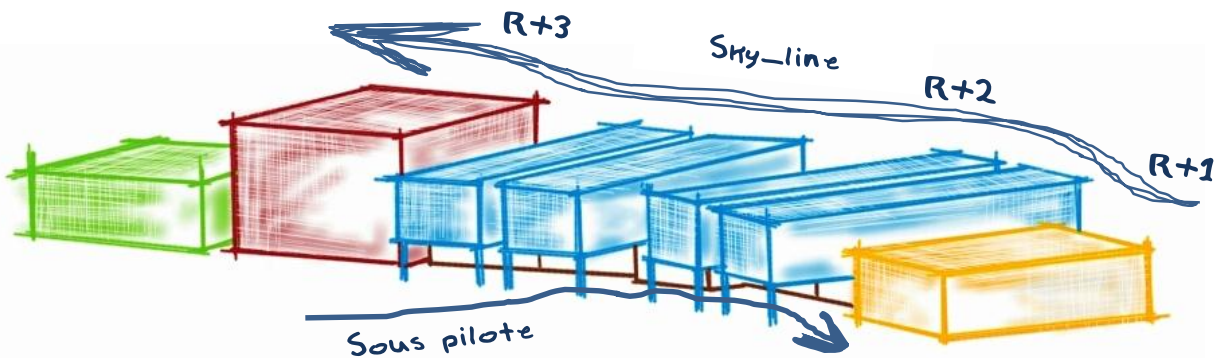


Figure 5-11 le sous piloté ET le sky-line. Source : Auteur

Une situation stratégique offre une perception visuelle qui invite à la découverte architecturale, et pour mettre en valeur cette architecture le volume suit une graduation selon l'axe de développement.

Etape 07 : la formalisation finale de l'idée:

La création d'une forme d'articulation entre les deux barres au milieu pour :

- mise en valeur de l'entrée secondaire.
- Préserver un atrium.
- Créer une forme ouverte sur la cour.

La création d'une forme arrondie au niveau de l'entrée principale :

- pour exposer les façades de l'entrée à la voie principale et secondaire (perpendiculaire).

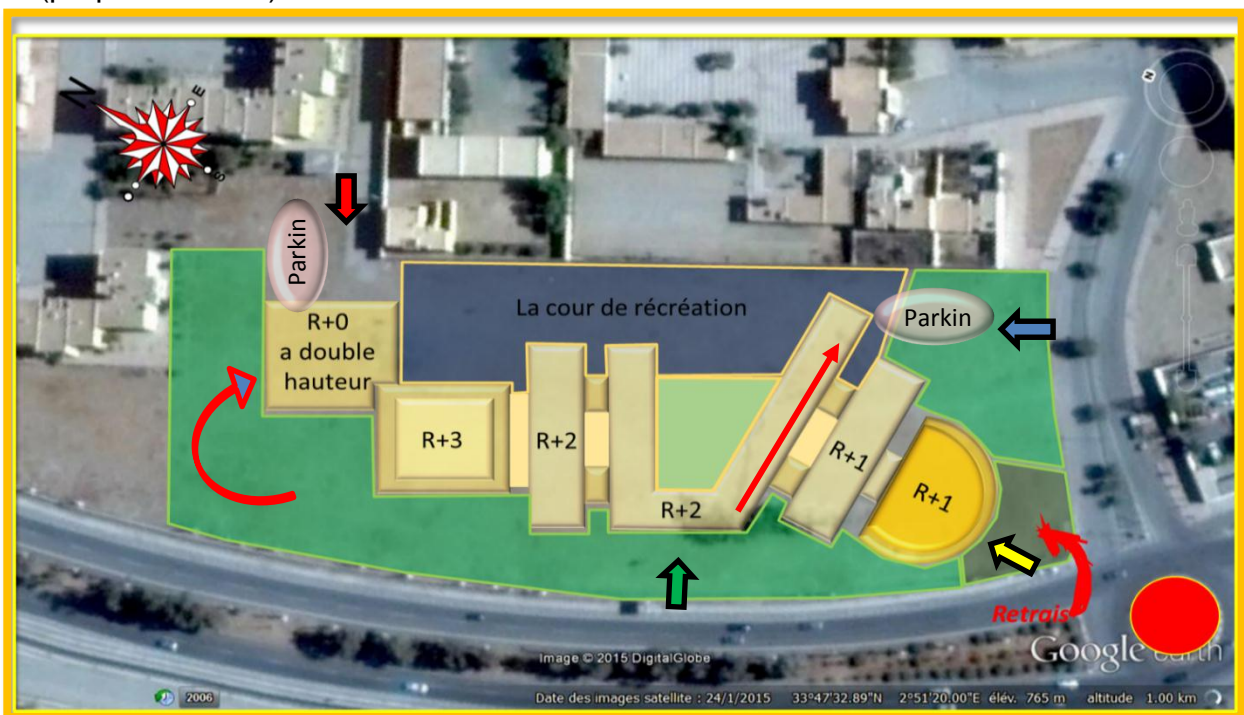


Figure 5-12 prolongements au niveau de la barre. Source : Auteur

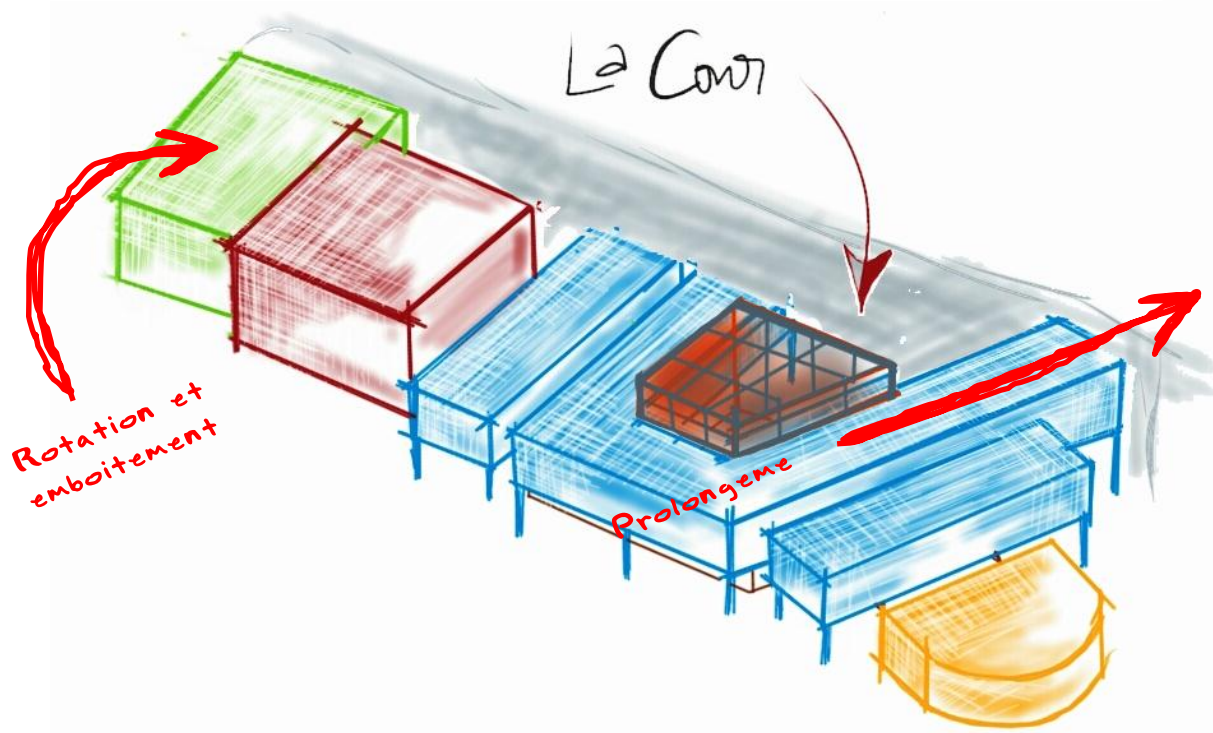


Figure 5-13 croquis de détermination de la cour. Source : Auteur

Croquis générale :

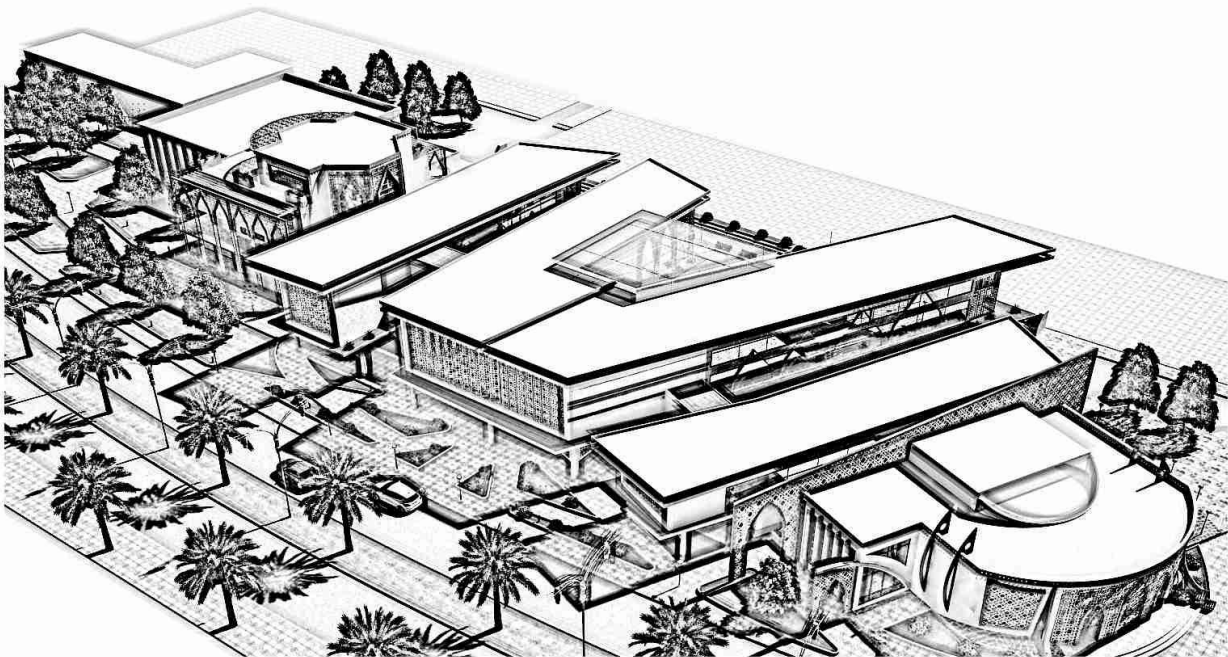


Figure 5-14 croquis Général de l'équipement. Source : Auteur

Plan de masse :

La conception d'espace qui entouré le projet se fait selon les parcours extérieurs :

- parcours de franchissement.
- Parcours périphériques.

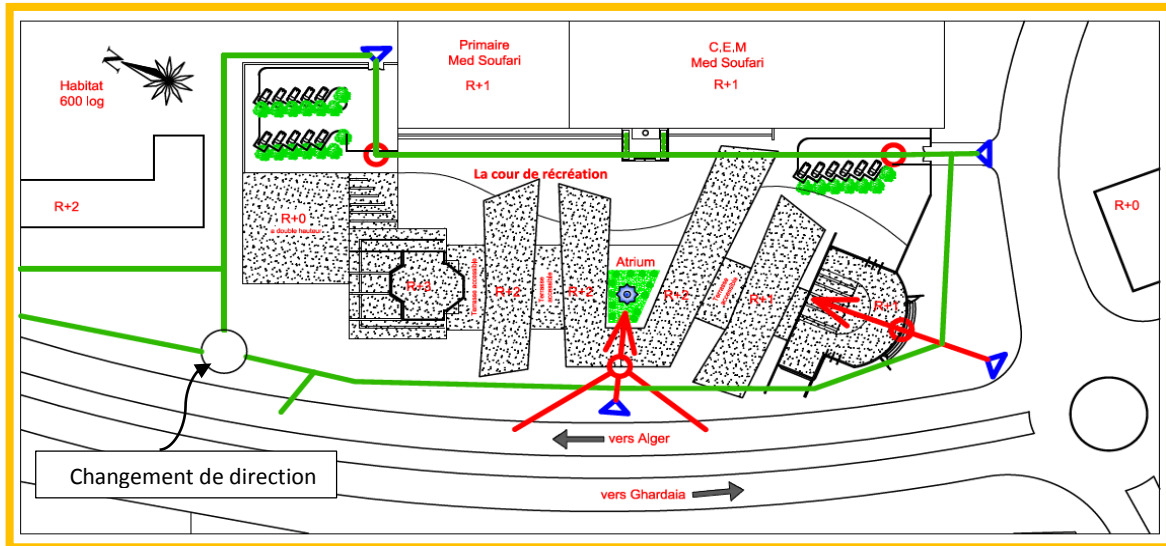


Figure 5-15 schéma précise les parcours extérieurs Source : Auteur

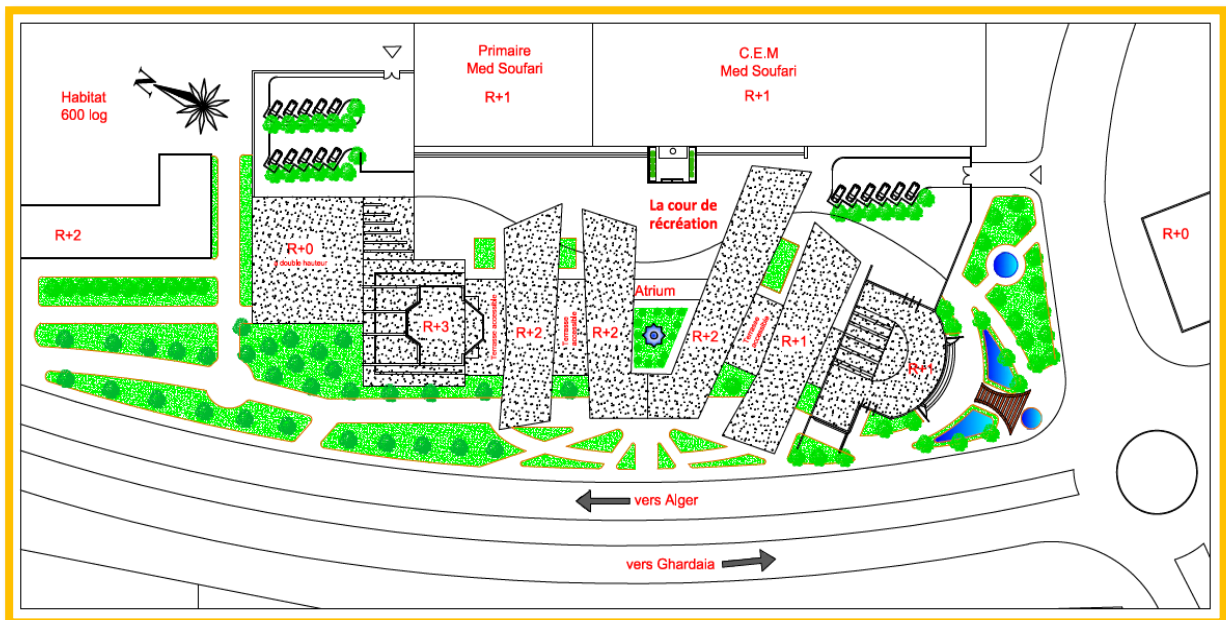
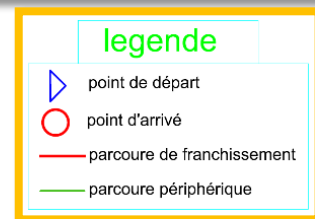


Figure 5-16 plan de masse du lycée-source étudiant

La végétation et les plans d'eau :

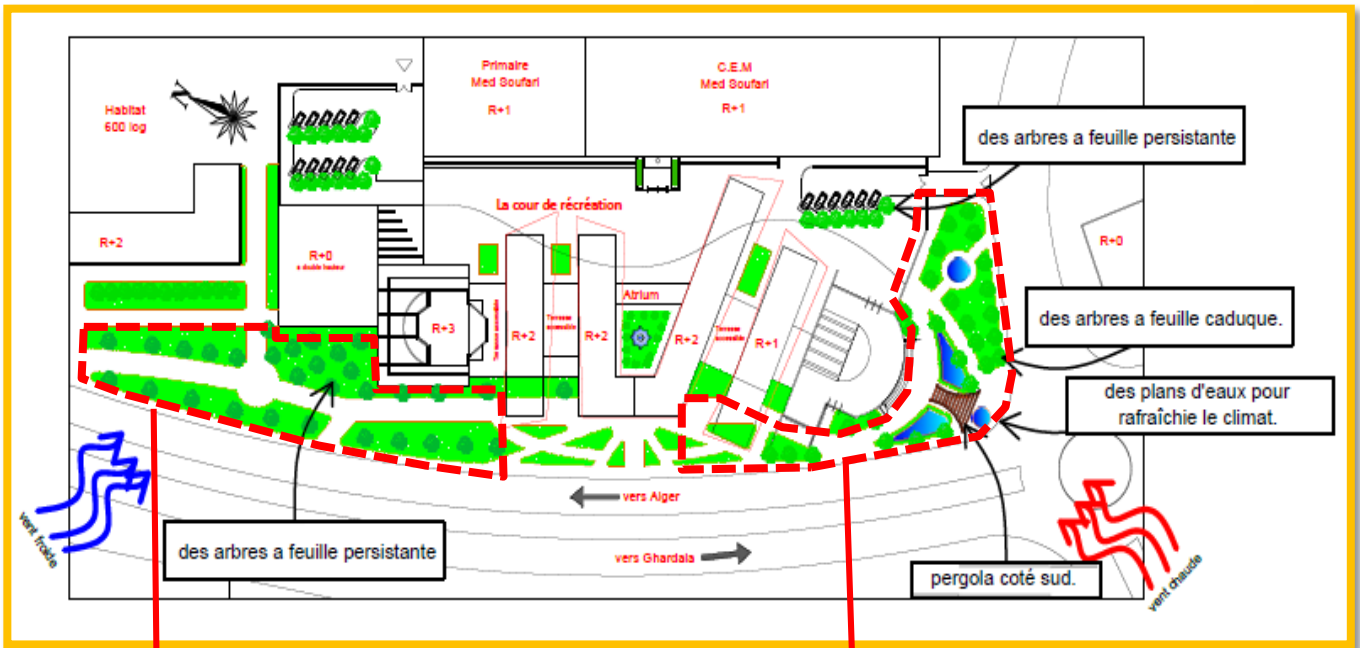


Figure 5-17 la végétation et les plans d'eau. Source Auteur



Figure 5-18 Rendu sur le projet. Source Auteur



Figure 5-19 rendu plans de masse finale de lycée à Laghouat

V.6. organisation des espaces :

- Les parcours intérieurs sont conçus selon le principe d'une organisation linière droite, à partir du l'administration au niveau de l'entrée principale du projet et ils passent par l'autre espaces.
- a) **la circulation horizontale** : linéaire dans les entités calme (pédagogie, administration), dans les espaces bruits (atrium, restauration).
 - b) **la circulation verticale** : se fait par les escaliers au niveau de chaque entité.

l'organisation des espaces du RDC :

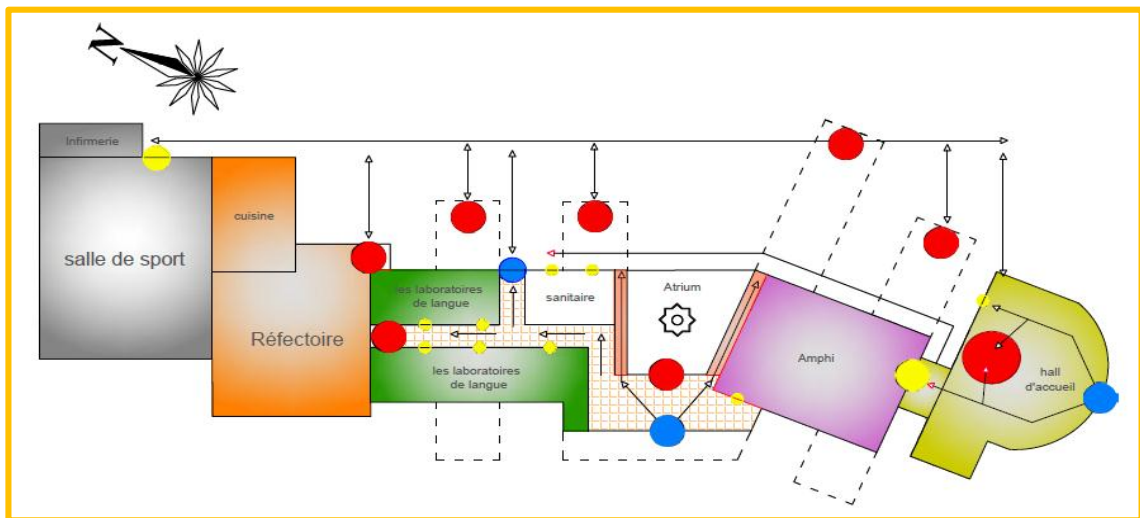
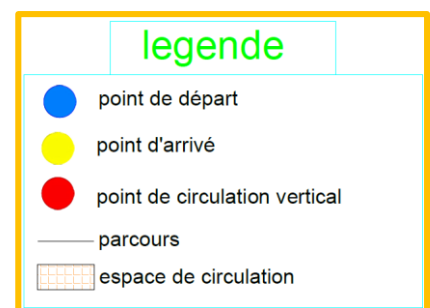


Figure 5-20 organisations de circulation horizontale du plan RDC.
Source : Auteur



l'organisation des espaces du 1^{er} étage :

On a implanté les salles de classe au côté nord pour un éclairage uniforme.
Le couloir côté sud (l'espace tampon voir le détail P 68)

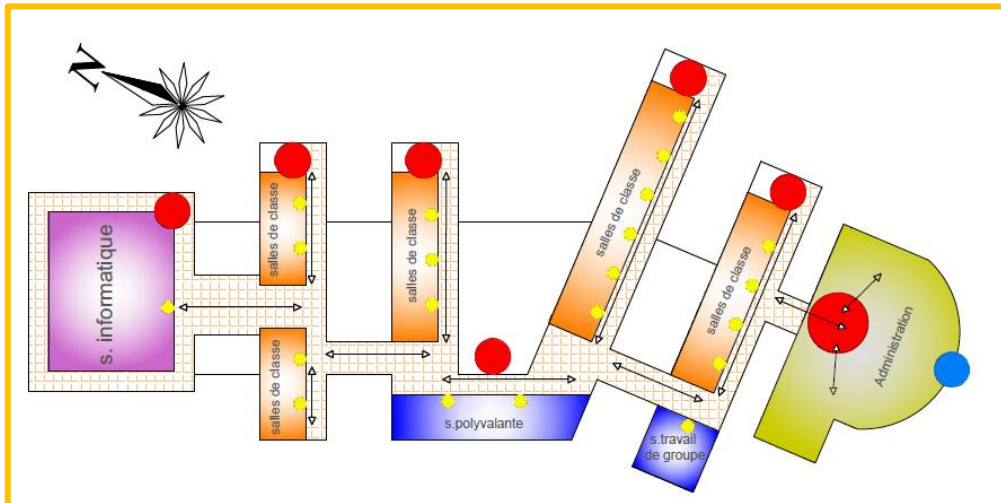
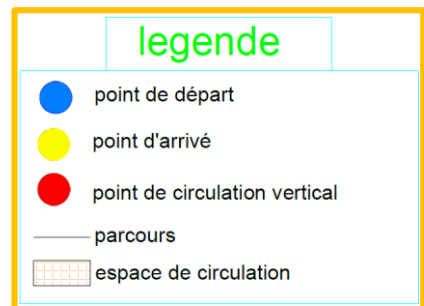


Figure 5-21 organisations de circulation horizontale du plan R+1.
Source: Auteur



l'organisation des espaces du 2^{ème} étage :

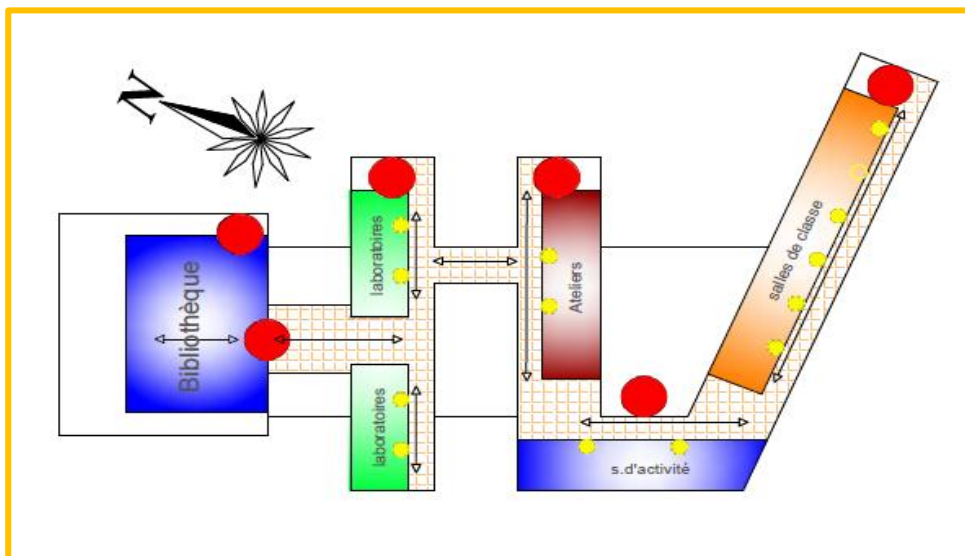
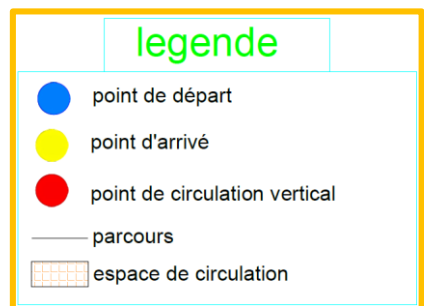


Figure 5-22 organisations de circulation horizontale du plan R+2.
Source: Auteur.



V.3.5. Les différents traitements de volume et l'aspect bioclimatique du projet :

- 1) **l'orientation du projet** : la partie pédagogique (les salles de classe) est orientée selon l'axe N-S pour profiter l'éclairage naturel.

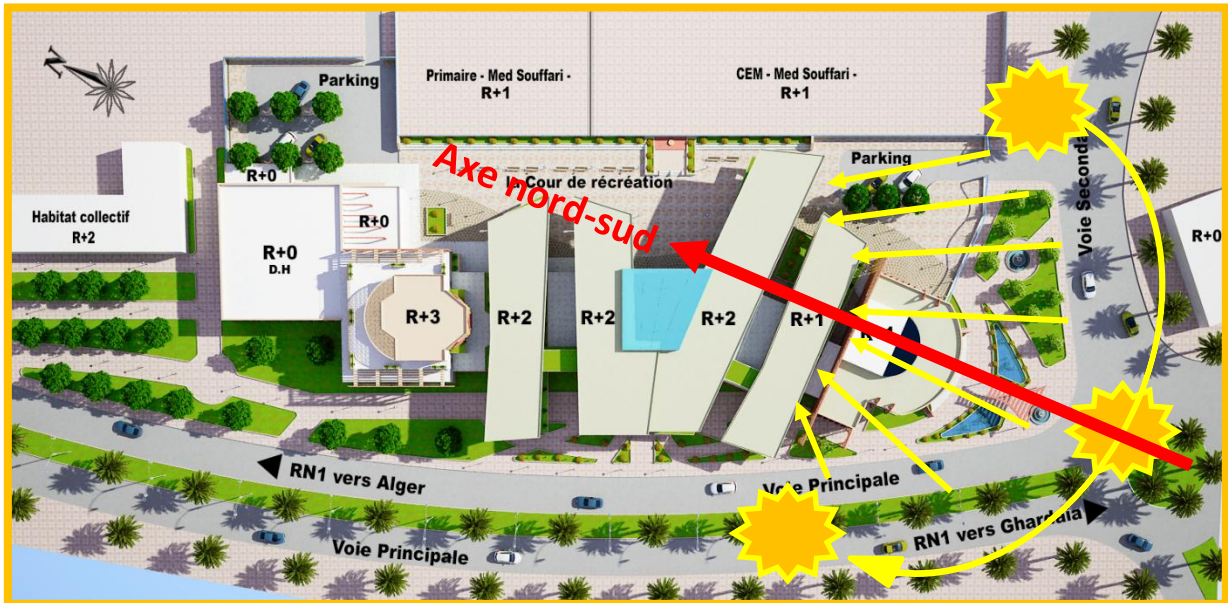


Figure 5-23 l'orientation du projet. Source Auteur



Figure 5-24 Façade du projet. Source Auteur

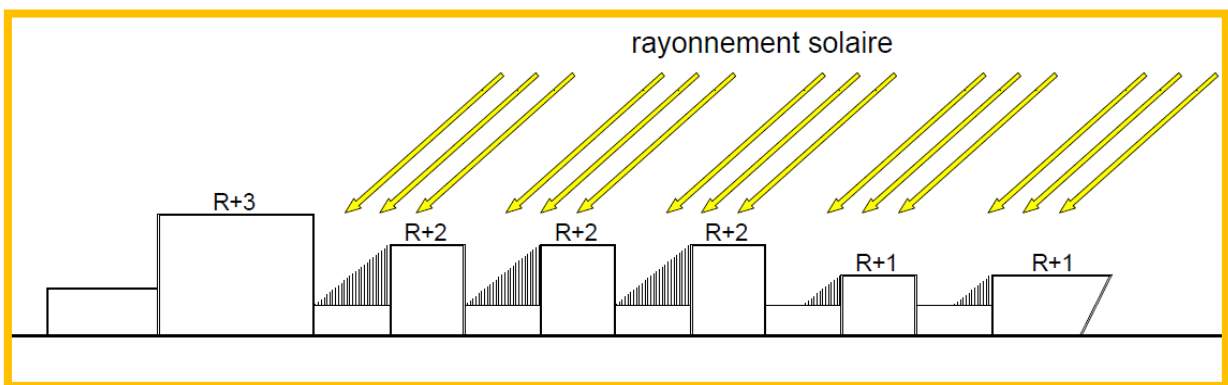


Figure 5-25 schéma de l'ombre portée par le projet. Source Auteur

- 2) **L'utilisation de l'atrium :** L'atrium utilisé comme une source de chaleur par l'effet de serre et source de ventilation naturelle.

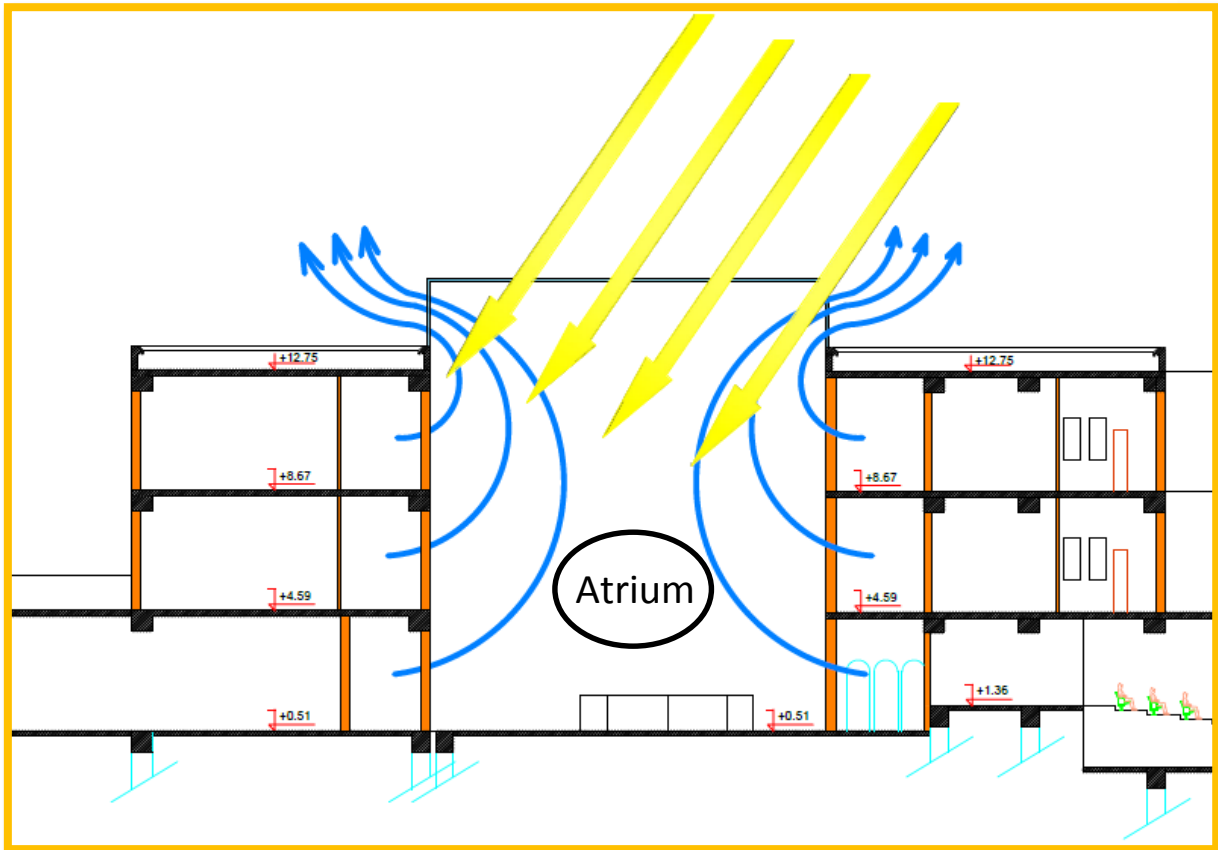


Figure 5-27 schémas qui précisent l'atrium comment chauffée et ventilée. Source Auteur



Figure 5-28 vue sur l'atrium. Source Auteur

3) **L'utilisation de l'effet serres** : par les couloirs des salles de classe exposée au sud.

En hiver : salle de classe sont chauffé par la chaleur cumulée au niveau des couloirs fermés.

En été : salle de classe sont aérer, ventilée, et occultées par les couloirs.

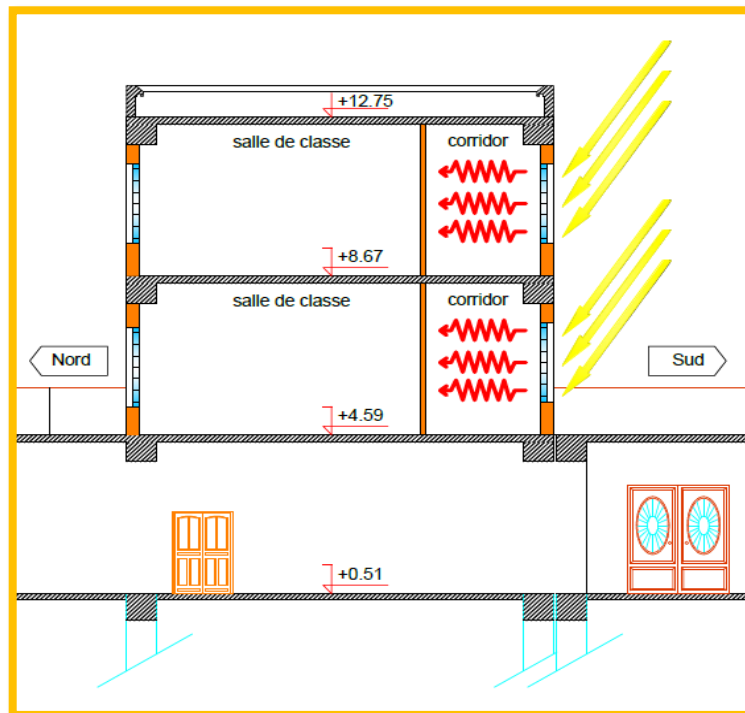


Figure 5-29 Schéma précise l'exploitation de l'effet de serre. Source Auteur



Figure 5-30 vue sur le corridor. Source Auteur

4) Traitement de l'entrée principale :



L'utilisation des éléments architectoniques selon La typologie de la ville (les arcades. moucharabieh)

L'inclinaison de mur de la façade pour éviter les rayons solaires directs du sud.

5) La toiture :



Auvent pour but de créer l'ombre et animer la volumétrie.

La toiture supérieure joue le rôle d'une toiture ventilée (suspendues).

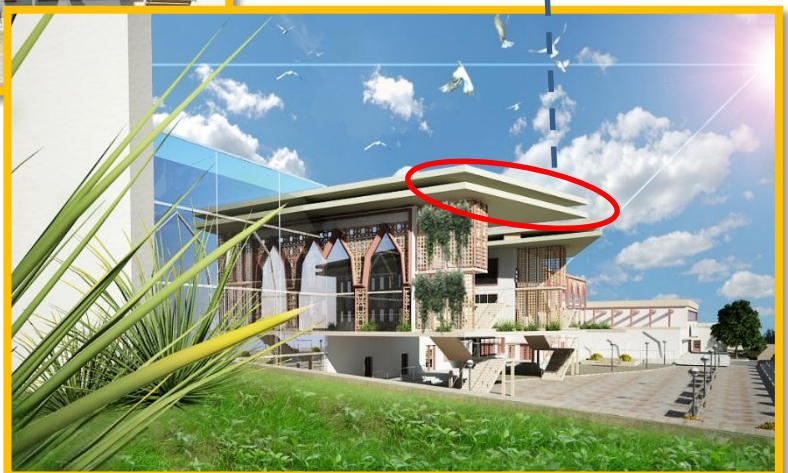


Figure 5-31 la toiture du projet. Source Auteur

6) **Les façades :**

a) **Façade nord :**

L'utilisation des baies vitrées sur le côté nord pour exploiter l'éclairage naturel.

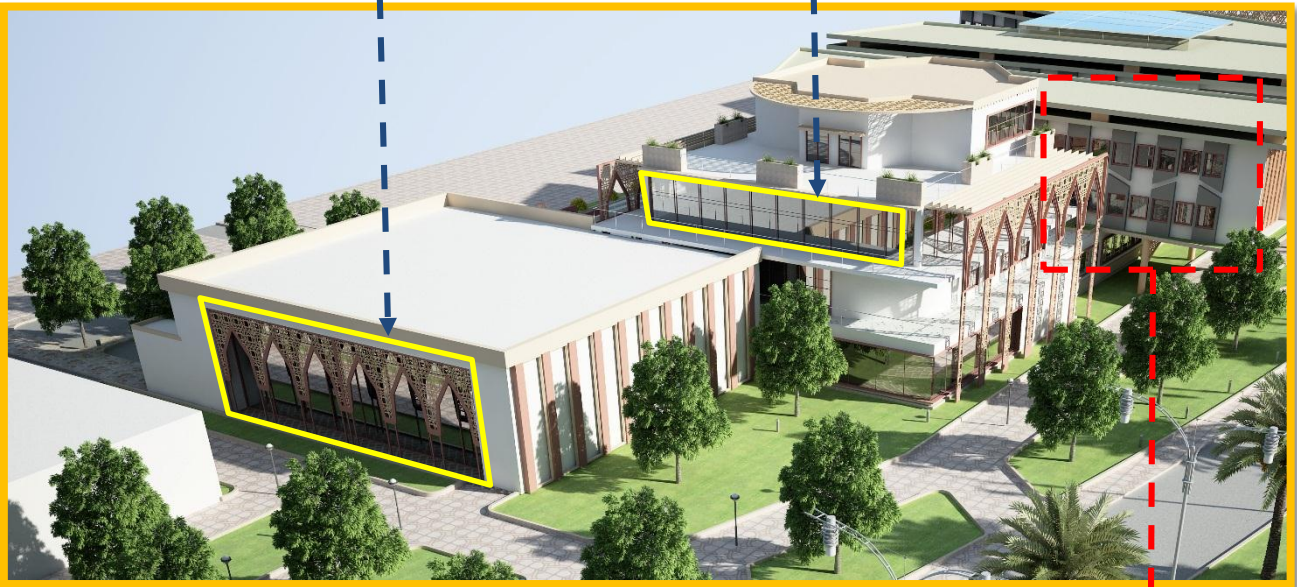


Figure 5-32 la façade des salles de classe. Source Auteur



Figure 5-33 la façade des salles de classe. Source Auteur

Les ouvertures des salles de classe sont traitées d'une façon répétitive pour donner l'importance à l'espace pédagogique. Ces ouvertures exploitent l'éclairage naturel uniforme du côté nord.

b) La façade sud :

La façade sud exposée au soleil c'est pour ça exploité par des serres.



Figure 5-34 perspective. Source Auteur

Pour l'éclairage zénithal et l'effet de serre

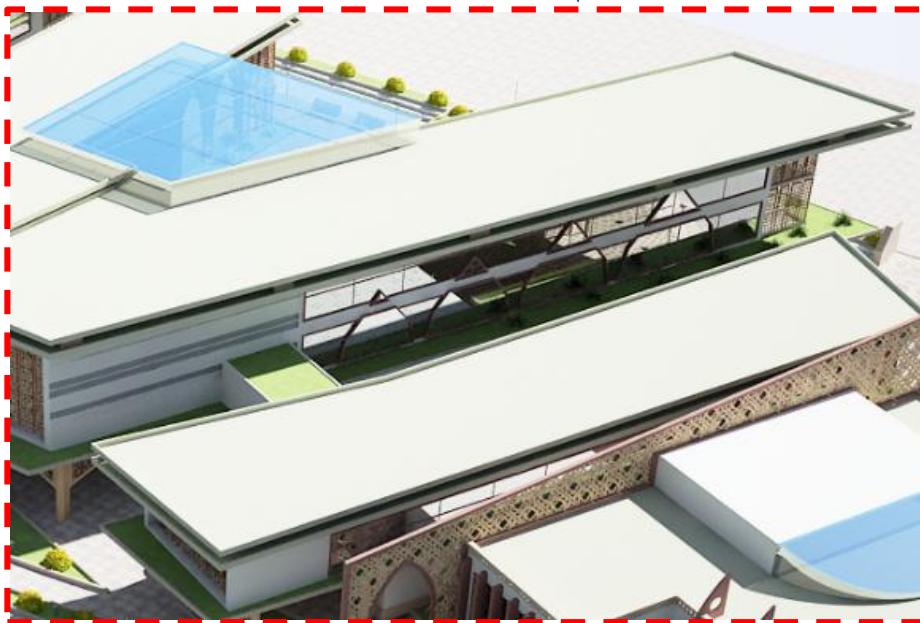


Figure 5-35 des corridors. Source Auteur

c) La façade est :



Figure 5-36 Façade du projet. Source Auteur

Moucharabieh pour créer l'ombre dans la coursive.



Figure 5-37 moucharabieh du projet. Source Auteur

On a utilisé moucharabieh avec des plantes dans la façade Est pour crée l'ombre.



Figure 5-38 moucharabieh du projet. Source Auteur

d) La façade ouest (principale):



Figure 5-39 Façade du projet. Source Auteur

On a utilisé des brises solaires verticales mobiles pour contrôler l'ensoleillement et la lumière :

- Eviter l'éblouissement.
- Eviter la surchauffe.
- Eviter la pénétration de royen solaire à l'intérieur des espaces.



Figure 5-40 Façade avec moucharabié du projet. Source Auteur

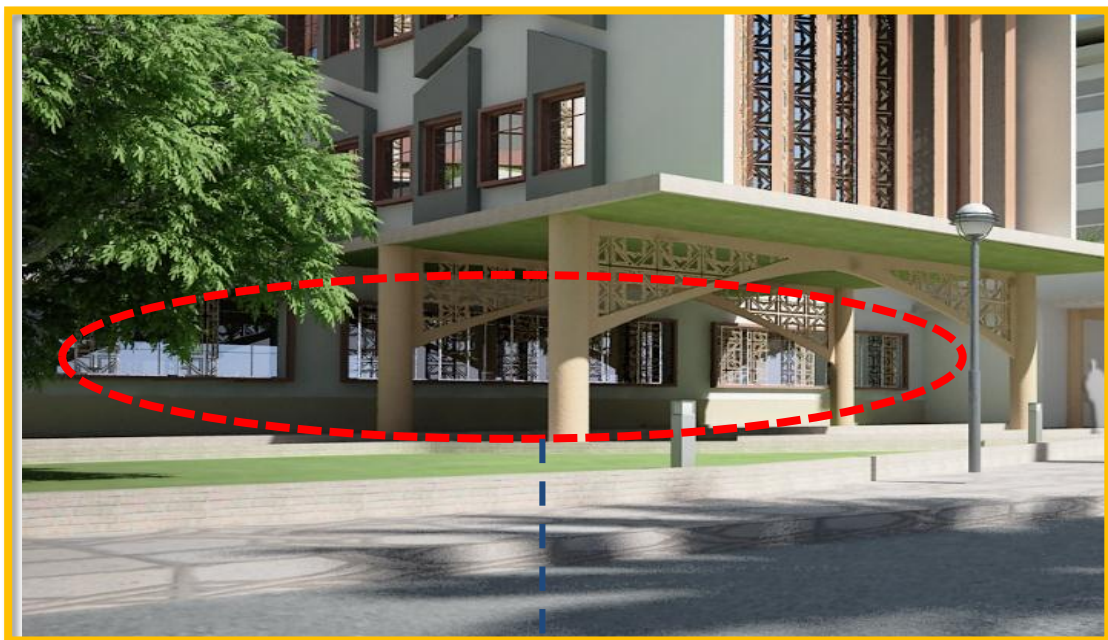


Figure 5-41 moucharabié mobile. Source Auteur

Moucharabieh mobile coulissante plus de vitrage stop sol pour les labos des langues.

7) Les couleurs du projet :

On a utilisé des couleurs claires (blanc) pour minimiser l'effet des rayons solaire.



Figure 5-42 Vue générale sur le projet. Source Auteur

Et des couleurs inspirés de l'architecture locale (beige, marron) pour intégrer dans le site.

8) Le confort intérieur :**a) L'éclairage naturel et la protection solaire :**

Un maximum d'éclairage naturel est apporté à tous les locaux, pour Limiter la consommation d'éclairage artificiel.

- L'administration :

L'utilisation d'éclairage zénithale et la mezzanine pour bien éclairé l'administration et la halle d'accueil.

Une inclinaison sur la façade et moucharabieh pour éviter les rayons solaire direct.



Figure 5-43 éclairages zénithale. Source Auteur

- Les espaces pédagogiques (salle de classe. Labos. Atelier) :
Eclairage bilatérale nord-sud (direct côté nord et indirect de côté sud). Et protection solaire par des brises soleil.

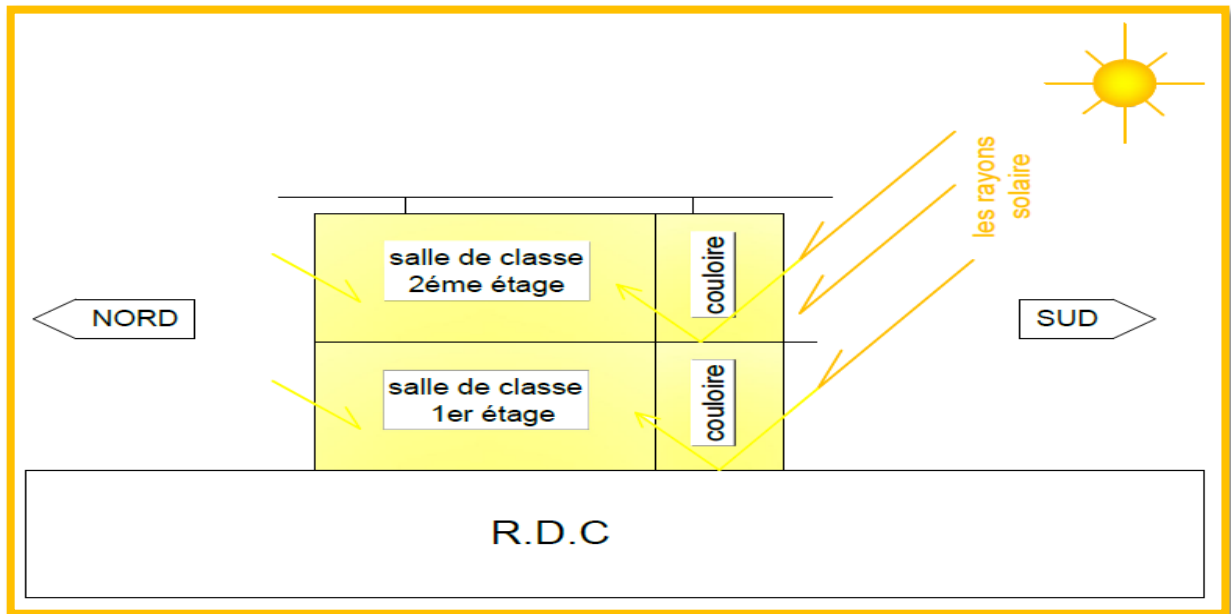


Figure 5-44 schémas précise l'éclairage naturel des salles de classes. Source Auteur

- La bibliothèque :

La bibliothèque est éclairée de toutes les façades avec protection solaire du côté sud, est et ouest.



Figure 5-45 rendu sur la bibliothèque. Source Auteur

- La salle de sport :

La salle de sport est éclairée de côté nord par des baies vitrées.



Figure 5-46 coupes schématisques précises l'éclairage latéral de salle de sport. Source Auteur

Synthèse :

Dans notre idée de conception on a essayé d'intégrer le projet du côté thématique, contextuelle et climatique. Le projet est contemporain et en même temps porte le caché de la ville.

Les références :

Introduction et problématique

(M'Sellem, H. &Alkama, D., 2009).

(Peuportier, 2003)

(SIMONE, F., 99)

Approche thématique

Le petit Larousse 2011

www.dictionnaire.sensagent.com

Encyclopédie Encarta Microsoft 1999

www.proj.siep.be.com

Google Earth

www.ArchDaily.com

www.archrecord.construction.com

Approche bioclimatique

www.urcaue-idf.archi.fr

www.coduform.be/pdf

Google Earth

www.ecorea.fr/construction-bioclimatique.php

Claude Alain Roulet., 2010

Liébard, A. et De Herde, A., 2005

www.energie.arch.ucl.ac.be

www.miamiresidence.com

Guide ICEB-ARENE

Approche contextuelle

Encarta 2009

Google Earth

(Mazouz. S., 2004)

www.mem-algeria.org

Thèse de Doctorat, N. Zemmouri

Thèse Mokeddem. M., 2012

(P.D.A.U) de Laghouat révision 2008

Programme quantitatif et qualitatif

Patrick Byrne

www.archdaily.com

(Le petit Larousse 2011)

Approche architecturale

Jean Nouvel

Google Earth

Sommaire

I.	Introduction.	02
II.	Problématique.....	02
III.	Méthodologie de recherche.....	03
IV.	Partie théorique.	
1.	Définition des concepts.....	03
2.	Définition de l'éclairage naturel.....	04
3.	Les types de l'éclairage naturel.....	04
4.	Norme et Recommandations de conception d'éclairage naturel dans les lieux d'apprentissage (laboratoire).....	06
5.	Renforcer l'éclairage naturel à l'intérieur du bâtiment.....	07
6.	La lumière naturelle et le confort visuel.....	08
7.	Le confort visuel.....	09
V.	Partie expérimentale.	
1.	Présentation de cas d'étude.....	11
2.	Description géométrique de la salle de classe.....	12
3.	Evaluation numérique des conditions d'éclairage naturel (cas initial).....	13
4.	Evaluation numérique des conditions d'éclairage naturel (cas amélioré).....	18
	Conclusion	

I. Introduction :

La lumière naturelle est l'un des matériaux de conception de tout projet d'architecture, jouant deux rôles essentiels, d'une part un outil de conception, d'autre part un facteur technique. La maîtrise des deux démarches précédentes nous procure un environnement confortable qui assure le bien-être de l'occupant. Une utilisation intelligente de la lumière naturelle permet de réduire la consommation d'énergie des bâtiments, ainsi que l'éclairage trop fort ou trop faible mal répartie gêne d'une manière directe la sensibilité de l'œil provoquant la fatigue, sensation d'inconfort, et diminue la productivité de l'individu. Le confort visuel joue un rôle essentiel dans le cycle éducatif de l'élève, il faut le prendre en considération dès la phase esquisse du projet pour but d'améliorer la productivité de l'élève et protéger sa santé.

II. Problématique :

Un équipement à caractère durable se définit par son caractère économe vis-à-vis de la consommation énergétique et son alliance avec l'environnement ainsi que de sa symbiose avec l'individu. Les expressions de chauffage passif ; rafraîchissement naturel par la ventilation naturelle et éclairage naturel et tant parmi d'autres, sont pour l'architecture contemporaine des concepts majeurs auxquels une forte tendance se fait sentir à travers les projets analysés antérieurement. Le caractère architectural peut aussi faire partie de la tendance durable par l'usage d'éléments architectoniques tel que les tours à vents, les serres, les doubles toitures ventilées et les corridors.

A ce sujet et comme élément architectural nous avons conçu la notion de passage couvert en l'occurrence « **corridor** » dans notre projet afin de lui procurer deux rôles différents d'une part pour procurer un éclairage bilatérale pour les salles de classe et les laboratoires, d'autre part il devra assurer le confort thermique par son rôle de protection contre l'insolation. Pour cela nous émis une préoccupation qui se résume comme suit :

- ✓ Comment peut-on atteindre le confort visuel dans les laboratoires et quel impact le corridor aura-t-il sur le confort visuel dans le laboratoire ?

III. Méthodologie de recherche :

Ce rapport est structuré sur deux parties

- La première partie qui est l'introduction du thème de recherche sur l'éclairage naturel.
- La deuxième partie expérimentale, y compris la simulation numérique, En deux volets, le premier c'est l'étude de cas initial, le deuxième volet nous allons essayer de corriger la répartition de la lumière dans l'espace..

IV. Partie théorique :

1. Définition des concepts :

ÉCLAIRAGE n.m. 1. Action, manière, moyen d'éclairer. Eclairage électrique.

2. Manière dont une des choses sont éclairées ; quantité de lumière reçue. Un éclairage insuffisant. (LE PETIT LAROUSSE 2011).

ÉCLAIREMENT n.m OPT. Quotient du flux lumineux reçu par une surface par l'aire de cette surface (unité : lux). (LE PETIT LAROUSSE 2011).

ÉBLOUISSEMENT n.m. 1. Trouble momentané de la vue, causé par une lumière trop vive. 2. Bref malaise. 3. Fig. Etonnement admiratif ; ce qui le provoque. (LE PETIT LAROUSSE 2011).

CONFORT n.m. (angl. *Comfort*, de l'anc. Fr. *confort*, aide). 1. Ensemble des commodités qui rendent la vie quotidienne plus agréable, plus facile ; bien-être matériel qui en résulte. Hôtel qui dispose de tout le confort. (LE PETIT LAROUSSE 2011).

VISUEL, ELLE adj. (bas lat. *visualis*, de *videre*, voir). Qui a rapport à la vision, à la vue. Acuité visuelle. (LE PETIT LAROUSSE 2011).

CORRIDOR n.m. (ital. Corridore). 1. Vieilli. Couloir. 2. Territoire resserré entre deux États et qui sert de débouché à un autre territoire. (LE PETIT LAROUSSE 2011).

CLERESTORY : On appelle bandeau lumineux ou « clerestory » toute fenêtre dont le seuil se trouve au-dessus du niveau de l'œil. (Liébard, A. et De Herde, A., 2005).

2. Définition de l'éclairage naturel :

D'une manière générale, l'éclairage naturel est défini comme étant, l'utilisation de la lumière du jour pour éclairer les tâches à accomplir, Si le soleil est la source mère de tout type de lumière, techniquement l'éclairage naturel global comprend à la fois l'éclairage produit par le soleil, la voûte céleste et les surfaces environnantes. (MUDRI, L 2002).

3. Les types de l'éclairage naturel :

Le type d'éclairage naturel est défini par la position des prises de jour qui le procure et qui peuvent être placées soit en façade (éclairage latéral), soit en toiture (éclairage zénithal), soit les deux à la fois. Mais leurs fonctions restent les mêmes.

a. L'éclairage latéral :

L'éclairage latéral est caractérisé par l'usage de prises de jour en façade est associé aux locaux de faible hauteur sous plafond : de 2.50 mètres à 3.00 mètres. (C.Terrier et B.Vanvyver., 1999)**Types d'éclairage latéral :**

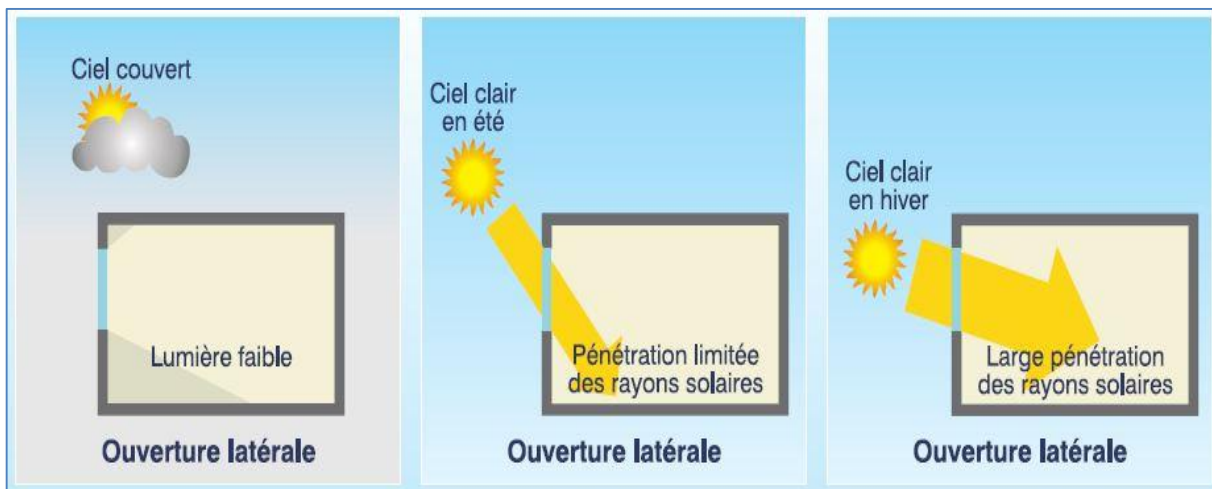


Figure1 les types d'éclairage latérale source - (Liébard, A. et De Herde, A., 2005).

b- Eclairage unilatéral :

L'éclairage unilatéral est fourni par une ou plusieurs ouvertures verticales disposées sur une même paroi. Cette disposition permet de réaliser des effets de relief et des harmonies de contrastes.

L'inconvénient que présente ce type d'éclairage naturel est la possibilité d'ombres gênantes, dues aux allèges par exemple, surtout si les parois du local sont sombres.

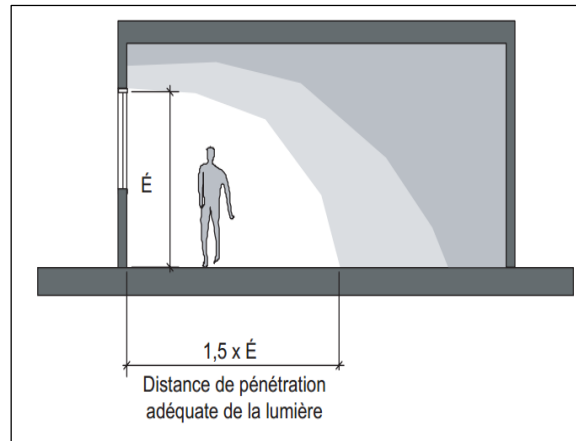


Figure 2 Pénétration approximative de la lumière naturelle
source : ROBERTSON, Keith. Guide sur l'éclairage naturel des bâtiments

c- Eclairage bilatéral :

L'éclairage bilatéral consiste à avoir des ouvertures verticales sur deux murs, soit parallèles soit perpendiculaires, d'un même espace. Ce type d'éclairage remédie aux défauts majeurs causés par l'éclairage unilatéral.

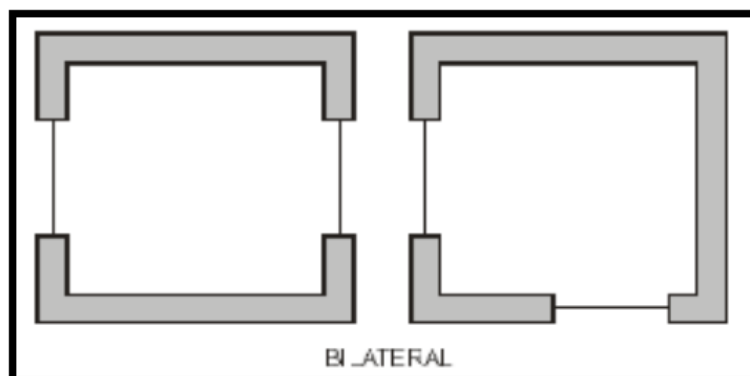


Figure3 Dispositifs d'éclairage bilatéral source: I. PASINI, 2002

Dimensionnement des ouvertures latérales :

Pour le cas d'un éclairage latéral, la surface du vitrage nécessaire pour procurer un facteur de lumière de jour ciblé dépend principalement de :

- La transmittance lumineuse du vitrage.
- L'étendue des obstacles extérieurs.
- La taille et la forme de l'intérieur du local.
- La réflectance de la surface interne.

d- L'éclairage zénithal :

D'après (C. TERRIER et B. VANDEVYVER 1999), le recours à l'éclairage zénithal est indispensable pour les constructions dont la hauteur sous plafond est supérieure à 4,50 mètres. Quant aux locaux de hauteur intermédiaire, de 3 mètres à 4,50mètres, le choix dépend d'autres caractéristiques à l'image de la profondeur, la largeur et la forme du bâtiment. Si la profondeur du bâtiment par exemple est importante par rapport à la hauteur du local, l'éclairage zénithal sera indispensable afin d'assurer une distribution uniforme des éclairagements intérieurs.



Figure4 les types des ouvertures zénithales source (Liébard, A. et De Herde, A., 2005).

4. Norme et Recommandations de conception d'éclairage naturel dans les lieux d'apprentissage (laboratoire) :

- ✓ Niveau d'éclairage 625 lux (laboratoire). (Liébard, A. et De Herde, A., 2005).
- ✓ Eviter la tache solaire sur le plan de travail.
- ✓ L'éclairage bilatéral pour avoir une lumière uniforme (homogène).
- ✓ Eclairer les espaces par une lumière indirecte (l'utilisation de plusieurs techniques permet d'amener la lumière à l'intérieur des espaces).
- ✓ Les longues et larges fenêtres sont généralement moins éblouissantes que les fenêtres prolongées verticalement et étroites.
- ✓ Des fenêtres en bande horizontale «Bandeau ou Clerestory» (Liébard, A. et De Herde, A., 2005) offrent une meilleure distribution de la lumière et un éclairage plus profond.

5. Renforcer l'éclairage naturel à l'intérieur du bâtiment :

a- Le "light shelf" :

Un light shelf est un auvent, dont la surface supérieure est réfléchissante qui :

1. Redirige la lumière naturelle vers le plafond, ce qui permet de faire pénétrer la lumière profondément dans la pièce.
2. Protège l'occupant des pénétrations directes du soleil (éblouissement et rayonnement direct).

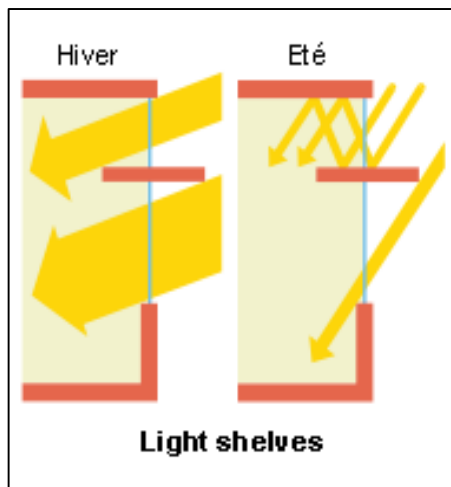


Figure5 fonctionnement d'un lightshelf source – www.energieplus.com

b – Le Clerestory :

Une fenêtre en hauteur procure les avantages suivants :

- Une répartition plus uniforme de la lumière dans l'espace ainsi qu'un meilleur éclairage au fond du local
- Une source de lumière au-dessus de la ligne de vision, ce que réduit les risques d'éblouissement direct.



Figure6 clerestory source -(Liébard, A. et De Herde, A., 2005).

6. La lumière naturelle et le confort visuel :

Unités et grandeurs fondamentales :

C'est en 1924 et sur la base des travaux des meilleurs laboratoires spécialisés que la C.I.E a proposé des valeurs qui ont été normalisées en 1933 par le comité international des poids et des mesures. Il faut bien comprendre que ces valeurs résultent de moyennes, des différences notables entre observateur ayant été constatées. Les conditions photométriques interviennent d'autre part, ne serait-ce que par les dimensions du champ d'observation.

a- Le flux lumineux

Le flux lumineux d'une source est l'évaluation, selon la sensibilité de l'œil, de la quantité de lumière rayonnée dans tout l'espace par cette source. Il s'exprime en lumen (lm).

b- L'intensité lumineuse

L'intensité lumineuse est le flux lumineux émis par unité d'angle solide dans une direction donnée. Elle se mesure en candéla, équivalent à 1 lm/sr.

c- L'éclairement

L'éclairement d'une surface est le rapport du flux lumineux reçu à l'aire de cette surface. Son unité est le lux.

d- La luminance

La luminance d'une source est le rapport entre l'intensité lumineuse émise dans une direction et la surface apparente de la source lumineuse dans la direction considérée. La luminance s'exprime en candélas par mètre carré (cd/m²).

e- Le Facteur de Lumière du Jour (FLJ)

Le facteur de lumière du jour en un point intérieur est le rapport de l'éclairement naturel reçu en ce point à l'éclairement extérieur simultané sur une surface horizontale en site parfaitement dégagé.

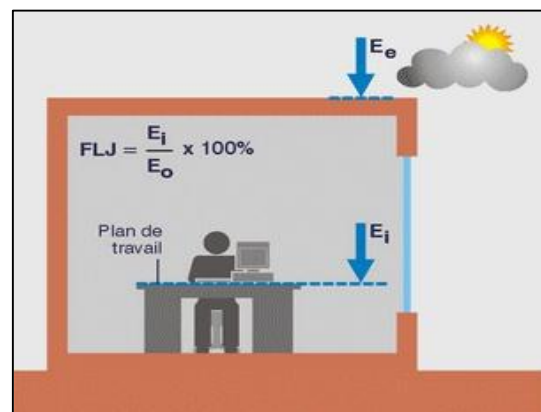


Figure 7 définition de facteur de lumière de jour source : Alain Liébard, André de Herde Traiter d'architecture et d'urbanisme

7- Le confort visuel

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

Les paramètres du confort visuel :

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

- le niveau d'éclairage de la tâche visuelle.
- 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.
- Un rendu des couleurs correct.
- Une teinte de lumière agréable.
- L'absence d'éblouissement (Liébard, A. et De Herde, A., 2005).



Figure 8 les paramètres du confort visuel source - (Liébard, A. et De Herde, A., 2005).

V. Partie expérimentale :

Dans cette partie nous allons examiner l'éclairage naturel au niveau de laboratoires de notre projet, son apport sur le confort visuel y compris la tâche visuelle sur le plan de travail d'élevé. A l'aide de deux logiciels de simulation.

L'étude se fait pour but de déterminer deux paramètres essentiels du confort visuel, le niveau d'éclairage intérieur, et le facteur de lumière du jour moyen. Ces paramètres sont vérifiés sous les différentes périodes de l'année le 21 juin en été, et le 21 décembre en hiver, et à deux horaires différents de la journée : à 9 h et à 15 h afin d'examiner le changement journalier de la lumière naturelle, une étude du cas initial et une correction si l'éclairage sera insuffisant

Présentation des logiciels de simulation :

1- Le logiciel de simulation de l'éclairage naturel ECOTECH 2011 : (M.MOKEDDEM 2012)

Le logiciel ECOTECH a été créé pour le but de démontrer certaines idées présentées dans la thèse du docteur Andrew MARSH à l'École d'Architecture et des Beaux-arts à l'Université de l'Australie.

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

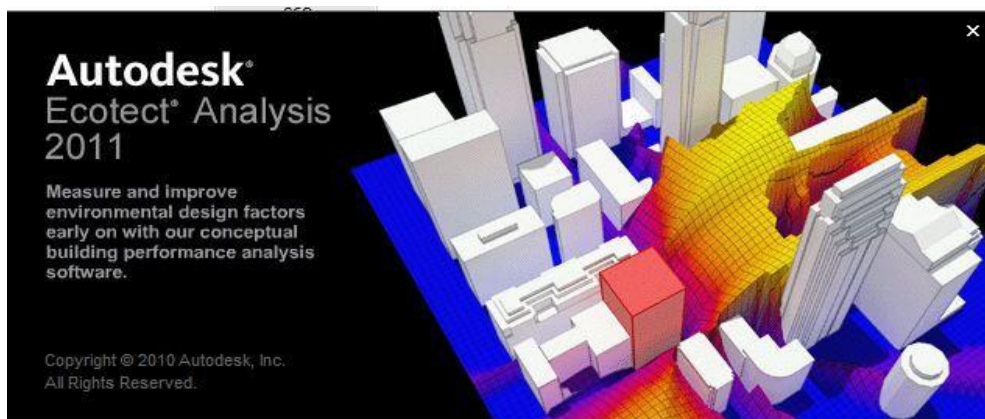


Figure 1 vue sur le logiciel Ecotect source : Ecotect 2011.

Le logiciel de simulation Radiance, avantages et validation : (M.MOKEDDEM 2012)

Développé en tant qu'outil de recherche pour l'exploration des techniques avancées de rendu en éclairage à la fin des années 80, Radiance a par la suite évolué en un puissant système de visualisation lumineuse. Le logiciel est unique en ce qui concerne sa capacité à simuler le comportement de la lumière au sein d'environnements complexes, autant au niveau des résultats numériques qu'il fournit qu'au réalisme des images qu'il peut générer (Cantin, F .2008). , Radiance constitue sans contredit l'outil de simulations de la lumière le plus puissant et le plus flexible présentement offert au chercheur.

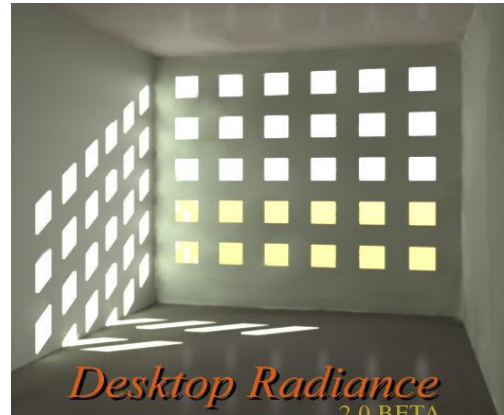


Figure 2 vue sur le logiciel Radiance source : Desktop radiance.

1. Présentation de cas d'études

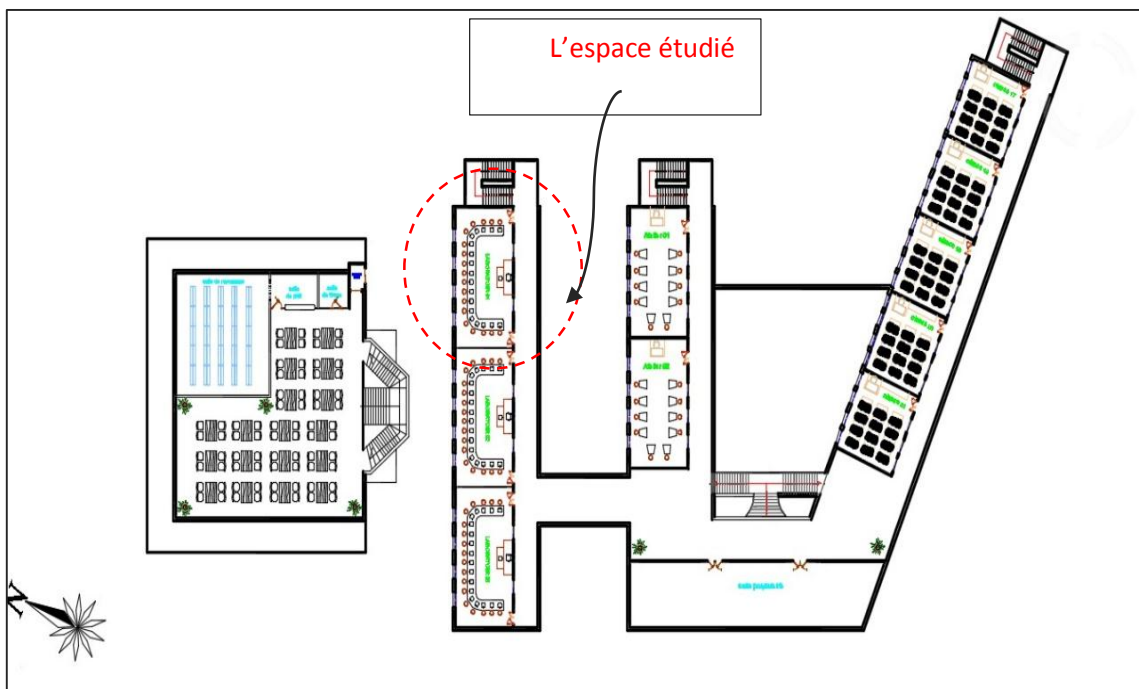
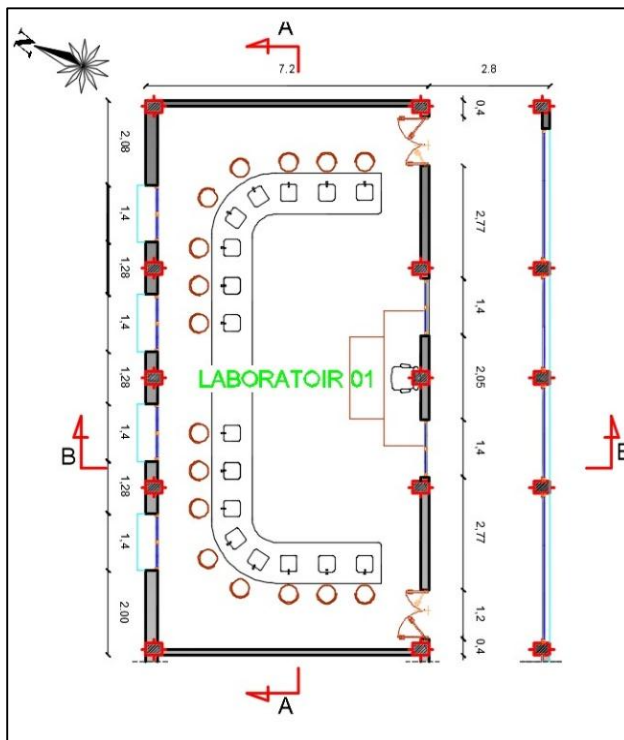


Figure3 l'espace étudié le laboratoire source - auteur

2. Présentation géométrique de l'espace étudié :

Le laboratoire sera notre espace d'étude pour entamer la partie expérimentale.



Dimension : 13.50 m x 7.20 m

Hauteur sous plafond : 3.80 m

Hauteur allège + fenêtre : 2.40 m

Surface cumulée des ouvertures :
11.76 m²

Orientation des ouvertures :

Nord- ouest & Sud-est

Nombre d'occupants : 25

4 Figure plan du cas initial source - auteur

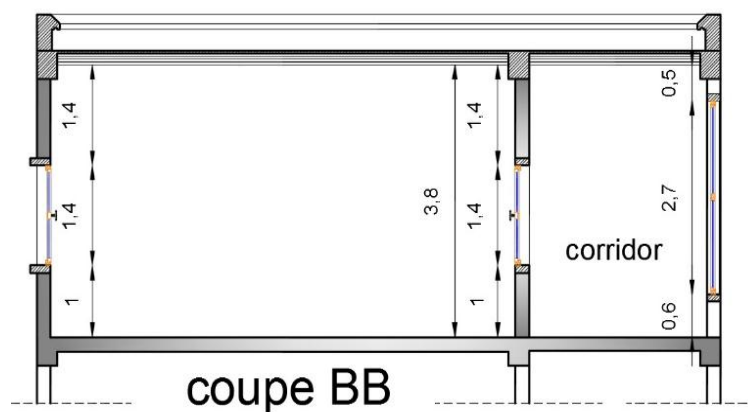
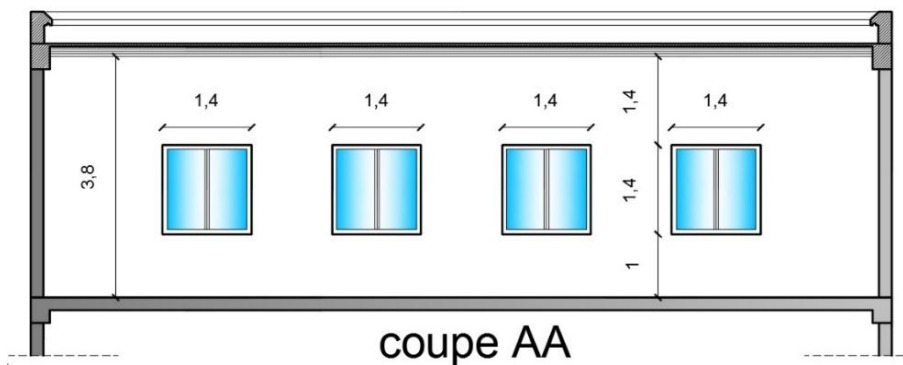


Figure5 coupe sur le laboratoire source – auteur

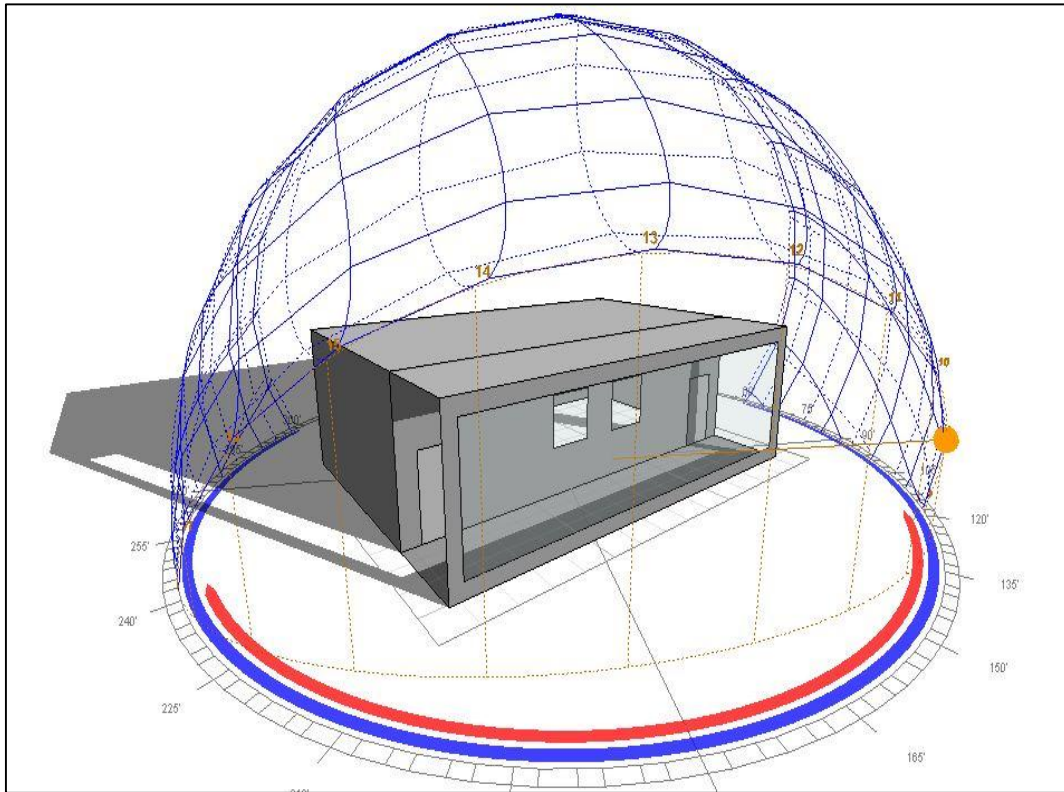


Figure 6 l'ombre portée du projet le 21 décembre à 9h source - auteur

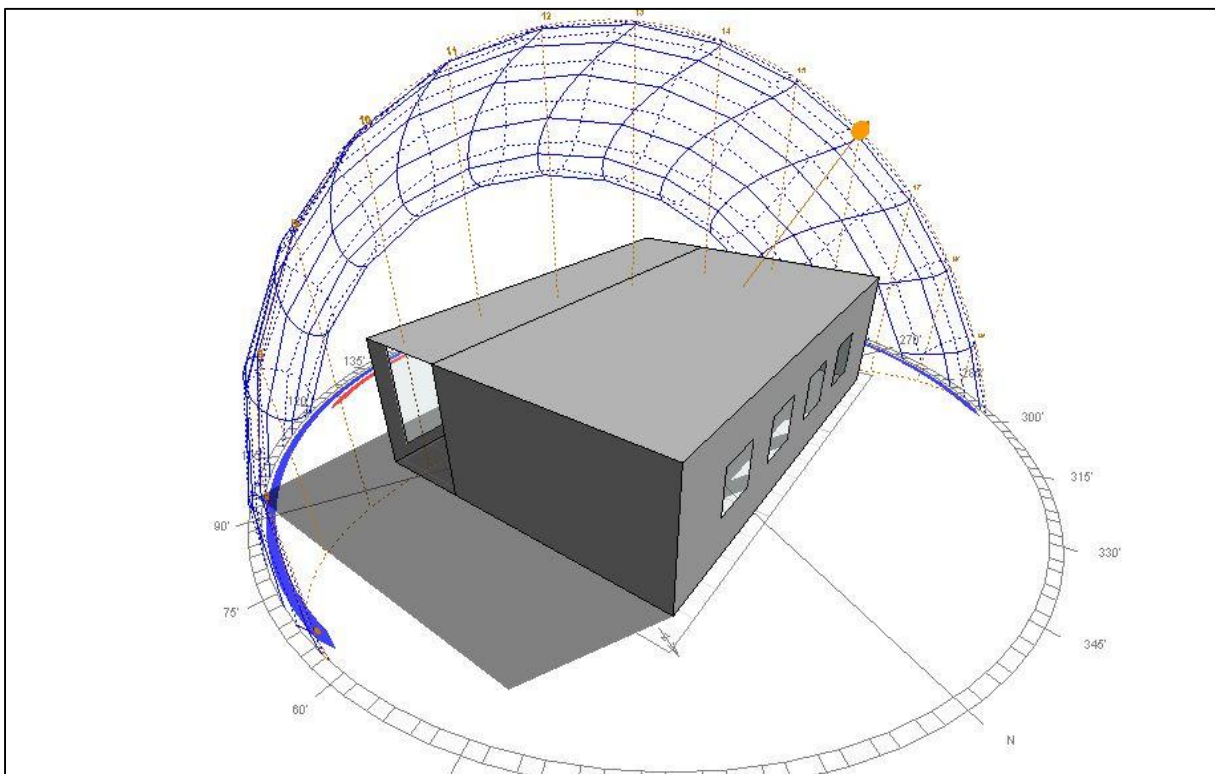


Figure7 l'ombre portée du projet le 21 juin à 15h source -auteur

3. Evaluation numérique des conditions d'éclairage naturel (cas initial)

A l'aide de deux logiciels (ecotect et radiance) nous allons quantifier le niveau d'éclairage et le facteur de lumière du jour dans l'espace étudié, ainsi que la répartition de la lumière naturelle dans cet espace, afin d'obtenir des résultats différentes qui seront le point de départ pour la phase suivante

Mois / heure	Azimut	Hauteur	Etat de ciel
DEC. 09h	128.3'	11.4	Couvert/dégagé

Etat de ciel	Eclairage min (Lux)	Eclairage moye (Lux)	Eclairage max (Lux)	FLJ moye (%)	Indice d'uniformité (IU)
couvert	100	362.35	1200	5.18	0.27
dégagé	457	623	3980	/	0.73

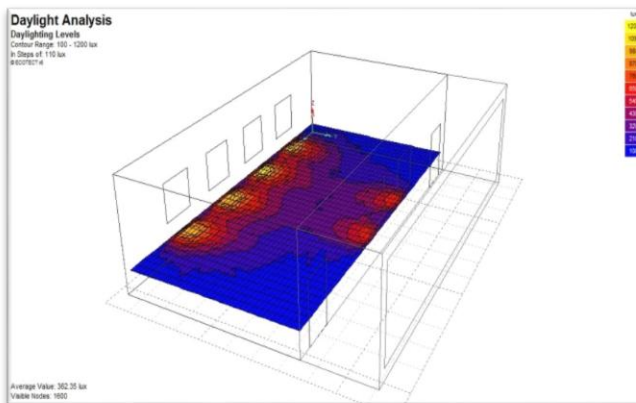


Figure 9 niveau d'éclairage ciel couvert source- auteur

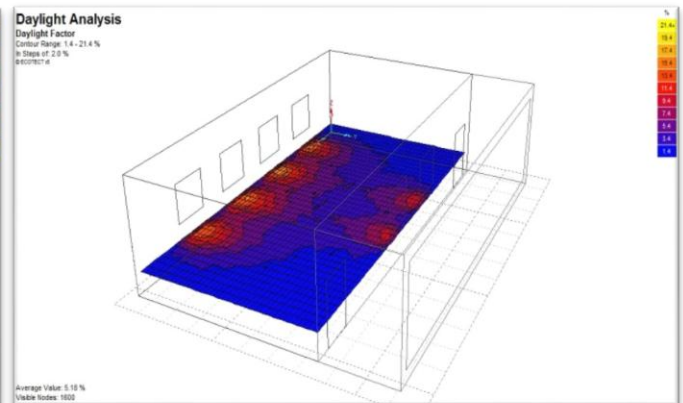


Figure 9 FLJ ciel couvert source- auteur

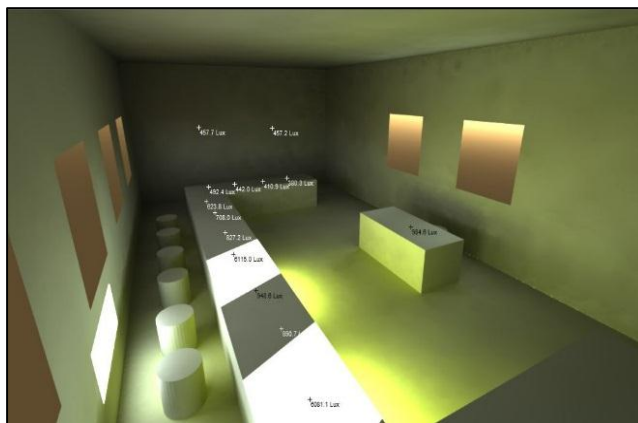


Figure 11 éclairage en lux ciel dégagé source- auteur

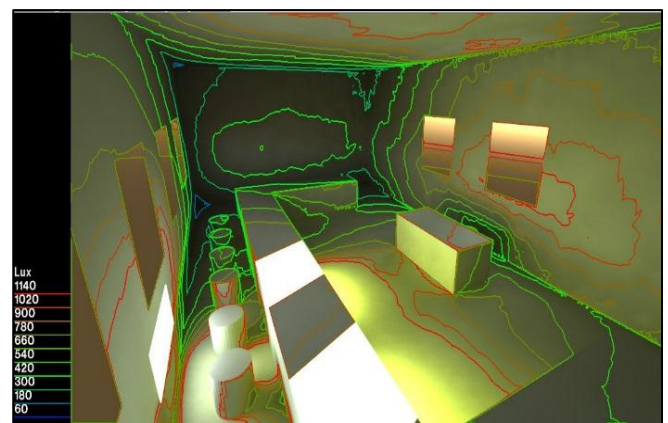


Figure 11 contour ligne ciel dégagé source- auteur

Sous un ciel couvert Les résultats de la simulation indiquent un éclairage faible de 362 Lux et un FLJ de 5.18 %. En ce qui concerne le ciel dégagé nous pouvons remarque une tache solaire gênante au niveau du plan de travail,

Mois / heure	Azimut	Hauteur	Etat de ciel
DEC. 15h	-146.5'	25.0'	Couvert/dégagé

Etat de ciel	Eclairciment min (Lux)	Eclairciment moyenne (Lux)	Eclairciment max (Lux)	FLJ moyenne (%)	Indice d'uniformité (IU)
couvert	100	388.24	1420	5.18	0.25
dégagé	370	669	950	/	0.55

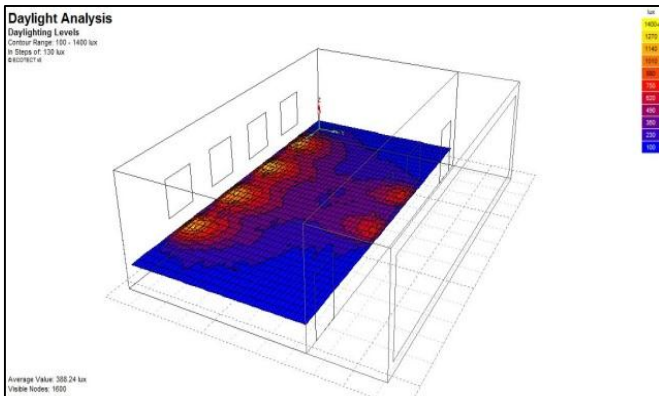


Figure 20 niveau d'éclairciment ciel couvert source- auteur

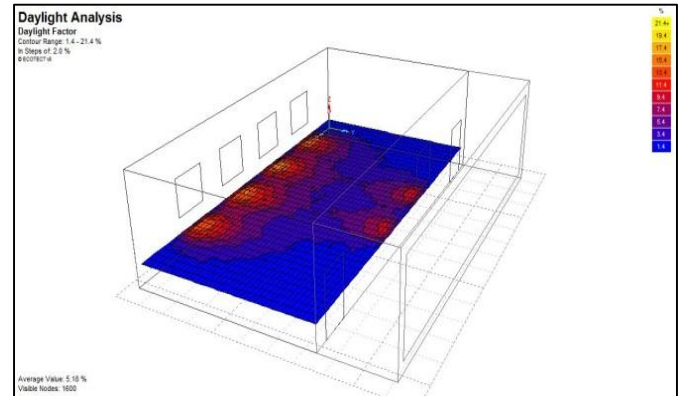


Figure 21 FLJ ciel couvert source- auteur



Figure 22 éclairciments sur le plan de travail ciel dégagé source- auteur

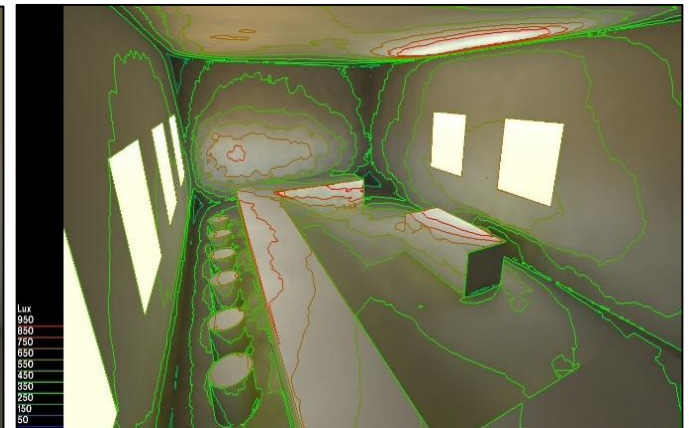


Figure 23 contour ligne ciel dégagé source- auteur

Sous un ciel couvert Les résultats de la simulation indiquent une faible augmentation au niveau de l'éclairciment jusqu'à 388 Lux et un FLJ de 5.18 %. En ce qui concerne le ciel dégagé nous pouvons remarquer la disparition de la tache solaire au niveau du plan de travail assurant un éclairage uniforme de 669 Lux et un indice d'uniformité de 0.55.

Mois / heure	Azimut	Hauteur	Etat de ciel
juin. 09h	78°.2'	26.4'	Couvert/dégagé

Etat de ciel	Eclaircement min (Lux)	Eclaircement moyen (Lux)	Eclaircement max (Lux)	FLJ moyenne (%)	Indice d'uniformité (IU)
couvert	120	440	1420	5.18	0.27
dégagé	502	914	1037	/	0.54

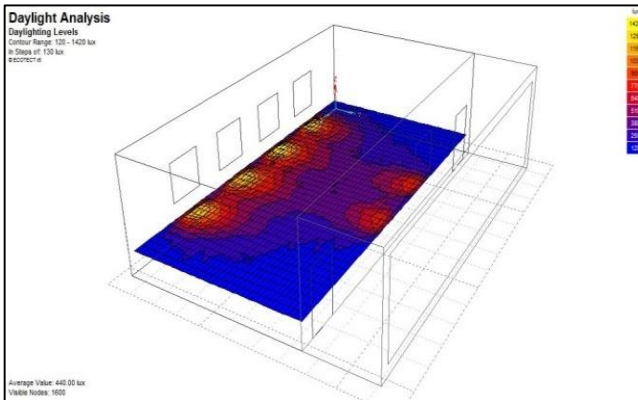


Figure 24 niveau d'éclaircement ciel couvert source- auteur

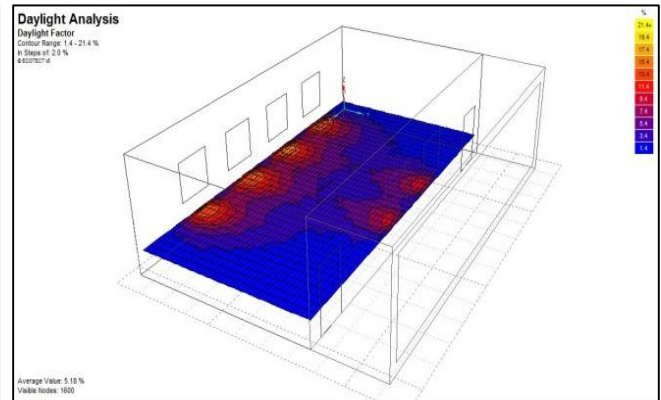


Figure 25 FLJ ciel couvert source- auteur



Figure 26 éclaircement sur le plan de travail source- auteur

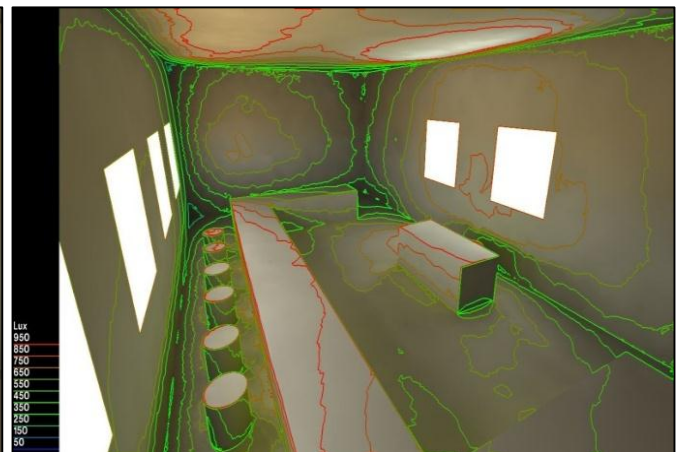


Figure 27 contour ligne ciel dégagé source- auteur

Sous un ciel couvert Les résultats de la simulation indiquent un éclaircement faible de 440 Lux et un FLJ de 5.18 %. En ce qui concerne le ciel dégagé nous pouvons remarquer un éclairage plus au moins suffisant au niveau du plan de travail,

Mois / heure	Azimut	Hauteur	Etat de ciel
juin. 15h	-101°1'	60°4'	Couvert/dégagé

Etat de ciel	Eclairciment min (Lux)	Eclairciment moyen (Lux)	Eclairciment max (Lux)	FLJ moyenne (%)	Indice d'uniformité (IU)
couvert	210	619	1810	7.29	0.33
dégagé	659	963	1411	/	0.68

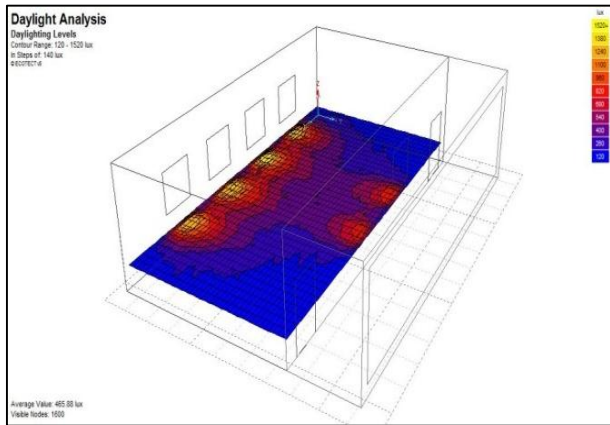


Figure 28 le niveau d'éclairciment source- auteur

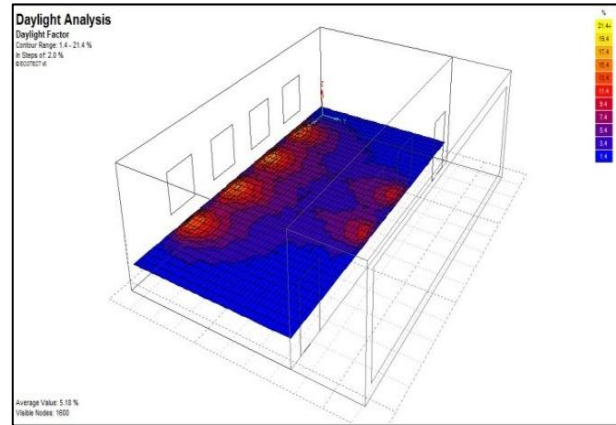


Figure 29 FLJ ciel couvert source- auteur

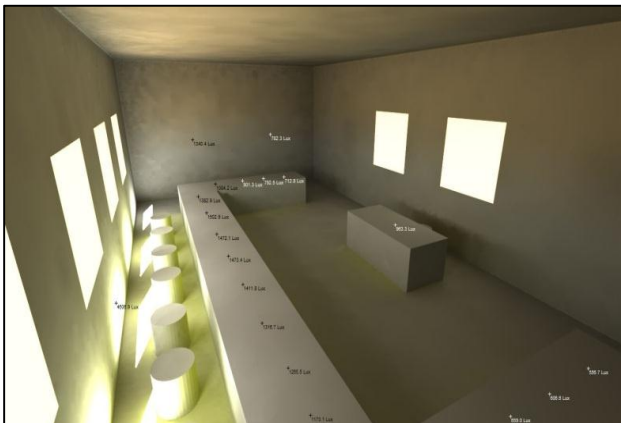


Figure 30 éclairciments sur le plan de travail ciel dégagé source- auteur

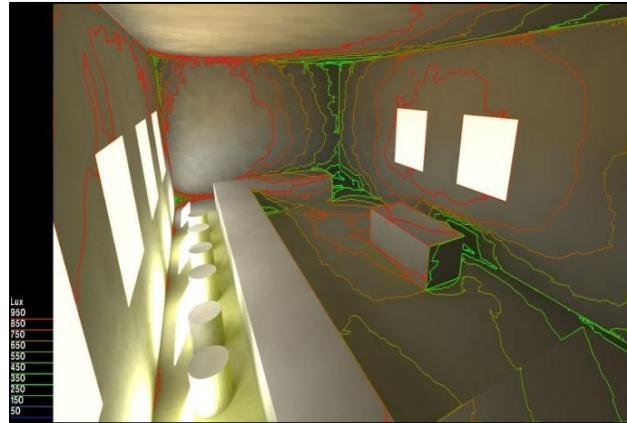


Figure 31 contour ligne ciel dégagé source- auteur

Sous un ciel couvert Les résultats de la simulation indiquent une augmentation au niveau de l'éclairciment jusqu'à 619 Lux et un FLJ de 5.18 %, En ce qui concerne le ciel dégagé nous pouvons remarquer une énorme tache solaire provoquant une surchauffe gênante et une augmentation au niveau de l'éclairciment moyen et l'indice d'uniformité.

4. Evaluation numérique des conditions d'éclairage naturel (cas amélioré).

D'après ce qu'on a obtenu à l'évaluation numérique de l'éclairage naturel, nous allons essayer de corriger et contrôler la distribution de la lumière dans l'espace, la correction sera au niveau de :

- ✓ l'ajout d'un Clerestory sur la façade sud de la classe.
- ✓ redimensionner les ouvertures façade sud pour augmenter le niveau d'éclairement qui est vraiment insuffisant, et ajouter des ouvertures sur la façade sud, vu de la longueur de la salle le nombre des ouvertures ne suffit pas.
- ✓ réaménager le mobilier de l'intérieur d'après l'étude de cas initial précisément l'été il en a une immense tache solaire qui provoque un surchauffe et un éblouissement.
- ✓ l'intégration des lightshelves pour mieux diriger la lumière naturelle vers le plafond, en protégeant l'occupant de la pénétration directe du soleil.

L'amélioration au niveau de laboratoire

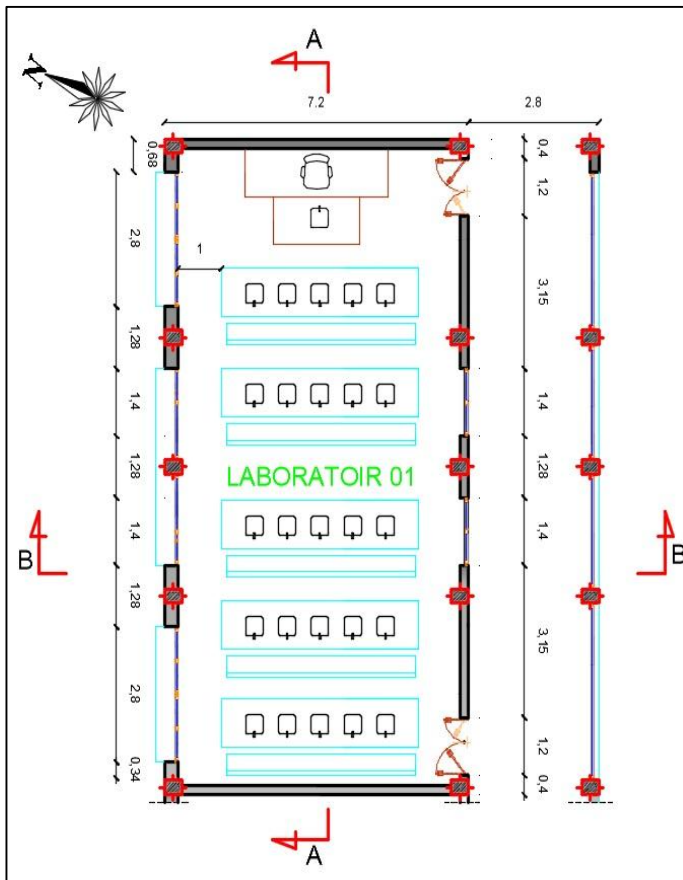


Figure 32 plan de cas amélioré source – auteur

Dimension : 13.50 m x 7.20 m

Hauteur sous plafond : 3.80 m

Hauteur allège + fenêtre : 2.40 m

Surface cumulée des ouvertures :
29.12 m²

Orientation des ouvertures :

Nord- ouest & Sud-est

Nombre d'occupants : 25

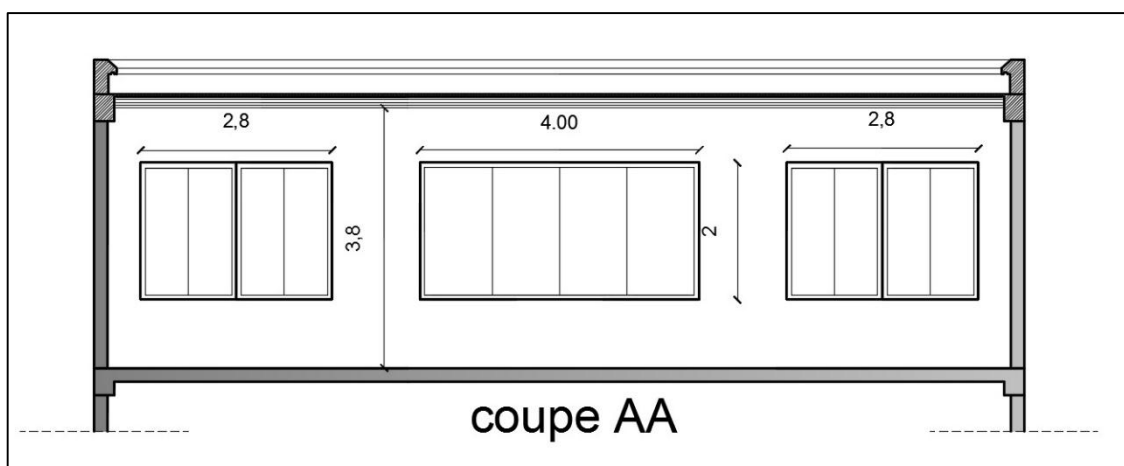


Figure 33 coupe sur le plan amélioré montre le redimensionnement des ouvertures source – auteur

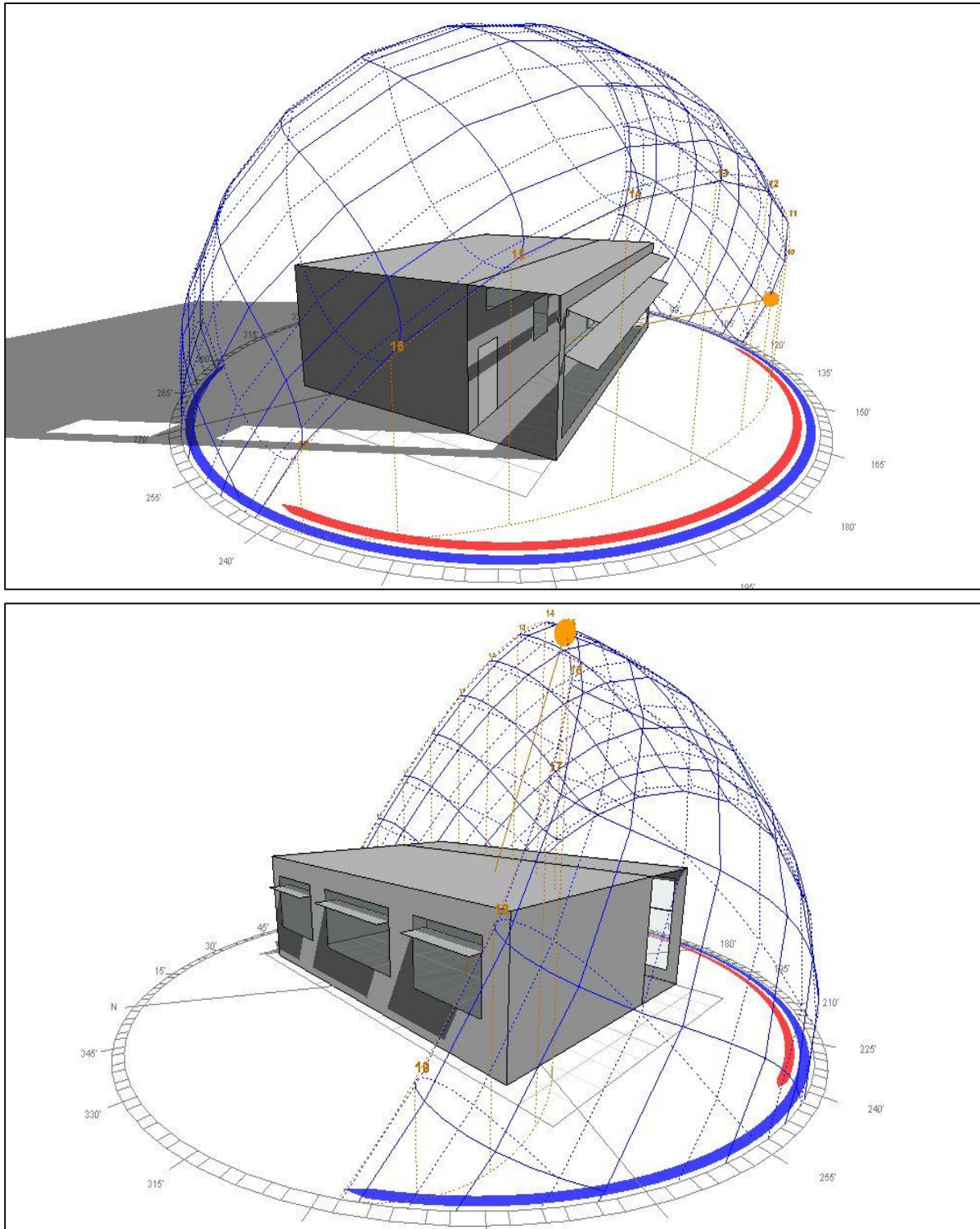


Figure 34 la photo au-dessus démontre l'ombre portée du projet le 21 décembre à 9h. La photo au-dessous démontre l'ombre portée du projet le 21 juin à 15h.

Mois / heure	Azimut	Hauteur	Etat de ciel
DEC. 09h	128.3'	11.4	Couvert /dégagé

Etat de ciel	Eclairciment min (Lux)	Eclairciment moye (Lux)	Eclairciment max (Lux)	FLJ moye (%)	Indice d'uniformité (IU)
Couvert	120	606	1420	8.66	0.19
dégagé	487	774	913	/	0.62

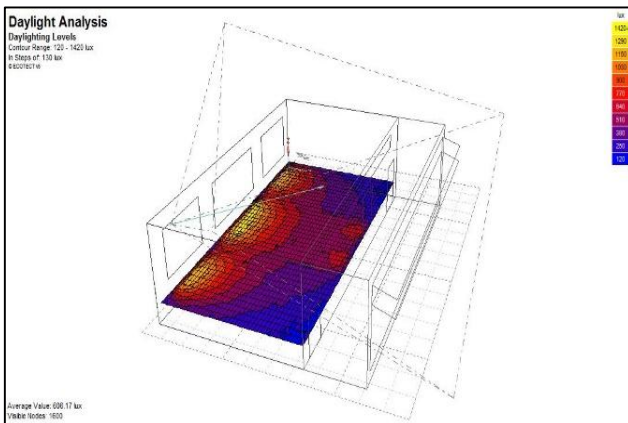


Figure 35 niveau d'éclairciment ciel couvert source- auteur

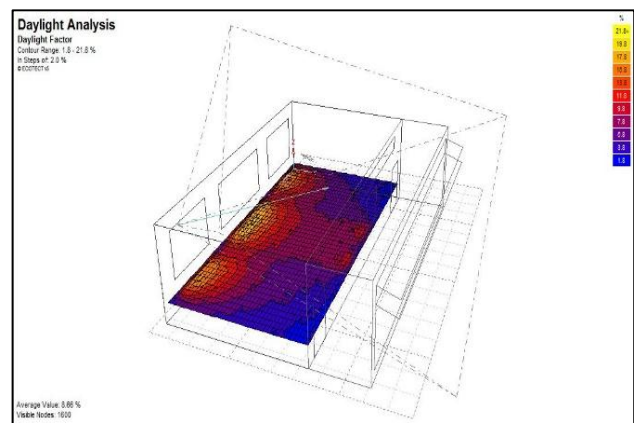


Figure 36 FLJ ciel couvert source- auteur



Figure 37 niveau d'éclairciment sur le plan de travail ciel dégagé source – auteur

Sous un ciel couvert Les résultats de la simulation indiquent une augmentation remarquable de l'éclairciment 606 Lux et un FLJ de 8.66 % et des toute petites tâches solaires. En ce qui concerne le ciel dégagé l'éclairciment et bon et un indice d'informité de 0.62.

Mois / heure	Azimut	Hauteur	Etat de ciel
juin. 15h	-101°1'	60°4'	Couvert/dégagé

Etat de ciel	Eclaircissement min (Lux)	Eclaircissement moyen (Lux)	Eclaircissement max (Lux)	FLJ moyenne (%)	Indice d'uniformité (IU)
couvert	210	677	1410	8.66	0.31
dégagé	630	950	1200	/	0.8

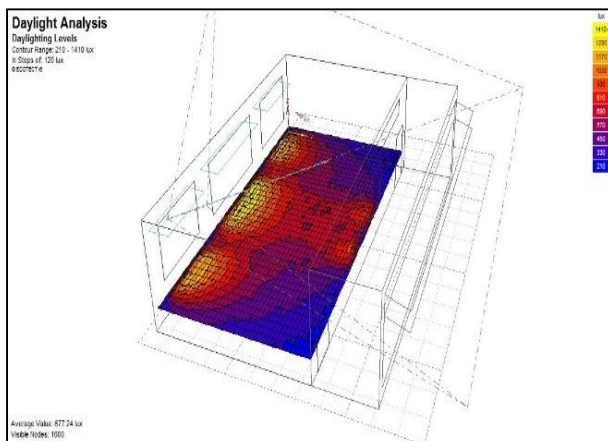


Figure 44 niveau d'éclaircissement ciel couvert source- auteur

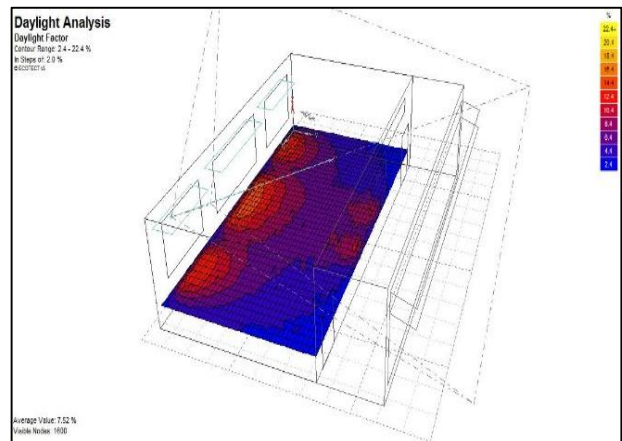


Figure 45 FLJ ciel couvert source-

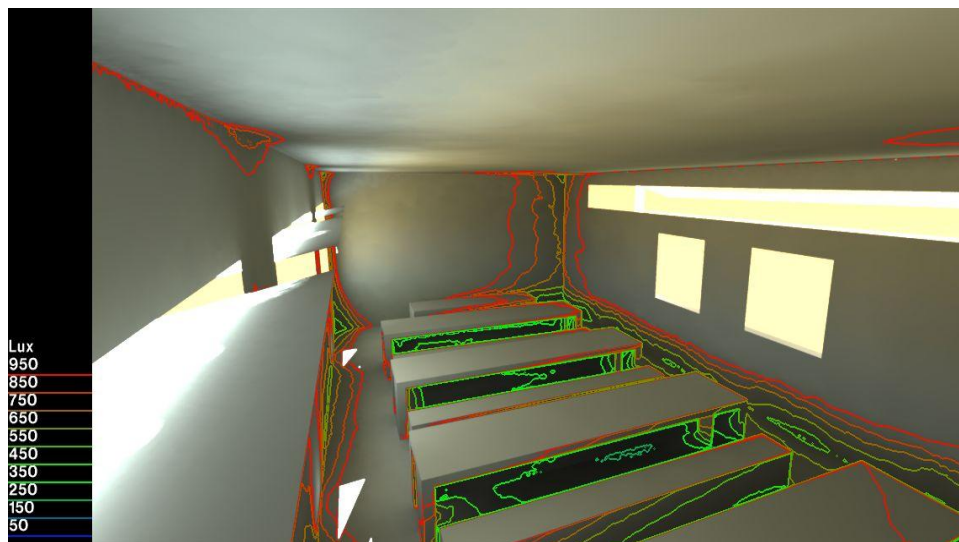


Figure 46 le niveau d'éclaircissement contour ligne ciel dégagé source – auteur

Sous un ciel couvert Les résultats de la simulation indiquent un niveau d'éclaircissement uniforme de 677 Lux et un FLJ de 8.66 %, En ce qui concerne le ciel dégagé nous pouvons remarquer le rôle des lightshelves, une distribution uniforme de l'éclairage, et la disparition de la tache solaire du cas initial.

CONCLUSION

De ce qui précède, nous avons remarqué que les résultats obtenus après intervention sur le cas d'étude, durant les deux périodes d'études, se sont nettement améliorés et que le confort visuel se voit ressentir dans l'espace laboratoire.

Le corridor nous permet d'exploiter une quantité de lumière énorme ce que nous favorise un éclairage suffisant dans l'espace. A travers cette simulation très bénéfique et qui a suscité notre curiosité scientifique, vive soit-elle, elle nous amène à prédire les conditions d'éclairage naturel et du confort visuel lors de la phase conceptuelle de tout projet d'architecture et que tout architecte est censé approfondir ses connaissances dans ce domaine.

Des vues en 3D :



Figure 5.47



Figure 5.48



Figure 5.49



Figure 5.50



Figure 5.51

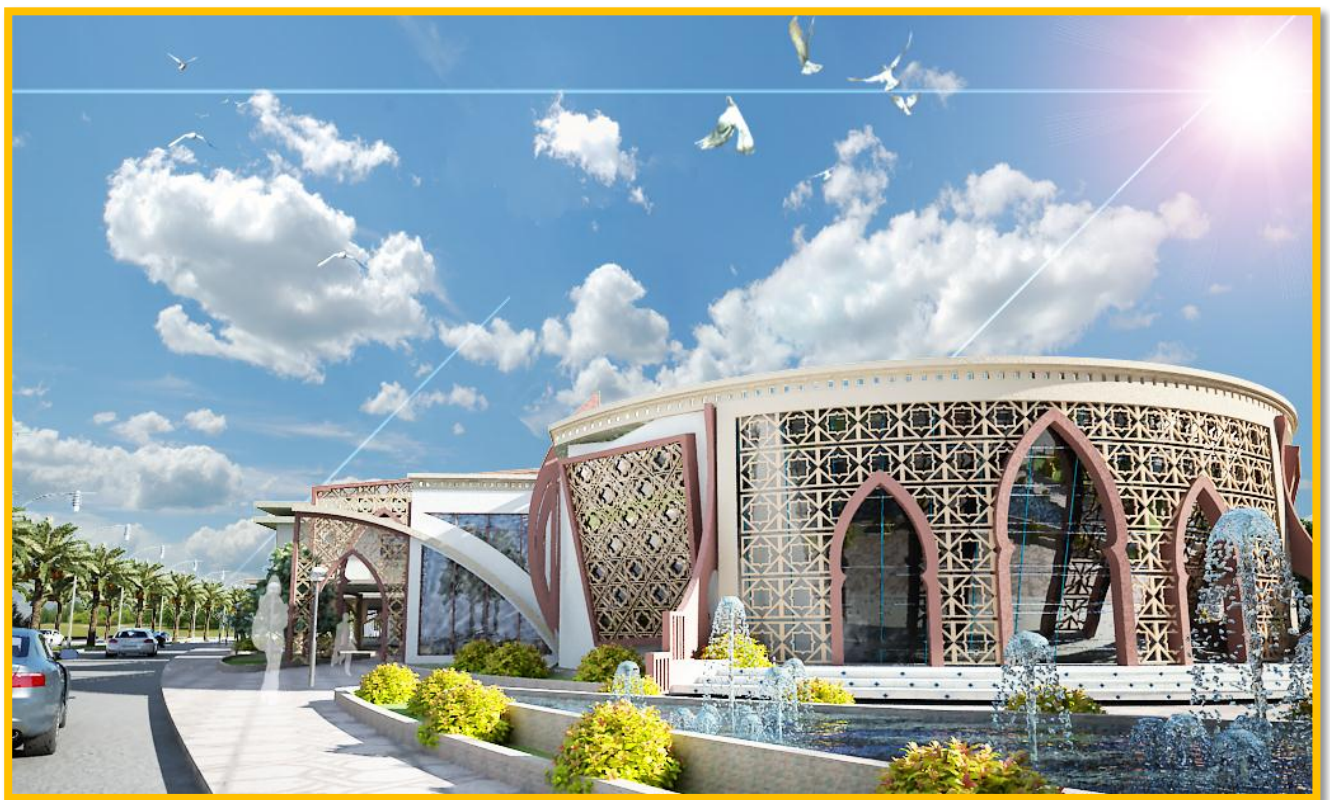


Figure 5.52



Figure 5.53



Figure 5.54



Figure 5.55



Figure 5.56



Figure 5.57



Figure 5.58



Figure 5.59



Figure 5.60



Figure 5.61



Figure 5.62



Figure 5.63



Figure 5.64



Figure 5.65



Figure 5.66

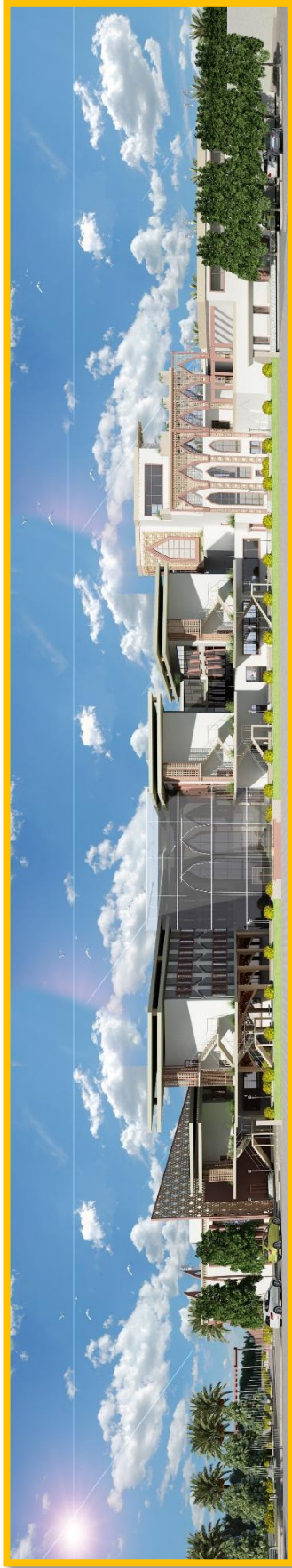


Figure 5.67



Figure 5.68