



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE AMAR THELIDJI- LAGHOUAT

FACULTE DE TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par :

M^{lle} REGUE MARIA

DOMAINE : SCIENCE ET TECHNOLOGIE

FILIERE : ARCHITECTURE ET URBANISME

OPTION : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT

Thème

**COLLEGE D'ENSEIGNEMENT MOYEN RESPECTUEUX A
L'ENVIRONNEMENT, CAS LAGHOUAT**

Le confort visuel

Jury de soutenance :

Mr. KORIBBA MUSTAPHA
Mr. MEZAOUKH LAKHDAR
Mr. TAKHI BELKACEM
Mr. BENCHEIKH HAMIDA

Président
Examineur1
Examineur2
Encadreur

Promotion : JUIN - 2015

***R**emerciements*

Nos plus profonds et sincères remerciements à Dieu tout puissant.

Nous tenons à remercier infiniment notre encadreur Mr Bencheikh Hamida, pour ses conseils judicieux et ses discussions qui ont largement contribué à la réalisation de ce projet.

Nos sincères remerciements vont également à Mr Mezaoukh et Mr Takhi pour avoir accepté de juger notre travail.

Nos remerciements vont aussi à l'équipe des enseignants de notre département en particulier Mr Benchikh Abderazak, Mr Mezaoukh Lakhdar, et Mr Laroui Mohamed pour leurs disponibilités.

Aux parents qui se sont dévoués et qui nous ont supportés durant ces cinq années.

A tous les camarades et amis qui ont souvent su trouver les mots justes pour nous remonter le moral.

Que dieu les garde

*D*édicace

*J*e dédie humblement ce travail

A mes chers parents :

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être. Que Dieu me les garde et les protège inchallah.

Je dédie aussi ce mémoire:

A ma très chère Sœur «Amel », et à mes chers frères.

A mes amies « Wassila, Zoubida ». Et ma cousine « Hasnaa ».

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.

Et à toutes les personnes qui me sont cher et qui m'aime.

REGUE MARIA

RÉSUMÉ

L'humanité se trouve confrontée à un défi majeur, celui d'un développement durable qui doit satisfaire les générations actuelles sans hypothéquer la capacité des générations futures. Cet art de l'architecture qui est vaste et riche d'imaginaires peut transformer les moyens techniques en une œuvre significative ; pour cela, il sert de la pensée conceptuelle, apprendre à voir ; à aimer, à concevoir et à réaliser des projets.

Notre projet s'appuie par son organisation sur les points centraux du programme, ensuite nous nous sommes rattachés à valoriser chacun des espaces particuliers qui le composent en leur attribuant une qualité spatiale ; le contrôle climatique ; le traitement paysager et, également l'orientation du site. Nous avons par ailleurs, mis en œuvre quelques recherches susceptibles de décortiquer le projet en question.

Mots clés : Etablissement scolaire, développement durable, qualité environnementale, climat chaud et aride, confort

ABSTRACT

Humanity is facing a major challenge: that of sustainable develop which must meet the present without compromising the ability of future generations. This art of architecture that is vast and rich imagination can transform technical means in a meaningful work; for this it is conceptual thinking, learn to see; to love, to design and implement projects.

Our project is supported by his organization on the central points of the program, then we value each linked to particular spaces that make up the by assigning a spatial quality; climate control; the landscaping and also the orientation of the site. We also put in some research that could scale to dissect the project.

Keywords: school, Sustainable Development Establishment, environmental quality, hot, arid, comfort

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	18
-----------------------	----

Premier chapitre.

RECHERCHE THEMATIQUE

INTRODUCTION	21
I. L'ANALYSE DES EXEMPLES	22
I. 1. EXEMPLE 1	22
I. 1.1. FICHE TECHNIQUE	22
I. 1.2. IMPLANTATION ET ORIENTATION	22
I. 1.3. ORGANISATION DU PROJET	23
I. 1.4. OPTIMISATION ENERGETIQUE	24
I. 1.5. MATERIAUX DE CONSTRUCTIONS	25
I. 2. EXEMPLE 2	26
I. 2.1. FICHE TECHNIQUE	26
I. 2.2. IMPLANTATION ET ORIENTATION	26
I. 2.3. ORGANISATION DU PROJET	27
I. 2.4. OPTIMISATION ENERGETIQUE	28
I. 2.5. MATERIAUX DE CONSTRUCTIONS	29
I. 3. EXEMPLE 3	29
I. 3.1. FICHE TECHNIQUE:	29
I. 3.2. IMPLANTATION ET ORIENTATION	30
I. 3.3. ORGANISATION DU PROJET	30
I. 3.4. OPTIMISATION ENERGETIQUE	30
I. 3.5. MATERIAUX DE CONSTRUCTIONS	33
SYNTHESE	34

Deuxième chapitre.

RECHERCHE CONTEXTUELLE

INTRODUCTION	37
II. PRESENTATION DE LA VILE	37
III. L'ANALYSE CLIMATIQUE DE LA REGION	38
III. 1. LA TEMPERATURE	38

III.	2. LA PRECIPITATION	38
III.	3. HUMIDITE	39
III.	4. L'IRRADIATION SOLAIRE	39
IV.	ANALYSE DU SITE	40
IV.	1. CHOIX DU SITE:	40
IV.	2. SITUATION PAR RAPPORT A LA VILLE	41
IV.	3. ACCESSIBILITE	41
IV.	4. L'ORIENTATION	41
IV.	5. LES LIMITES	42
IV.	6.ÉLEMENTS EXISTANTS	42
IV.	7. LA MORPHOLOGIE DU TERRAIN	43
IV.	8. LES DONNES CLIMATIQUES	44
IV.	8.1. LES VENTS	44
IV.	8.2. L'ENSOLEILLEMENT	44
IV.	9. CADRE BATI ET PAYSAGE	45
IV.	10. BRUIT ET SECURITE	45
	SYNTHESE	46

Troisième chapitre.

RECHERCHE PROGRAMMATIQUE

	INTRODUCTION	49
V.	1. LE PROGRAMME QUALITATIF	49
V.	1.1. LES SALLES DE CLASSES	49
V.	1.2. LABORATOIRS	50
V.	1.3. ATELIERS	50
V.	1.4. LES CIRCULATIONS	51
V.	1.5. CDI : CENTRE DE DOCUMENTATION ET D'INFORMATION	51
V.	1.6. SALLE POLYVALENTE	52
V.	1.7. LES BUREAUX DE 'ADMINISTRATION	52
V.	1.8. LE FOYER DES ELEVES ET LES SALLES D'ACTIVITES	52

V.	1.9. LA COUR DE RECREATION	53
V.	1.10. LES SANITAIRES DES ELEVES	53
V.	1.11. PREAU - JARDIN	53
V.	1.12. LES ESPACES D'ACCUEIL	54
V.	1.13. LES PARVIS, ESPACES ACCUEILLANTS ET SECURISES	54
V.	1.14. LA SALLE D'EXPOSITION	55
V.	1.15. L'ESPACE SPORTIF	55
V.	2. LE PROGRAMME QUALITATIF	56
	SYNTHESE GENERALE	59

Quatrième chapitre.

APPROCHE ARCHITECTURALE

VI.	L'IDEE DE PROJET :	63
VII.	GENESE DU PROJET	64
VII.	1. LES COMPOSANTES MAJEURS DU SITE	64
VII.	1.1. LES LIGNES DE FORCES DU TERRAIN	64
VII.	2. ETAPE 1 : AFFECTATION DES GRANDES ENTITES SUR L'ASSIETTE	65
VII.	3. ETAPE 2 : LIER LA FORME A LA STRATEGIE CLIMATIQUE	65
VII.	4. ETAPE 3 : LE CHOIX D'ACCES	66
VII.	5. ETAPE 4 : FORMALISATION DU PROJET	67
VII.	6.ETAPE 6 : S'INTEGRER SUIVANT LA TOPOGRAPHIE DU TERRAIN	69
VII.	7. LA FINALISATION	71
VIII.	DIMENSION SPATIALE	72
VIII.	1. LA GEOMETRIE	72
VIII.	2. AFFECTATION DU PROGRAMME	72
VIII.	3. SYSTEME DISTRIBUTIF	74
VIII.	4. LA STRUCTURE	76
IX.	OPTIMISATION ENERGETIQUE :	77
IX.	1. ECLAIRAGE NATUREL	77

IX.	2. VENTILATION	78
IX.	3. PRODUCTION D'ENERGIE	78
X.	1'EXPRETION DES FACADES	79
IV.	1. LA GEOMETRIE	79
X.	2. LA FUSION	79
X.	3. PRESENTATION DU PROJET EN IMAGE	80
CONCLUSION GENERALE		89

CINQUIEME CHAPITRE. LE CONFORT VISUEL

INTRODUCTION GENERALE	91
1-PROBLEMATIQUE	92
2-HYPOTHESE	92
3-STRUCTURE DE RECHERCHE	93

PREMIERE PARTIE

INTRODUCTION	94
XI. L'ECLAIRAGE NATUREL DANS LE BATIMENT	94
XI. 1. DEFINITION :	94
XI. 2. A L'INTERIEUR D'UN LOCAL, LA LUMIERE NATURELLE PROVIENT DE TROIS COMPOSANTES	94
XII. TYPES D'ECLAIRAGE NATUREL	95
XII. 1. L'ECLAIRAGE LATERAL :	95
XII. 1.1. ÉCLAIRAGE UNILATERAL	95
XII. 1.2. L'ECLAIRAGE BILATERAL	95
XII. 1.3. L'ECLAIRAGE MULTILATERAL	95
XII. 2. L'ECLAIRAGE ZENITHAL	95
XII. 3. LE SECOND JOUR	95
XIII. PARAMETRES INFLUENÇANT L'ECLAIRAGE LATERA	96
XIII. 1. LES MASQUES D'OBSTRUCTION (INTERNES ET EXTERNES)	96

XIII.	2. L'OUVERTURE	97
XIII.	3. LA CONFIGURATION ARCHITECTURALE	102
XIII.	4. LES SURFACES INTERIEURES	102
	SYNTHESE	103

DEUXIEME PARTIE

XIV.	LE CONFORT VISUEL	104
XIV.	1. DEFINITION	104
XIV.	2. LE CONFORT VISUEL DANS LES SALLES DE CLASSE	104
XIV.	2.1. UN NIVEAU D'ECLAIREMENT APPROPRIE.	104
XIV.	2.2. UNE UNIFORMITE DE L'ECLAIRAGE	105
XIV.	2.3 UN RENDU DES COULEURS CORRECT ET UNE LUMIERE AGREABLE	105
XIV.	2.4. L'EBLOUISSEMENT	105
XV.	QUANTIFICATION ET LA MESURE DE LA LUMIERE	107
XV.	1. LE FLUX LUMINEUX (Φ)	107
XV.	2. L'INTENSITE LUMINEUSE (I)	107
XV.	3. L'ECLAIREMENT	107
XV.	4. LA LUMINANCE	107
XV.	5. LE FACTEUR DE LUMIERE DU JOUR (FJ)	107

TROISIEME PARTIE

	INTRODUCTION	108
XVI.	VALIDATION NUMERIQUE DU CONFORT VISUEL :	108
XVI.	1. LES PARAMETRES DE LA SIMULATION :	108
XVI.	2. LES PARAMETRES A SIMULER	109
XVII.	ANALYSE DES RESULTATS	110
XVII.	1. EFFET DE L'ORIENTATION	110
XVII.	2. CAS INITIAL	111
XVII.	3. CAS AMELIORE 1	113

XVII.	4. CAS AMELIORE 2	114
	SYNTHESE	120
	CONCLUSION GENERALE	121
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	

Liste des figures.

Premier chapitre.

Figure I. 01 : L'entrée de l'école	22
Figure I. 02 : Plan de masse	22
Figure I. 03 : Plan rez-de-chaussée	23
Figure I. 04 : Couloirs de circulation et patios orientés pour être ventilés	23
Figure I. 05 : plan	24
Figure I. 06: Coupe A	24
Figure I. 07 : Les cheminées solaires	25
Figure I. 08 : Détails de construction	26
Figure I. 09 : Parcours couvet	26
Figure I. 10 : Plan de masse	27
Figure I. 11 : Vue du sud	27
Figure I. 12 : Schéma de l'éclaire dans le couloir et dans les salles de classe	28
Figure I. 13 : Schéma de la ventilation dans le couloir et dans les salles de classe	28
Figure I. 14 : Vue sur l'école	29
Figure I. 15 : L'entrée principale	29
Figure I. 16 : Plan de masse	30
Figure I. 17 : Les brises soleil	31
Figure I. 18 : La lucarne bioclimatique dans le couloir entre les salles de classe	31
Figure I. 19 : Un bassin de rétention des eaux pluviales	32
Figure I. 20 : les poubelles dans les classes	32
Figure I. 21 : Les panneaux solaires	33

Deuxième chapitre.

Figure II. 01 : Situation géographique de Laghouat	37
Figure III. 02 : Les variations de la température en 2012	38
Figure III.03 : Les précipitations moyennes mensuelles en (mm) 2012	38
Figure III. 04 : L'humidité en 2012	39
Figure III 05 : L'irradiation solaire	39

Figure IV. 06 :	Plan cadastrale de la ville de Laghouat	40
Figure IV. 07 :	L'accessibilité	41
Figure IV. 08 :	L'orientation	41
Figure IV. 09 :	Délimitation du site d'intervention	41
Figure IV. 10 :	Les éléments existants	42
Figure IV. 11 :	La topographie du terrain	43
Figure IV. 12 :	La coupe topographique	43
Figure IV. 13 :	Les vues générales du terrain	43
Figure IV. 14 :	Les vents	44
Figure IV. 15 :	L'ensoleillement	44
Figure IV. 16 :	Vues sur le terrain	45
Figure IV. 17 :	Vue sur le terrain	45
Figure IV. 18 :	Les sources du bruit	45

Troisième chapitre.

Figure V. 01 :	Salle de classe	49
Figure V. 02 :	CDI	51
Figure V. 03 :	Salle polyvalente	52
Figure V. 04 :	Cour de récréation	53
Figure V. 05 :	Parvis extérieur	54
Figure V. 06 :	Parvis intérieur	54
Figure V. 07 :	Salle d'exposition	55
Figure V. 08 :	Salle de sport.	55

Quatrième chapitre.

Figure VI. 01 :	Vue sur le projet	63
Figure VII. 02 :	Les comparants du site	64
Figure VII. 03 :	Les lignes de forces	64
Figure VII. 04 :	Emplacement des entités majeures du projet	65
Figure VII. 05 :	Lier la forme à la stratégie climatique	65
Figure VII. 06 :	choix des accès du projet	66
Figure VII. 07 :	Formalisation du projet	67

Figure VII. 08 : La fragmentation	67
Figure VII. 09 : coupe schématique	68
Figure VII. 10 : L'alignement	68
Figure VII. 11 : S'intégrer suivant la topographie	69
Figure VII. 12 : Coupe schématique	69
Figure VII. 13 : Coupe schématique	70
Figure VII. 14 : Coupe schématique	70
Figure VII. 15 : La finalisation	71
Figure VII. 16 : Plan de masse	71
Figure VIII. 17 : La géométrie	72
Figure VIII. 18 : Plan rez-de-chaussée	73
Figure VIII. 19 : Plan 1^{er} étage	73
Figure VII. 20 : Les parcours au 1^{er} niveau	74
Figure VII. 21 : Les parcours au 2^{eme} niveau	75
Figure VII. 22 : La structure	76
Figure IX. 23 : Schéma de l'éclaire dans le couloir et dans les salles de classe (étage), et laboratoire (RDC)	77
Figure IX. 24 : Schéma de l'éclairage dans le couloir et dans les salles de	77
Figure IX. 25 : Schéma de la ventilation dans le couloir et dans les salles de classe.	78
Figure IX. 26 : panneaux solaires	78
Figure X. 27 : La façade principale	79
Figure X. 28 : La façade principale	79
Figure X. 29 : Vue sur la façade ouest	79
Figure X. 30 : Les brises soleil verticaux	80
Figure X. 31 : Vue sur la façade Sud	60
Figure X. 32: Les brises soleil horizontaux, et l'élément vertical	81
Figure X. 33 : Vue générale sur le projet	82
Figure X. 34 : Entrée principale	82
Figure X. 35: Vue générale sur le projet	82
Figure X. 36: Vue sur la cour de récréation	83
Figure X. 37: vue sur le foyer	84
Figure X. 38: vue sue la cour de récréation	84
Figure X. 39: vue sur la cour et les passerelles	85

Figure X. 40: Vue sur les passerelles	85
Figure X. 41: Vue générale sur le projet, côté Nord	86
Figure X. 42: vue sur les fenêtres orientées au Nord	86
Figure X. 43: Le plateau sportif, gradin, et salle de sport	87
Figure X. 44: Vue générale sur le projet, côté ouest	87
Figure X. 45: Les logements de fonction	87

CINQUIEME CHAPITRE.

PREMIERE PARTIE

Figure XI. 01 : l'éclairage naturel dans le bâtiment	94
Figure XIII . 02: L'influence des composantes de l'espace architectural sur la captation et la propagation des apports lumineux.	96
Figure XIII. 03 : Influence des masques externes sur le comportement lumineux d'un espace	96
Figure XIII. 04 : Influence des masques externes sur le comportement lumineux d'un espace	97
Figure XIII. 05 : Rapport entre le taux d'ouverture et la moyenne d'éclairement obtenue	98
Figure XIII. 06 : Influence du rapport de proportion sur le comportement d'une ouverture	98
Figure XIII. 07 : La position de l'ouverture	99
Figure XIV. 08 : Distance de pénétration adéquate de la lumière	100
Figure XIV. 09 : types de light shelf	100
Figure XIV. 10 : types de light shelf	101
Figure XV. 11 : Second-jours	101
Figure XVI. 12 : Sheds verticaux	101
Figure XVII. 13 : Influence du rapport largeur/profondeur sur le comportement lumineux d'un espace	102
Figure XVIII. 14 : La clarté des parois et sur la propagation et la diffusion de la lumière	102

DEUXIEME PARTIE

Figure XV. 15 : Types de grandeurs photométriques	107
Figure XV. 16 : Le facteur de lumière du jour	107

Liste des tableaux.

Troisième chapitre.

Tableau V.01 : Le programme quantitatif de l'entité pédagogique	56
Tableau V. 02 : Le programme quantitatif de l'entité administrative	56
Tableau V. 03 : Le programme quantitatif de l'entité sport et loisir	57
Tableau IV. 04 : Le programme quantitatif de l'entité logements	57
Tableau IV. 05 : Le programme quantitatif de l'entité annexe	57

INTRODUCTION

« *Nous n'héritons pas la terre, nous l'empruntons à nos enfants* ». Antoine de St Exupéry

Cette formule résume de façon saisissante la responsabilité qui pèse sur chacun de nous de promouvoir un développement durable, comme un mode de développement qui satisfait les besoins des populations d'aujourd'hui, sans compromettre la satisfaction des besoins des générations future. Il recouvre des préoccupations sociales, économiques et environnementales.

Les établissements scolaires représentent une large part du patrimoine des collectivités territoriales. Selon le Comité 21, "l'école constitue le premier lieu d'apprentissage des valeurs du développement durable". Afin d'être des outils pédagogiques efficaces et de remplir leur mission, ces bâtiments où les élèves doivent passer de très nombreuses heures, doivent offrir un confort important tant sur la qualité des espaces intérieurs, extérieurs, de la relation avec l'environnement, de confort visuel, acoustique, thermique et enfin de qualité de l'air.

Dans le secteur du bâtiment, les exigences du développement durable doivent se traduire par la conception et la réalisation des bâtiments dits de bonne qualité environnementale, c'est-à-dire de bâtiment à la fois respectueux de leur environnement naturel et leur environnement humain.

Dans ce contexte, un établissement scolaire conçu, réalisé et géré selon une démarche de qualité environnementale est d'abord un bâtiment qui possède les qualités et fonctionnalités courantes d'un bâtiment conçu sans ce type de préoccupation : qualité architecturale, qualité d'usage, performance technique, satisfaction d'exigences réglementaires.

PROBLEMATIQUE :

La ville de Laghouat se caractérise par son climat chaud et aride ; et par conséquent la qualité environnementale nécessite un confort intérieur particulier dans nos établissements scolaire, du point u vue énergétique à rendement plus élevé avantageux et, en offrant un meilleur milieu d'apprentissage ; pouvant s'avérer économique à construire aujourd'hui et à exploiter dans l'avenir ce qui nécessite une incidence bénéfique sur le bien être des élèves dans leur

- Comment produire une architecture qui appartient véritablement à un climat chaud et aride répondre aux enjeux environnementaux liés à la gestion du climat et son impact du bâtiment sur son site à l'aide des solutions technique simple et susceptible d'être utilisé sur place ?
- Comment peut-on concevoir les futurs espaces éducatifs pour qu'ils soient respectueux de l'environnement ?

STRUCTURE DU MEMOIRE :

Le présent mémoire se structure comme suite :

Chapitre I : Recherche thématique contient la lecture d'exemples répondant aux exigences énergétiques

Chapitre II : Recherche contextuel étude la zone d'intervention

Chapitre III : Recherche programmatique

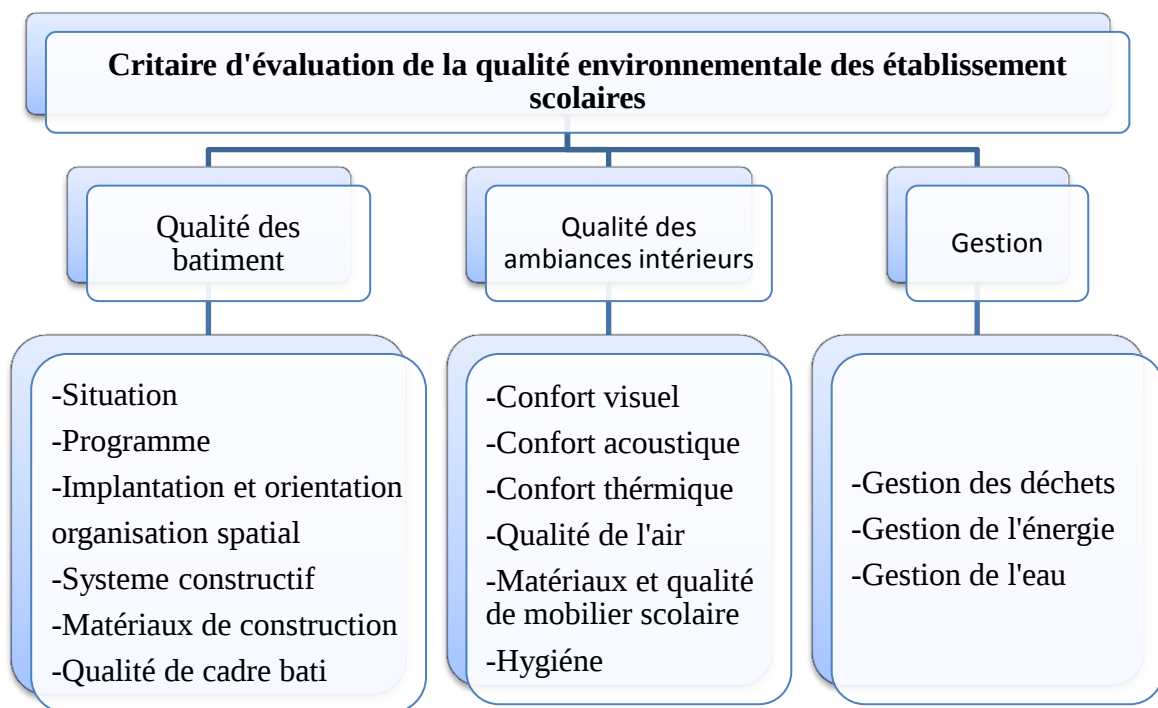
Chapitre IV : Approche architecturale, présente le projet architectural et les différents systèmes passifs.

Enfin, la conclusion générale.

INTRODUCTION

Avant d'établir le programme et d'entamer la phase architecturale de notre projet, il est impératif de faire une étude sur notre thème, une étude non pas théorique, mais une étude pratique d'exemples existants et bien réels afin de compléter nos informations et les données concernant ce type d'équipements.

D'autre part, elle permet d'élaborer à travers l'étude d'exemples, une synthèse sur le thème choisi ensuite le conceptualiser.



I. L'ANALYSE DES EXEMPLES

I. .1. EXEMPLE 1(Source : archnet.org)

I. 1.1. FICHE TECHNIQUE :

Projet: école Charles de Gaulle
Localisation: Damas, Syrie
Climat: semi-aride (sec et presque désertique)
Architecte: Yves Lion
Année: 2008
Superficie: totale 10 420 m², bâti 4 995 m²
Capacité: 900 élèves.



Figure I. 01 : L'entrée de l'école
(Source: architopik.lemoniteur.fr).

I. 1.2. IMPLANTATION ET ORIENTATION:

Projet d'architecture autant que de paysage, l'équilibre est assuré par une répartition logique et étalée sur le terrain.

L'école est constituée d'un ensemble de pavillons entre cours et patios plantés.

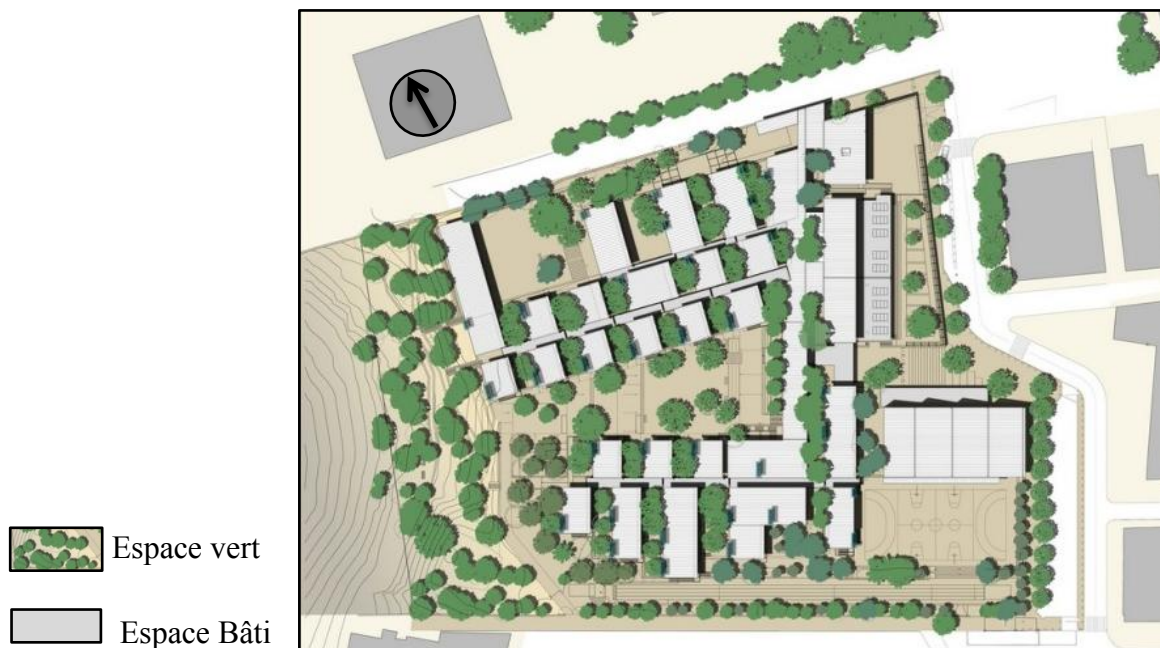


Figure I. 02 : Plan de masse (Source :samankargar.com)

I. 1.3. ORGANISATION DU PROJET :

Les bâtiments, de petite taille et bas, sont répartis de façon étalée sur le terrain et regroupés selon les grandes étapes de la scolarité (maternelle, primaire, collège, lycée).

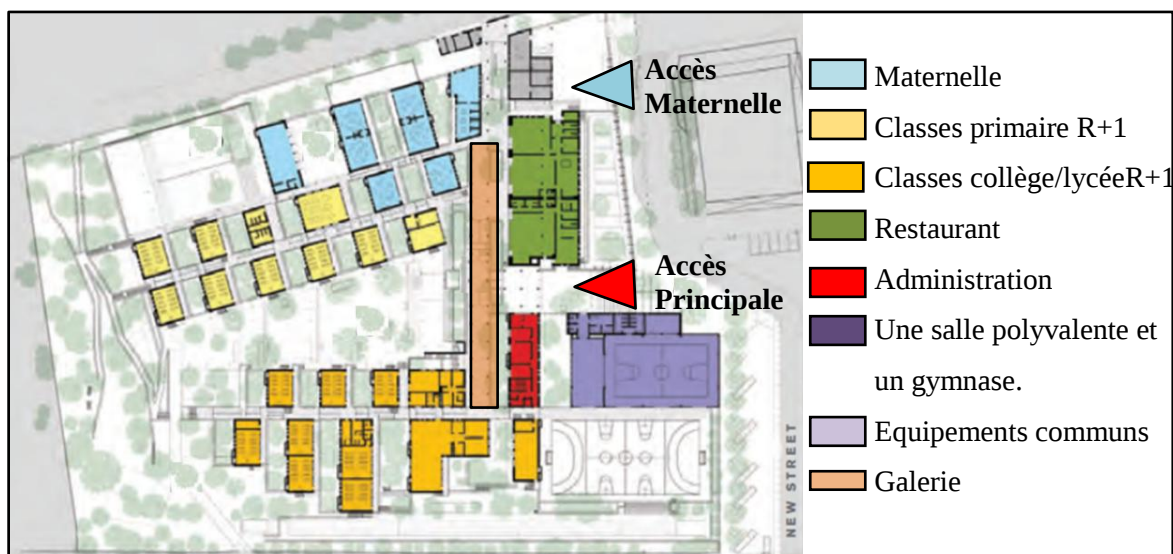


Figure I. 03 : Plan rez-de-chaussée (Source : archnet.org)

La grande galerie d'écrivant l'axe Nord Sud donne accès aux coursives couvertes (qui permettent de circuler à l'ombre), qui desservent les pavillons dans lesquels se trouvent les classes.



Figure I. 04: Couloirs de circulation et patios orientés pour être ventilés (Source: architopik.lemoniteur.fr).

I. 1.4. OPTIMISATION ENERGETIQUE :

I. 1.4.1. HIVER STRATEGIES :

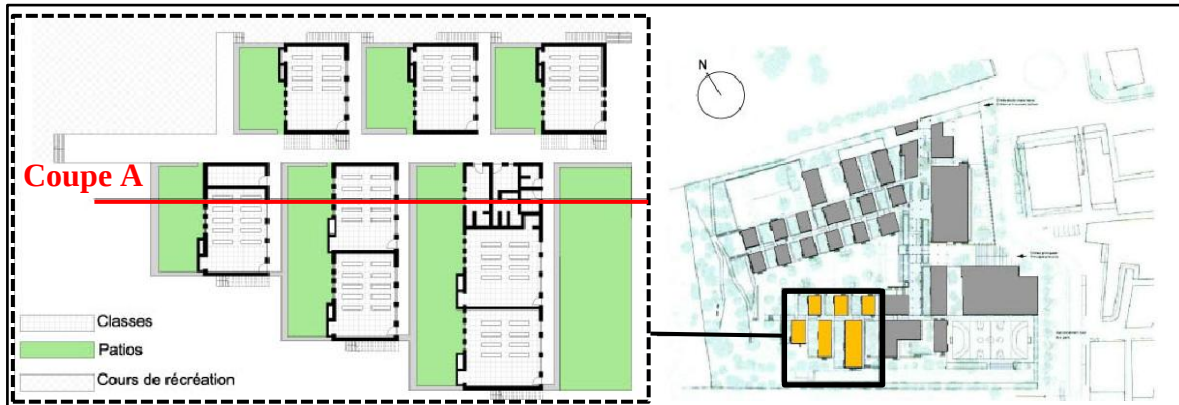


Figure I. 05 : plan (Source : archnet.org)

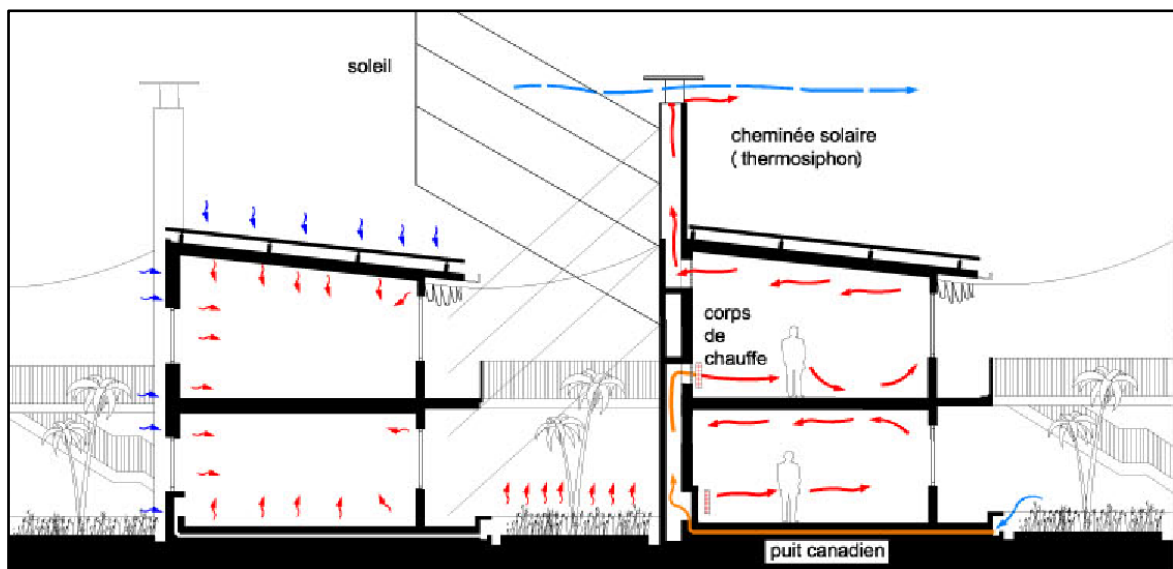


Figure I. 06 : Coupe A (Source : archnet.org)

Inertie :

Pendant la nuit tout est fermé (fenêtres, grilles d'aération) afin de minimiser les pertes thermiques.

La chaleur emmagasinée pendant la journée est conservée et sera redistribuée le jour suivant.

Ventilation :

En hiver l'air aspiré dans le patio est préchauffé grâce au passage dans la dalle de sol (puits canadien).

Il sera ensuite chauffé à l'entrée du local par les corps de chauffe.

En hiver, le soleil vient réchauffer les patios

I. 1.4.2.ÉTE STRATEGIES :

L'air des patios reste frais grâce à l'ombre des pare-soleil et à l'évapotranspiration des plantes dans les patios.

La cheminée solaire

La bonne circulation de l'air est assurée par des cheminées solaires équipées de plaques métalliques noires chauffées par le soleil (Située en partie haute du conduit, ces plaques provoquent l'ascension de l'air par tirage naturel).



Figure I. 07 : Les cheminées solaires
(Source: architopik.lemoniteur.fr).

I. 1.4.3. GESTION D'EAU :

Un bassin de récupération des eaux de pluie a été installé dans la partie basse du terrain et assure l'approvisionnement pour l'arrosage automatique

I. 1.5. MATERIAUX DE CONSTRUCTIONS :

- Matériaux à forte inertie : permet de résister (la fraîcheur ou La chaleur) stockée pendant la nuit durant la journée.
- Afin d'éviter les surchauffes : la toiture est ventilée par un vide d'air de 20 cm
- L'enduit blanc des murs et la sur-toiture en bac d'aluminium de couleur clair réfléchissent les rayons du soleil.

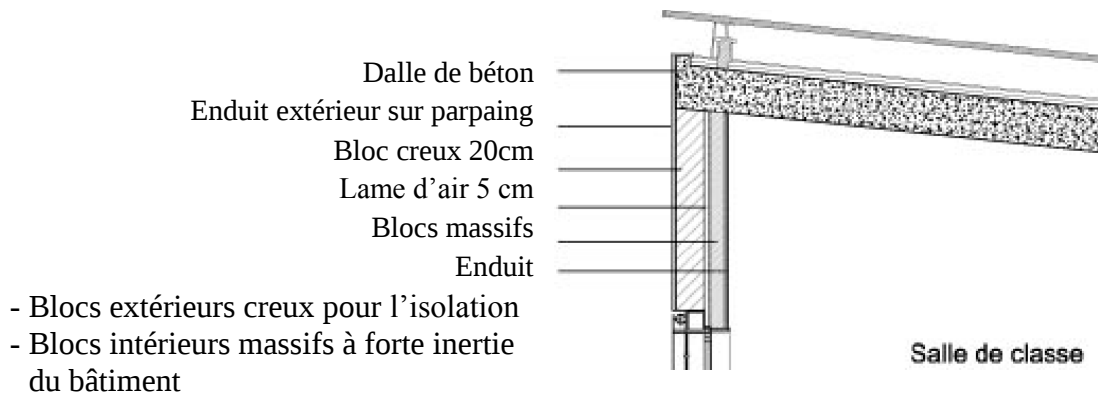


Figure I. 08 : Détails de construction (Source : archnet.org)

I. 2. EXEMPLE 2 (outilssolaires.com)

I. 2.1. FICHE TECHNIQUE:

Projet: pôle enfance bioclimatique

Localisation : perpignan, France

Climat : méditerranéen, les hivers y sont doux, les étés sont souvent chauds et secs

Architecte: Mimi tijoyas

Année : 2010

capacité: 288 enfants



Figure I. 09 : Parcours couvert
(Source :outilssolaires.com)

I. 2.2. IMPLANTATION ET ORIENTATION :

- Le terrain a une légère déclivité vers le Sud. C'est l'orientation principale choisie pour l'ensemble des quatre bâtiments qui sont implantés le plus loin possible de la route pour se prémunir du bruit de la circulation.
- Ainsi cette disposition permet la plantation des haies brise-vents au nord et à l'ouest comme protection à la tramontane.

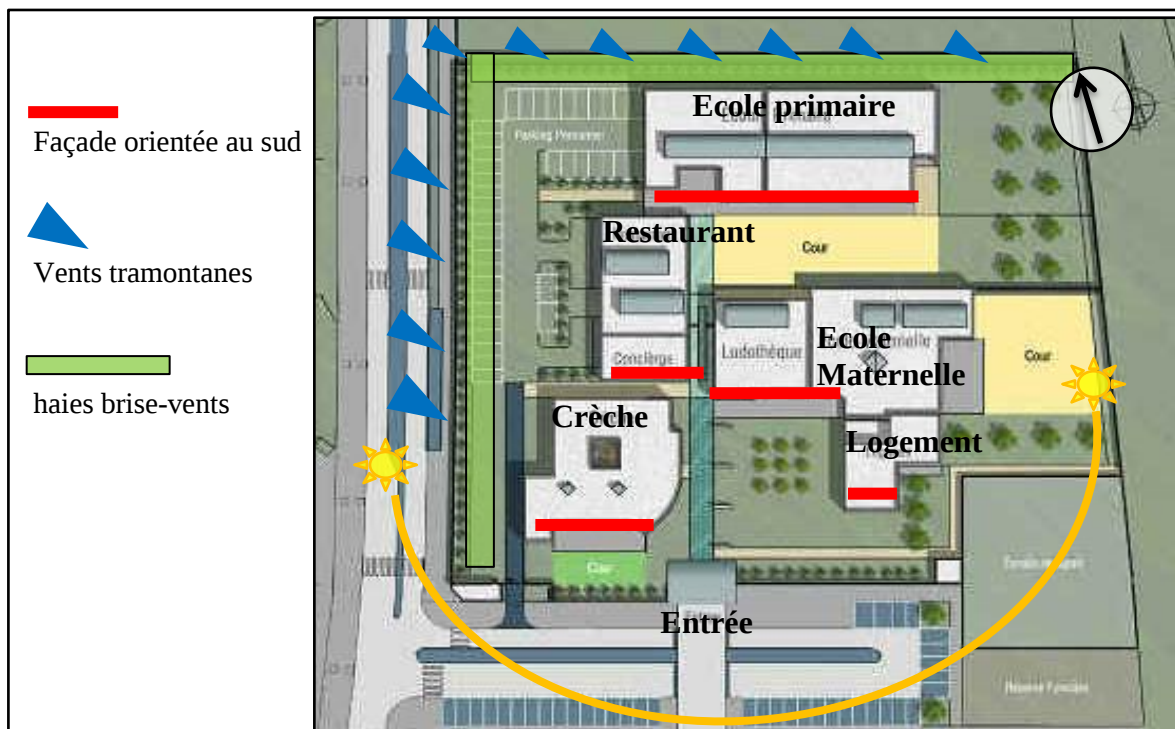


Figure I. 10 : Plan de masse (Source: outilssolaires.com)

I. 2.3. ORGANISATION DU PROJET :

L'accès principal est couvert par un auvent photovoltaïque qui marque le parti pris environnemental dès l'entrée.

On passe d'abord par la crèche, construite autour d'un patio central, ensuite l'école maternelle avec les locaux communs, bibliothèque et ludothèque, le restaurant scolaire et, enfin l'école primaire.



Figure I. 11 : Vue du sud (Source: outilssolaires.com)

I. 2.4. OPTIMISATION ENERGETIQUE :

I. 2.4.1. ECLAIRAGE NATUREL

L'orientation au sud est privilégiée avec de grandes baies protégées du rayonnement direct du soleil par un "auvent réflecteur" qui permet un éclairage optimal des salles de classes.

Les baies vitrées au nord sont conçues avec des allèges et des ouvertures en hauteur pour favoriser l'éclairage naturel.

Les "lucarnes bioclimatiques" tournent leur dos à la tramontane et s'ouvrent généreusement au soleil. Elles complètent le dispositif de l'éclairage naturel.

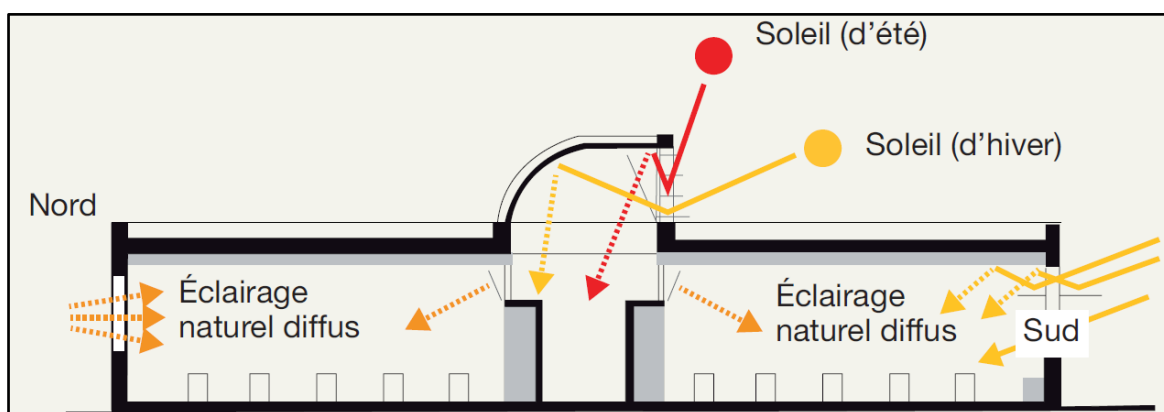


Figure I. 12 : Schéma de l'éclairage dans le couloir et dans les salles de classe
(Source: outilssolaires.com)

I. 2.4.2. VENTILATION :

Les lucarnes bioclimatiques permettent une excellente ventilation.

De plus, l'ouverture motorisée des fenêtres en imposte permet la ventilation des classes dans la journée et la sur-ventilation nocturne en période chaude. Ainsi, l'air frais nocturne est aspiré à travers le bâtiment par effet de cheminée.

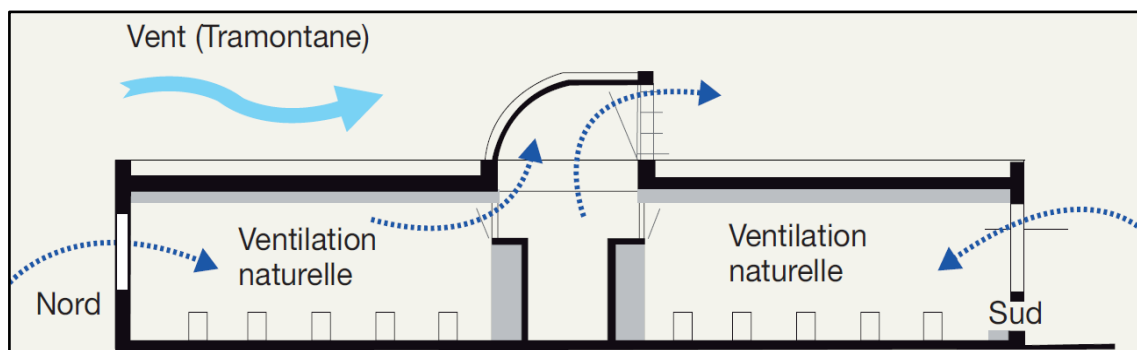


Figure I. 13: Schéma de la ventilation dans le couloir et dans les salles de classe
(Source: outilssolaires.com)



Figure I. 14: Vue sur l'école

(Source: outilssolaires.com)

I. 2.5. MATERIAUX DE CONSTRUCTIONS :

- La masse thermique des murs périphériques en brique mono mur (une brique isolante de terre cuite à forte inertie).
- L'enduit intérieur au plâtre permet une régulation hygrométrique.
- Les baies vitrées sont équipées de double vitrage à faible émissivité.
- Les sols sont soit en carrelage, soit en caoutchouc naturel pour des besoins d'affaiblissement acoustique.

I. 3. EXEMPLE 3 : (urbamet.documentation.developpement-durable.gouv.fr)

I. 3.1. FICHE TECHNIQUE:

Projet: Groupe scolaire Jean Mineur

Pays: France

ville: Valenciennes

Architecte: Olivier Parent

Année: 2006

Superficie: 4 880 m²

Capacité: 288 élèves.



Figure I. 15: L'entrée principale

(Source : urbamet.documentation.developpement-durable.gouv.fr)

I. 3.2. IMPLANTATION ET ORIENTATION :

- L'implantation des bâtiments prend en compte les nuisances sonores et l'ensoleillement
- L'entrée principale centrée par rapport aux différents points d'arrivée
- Des arbres à feuilles caduques et ombrage dense du côté sud-ouest afin d'assurer un bon confort thermique d'été et un apport thermique gratuit l'hiver.

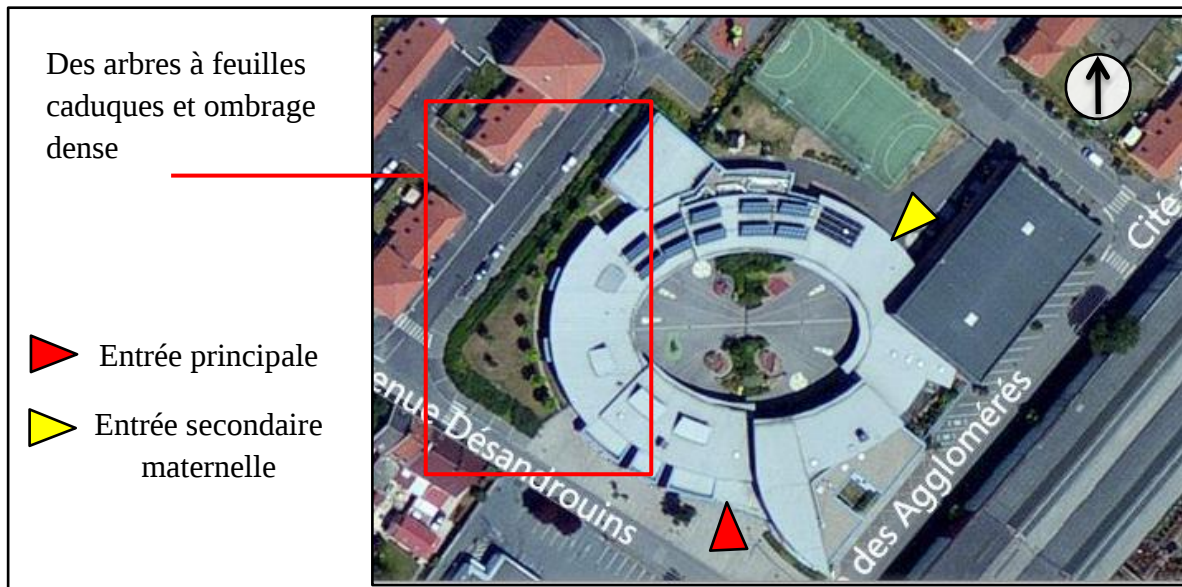


Figure I. 16: Plan de masse

(Source : urbamet.documentation.developpement-durable.gouv.fr)

I. 3.3. ORGANISATION DU PROJET :

La forme elliptique du bâtiment assure une excellente lisibilité :

- les liaisons entre tous les espaces sont réalisées grâce à un long couloir circulaire qui parcourt l'ensemble du bâtiment.
- au centre de l'ellipse, toutes les vues extérieures sont cachées.

I. 3.4. OPTIMISATION ENERGETIQUE :

I. 3.4.1.ÉCLAIRAGE NATUREL :

Eclairage naturel diffus dans le couloir et dans les classes : grâce à une bonne orientation, aux vitrages situés entre les couloirs et les salles de classe et à un large dimensionnement des menuiseries extérieures.

- Eblouissement évité par des débords de toit
- Brises soleils horizontaux pour les fenêtres orientées au Sud



Figure I. 17: Les brises soleil
(Source : urbamet.documentation.developpement-durable.gouv.fr)

I. 3.4.2. VENTILATION :

- Extraction d'air à travers les salles de classes par effet de cheminée
- L'ouverture en imposte permet la ventilation des classes

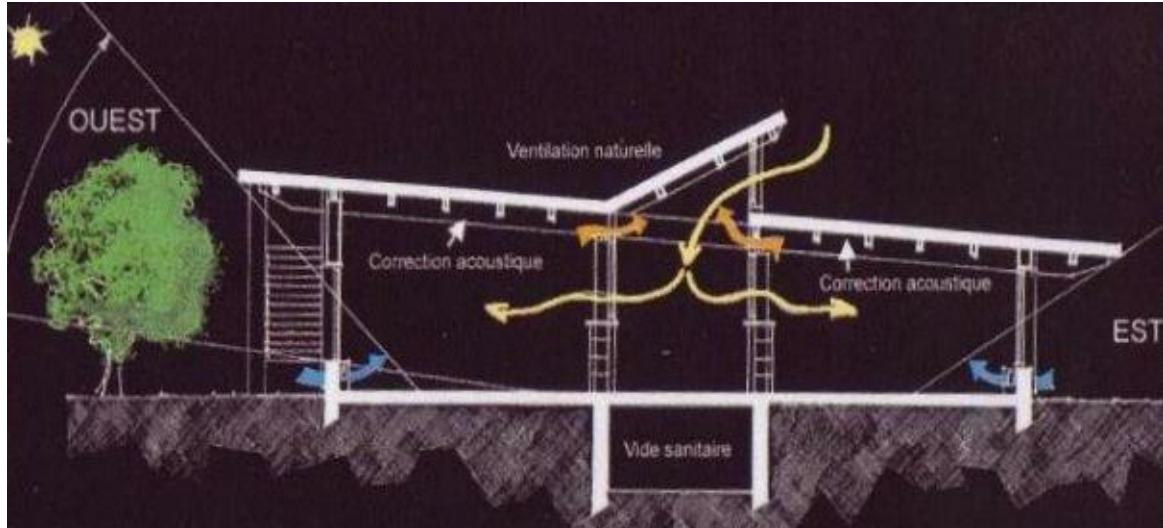


Figure I. 18: La lucarne bioclimatique dans le couloir entre les salles de classe
(Source : urbamet.documentation.developpement-durable.gouv.fr)

I. 3.4.3. GESTION DE L'EAU :

- Récupération des eaux de pluies (30 000 litres) pour l'alimentation des sanitaires et l'arrosage.
- Limitation des consommations d'eau par utilisation de chasses d'eau double effet, réducteurs de pression, détecteurs infra-rouge au niveau des urinoirs et des robinets.



Figure I. 19 : Un bassin de rétention des eaux pluviales

(Source : urbamet.documentation.developpement-durable.gouv.fr)

I. 3.4.4. GESTION DES DECHETS D'ACTIVITES :

L'école est équipée d'un local à poubelles adapté au tri sélectif ainsi que d'une aire de compostage des déchets verts.



Figure I. 20 : les poubelles dans les classes

(Source : urbamet.documentation.developpement-durable.gouv.fr)

I. 3.4.5. PRODUCTION D'ENERGIE :

- La production d'eau chaude sanitaire « solaire » : des panneaux solaires couvrent environ 50% des besoins en eaux chaude sanitaire
- Ces panneaux contiennent des cellules photovoltaïques qui permettent de capter la lumière du soleil, et ainsi de produire de l'énergie électrique.
- Une gestion technique centralisée (GTC) permet de suivre l'ensemble des consommations énergétiques de l'école.



Figure I. 21 : Les panneaux solaires

(Source : urbamet.documentation.developpement-durable.gouv.fr)

I. 3.5. MATERIAUX DE CONSTRUCTIONS :

- Les murs en Briques de terre cuite au système alvéolaire: structure naturelle abondante recyclable.
- Les murs ont un double revêtement aluminium et bois.
- Le sol est en Linoléum.
- Les fenêtres sont en double vitrage.
- Menuiseries bois-alu, pour éviter un entretien trop contraignant.
- Mise en place de faux plafonds acoustiques sur l'ensemble de l'école.
- Le mobilier de la cantine est insonorisé pour éviter l'agressivité des bruits de pieds de chaises sur le sol.

SYNTHESE:

A travers l'analyse des exemples précédents, on constate qu'une école doit répondre à plusieurs exigences techniques et fonctionnelles, citons parmi eux :

Implantation et orientation	• Planter le bloc pédagogique le plus loin possible de la route pour se prémunir du bruit de la circulation. • Végétation à feuillage caduc au Sud et à l'Est pour apporter un ombrage rafraîchissant, l'été, tout en laissant le soleil pénétrer, l'hiver. • Végétation à feuillage persistant au Nord et à l'Ouest en protection contre les vents dominants. • les bâtiments pédagogiques sont tout orientés Nord/Sud, pour faciliter la protection solaire et pour avoir un éclairage uniforme.
Organisation du projet	• Style architecturale : -Simple mais élégant et exprimant clairement son adaptation parfaite au milieu. -Forme des bâtiments, de préférence rectangulaire. • les liaisons entre tous les espaces sont réalisées grâce à des galeries, coursives couvertes et couloirs.
Optimisation énergétique	<u>Éclairage naturel:</u> • Eblouissement évité par des débords de toit, ou prévoir des protections solaires, mobiles à l'Est et à l'Ouest et fixes au Sud. • Brises soleils horizontaux pour les fenêtres orientées au Sud. • Les "lucarnes bioclimatiques" complètent le dispositif de l'éclairage naturel. • Capter la lumière directement par les vitrages ou par réflexion sur les parois et le sol (Étagère de lumière) <u>Ventilation :</u> • une bonne circulation de l'air doit assurer, par des cheminées solaires. ou par des lucarnes bioclimatiques.

	<u>Production d'énergie</u> • utilisation optimale des énergies renouvelables, limitations de la consommation d'énergie.
Matériaux de construction	• Utiliser les matériaux de construction produits à proximité, voire in situ, adaptés aux spécificités du lieu. • Favoriser l'utilisation de matériaux non polluants et recyclable • Matériaux à forte inertie. • La nature des revêtements influe sur la qualité de la lumière.

INTRODUCTION

Un collège respectueux de l'environnement que ce soit dans leur conception ou dans leur fonctionnement, est un projet parfaitement intégré à son environnement. Une telle intégration suppose impérativement une bonne et minutieuse analyse des caractéristiques de l'environnement du site.

Cette phase est une lecture du site qui nous permettra d'en faire ressortir les potentialités, les insuffisances, les avantages et les inconvénients qui vont servir de points d'appuis pour l'aboutissement à un projet intégré à son milieu urbain et paysager.

II. PRESENTATION DE LA VILE (wikipedia.org/wiki/Wilaya_de_Laghouat)

La ville de Laghouat est située au piedmont de l'Atlas Saharien à une altitude moyenne de 750 mètres à l'intersection de deux axes structurants la RN 1 et la RN 23. Elle est défini par les coordonnées (latitude 32° 55' N et longitude 2° 30'). Le relief de la région est en général plat à pente moyenne et faible de 0,1% à 4 %.

La ville de Laghouat est limitée au Nord par le chaînon montagneux de Dakhla et Djebel Lahmar, et par Djebel Kheneg au sud-ouest, par le sud le plateau saharien.

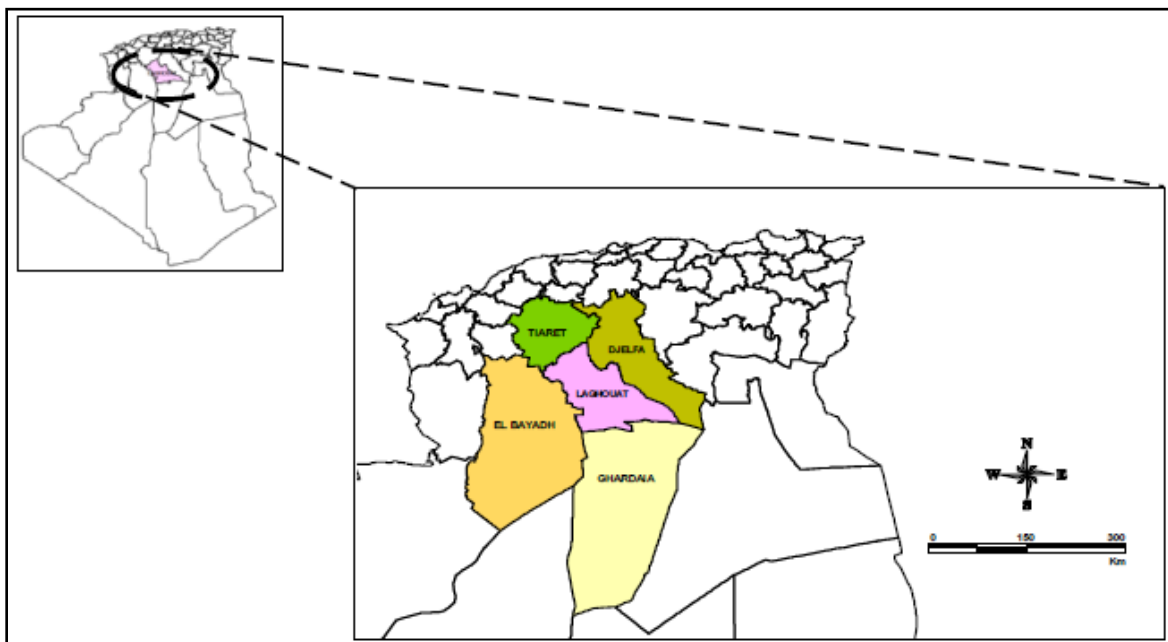


Figure II. 01 : Situation géographique de Laghouat
(Source: www.algerie-monde.com)

III. L'ANALYSE CLIMATIQUE DE LA REGION

III. 1. LA TEMPERATURE

Le climat désertique de Laghouat se caractérise par une période chaude et une période froide. Les écarts de température entre le jour et la nuit sont importants.

La Figure III.02 montre les variations de la température durant l'année 2012, on note :

- La moyenne mensuelle des maximaux est de 40.6 °C, enregistrée au mois de juillet.
- La moyenne mensuelle des minimaux est de -0.1 °C, enregistrée au mois de février.

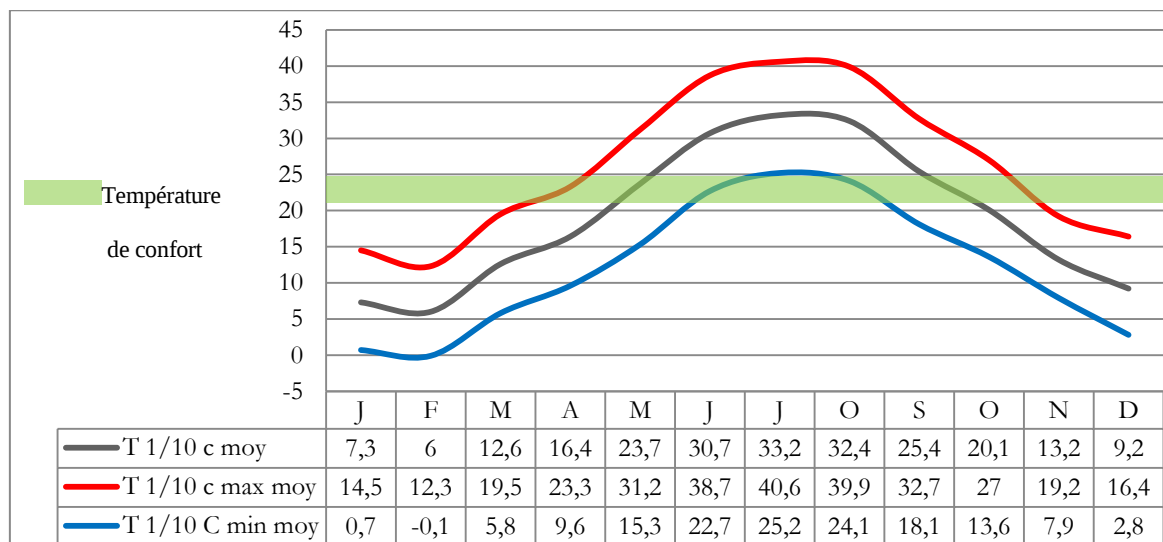


Figure III.02 : Les variations de la température en 2012

(Source : la station météorologique de Laghouat)

III. 2. LA PRECIPITATION

Le climat est de type saharien et aride.

Les précipitation sont faibles et irréguliers (Précipitation annuelle : 133,9mm/an).

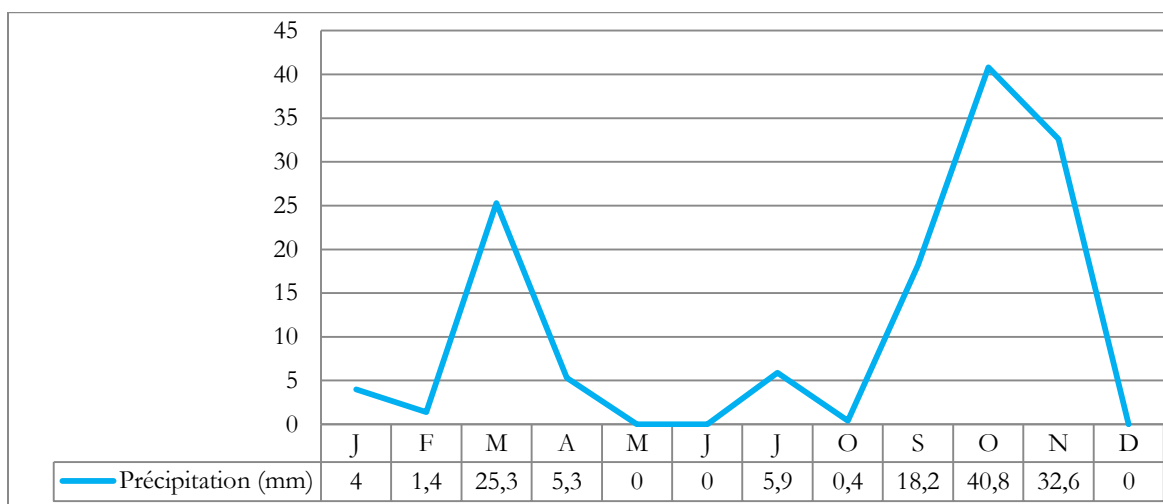


Figure III.03 : Les précipitations moyennes mensuelles en (mm) 2012

(Source : la station météorologique de Laghouat)

III. 3. HUMIDITE

Le plus haut taux d'humidité (73%) pendant le mois de novembre et le plus bas (25%) pendant les mois de juillet et aout



Figure III.04 : L'humidité en 2012(Source : la station météorologique de Laghouat)

III. 4. L'IRRADIATION SOLAIRE

L'irradiation solaire est maximale aux mois d'été (Azimut : 33°), et minimale durant les mois d'hiver (Azimut : 33°)

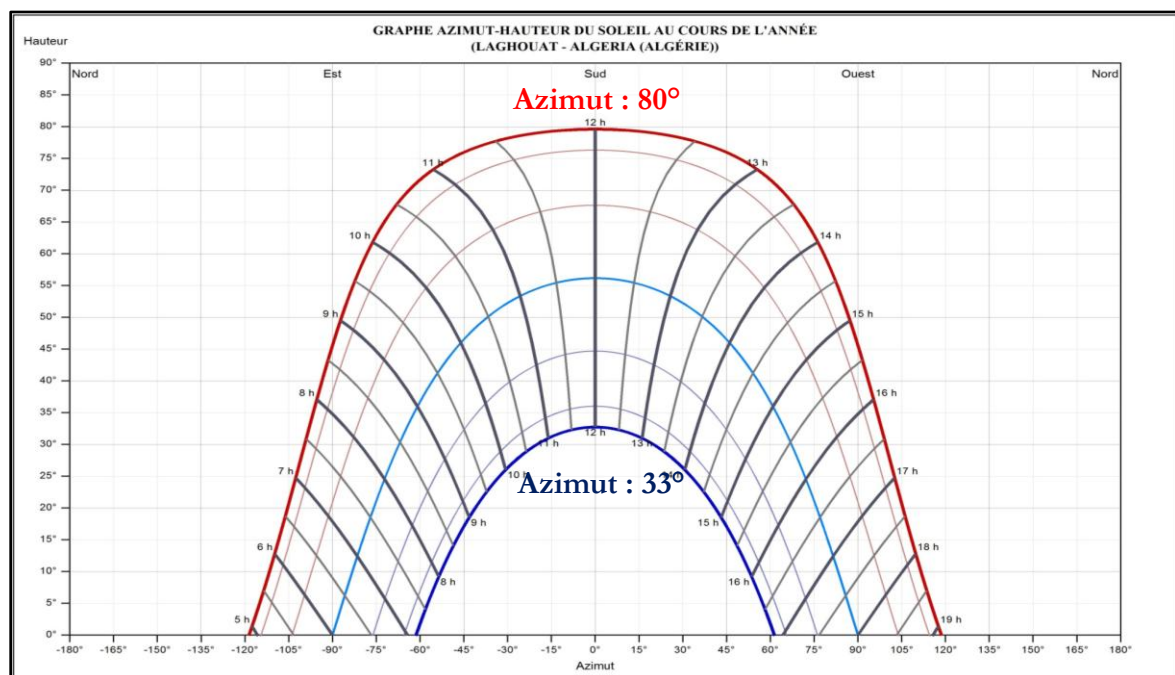


Figure III.05 : Diagramme solaire (Source : Logiciel Shadows Pro)

IV. ANALYSE DU SITE

IV. 1. CHOIX DU SITE :

Le choix du terrain est un élément extrêmement important pour la réussite d'un projet de construction scolaire, tant du point de vue économique que de la qualité de la réalisation. Pour ce faire, les éléments suivant sont prises en compte :

- La distribution des écoles (planification urbaine) :

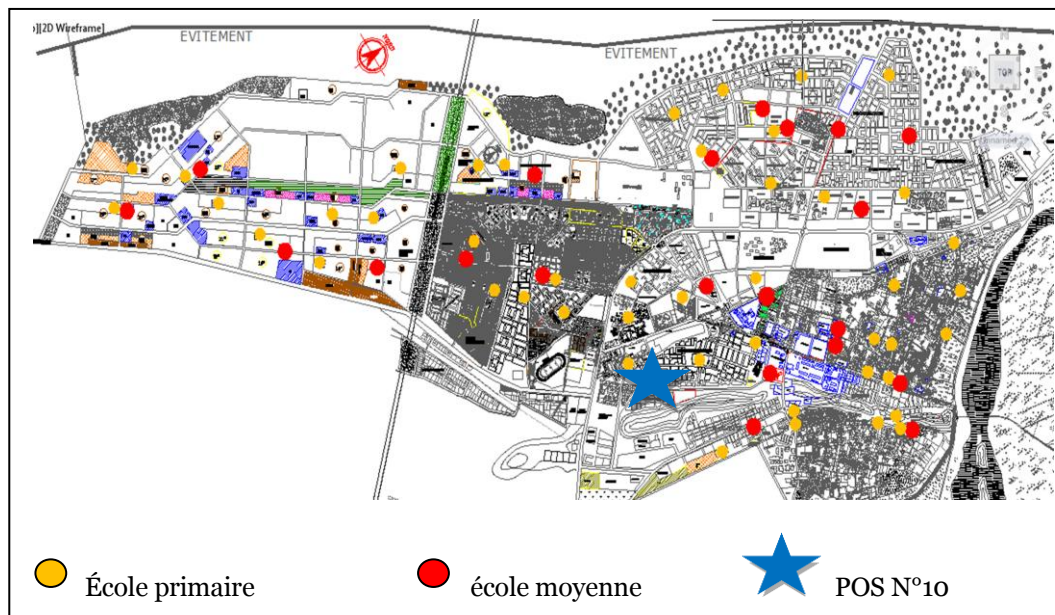


Figure IV. 06 : Plan cadastrale de la ville de Laghouat

(Source : PDAU de la commune de Laghouat).

- zone en conformité avec le plan d'urbanisme : notre choix s'est porté sur le POS 10 (tranche 3) d'El Maamourah, situé dans la façade principale de la voie .à proximité de cité EL Moudjahidine, il est proposé pour l'habitat et d'équipements publics.

- autres appuis qui ont renforcé notre choix de ce terrain sont :

- ✓ accessible aux véhicules, mais à l'écart des grandes voies de circulation;
- ✓ hors des zones de nuisances industrielles;
- ✓ hors des zones traversées par des lignes à haute tension;
- ✓ à proximité des réseaux (eau, égouts, électricité);
- ✓ à proximité de l'habitat (quartier Maamourah et El Moudjahidine), et deux écoles primaires;
- ✓ possibilité d'extension.

IV. 2. SITUATION PAR RAPPORT A LA VILLE :

Le site est situé au pied de la montagne (Djebel de Tizigharine ou Rocher des Chiens), au sud de la ville à droite de la route nationale n°1

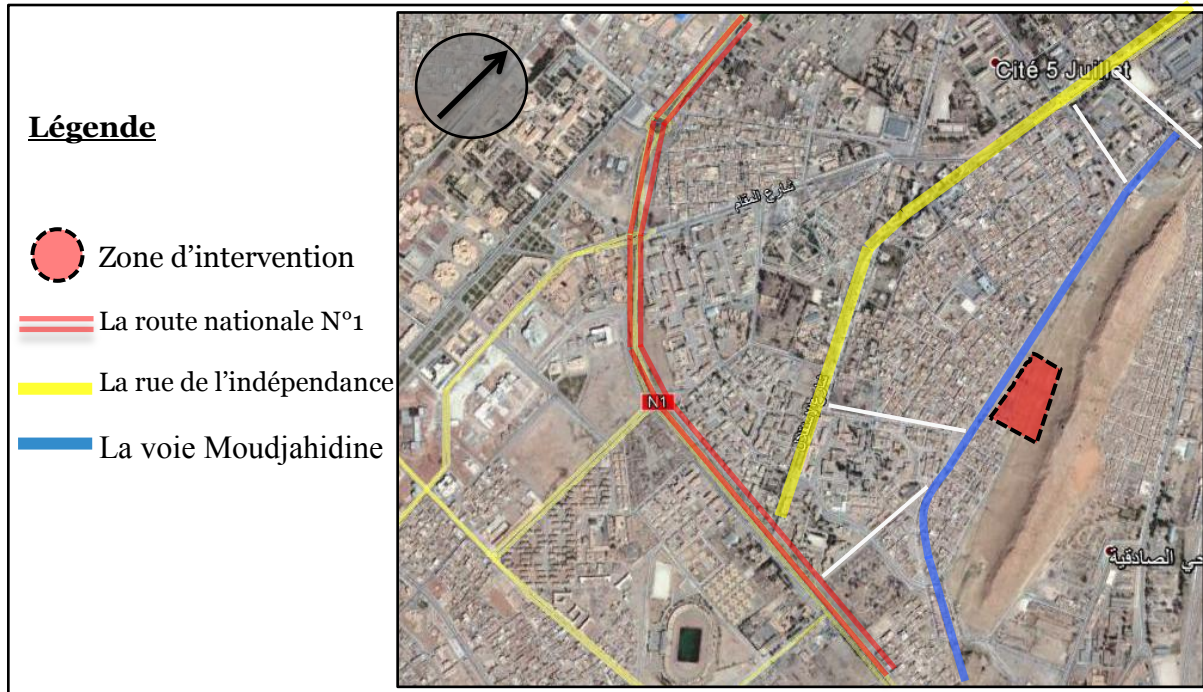


Figure IV. 07 : L'accessibilité (Source : Google Earth).

IV. 3. ACCESSIBILITE

Le site d'intervention est accessible par RN1 et par la rue de l'indépendance

IV. 4. L'ORIENTATION

Le terrain est orienté vers le N-O, Il est en alignement par rapport à la voie principale

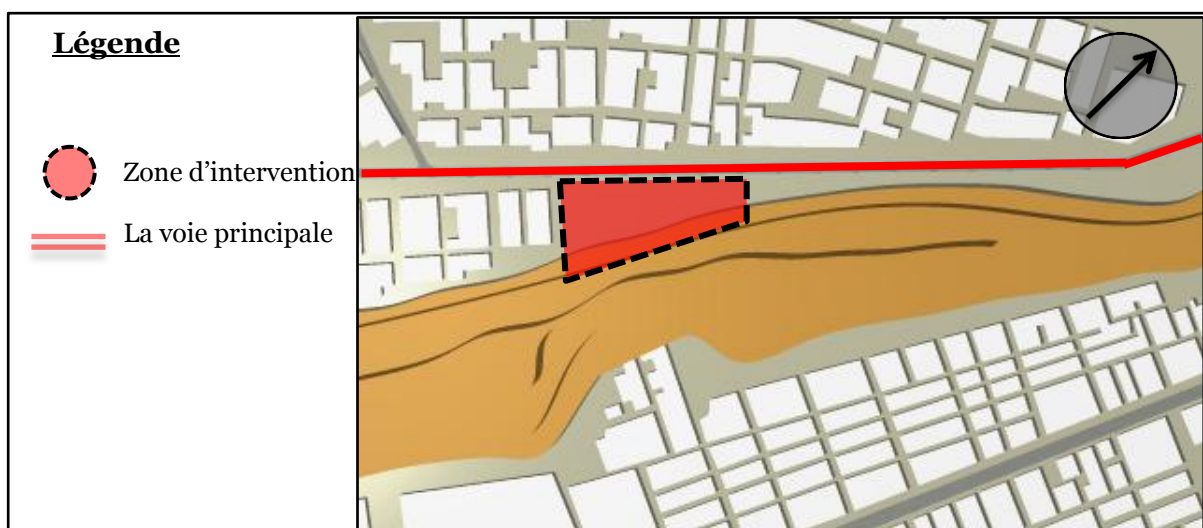


Figure IV. 08 : L'orientation (Source : Auteurs)

IV. 5. LES LIMITES :

Le site est limité par :

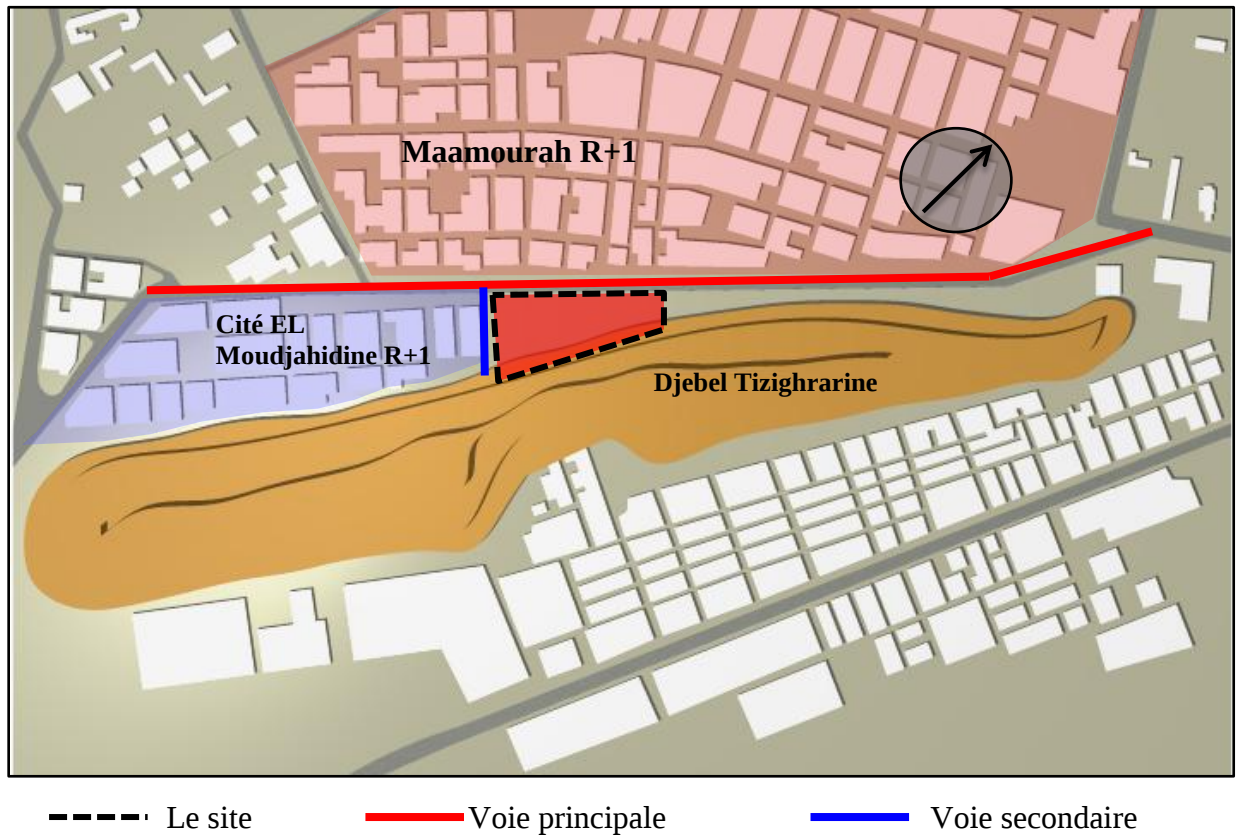


Figure IV. 09 : Délimitation du site d'intervention (Source : Auteurs).

IV. 6. ÉLÉMENTS EXISTANTS

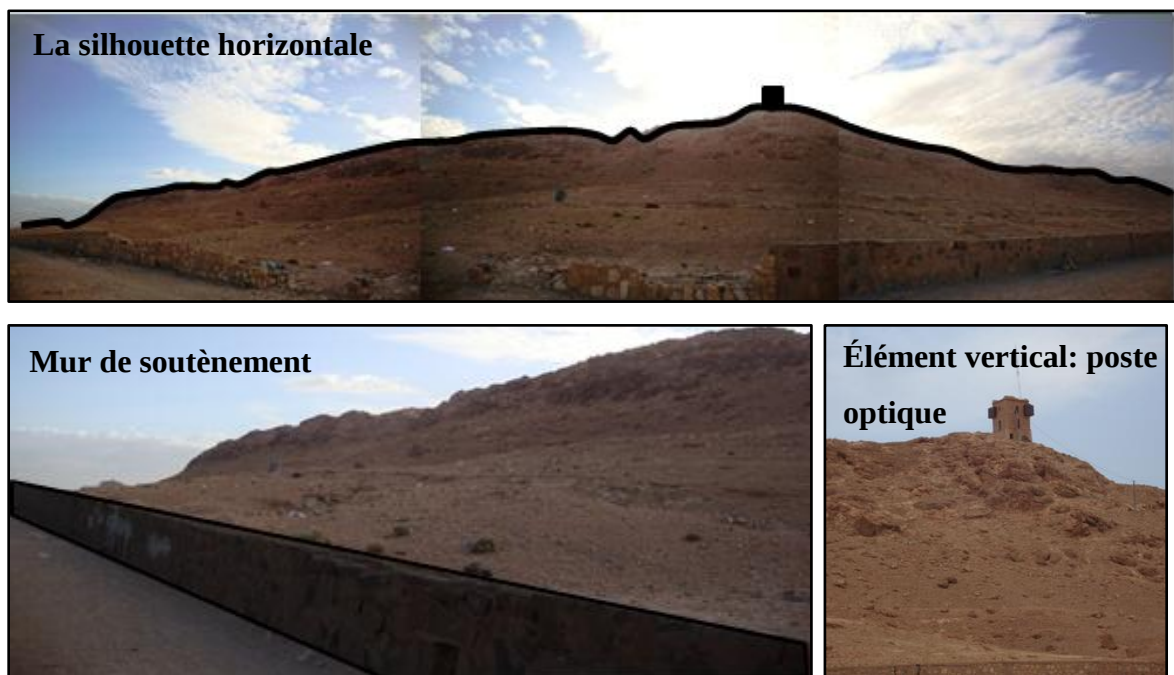


Figure IV. 10 : Les éléments existants (Source : Auteurs).

IV. 7. LA MORPHOLOGIE DU TERRAIN

Le site présente un relief en pente, il est caractérisé par :

- Une topographie régulière : une pente relativement importante descendant dans le sens est-ouest ;
- Le terrain a une forme trapézoïdale.

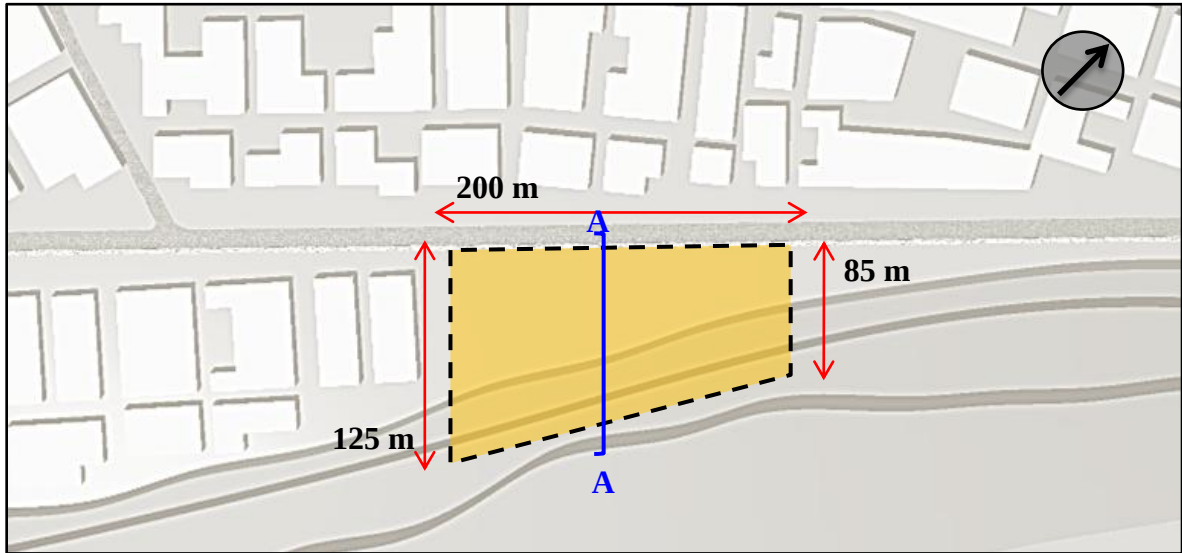


Figure IV. 11 : La topographie du terrain (Source: Auteurs).

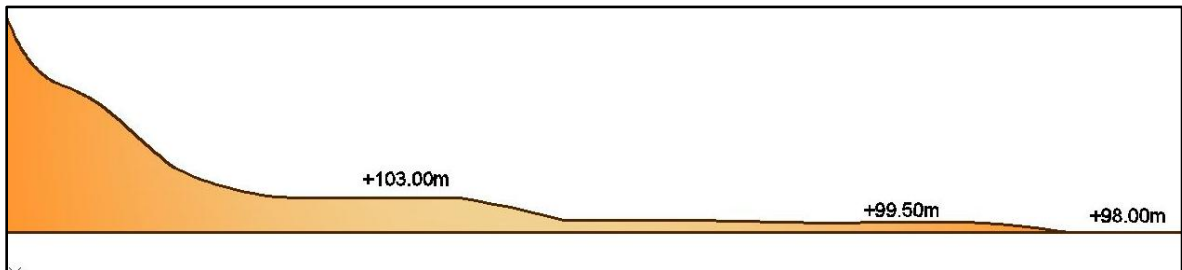


Figure IV. 12 : La coupe topographique (Source : Auteurs).



Figure IV. 13 : Les vues générales du terrain (Source : Auteurs).

IV. 8. LES DONNEES CLIMATIQUES:

IV. 8.1. LES VENTS

Les vents dominants sont de direction Sud-Ouest, les vents froids sont de direction Nord-Ouest, et les vents d'été viennent du Sud-Est.

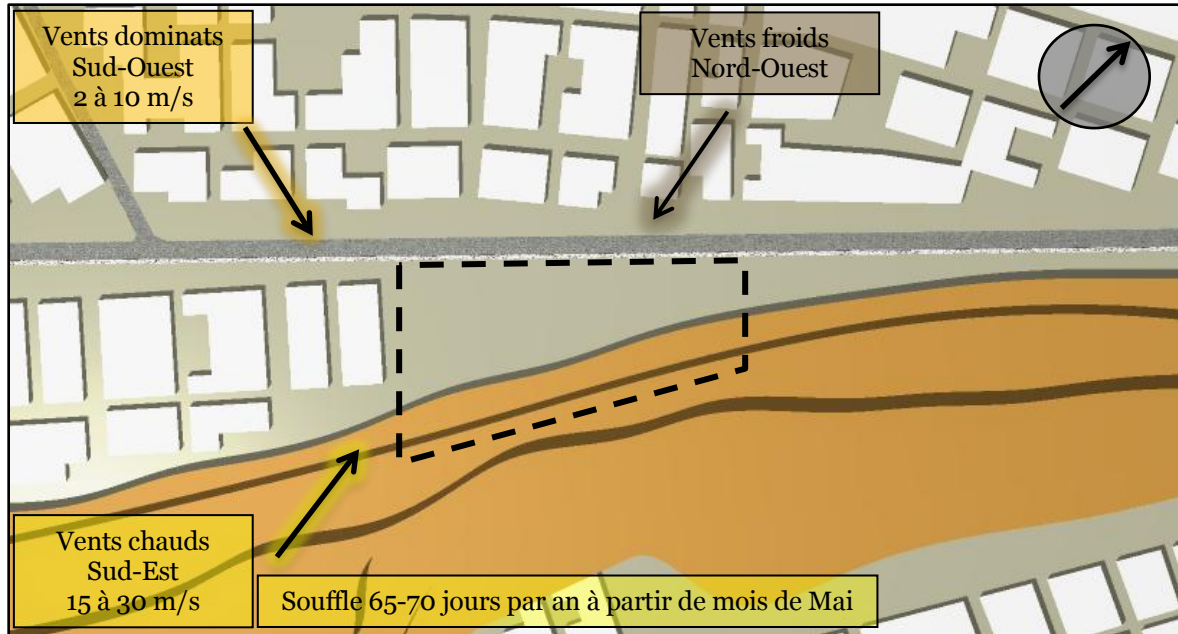


Figure IV. 14 : Les vents (Source : Auteurs).

Le terrain est exposé aux vents dominant et froid à cause de son relief assez élevé par rapport à la ville. Et protégé naturellement par Djebel de Tizigharine aux vents chauds.

IV. 8.2. L'ENSOLEILLEMENT

Bonne ensoleillement dans toute la période de l'année.

Le terrain est ensoleillé pendant les différentes heures de la journée.

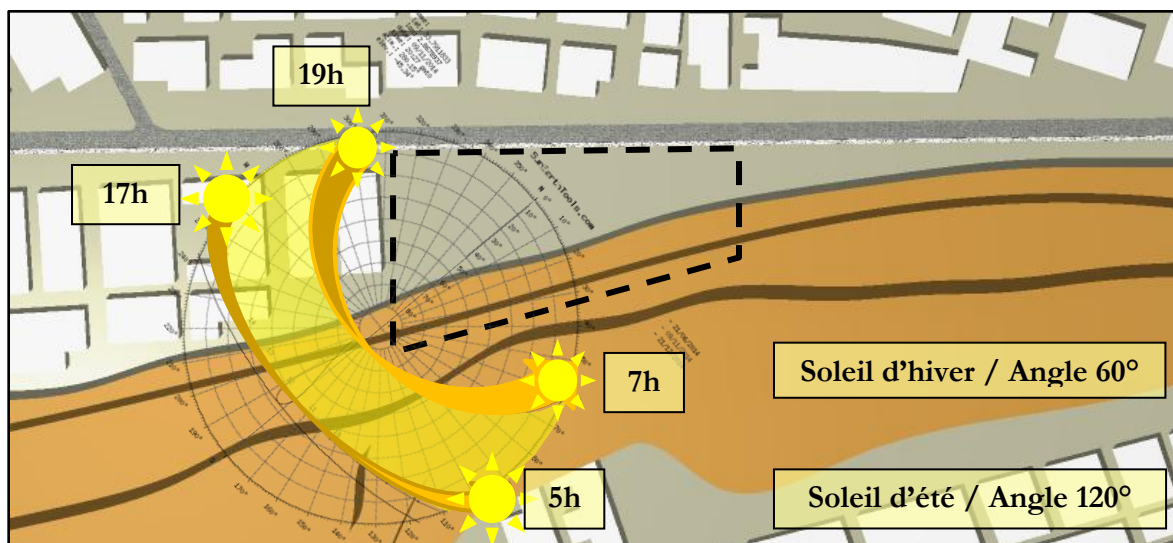


Figure IV. 15 : L'ensoleillement (Source : Auteurs).

IV. 9. CADRE BATI ET PAYSAGE

Un ensemble des maisons basses caractérisées par des façades aveugles sans identité architecturale.

Le gabarit est varié entre RDC et R+1 de l'habitat individuel.



Figure IV.16 : Vues sur le terrain (Source : Auteurs).



Figure IV.17 : Vue sur le terrain (Source : Auteurs)

IV. 10. BRUIT ET SECURITE

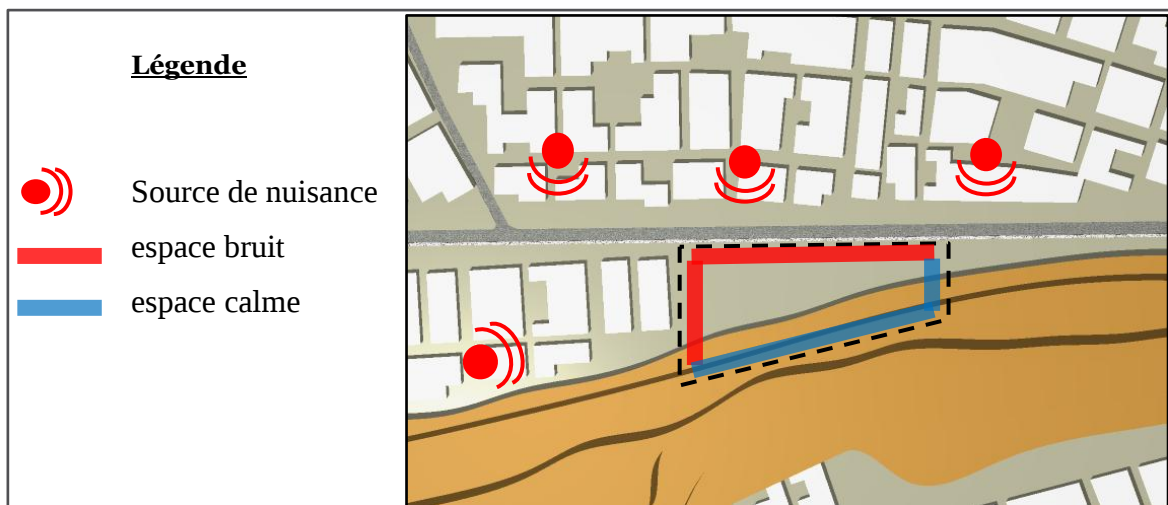


Figure IV.18 : Les sources du bruit (Source : Auteurs)

SYNTHESE:

	LE SITE D'INTERVENTION
Accessibilité	• Bénéfice d'une bonne accessibilité à partir la route nationale N°1 et la rue de l'indépendance • sa position permet une grande perméabilité par rapport aux réseaux du transport
Les limites	• Le site est limité naturellement par Djebel Tisghrarine et possède la possibilité d'extension future.
La morphologie du terrain	• <u>Implantation</u> Le sens du bâtiment peut être parallèle ou perpendiculaire aux courbes de niveau selon : accès, accessibilité, orientations, vues. <u>Une bonne approche de la situation et des travaux à prévoir</u> Plantation pour retenir les terres Drain de recueillement des eaux de ruissellement Plantation en gradin

Les données climatiques	<u>Les vents :</u> Le site est exposé aux vents (dominats et froids) à cause de son relief assez élevé par rapport à la ville. Le site est protégé contre les vents chauds par Djebel de tizighrarine. <u>Ensoleillement :</u> les températures dues à un ensoleillement prolonge provoquent l'inconfort : - en protégeant les façades exposées. - en provoquant une ventilation naturelle. <u>Précipitations</u> Précipitations faibles en hiver et nulles en été donc il nous faut des espaces avec végétation créant un micro climat, autorégulation de l'humidité.
-------------------------	---

INTRODUCTION

La programmation architecturale consiste à envisager dans sa globalité un projet et disposer de toutes les informations, permettant de faire des choix judicieux sur la qualité et la surface des espaces.

Tout projet architectural doit s'appuyer sur un travail préliminaire d'étude et d'analyse des besoins et d'exigence des différents espaces afin de dégager les contraintes en activités, surfaces, proximité et éloignement des entités.

"Il n'y aura pas de bâtiment de qualité tant qu'il n'y aura pas une demande de qualité".

V. 1. LE PROGRAMME QUALITATIF

(Une nouvelle architecture éducative pour les collèges, Conseil général de la Seine-Saint-Denis ,2012)

Ce programme consiste à énumérer les entités et les locaux nécessaires de l'école pour pouvoir définir leurs besoins en surface.

V. 1.1. LES SALLES DE CLASSES :

Organisation

-les salles de classe seront clairement identifiables au sein de l'établissement et présenteront une forte proximité entre eux ;

-elles disposent aussi de liaisons aisées avec les autres pôles pour permettre une circulation fluide et confortable des élèves ;



Figure V. 01 : Salle de classe

(Source : www.zwallpix.com)

- organisations des mobiliers et des équipements en fonction de la pédagogie utilisée (travail en classe entière, en groupes, travail autonome).

Conditions de confort

- orientation Nord-Sud, sinon prévoir système de protection contre rayonnement et surchauffe ;
- éclairage naturel bilatéral à privilégier, zénithal éventuel ;
- éclairage artificiel : Nbre de lux : 300 ;
- ventilation transversale : ouvertures opposées les unes aux autres ;
- chauffage : Température : int. : + 18 °C.

Recommandation technique

- les murs sont de couleur gris mat, plafond blanc clair.
- favoriser la réussite des élèves en intégrant les outils numériques : tableau numérique interactif, ardoise mobile, boîtier de vote, vidéoprojecteur.

V. 1.2. LABORATOIRS :

Conditions de confort

- orientation Nord-Sud,
- éclairage naturel bilatéral à privilégier, zénithal éventuel
- éclairage artificiel : Nombre de lux : 500
- une excellente ventilation est nécessaires ;

Recommandations techniques

- les revêtements de sol, et des murs doivent résister aux acides ;
- les murs sont de couleur gris mat.

V. 1.3. ATELIERS :

Recommandation technique

- le sol doit être facile à nettoyer colle, encre, peinture, etc.) ;
- les murs ne doivent pas être couverts d'un revêtement délicat;
- la surface d'affichage doit être aussi vaste que possible

V. 1.4. LES CIRCULATIONS :

Ils doivent permettre les flux des élèves entre les différents blocs, cela nécessite la conception de couloirs droits, larges, éclairés (Eclairage naturel obligatoire), et protégé (des vents, soleil, pluie).

V. 1.5. CDI : centre de documentation et d'information :

Un centre de ressources pédagogiques permettant des activités éducatives.

Un lieu de connaissance et de recherche, et aussi de détente et d'ouverture sur le monde.



Figure V. 02 : CDI

(Source : www.seine-saint-denis.fr)

Organisation

Le CDI réservé aux élèves et aux enseignants, doit d'une part permettre un accès aisé aux salles de cours, et d'autre part être implanté à côté des bureaux de l'administration.

Il regroupe plusieurs espaces :

- une zone de documentation (livres documentaires, dictionnaires, magazines, fictions)
- un coin informel de lecture
- un espace informatique
- un linéaire de stockage suffisant

Mobilier

étagères pour le rangement des livres, présentoirs à périodiques, chariot, Des bacs à BD, bureau de la bibliothécaire, comptoir de prêt, Panneaux d'affichage, tables, chaises, fauteuils.

V. 1.6. SALLE POLYVALENTE :

Comme son nom l'indique, cet espace remplit des usages variés, surtout liés à la tenue de réunions (réunions des parents d'élèves et conseils d'administration de l'école).

Mais il doit aussi héberger des activités (expression corporelle, projection...).



Figure V. 03 : Salle polyvalente

(Source : www.seine-saint-denis.fr)

V. 1.7. LES BUREAUX DE 'ADMINISTRATION :

Occupent une position charnière au sein de l'établissement, qui facilite la surveillance des lieux de passage (hall, cour, préau)

Le bureau du directeur dispose d'une vue sur la cour de récréation et sur l'entrée des élèves.

V. 1.8. LE FOYER DES ELEVES ET LES SALLES D'ACTIVITES :

Ces espaces réservés au jeu, à la détente, aux activités associatives, permettront aux élèves de se retrouver ensemble.

Organisation

- la proximité des bureaux des surveillants facilitera leur surveillance ;
- à la sortie, un sas sera prévu pour éviter les déperditions de chaleur ;
- le mobilier est insonorisé pour éviter l'agressivité des bruits de pieds de chaises sur le sol.

V. 1.9. LA COUR DE RECREATION :

Lieu de socialisation essentiel au sein du l'école devra comporter des espaces paysagers structurants, des aires de jeux collectif.

La cour devra être facile à surveiller.

Comme tous les espaces de l'établissement, elle doit être accessible aux élèves handicapés.



Figure V. 04 : Cour de récréation

(Source : www.seine-saint-denis.fr)

L'aménagement doit :

- permettre, par l'implantation de nombreuses plantes, l'enrichissement de l'enseignement scientifique ;
- Le revêtement du sol: les enfants sont susceptibles de tomber le sol doit être constitué de gravillon roulé. Il est naturellement drainant.

V. 1.10. LES SANITAIRES DES ELEVES :

Organisation

- Lieux par nature privés, seront conçus de manière à faciliter la surveillance des élèves et du matériel ;
- positionné derrière un des blocs de classe, soit derrière le bloc administratif ;
- A proximité de la cour de récréation. En liaison directe avec les espaces de circulation.

V. 1.11. Préau - jardin :

Les aménagements extérieurs ont une superficie de 5 à 6 m² par enfant; ils comprennent au moins :

- une surface avec revêtement accessible par tous les temps ;
- une zone gazonnée avec des arbres ;
- une zone couverte, le préau scolaire (0,5 m² par élève au minimum).

Ces aménagements peuvent être complétés par : des bancs, des plates-bandes.

V. 1.12. LES ESPACES D'ACCUEIL :

Les espaces d'accueil sont à la fois ouverts et protégés.

La loge d'accueil, en face de l'entrée, disposera d'une vue large (baie vitrée).

V. 1.13. LES PARVIS, espaces accueillants et sécurisés :

Un parvis extérieur

Placé sur l'espace public, un lieu d'attente sécurisé pour les élèves devant les portes du collège.

Il est en lien avec les aires de dépose des élèves, les voies d'accès piétons et cycles.



Figure V. 05 : Parvis extérieur

(Source : www.seine-saint-denis.fr)

Il permet aux élèves d'être sur l'espace public sans gêner les autres utilisateurs.

Un parvis intérieur

Délimité par la clôture de l'établissement, il est un espace de transition entre l'espace public et l'intérieur du bâtiment, une zone tampon qui garantit la sécurité de la communauté éducative.



Figure V. 06 : Parvis intérieur

(Source : www.seine-saint-denis.fr)

L'idée est d'éviter, pendant les heures de cours, tout contact direct et non contrôlé des élèves avec l'extérieur.

V. 1.14. LA SALLE D'EXPOSITION :

Conçue pour recevoir les travaux réalisés par les élèves, elle est également ouverte aux expositions temporaires organisées

son aménagement répond à des exigences précises :

panneaux modulables ; éclairage neutre et homogène ; cimaises ; murs blancs.



Figure V. 07 : Salle d'exposition

(Source : www.seine-saint-denis.fr)

V. 1.15. L'ESPACE SPORTIF :

Organisation

Accessible depuis le pôle ouvert du collège, depuis la cour de récréation et depuis l'espace urbain, cet espace comporte de nombreux équipements destinés aux élèves.



Figure V. 08 : Salle de sport.

(Source : www.seine-saint-denis.fr)

Il comprend :

- une salle de sports accueillant un mur d'escalade, la gymnastique, les sports de combat, le tennis de table, etc.,
- un plateau sportif extérieur réservé aux sports collectifs et à l'athlétisme.

V. 2. LE PROGRAMME QUALITATIF

Le programme est issu d'un cahier de charge, que nous avons cherché auprès du maître d'ouvrage (Laghout) auquel nous avons proposé plusieurs améliorations, afin de répondre aux exigences d'une école moyenne.

Tableau V.01 : Le programme quantitatif de l'entité pédagogique.

Espace	Surface unité (m²)	Nombre	Surface totale (m²)
Salle de classe	52	24	1248
laboratoire	78	02	156
Salle de préparation	20	02	40
Atelier des sciences physiques et informatiques + magasin	144	02	288
Atelier de dessin + magasin	96	01	96
Atelier de music +magasin	96	01	96
Salle d'informatique	96	2	192
Salle polyvalente	175	01	175
Centre de documentation et informatique	265	01	265

Surface totale de l'entité sans circulation	2556
Espace de circulation (15%)	383.4
Surface totale de l'entité	2939.4

Tableau V.02 : Le programme quantitatif de l'entité administrative.

Espace	Surface unité (m²)	nombre	Surface totale (m²)
Salle des professeurs	62	02	124
Bureau du directeur	24	02	48
Bureau des surveillants	20	05	100
Salle d'archive	25.60	01	25.60
Salle des réunions	42	01	42
Salle d'attente	26	01	26

log gardien	12	01	12
infirmierie + médecin + hall	64	01	64

Surface totale de l'entité sans circulation	441.6
Espace de circulation (10%)	44.16
Surface totale de l'entité	485.76

Tableau V.03 : Le programme quantitatif de l'entité sport et loisir.

Espace	Surface unité (m²)	nombre	Surface totale (m²)
Foyer professeurs	72	01	72
Foyer élèves	120	01	120
Salle d'exposition	96	01	96
Centre socio éducatif	96	01	96
Salle de sport	600	01	600
bureau	24	01	24
Vestiaire Filles / Garçons	37.5	02	75
Dépôt pour matériel	55	01	55

Surface totale de l'entité	1138
-----------------------------------	-------------

Tableau V.04 : Le programme quantitatif de l'entité logements.

Espace	Surface unité (m²)	nombre	Surface totale (m²)
Logement F4	150	04	600

Tableau V.05 : Le programme quantitatif de l'entité annexe.

Espace	Surface unité (m²)	nombre	Surface totale (m²)
Sanitaire pour élèves	140	/	140
Sanitaire pour personnels	18	01	18
Atelier factotum	45	01	45

Locale technique	96	01	96
Local technique	45	01	45

Surface totale de l'entité	344
-----------------------------------	------------

Cour de récréation	3600
Terrain combiné pour le sport	2000
préau	780
Parvis extérieur	950
Parvis intérieur	325
Espace vert + parcours	8337.84

- La surface totale du projet : 22500 m².

SYNTHESE GENERALE

Le but de l'utilisation du diagramme psychrométrique de Givoni est de déterminer les exigences du confort afin de les exploiter pour établir une conception adéquate, pour les différents mois de l'année dans les zones de confort établis aux préalables (standard).

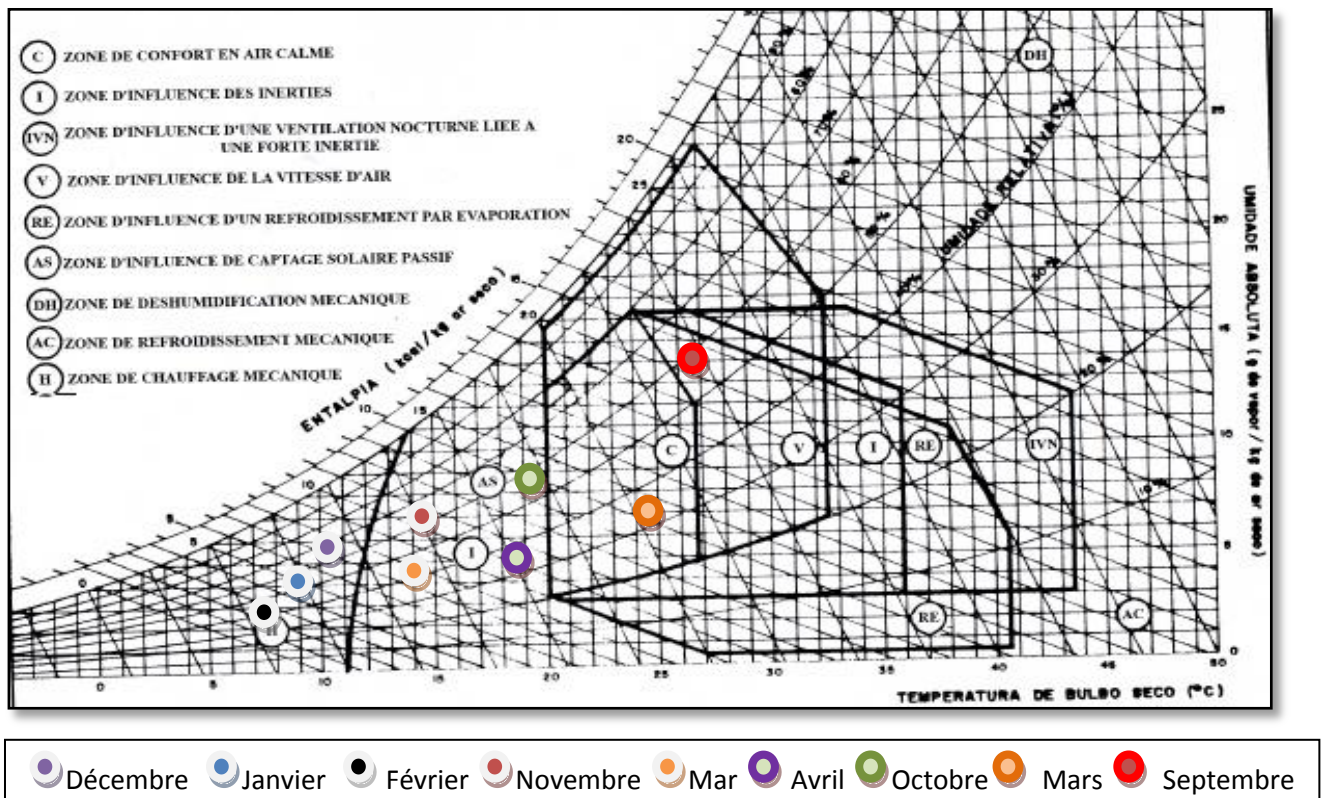


Diagramme psychrométrique

A partir du diagramme on observe que :

- Pour les mois de decembre, janvier et février sont situé dans la **zone d'obtention artificielle du confort thermique « H »**, pour un climat froid en hiver : c'est une zone de chauffage mécanique pour atteindre le confort optimum.
- Pour les mois de octobre, novembre, mars et avril sont situés dans les zones suivantes :
 - la **zone d'influence des inerties « I »** cette zone implique les caractéristiques des bâtisses, du point de vue « inertie de la masse », C'est-à-dire on peut rétablit le confort par l'inertie des parois .
 - la **zone d'influence de captage solaire passif « AS »** Elle concerne les possibilités de captage d'énergie par les vitrages du bâtiment.

-
- Pour le mois de septembre se situe la **zone d'influence de la vitesse d'air** « V » Et permet d'éviter le phénomène de condensation sur les parois des bâtisses. Cette zone nécessite la ventilation.
 - Pour le mois de mai se situe dans la **zone de confort en air calme** « C » elle est indépendante des caractéristiques des constructions.

LES CONCEPTS DU PROJET :

Après l'étude des exemples et les éléments du site on a essayé d'établir les concepts suivants :

1-ÉCLAIRAGE NATUREL :

- ✓ Privilégier l'orientation Nord et Sud: Cela favorise l'utilisation de l'éclairage naturel :
Nord: lumière égale et rayonnement solaire diffus
Sud: lumière facile à contrôler, et d'un ensoleillement maximal en hiver et minimal en été.
- ✓ Eblouissement évité par des débords de toit. (Façade sud).
- ✓ Brises soleils horizontaux pour les fenêtres orientées au Sud.
- ✓ Brises soleils verticaux pour les fenêtres orientées à l'Est et à l'ouest.
- ✓ les rayons solaires sont réfléchies vers les parois et les ouvertures après leur arrivé au sol, pour éviter cet effet on doit changer l'incidence de ces radiations par l'usage de végétation en forme de bac a fleurs et des terrasses jardins.

2-LA VENTILATION NATURELLE :

- ✓ L'adaptation d'un système de ventilation naturelle bioclimatique par la conception d'une cheminée solaire dans le couloir.

Ce choix illustre parfaitement la démarche environnementale qui est la nôtre en matière de maîtrise énergétique : épuiser toutes les solutions architecturales avant de recourir à des solutions technologiques, souvent coûteuses en installation et entretien.

3-LA VEGETATION :

- ✓ Une chaîne de plantations d'arbres à feuilles persistantes proposées sur la partie nord-ouest pour briser les vents froids.
- ✓ Les protections végétales au sud (par les plantations à feuilles caduques), ombragent les façades mais également filtrent les poussières, protègent des vents chauds. tout en profitant de la lumière et l'ensoleillement en hiver.
- ✓ le climat est sec donc on utilise dans ce cas le patio avec végétation et source d'eau pour créant un micro climat (oxygène l'air et le rafraichissent par évapotranspiration).

4-MATERIAUX DE CONSTRUCTION:

Utiliser les matériaux de construction produits à proximité, adaptés aux spécificités du lieu. Leur exploitation limite les transports, les consommations d'énergie et stimule l'emploi et l'économie locale.

- ✓ Béton : choisi pour ses qualités d'inertie, le béton issu de matières minérales et d'eau constitue un "support" efficace et pérenne pour assurer confort et bien-être aux usagers du collège.
- ✓ Les locaux scolaires comportent de larges surfaces de vitrages. Ces vitrages peuvent être, en été et demi-saison, d'une part une source d'apports thermiques et d'autre part d'éblouissement. Le double vitrage peut être envisagé pour limiter ces apports.

5-L'UTILISATION DE L'ENERGIE RENOUVELABLE :

On va utiliser les technologies actives qui transforment l'énergie solaire en une forme électrique ou thermique que nous pouvons utiliser directement. C'est le cas des cellules photovoltaïques qui transforment la lumière du soleil directement en énergie électrique, des collecteurs solaires qui permettent de chauffer l'eau, du chauffage et du refroidissement solaire.

VI. L'IDEE DE PROJET :

L'idée est d'élaborer un projet ambitieux et de mise en valeur durable qui s'intègre dans son environnement tout en offrant un cachet exceptionnel, tant par son architecture attentive à l'environnement, en adéquation avec le site qui a une superficie de 22500 m et à une déclivité dans le sens ouest ; dans lequel elle s'inscrit et qui intègre dans sa conception et dans ses modes de construction (les paramètres du vent, de l'ensoleillement, et de l'orientation).



Figure VI. 01 : Vue sur le projet (Source : Auteurs).

VII. GÉNESE DU PROJET :

VII. 1. Les composantes majeures du site :

Le site d'implantation n'est pas neutre. Le projet doit prendre en compte ses caractéristiques physiques et climatiques pour mieux profiter de ses atouts et même de ses contraintes. (Vivre et construire avec le climat, [Patrick GUTZWILLER](#), Juillet 2009)

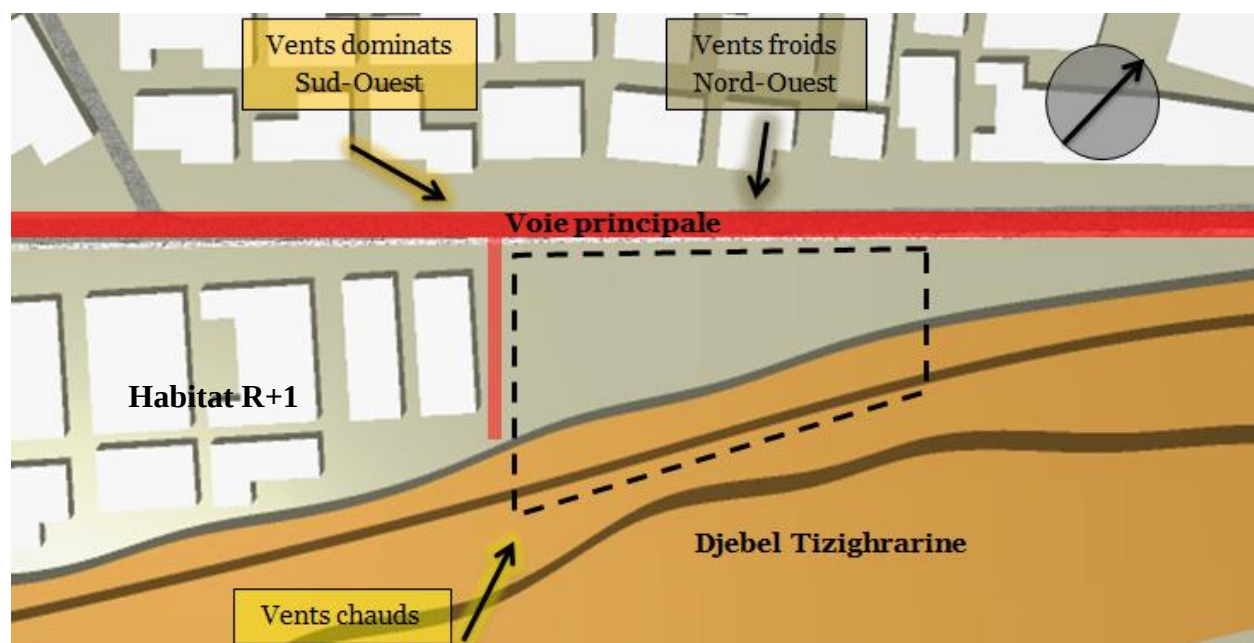


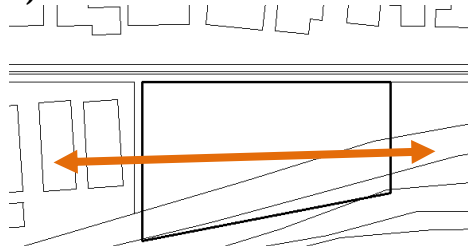
Figure VII. 02 : Les comparants du site (Source : Auteurs).

- 1-Le site est protégé naturellement par Djebel de Tizighrarine à l'est et au sud -est.
- 2-Le site est exposé aux vents à cause de son relief assez élevé par rapport à la ville.

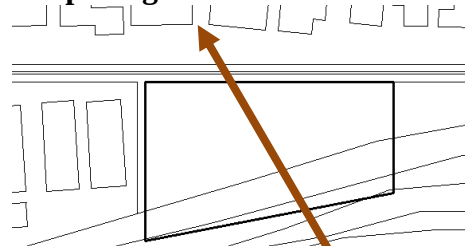
VII. 1.1. Les lignes de forces du terrain :

Le terrain de forme trapézoïdale se trouve avec une multitude de lignes de forces.

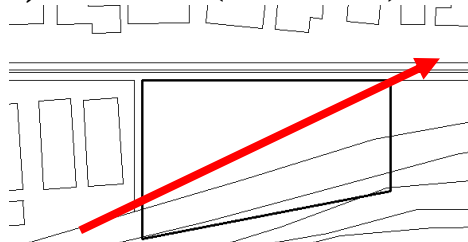
1)- Forme de l'aire



2)-Morphologie du terrain



3)-Orientation (Axe Nord-Sud)



4)- Accessibilité piétonne et mécanique

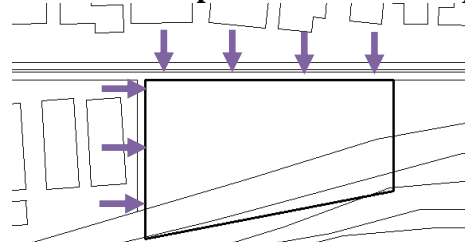


Figure VII. 03 : Les lignes de forces. (Source : Auteurs).

VII. 2. Etape 1 : Affectation des grandes entités sur l'assiette

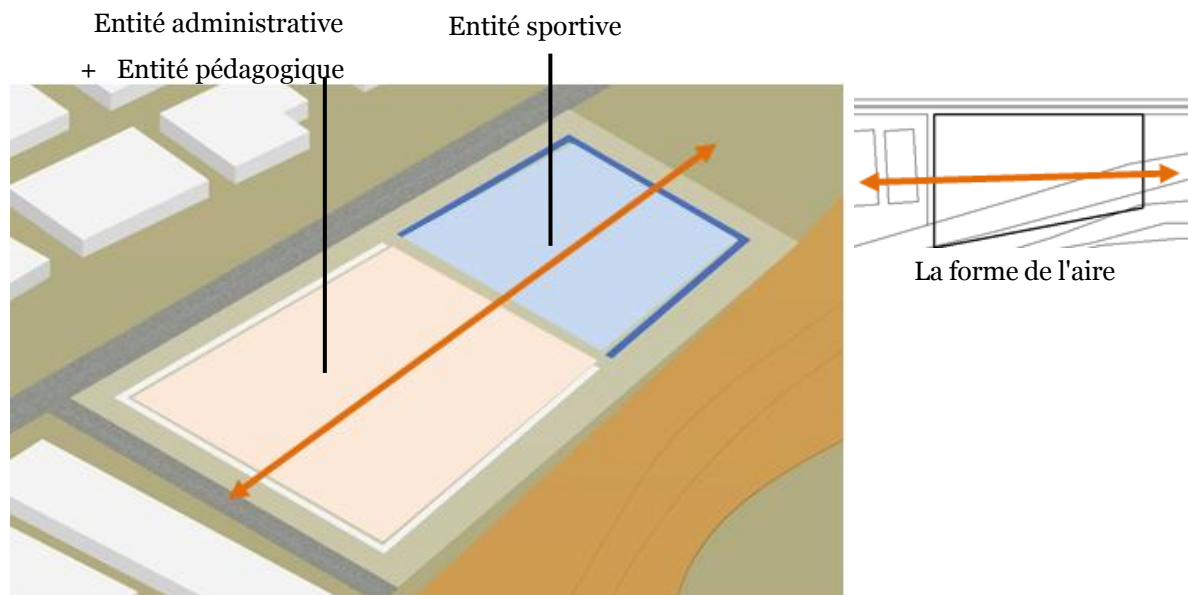


Figure VII. 04 : Emplacement des entités majeures du projet. (Source : Auteurs).

- La 1^{ère} étape c'est de clôturer l'assiette d'intervention (point essentiel pour une conception d'un établissement scolaire), tout en occupant l'ensemble du terrain par l'affectation de deux entités majeures qui sont :
 - Entités pédagogique et administrative : près de l'habitat pour assurer la continuité des bâtis
 - Entité de sport et loisir : coté de terrain vierge.

VII. 3. Etape 2: Lier la forme à la stratégie climatique

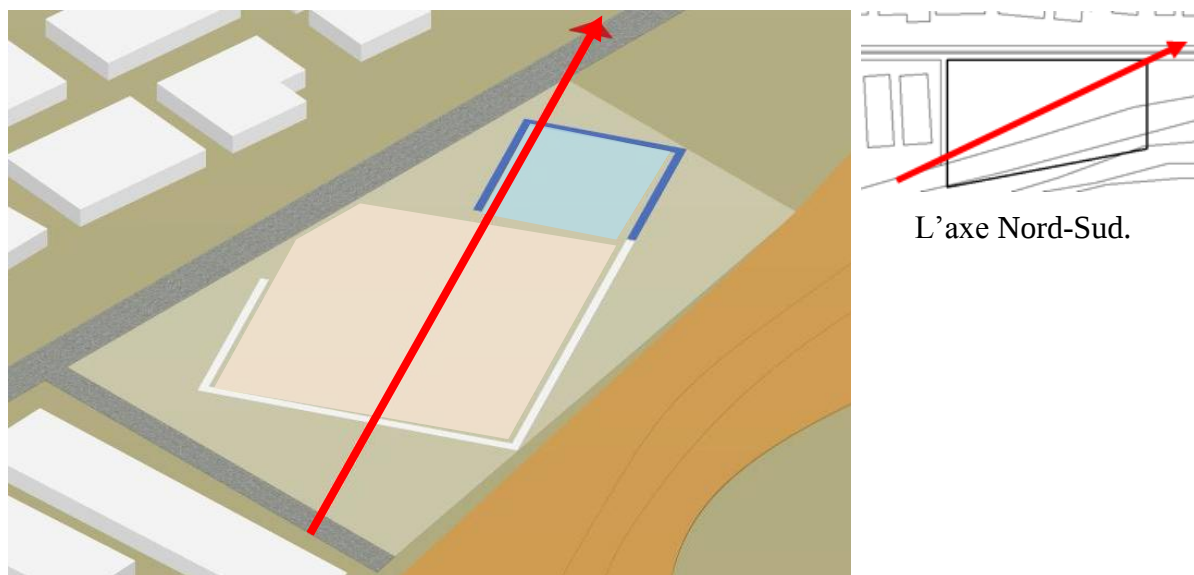


Figure VII. 05 : Lier la forme à la stratégie climatique (Source : Auteurs).

- Orientation de la clôture qui va être la base des blocs par-rapport l'axe nord-sud à fin d'assurer un projet auto clôturé et orienté.

VII. 4. Etape 3: Le choix d'accès

- · — Desserte
- ▶ Entrée principale
- ▶ Entrée secondaire
- ▶ Parking
- ▶ Logement de fonction

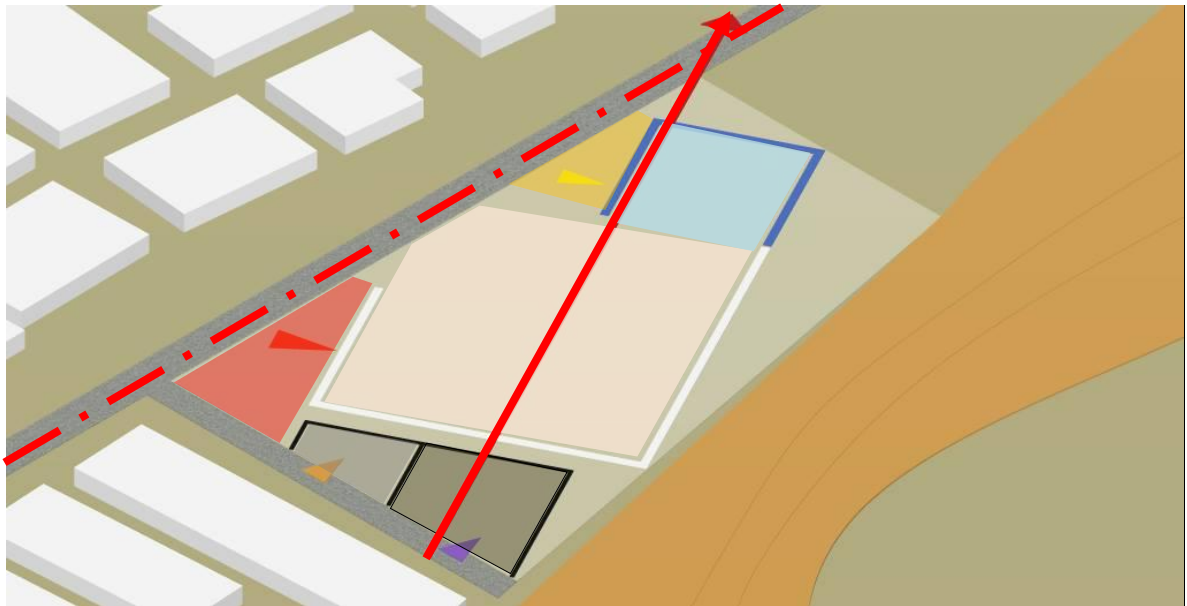
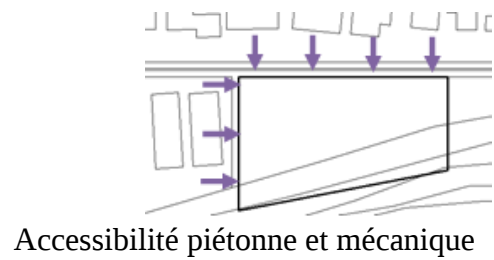
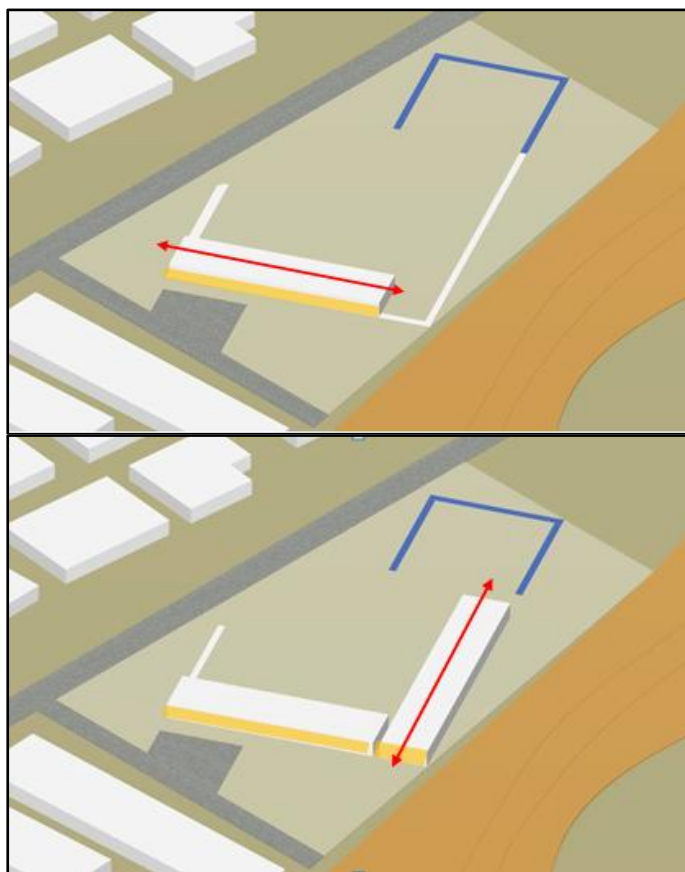


Figure VII. 06 : choix des accès du projet (Source : Auteurs).

- la hiérarchie routière : prolonger la desserte pour réduire la vitesse des véhicules, et relier le projet à son environnement immédiat.
- L'implantation des entrées (principale et secondaire) sur la voie principale tout en profitant des reculs. Cette implantation en retrait a permis l'aménagement d'un large parvis extérieur (l'accès des élèves en toute sécurité)
- Parking : sur la voie secondaire près de l'entrée principale
- Logements de fonctions : près de l'habitat voisinant (accès privé.)

VII. 5. Etape 4 : Formalisation du projet



• A-Implantation/orientation

Implanter le bloc d'enseignement suivant un **axe Est-Ouest** procurant le maximum d'orientation **Nord et Sud**, afin de favoriser l'utilisation de l'éclairage et la ventilation naturelle.

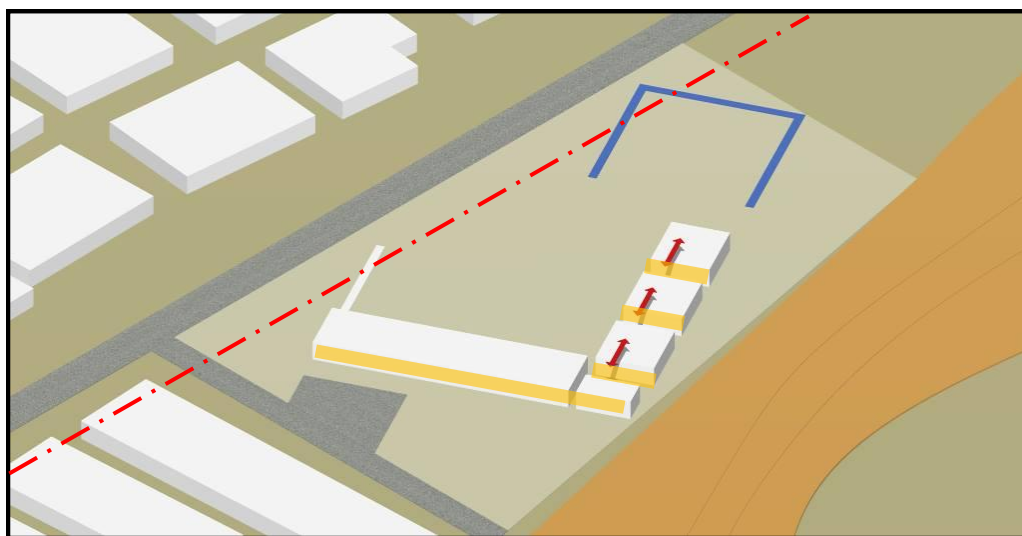
Selon les besoins du programme, créer un deuxième bloc pédagogique suivant l'axe N-S

Figure VII. 07 : Formalisation du projet (Source : Auteurs).

• B-Fragmentation :

« La fragmentation vient de l'action de fragmenter qui signifie partager et réduire en morceaux, ou parties séparées. » 1

Le deuxième bloc va être divisé en 3 parties, afin d'avoir des espacements pour profiter de la ventilation et l'éclairage naturel N-S.



■ Façade sud

Figure VII. 08 : La fragmentation (Source : Auteurs).

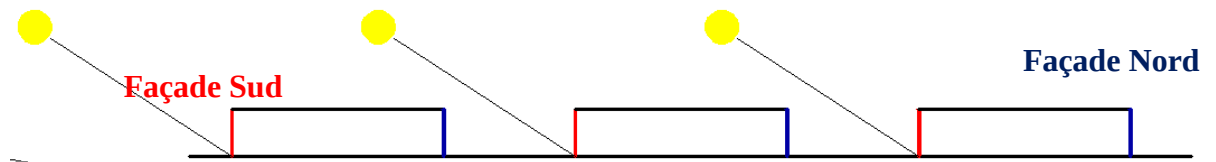


Figure VII. 09 : coupe schématique (Source : Auteurs).

- **C-L 'alignement :**

« C'est la traduction de l'alignement sur la voie de desserte afin d'assurer un ordonnancement, et une exploitation rationnelle de l'occupation du sol ». D'après Kevin Lynch.

La création de quatre barres qui regroupent les fonctions communes, tout en appliquant le principe d'intégration (alignement avec décrochement) par rapport à la desserte.

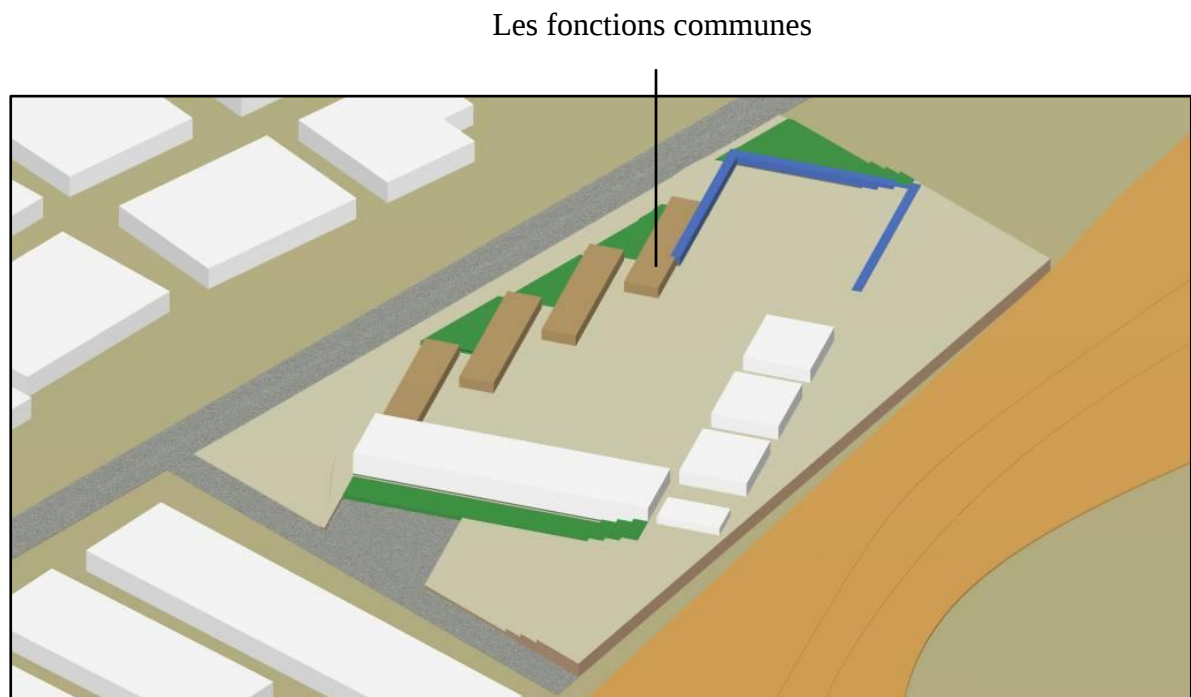
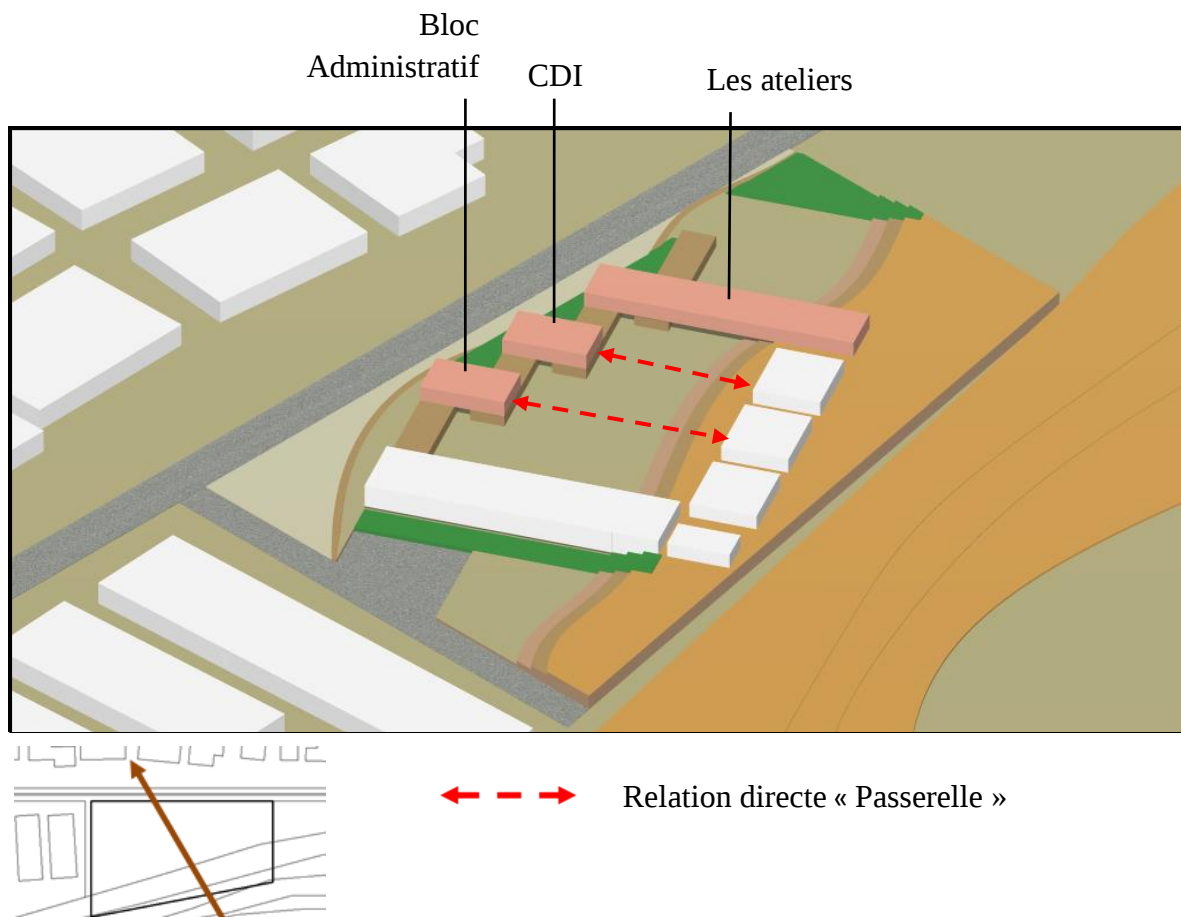


Figure VII. 10 : L'alignement (Source : Auteurs).

VII. 6. Etape 6 : s'intégrer suivant la topographie du terrain

• A- Le rythme :

-La création de trois blocs orientés Nord-Sud regroupent l'administration, CDI et les ateliers



La topographie

Figure VII. 11 : S'intégrer suivant la topographie (Source : Auteurs)

-Le socle permet à ces blocs de se « poser » sur le terrain. Pour renforcer l'intégration des bâtiments dans l'espace montagneux.



Figure VII. 12 : Coupe schématique (Source : Auteurs)

-Les deux blocs (administration et CDI) plus courts, dégagent une cour intérieure fermée sur quatre côtés.

-L'administration se positionne à proximité de l'entrée principale entre l'espace public et la cour de récréation. Cette position facilite la surveillance.

-Les ateliers de dessin et musique placés près de l'entité sportive (espace moins calme)

- **B-L 'articulation :**

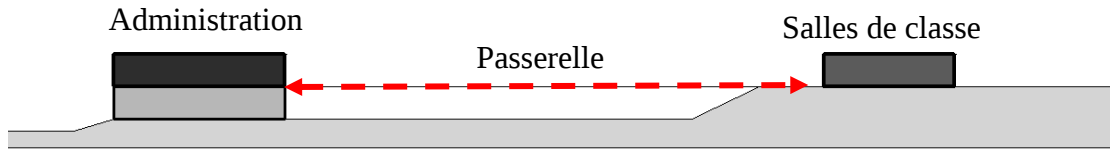


Figure VII. 13 : Coupe schématique (Source : Auteurs).

- La liaison entre les fonctions principales est matérialisée par des passerelles qui vont être un élément d'articulation supérieure, cette liaison assemble les entités pour unifier le projet au niveau du plan de masse (circulation fluide et confortable des élèves et des enseignants)
- **C-Implantation et intégration de l'entité sportive.**

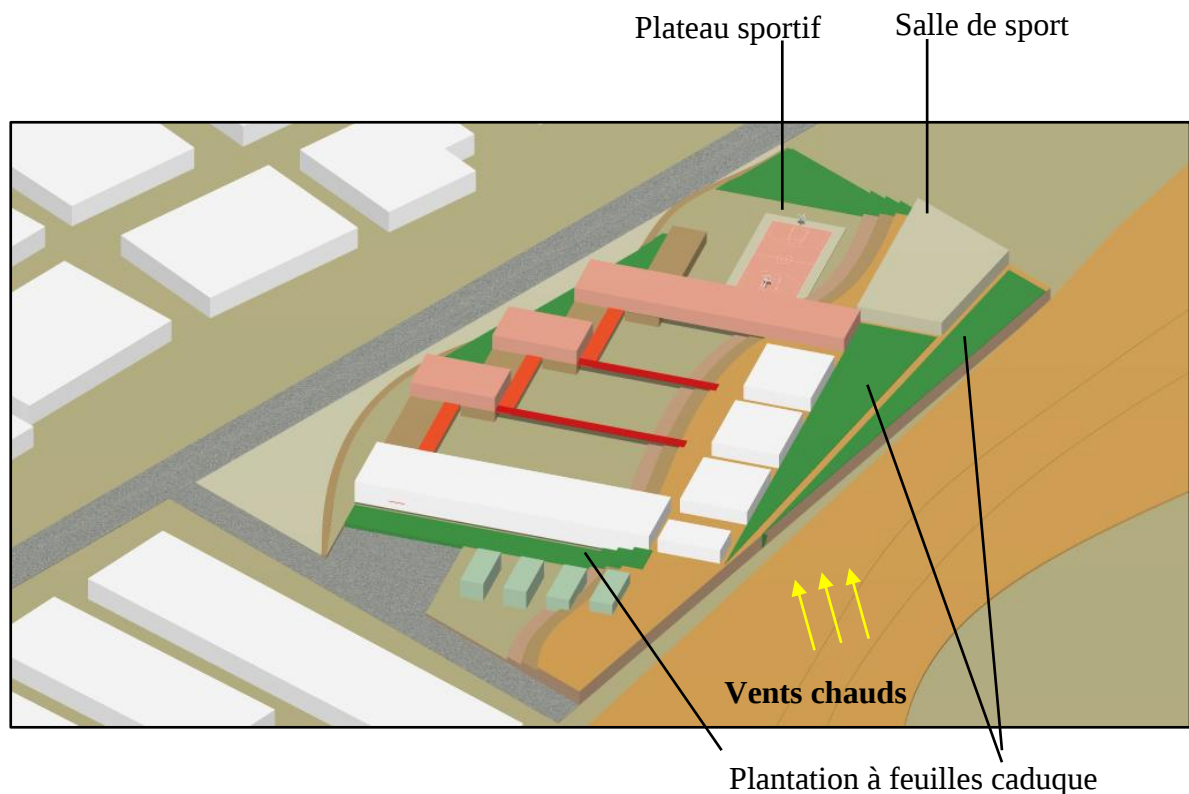
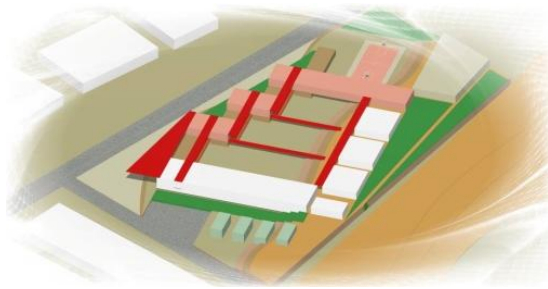


Figure VII. 14 : Implantation et intégration de l'entité sportive (Source : Auteurs).

- Implanter la deuxième entité suivant la topographie du terrain :
 - Plateau sportif est situé sur la partie plate
 - Salle de sport sur la partie haute
 - Les gradins intégrés dans la pente.

VII. 7. La finalisation :



- Les différents corps de bâtiments s'articulent par des éléments qui expriment l'articulation et l'équilibre de masse.
- Une large toiture débordante, marque l'entrée principale

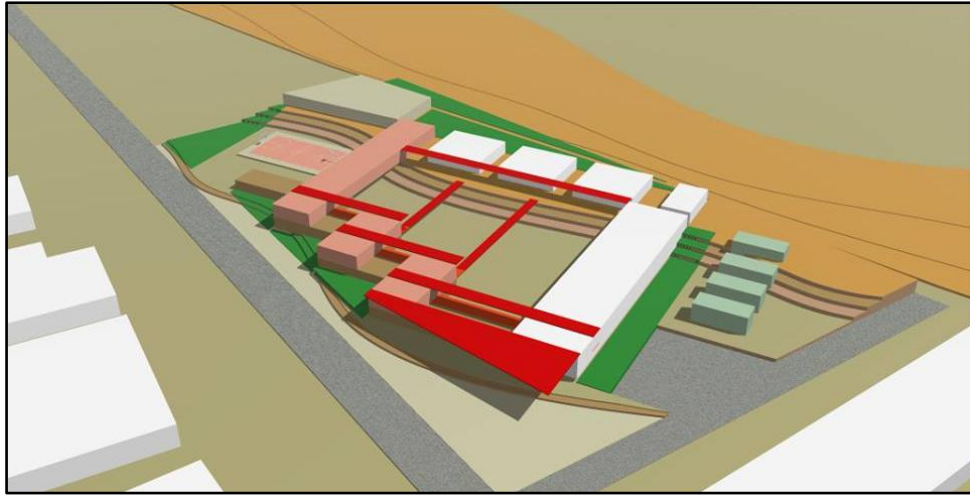


Figure VII. 15 : La finalisation (Source : Auteurs).

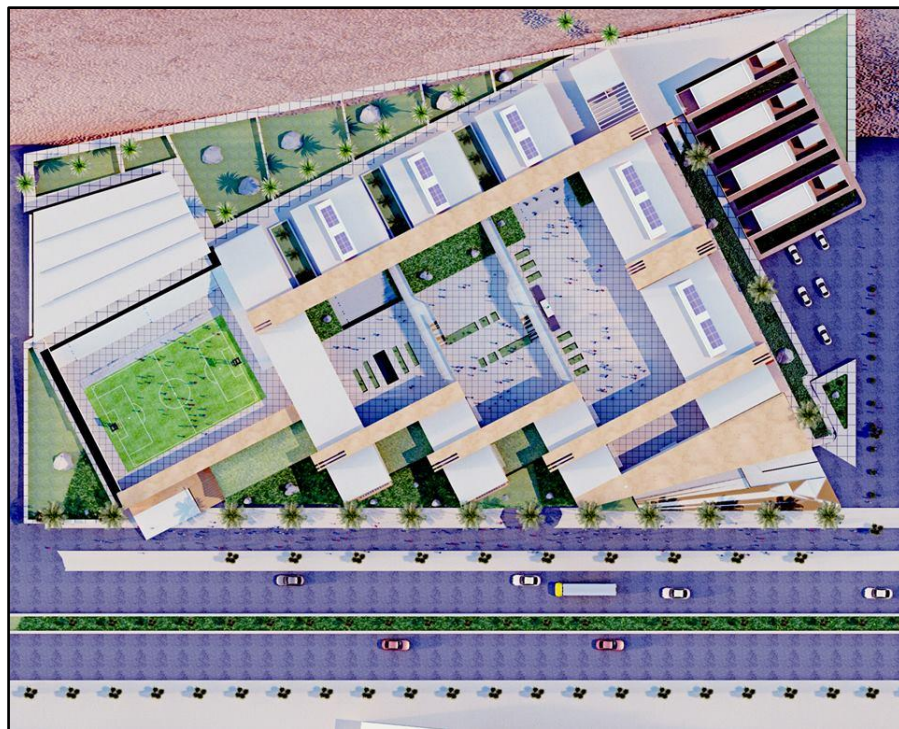


Figure VII. 16 : Plan de masse (Source : Auteurs).

VIII. DIMENSION SPATIALE

VIII. 1. La géométrie :

« La géométrie permet de créer des éléments précis, identifiable et de typifier leurs relations ».

La géométrie de notre projet a été utilisée pour concrétiser le principe de la fragmentation et l'articulation, adoptant des formes simples contribueront à avoir des espaces à l'échelle humaine et une lecture claire et compréhensible de l'ensemble du projet.



Figure VIII. 17 : La géométrie (Source : Auteurs).

VIII. 2. Affectation du programme

A partir du programme proposé, nous avons réparti les différents espaces selon la forme de l'édifice et son rapport au contexte.

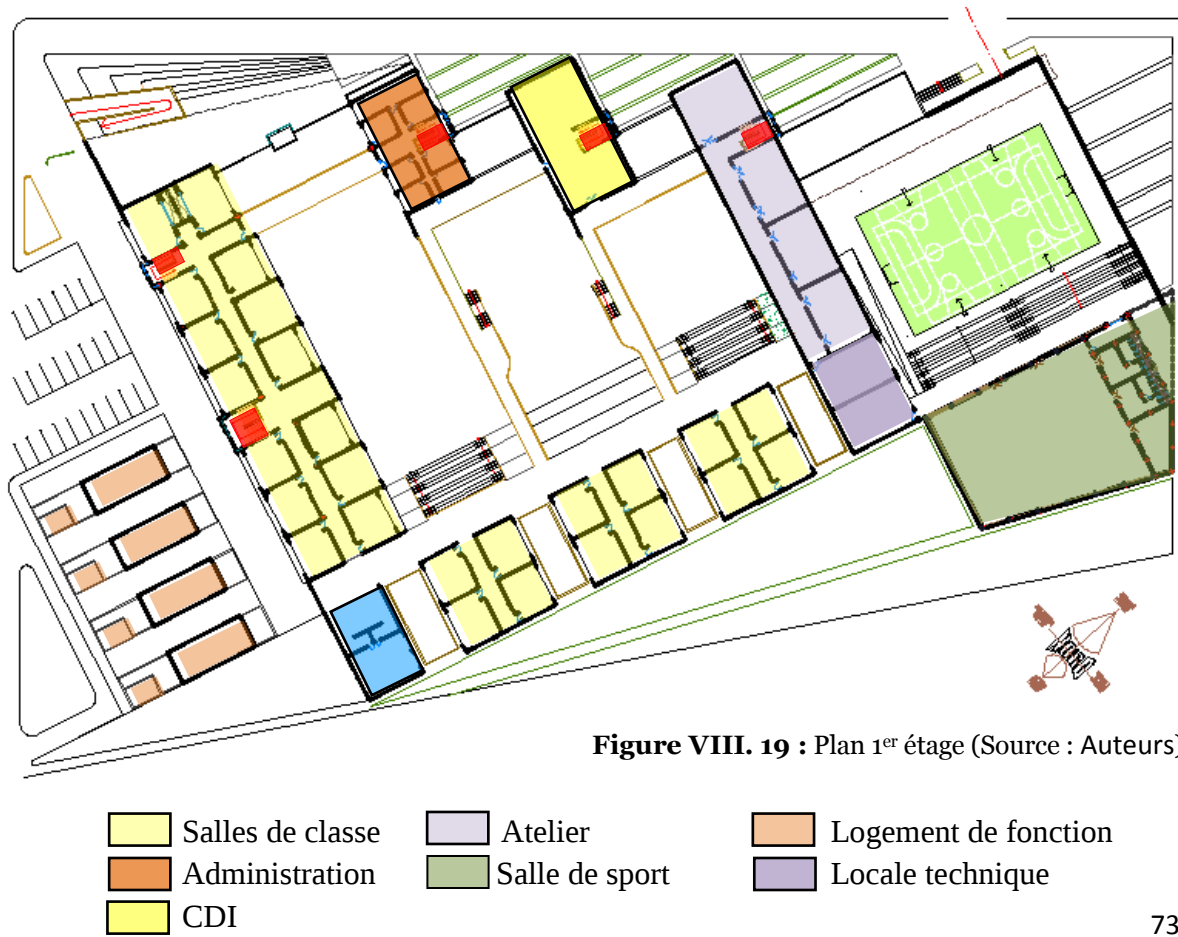
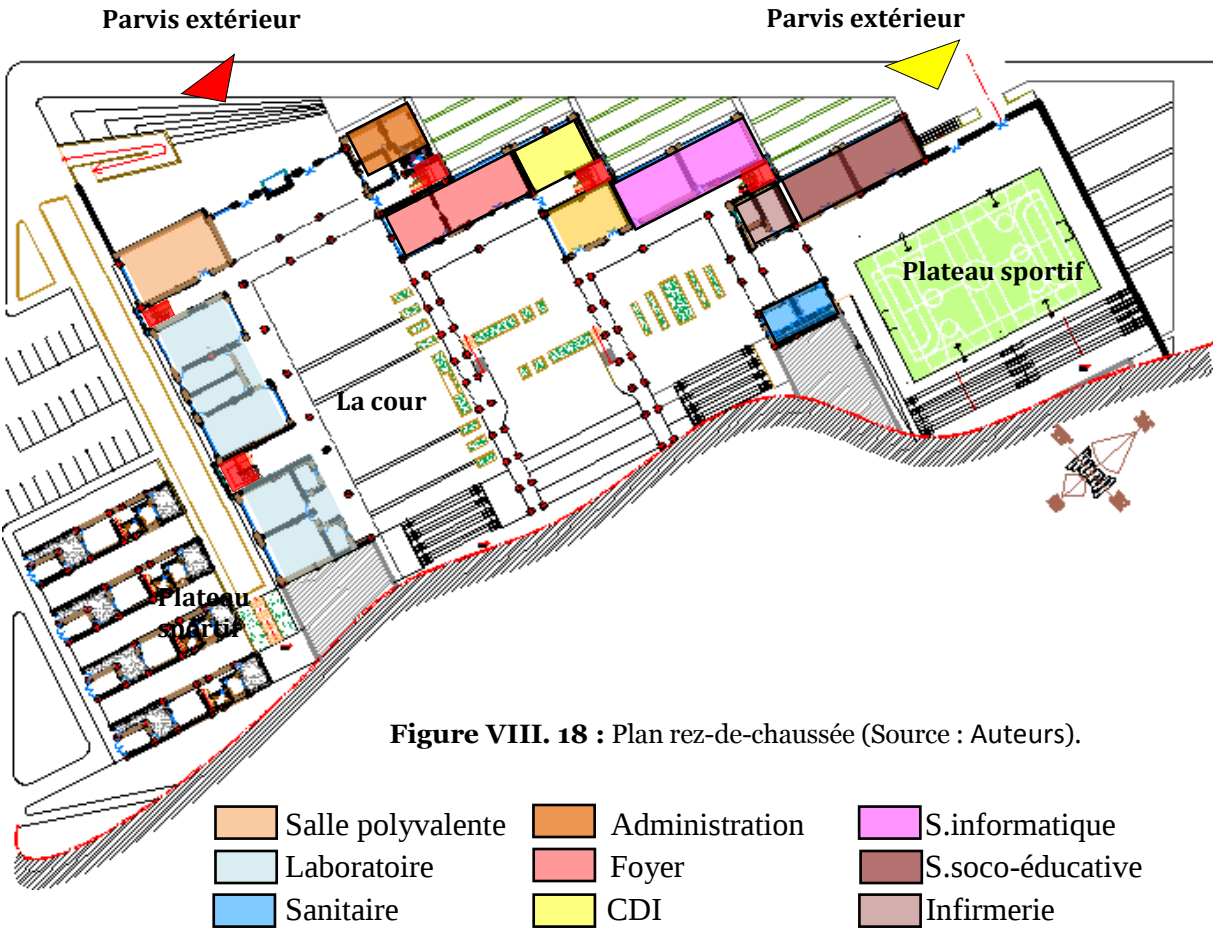
Un parvis extérieur : Placé sur l'espace public, un lieu d'attente sécurisé pour les élèves devant les portes du collège.

Foyer : la proximité des bureaux des surveillants facilitera leur surveillance ;

Les laboratoires : desservis par une entrée depuis l'espace de regroupement ;

Sanitaires : à proximité de la cour de récréation. En liaison directe avec les espaces de circulation ;

L'espace sportif : accessible depuis la cour de récréation et depuis l'espace urbain.



VIII. 3. Système distributif

La fragmentation de notre projet fait qu'on est à la fois dehors et dedans, et offre plus de séquences par un système distributif caractérisé par plusieurs relations.

Premier niveau :

- Circulation horizontale : des coursives couverts qui mènent vers les différents espaces tels que les laboratoires, l'administration, foyer, CDI, salle d'exposition, des salles socio-éducatives, ces coursives délimitent la forme de la cour.
- Circulation verticale : assurée par :
 - Des escaliers qui se positionnent au milieu de chaque bloc.
 - Des rampes et des gradins.

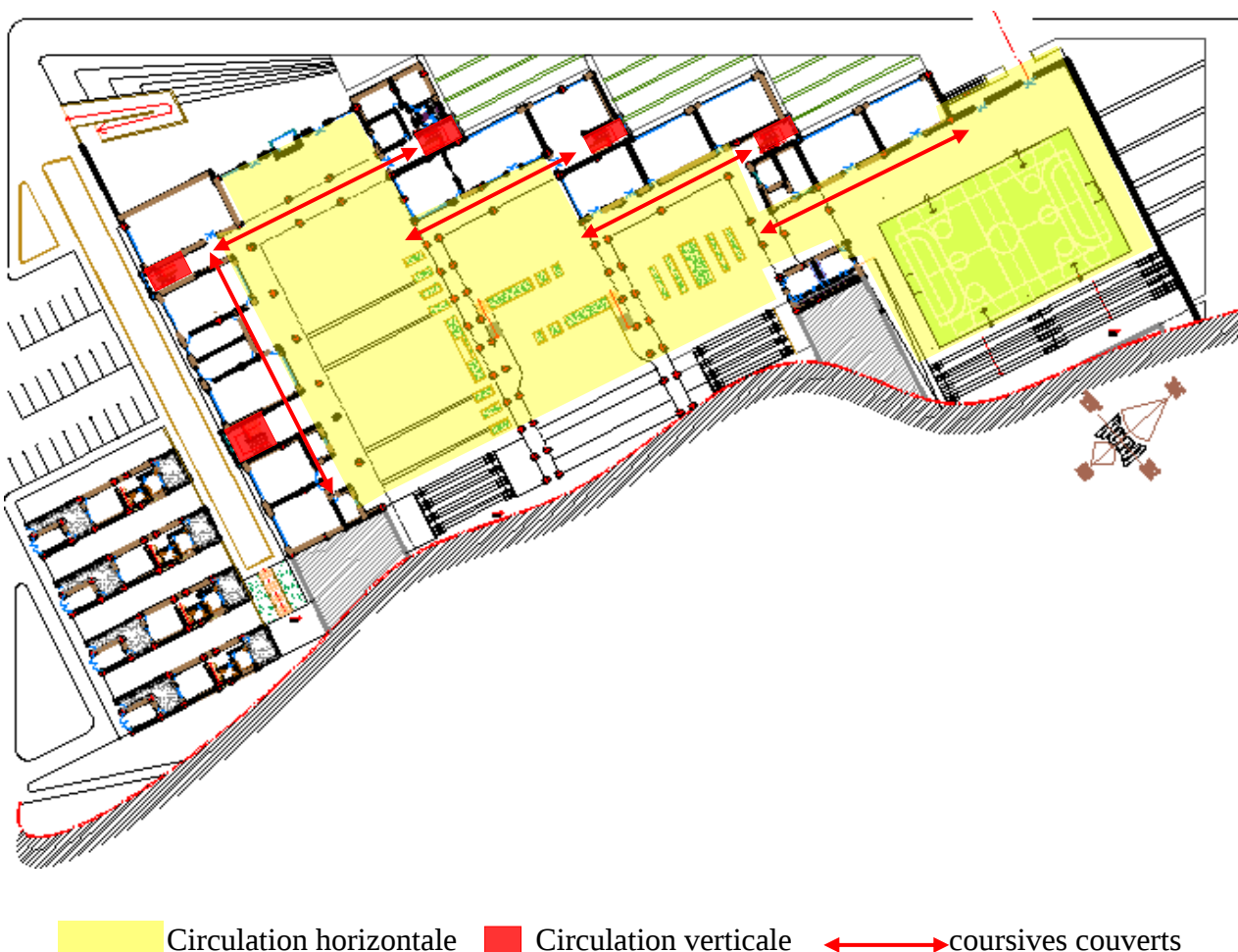


Figure VIII. 20 : Les parcours au 1^{er} niveau (Source : Auteurs).

Deuxième niveau :

- Un niveau global matérialisé par un réseau de passerelles et coursives qui assurent la liaison entre les différents blocs. Elles offrent aux élèves et aux enseignants des moments d'arrêts et des choix directionnels entre les différents espaces. Créent de petits préaux qui permettent aux élèves de s'abriter du soleil ou des intempéries.
- Les circulations internes propres à chaque entité :
 - Les blocs pédagogique et administratif sont desservis par une circulation linéaire organisée par un couloir central.
 - les ateliers sont desservis par une coursive.

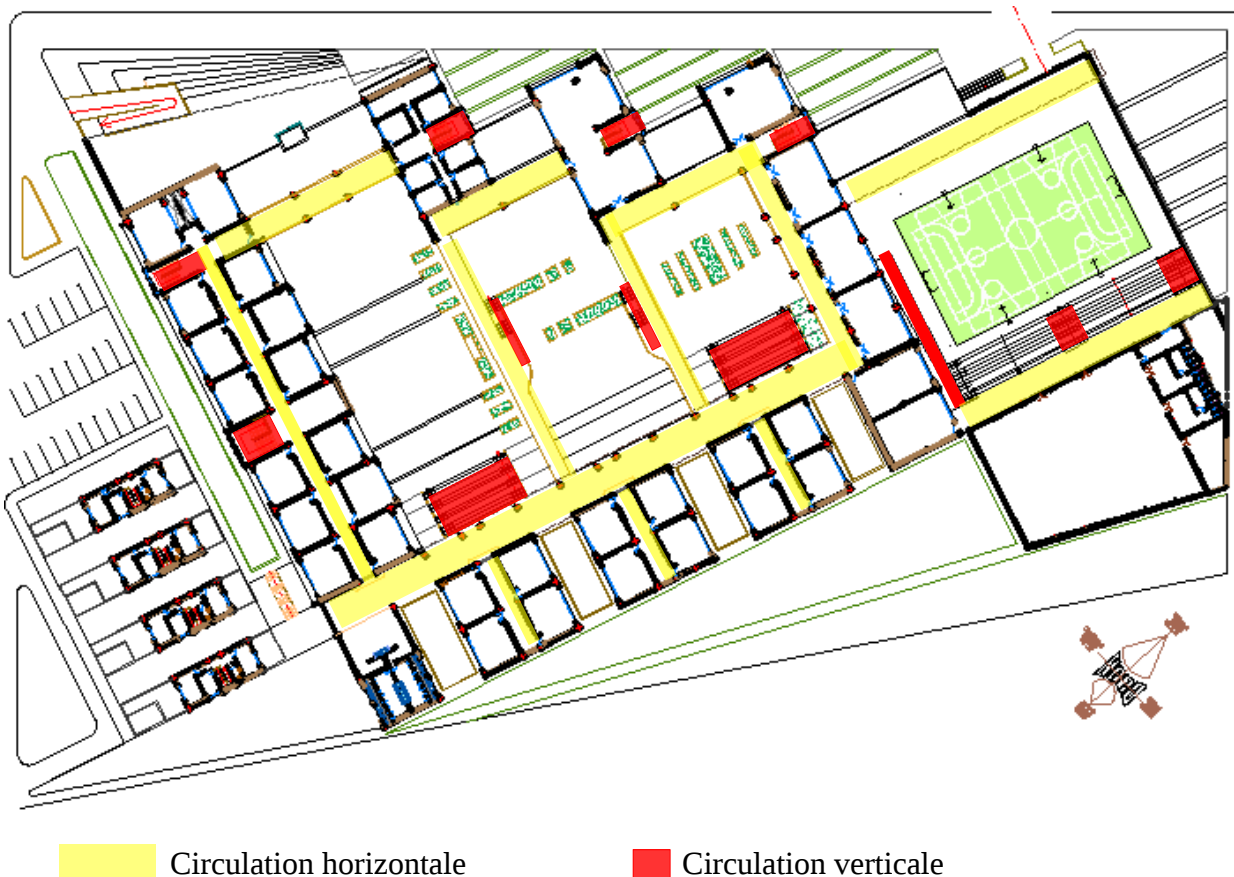


Figure VIII. 21 : Les parcours au 2 eme niveau (Source : Auteurs).

VIII. 4. LA STRUCTURE

La structure est considérée comme le squelette du bâtiment.

On appelle structure la manière dont sont disposés les éléments porteurs destinés à transmettre les charges reçues aux fondations. Sa fonction primaire est d'assurer la stabilité et l'équilibre d'une construction.

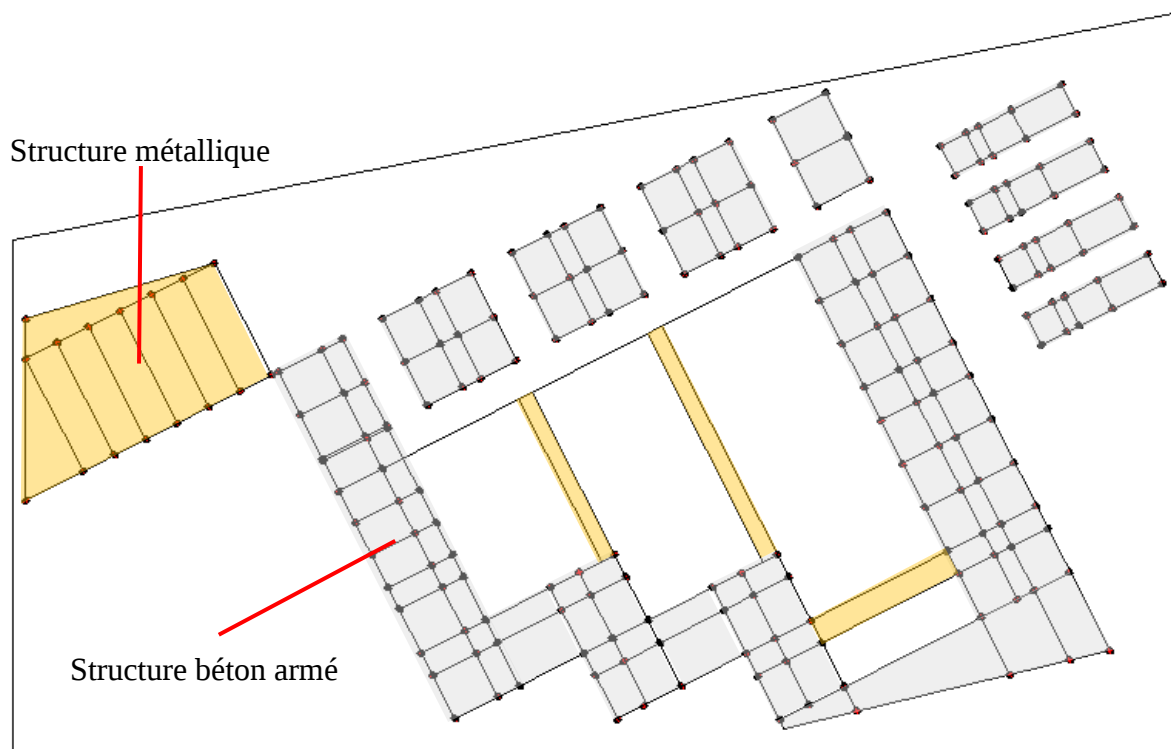


Figure VIII. 22 : La structure (Source : Auteurs).

Dans notre collège, nous avons opté pour deux types de structures ; l'une ossature en poteaux poutres (portique) en béton armé, est justifiée par l'économie globale et par la souplesse d'évolution d'offre cette structure et l'autre de poteaux-poutres en acier pour leur grande portée et leur retombée réduite.

IX. OPTIMISATION ENERGETIQUE :

IX. 1. Eclairage naturel :

Les "cheminées solaires" complètent
le dispositif de l'éclairage naturel.

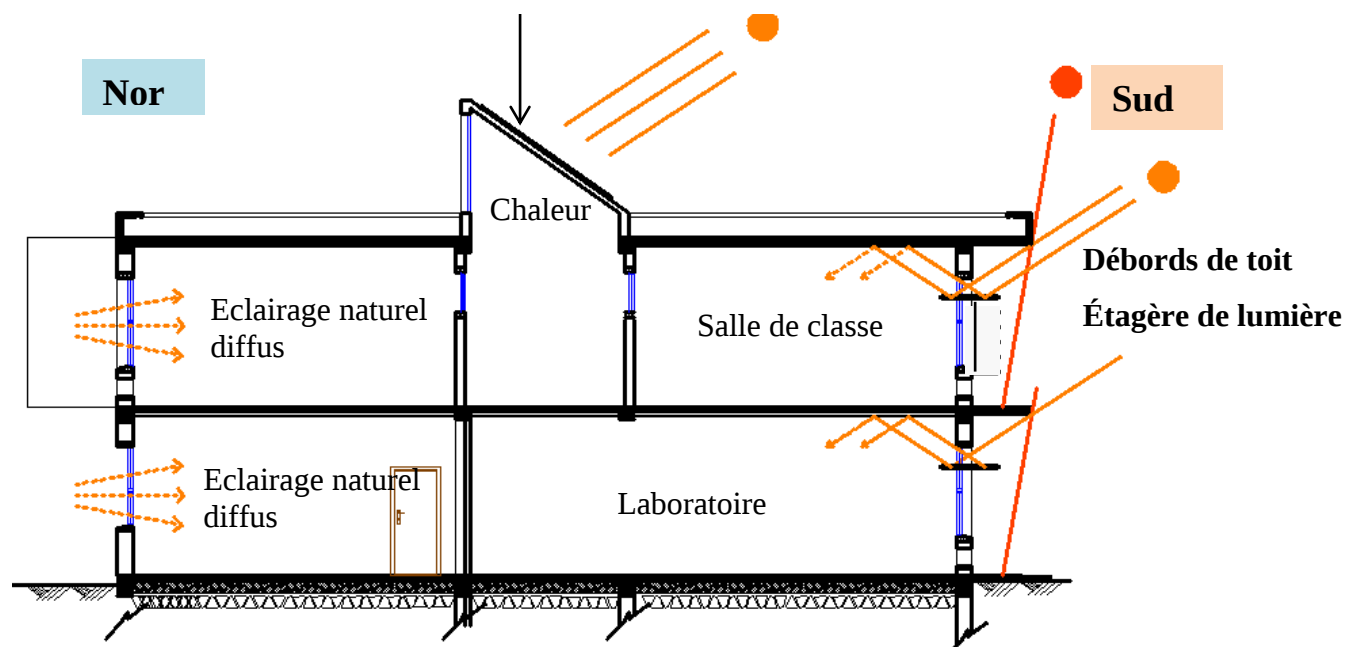


Figure IX. 23 : Schéma de l'éclairage dans le couloir et dans les salles de classe (étage), et laboratoire (RDC) (Source : Auteurs).

Les « étagères à lumière » assurent une double fonction :

- 1- Elles protègent la partie basse du vitrage du rayonnement solaire direct
- 2- Réfléchissent ce même rayonnement solaire en le renvoyant vers les plafonds.

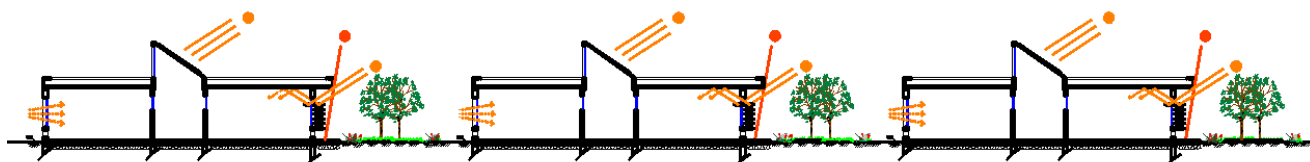


Figure IX. 24 : Schéma de l'éclairage dans le couloir et dans les salles de classe (Source : Auteurs).

IX. 2. Ventilation :

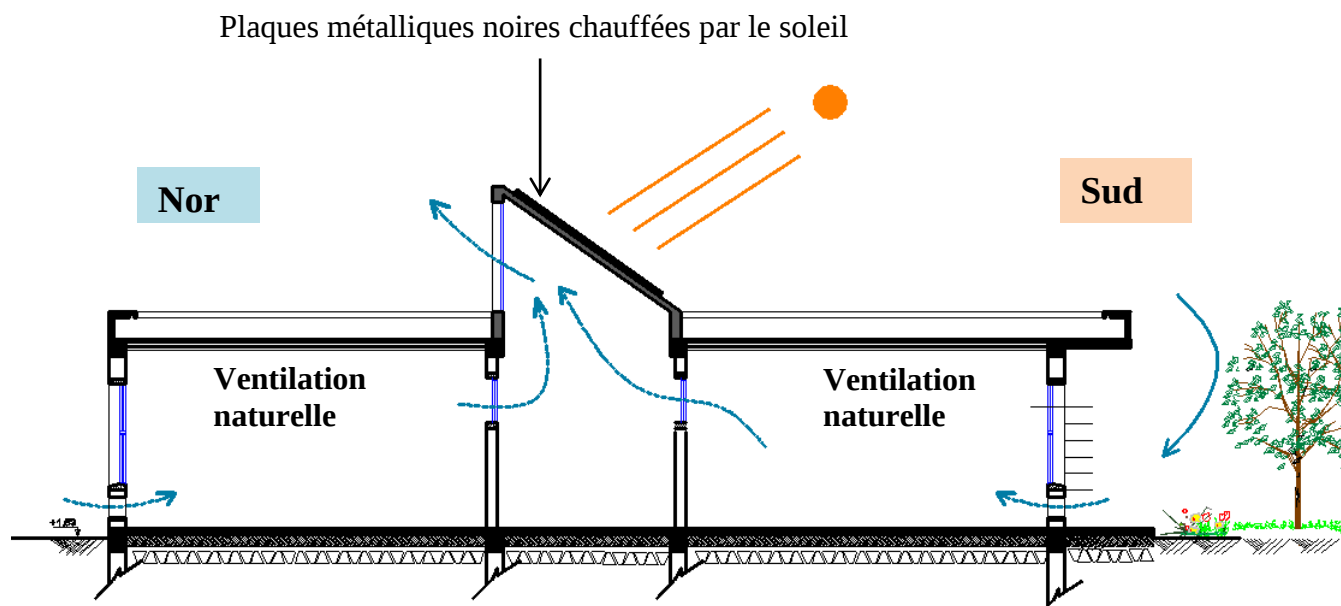


Figure IX. 25 : Schéma de la ventilation dans le couloir et dans les salles de classe.
(Source : Auteurs).

La ventilation naturelle par tirage thermique

- Extraction d'air à travers les salles de classes par **effet de cheminée**
- De plus, l'ouverture motorisée des fenêtres en imposte permet la ventilation des classes dans la journée

IX. 3. Production d'énergie :

- La production d'eau chaude sanitaire « solaire » : des panneaux solaires couvrent environ 50% des besoins en eaux chaude sanitaire

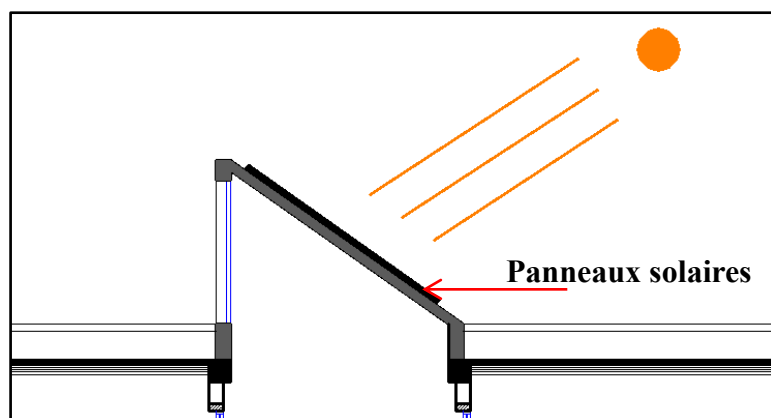


Figure IX. 26 : panneaux solaires (Source : Auteurs).

- Ces panneaux contiennent des **cellules photovoltaïques** qui permettent de capter la lumière du soleil, et ainsi de produire de l'énergie électrique.

X. L'INTERPRETATION DES FACADES :

Au niveau des façades nous avons essayé d'une part de décomposer les façades suivant une lecture des espaces du plan à travers le traitement des façades qui sont le résultat de la composition réfléchie des différents éléments (la géométrie, la transparence, l'opacité, les éléments architecturaux, matériaux et la couleur).

X. 1. La géométrie :

Dans notre cas la géométrie du bâtiment est pure, basée sur des lignes horizontales, verticales et obliques.

Lignes horizontales : Elles viennent en harmonie avec l'échelle du quartier

Lignes verticales : C'est les parties émergentes qui abritent les fonctions dominantes

Lignes obliques : exprime l'articulation et l'équilibre.

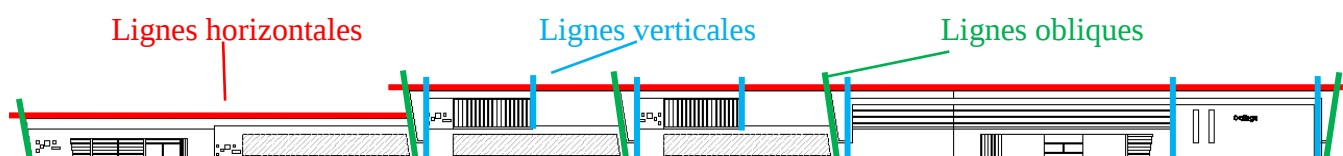


Figure X. 27 : La façade principale (Source : Auteurs).

X. 2. La fusion :

Nous avons joué sur l'opacité et la transparence.

- la première avec son effet brut (plein) permet à l'édifice de s'imposer dans son environnement immédiat.
- alors que la seconde laissant pénétrer la lumière du jour ; élément essentiel à la fonction du bâtiment qui est tout d'abord un édifice éducatif.

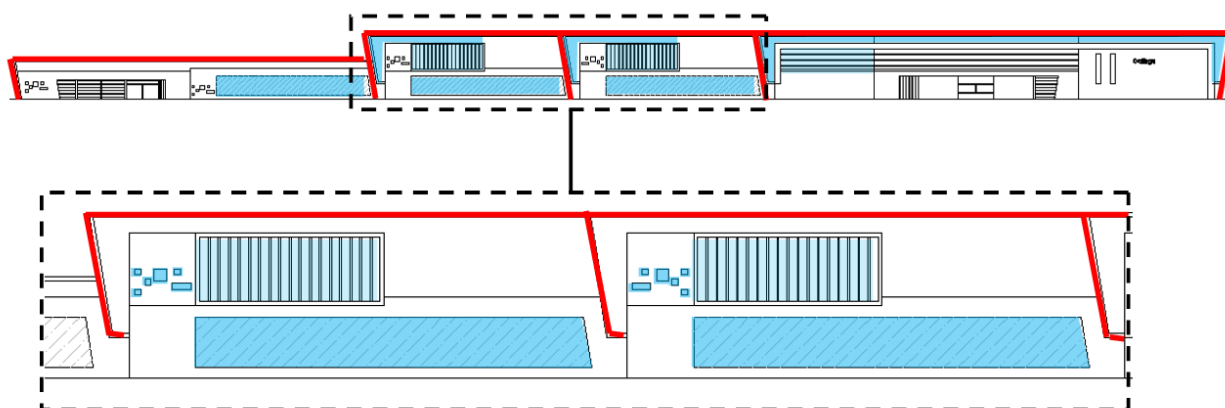


Figure X. 28 : La façade principale (Source : Auteurs).

X. 3.PRESENTATION DU PROJET EN IMAGE

Façade ouest (principale)



Figure X. 29 : Vue sur la façade ouest (Source : Auteurs).

Les ouvertures ouest sont équipées des brises soleil verticaux.



Figure X. 30 : Les brises soleil verticaux (Source : Auteurs).

Façade sud

Toutes Les façades sud ont un aspect particulier qui est :

Leur orientation vers le sud, ajoute un élément particulier, à travers des détails fait d'éléments horizontaux « d'étagères à lumière », associées aux larges débords de toiture en béton blanc.



Figure X. 31 : Vue sur la façade Sud (Source : Auteurs).

Pour le reste l'architecture de la façade s'intègre des éléments verticaux marquant les escaliers.

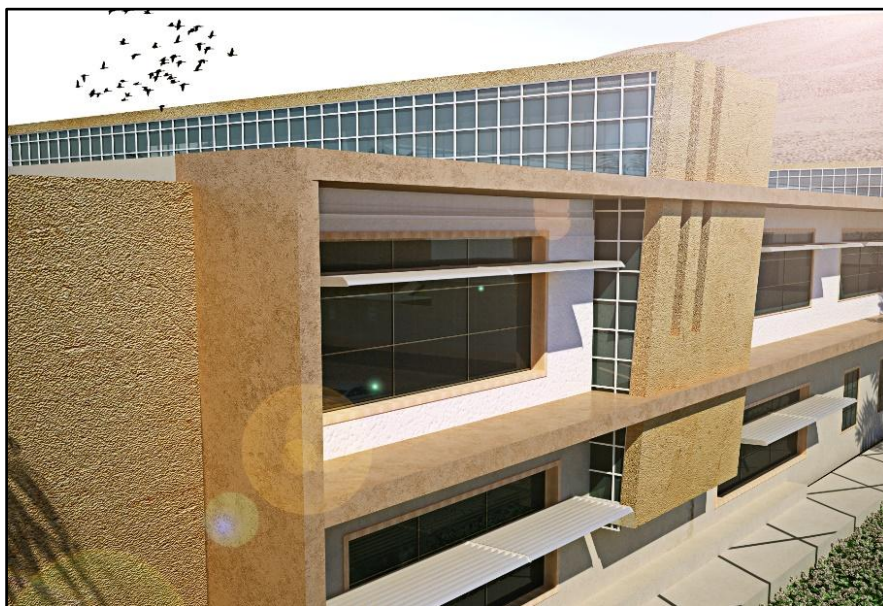


Figure X. 32 : Les brises soleil horizontaux, et l'élément vertical (Source : Auteurs).

Façade Nord



Figure X.33 : Vue générale sur le projet, côté Nord (Source : Auteurs).

Les salles qui donnent au nord ne comportent évidemment pas de protection solaire. Elles sont uniformément éclairées par la lumière diffuse.



Figure X. 34 : vue sur les fenêtres orientées Nord (Source : Auteurs).

L'entrée principale est marquée par une large toiture débordante, soutenue par de grands poteaux, abritant le parvis extérieur.



Figure X. 35 : Vue générale sur le projet (Source : Auteurs).



Figure X. 36 : Entrée principale (Source : Auteurs).

Des cheminées solaires et les panneaux photovoltaïques marquent fortement l'expression environnementale du projet.



Figure X. 37 : Vue générale sur le projet (Source : Auteurs).

La notion de l'espace végétal pour donner l'impression que le bâtiment respect l'environnement.



Figure X. 38 : la cour de récréation (Source : Auteurs).



Figure X. 39: le foyer (Source : Auteurs).



Figure X. 40 : la cour de récréation (Source : Auteurs).



Figure X. 41: vue sur les passerelles (Source : Auteurs).



Figure X. 42 : vue sur les passerelles (Source : Auteurs).



Figure X. 43 : Vue sur le plateau sportif, gradin, et salle de sport (source : Auteur).

Les logements de fonction : Leur architecture simple leur permet de s'insérer parmi les habitations environnantes.



Figure X. 44 : Vue générale sur le projet, côté ouest (Source : Auteurs).



Figure X. 45 : Les logements de fonction (Source : Auteurs).

CONCLUSION

Notre objectif est d'essayer de promouvoir l'expression architecturale de manière cohérente et de façon harmonieuse ; et, prendre en considération tous les aspects qui sont : l'aspect social, environnemental et économique.

Cependant, notre défi est, de mettre en œuvre une conception qui s'intègre dans son environnement tout en exprimant un langage différent de celui des bâtiments déjà existants ; et, de concevoir les futurs espaces éducatifs pour qu'ils soient respectueux à son environnement.

Il s'agit. En outre, de l'interaction de la nouvelle technologie du développement durable et l'humain dans son entité sociologique et son évolution à travers les temps.

Enfin, cela nous a permis aussi d'évoluer nos connaissances (ou presque) dans nos études universitaires et nous souhaitons les concrétiser dans le monde de travail.

INTRODUCTION

L'éclairage naturel a été durant des siècles un facteur prééminent durant la phase de conception d'un bâtiment, et constitue un élément essentiel, générateur de vie sur terre. Et il semble logique que la lumière naturelle fasse partie intégrante d'un bâtiment. Comme c'est l'un des matériaux de conception de tout projet d'architecture. La lumière influence la vie des gens et leur vie quotidienne, tout bâtiment maison, bureau, école, devrait donc fournir assez de lumière naturelle pour multiples raisons :

- **Intérêt économique** par la réduction des consommations d'énergie électrique, certaines études européennes montrent que l'on peut espérer un gain de 30 à 50% sur la consommation électrique destinée actuellement à l'éclairage des bâtiments publics. Cette réduction contribue à démunir les gains internes produits par l'éclairage artificiel et donc le besoin en rafraîchissement ;
- **Intérêt environnemental** par la réduction des diverses pollutions générées par la production d'électricité et par les équipements électriques (déchets radioactifs, gaz à effet de serre, déchets spéciaux des tubes...) ;
- **Intérêt psychophysique** par le rôle bactéricide de la lumière naturelle et par ses variations selon les heures de la journée. Combinant une température de couleur élevée à un spectre continu dans le domaine visible, sa qualité reste inégalée, même par l'éclairage artificiel le plus performant. Cet aspect est d'autant plus important pour la conception des locaux de travail, où une mauvaise acuité visuelle est source de fatigue oculaire, perte d'attention, maux de tête, mauvaise posture... d'une manière générale, l'apport maîtrisé de la lumière naturelle vers les espaces intérieurs favorise le confort visuel des usagers du bâtiment.

Concernant le choix de l'éclairage naturel comme stratégie d'économie d'énergie, l'Algérie possède des potentialités très valables et des occasions exceptionnelles, à savoir ; l'ensoleillement excessif et donc la disponibilité d'un éclairage favorable à longueur d'année sur la plupart des régions du pays (environ 3300 heures/an).

1-3) PROBLEMATIQUE :

Un confort visuel accru, des coûts énergétiques réduits, une image positive en faveur de l'environnement, ... ce sont sûrement des points qui méritent une attention toute particulière dans le milieu scolaire ! Pour cela, le choix de la stratégie d'éclairage naturel est très important et doit dépendre du climat lumineux de la région (un climat chaud et aride. la ville de Laghouat), ainsi que des exigences de la tâche visuelle à accomplir ces locaux scolaire.

Comment intégrer l'éclairage naturel dans la conception de notre établissement scolaire pour un éclairage bien réparti dans les salles de classe avec un niveau recommandé dans toute la période d'utilisation ?

2-4) HYPOTHESE :

L'ensemble des questions posées dans la problématique nous a conduits, de manière assez logique à proposer les hypothèses suivantes :

1. La quantité de lumière pénétrant dans une salle de classe dépend de l'orientation, de la taille des fenêtres et des autres ouvertures.
2. La distance parcourue par la lumière dans la pièce dépend de l'emplacement de la fenêtre et les caractéristiques des surfaces intérieures.
3. Les orientations NORD-SUD sont très intéressantes si le SUD est bien traité sur le plan des protections solaires.
4. L'utilisation judicieuse de protection solaire permet de se protéger de l'éblouissement et des surchauffes, tout en laissant pénétrer la lumière naturelle et de la vue sur l'extérieur.

3-STRUCTURE DE RECHERCHE :

- La première partie est consacrée à l'étude bibliographique, englobera les différentes connaissances de base et des notions fondamentales de l'éclairage naturel.
- La deuxième Partie traitera la des notions de base tel que le confort visuel, les normes, les exigences et la réglementation...etc.
- la troisième partie comprendra l'étude des dispositifs d'éclairage naturel dans les salles de classes à travers l'application des méthodes pratique et numérique et, l'interprétation des résultats.

INTRODUCTION

Le comportement lumineux d'un espace architectural est le résultat d'une interaction entre la lumière naturelle, comme phénomène physique éphémère, et l'espace architectural comme phénomène matériel permanent, il sera question de caractériser la dimension architecturale de la lumière naturelle. Nous chercherons à mesurer le poids des composants de l'espace architectural dans la captation et la répartition des apports solaires.

XI. L'ECLAIRAGE NATUREL DANS LE BATIMENT

XI. 1. DEFINITION :

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

L'éclairage naturel est une source de lumière dynamique, elle varie continuellement à travers la journée et l'année. (Le confort d'été dans les établissements scolaires)

XI. 2. A L'INTERIEUR D'UN LOCAL, LA LUMIERE NATURELLE PROVIENT DE TROIS COMPOSANTES :

- **La composante directe** issue directement du soleil et qui s'annule quand le ciel est couvert ;
- **La composante diffuse** qui correspond au rayonnement reçu par la voûte céleste ;
- **La composante réfléchie** issue des rayonnements réfléchis par l'environnement extérieur (naturel et artificiel) ainsi que les surfaces intérieures de l'espace architectural.

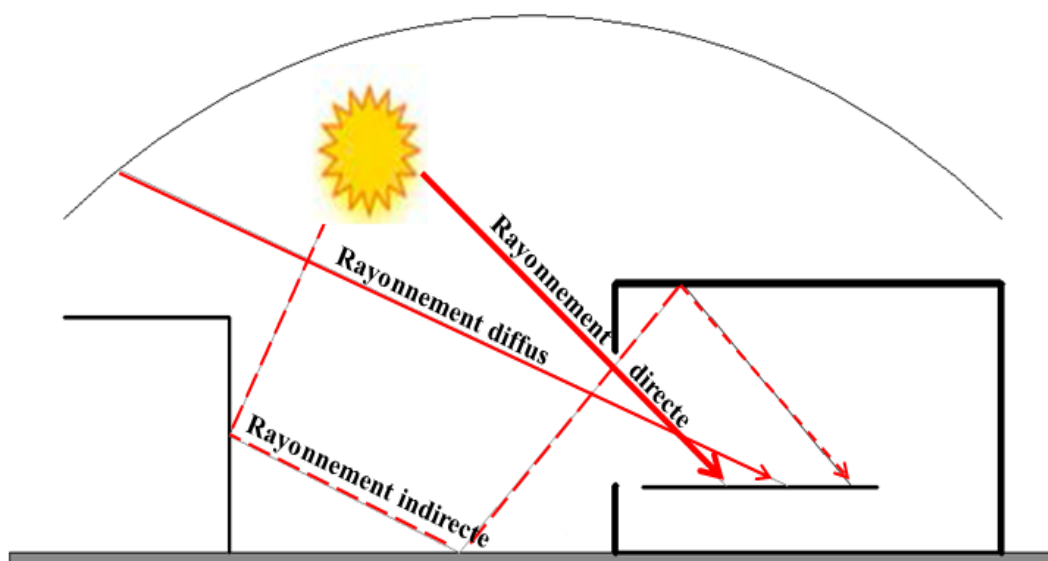
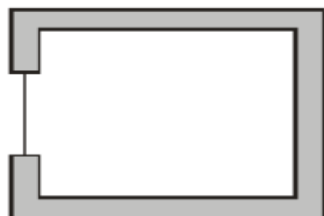


Figure XI. 01 : l'éclairage naturel dans le bâtiment (Source : Auteur)

XII. TYPES D'ECLAIRAGE NATUREL

XII. 1. L'ECLAIRAGE LATÉRAL : L'éclairage latéral se caractérise par l'usage de prises de jour en façade. (Le confort d'été dans les établissements scolaires)

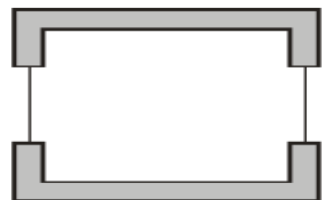
XII. 1.1. ÉCLAIRAGE UNILATERAL



- la pénétration est limitée en profondeur mais elle est directionnelle, ce qui est favorable à la perception de l'environnement à voisinant.

- Elles peuvent créer de l'éblouissement et engendrent de forts contrastes dans l'espace.

XII. 1.2. L'ECLAIRAGE BILATERAL



- On obtient un éclairage plus uniforme et mieux réparti que l'éclairage unilatéral. Lorsque la lumière entre par deux côtés opposés.

XII. 1.3. L'ECLAIRAGE MULTILATERAL

- Il est particulièrement indiqué dans les espaces nécessitant un éclairage très uniforme ainsi que dans le bâtiment profond.
- Présente certaines contraintes ; les risques de surchauffe en période estivale, et les déperditions de chaleur en période hivernale.

XII. 2. L'ECLAIRAGE ZÉNITHAL

- Fournit une distribution de lumière très uniforme et un niveau d'éclairement quasiment identique dans l'ensemble du local ; il contribue à une meilleure répartition de la lumière dans l'espace. Il convient spécialement à la pénétration de la lumière naturelle dans les bâtiments bas et profonds.

XII. 3. LE SECOND JOUR

- Un local éclairé en second jour est un local qui n'est pas éclairé naturellement par une fenêtre donnant sur l'extérieur mais par l'intermédiaire d'un autre espace. Lui-même éclairé naturellement. Il convient assez bien aux espaces de circulation.
- L'éclairage fourni en second jour peut être zénithal ou latéral.

XIII. PARAMETRES INFLUENÇANT L'ECLAIRAGE LATÉRAL

(De l'intention à la solution architecturale, Mohamed-anis GALLAS)

Nous portons une attention particulière à quatre composantes :

- **Les masques d'obstruction** (internes et externes);
- **L'ouverture** qui matérialise la liaison entre l'espace architectural et les rayons solaires ;
- **La configuration architecturale** déterminant la forme et la géométrie de l'espace ;
- **Les surfaces intérieures de l'espace.**

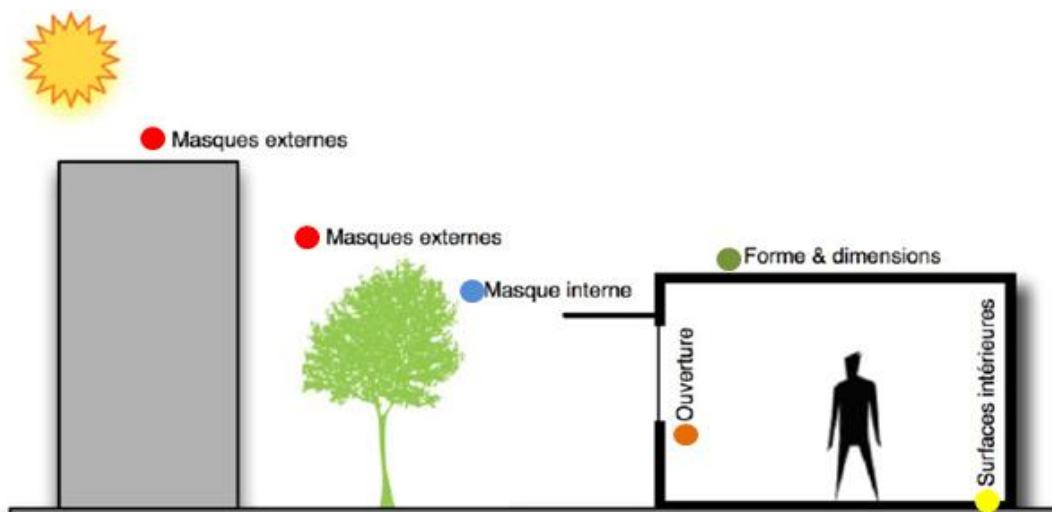


Figure XIII. 02 : L'influence des composantes de l'espace architectural sur la captation et la propagation des apports lumineux. (Source : Auteur)

XIII. 1. LES MASQUES D'OBSTRUCTION (internes et externes)

XIII. 1.1. LES MASQUES EXTERNES

Les masques externes sont constitués de l'environnement naturel et architectural voisin qui influence la quantité d'apports solaires incidents à l'intérieur d'un espace.

- Les masques naturels de type végétation créent des filtres de lumière qui évoluent suivant les saisons.
- Les bâtiments voisins constituent des obstacles qui créent des zones d'ombres et d'obstruction de la lumière naturelle.

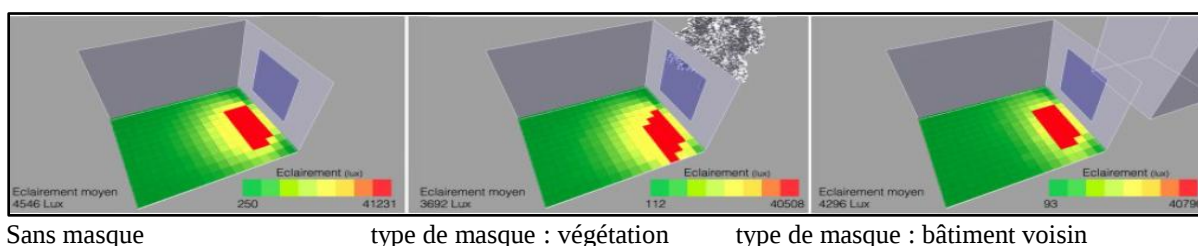
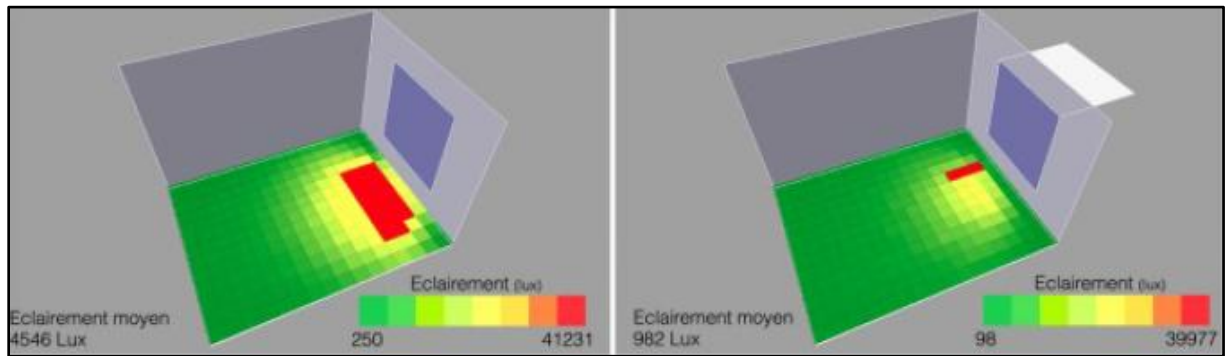


Figure XIII. 03 : Influence des masques externes sur le comportement lumineux d'un espace. (Source : De l'intention à la solution architecturale, Mohamed-anis GALLAS)

XIII. 1.2. LES MASQUES INTERNES

Les masques internes sont constitués d'éléments architecturaux (brise-soleil, débord de toiture) situés à proximité des ouvertures afin de contrôler la direction et la quantité des rayonnements solaires incidents.

- ✚ Un auvent permet de masquer les rayonnements solaires directs créant une réduction du niveau d'éclairement reçu à l'intérieur de l'espace.



Sans masque

Type de masque : auvent

Figure XIII. 04 : Influence des masques externes sur le comportement lumineux d'un espace
(Source : De l'intention à la solution architecturale, Mohamed-anis GALLAS)

XIII. 2. L'OUVERTURE

L'ouverture est l'interface entre les rayonnements solaires incidents et l'espace architectural.

XIII. 2.1. L'ORIENTATION DES OUVERTURES :

Fait appel à la notion de position du soleil dans le ciel ainsi que la direction de ses rayons.

L'organisation spatiale d'un bâtiment devrait toujours être pensée en fonction du moment d'occupation des locaux, de l'activité qui s'y déroule et de la course du soleil.

Il est préférable de placer les fenêtres de telle façon que le soleil puisse pénétrer à l'intérieur d'un local au moment où il est le plus utilisé. Si la fenêtre se trouve en face du soleil, elle va recevoir une énorme quantité d'énergie qui pourrait être utilisée pour éclairer naturellement des locaux. et le côté le plus éclairé de la voûte céleste est au nord.

Orientations	Caractéristiques
Nord	• Lumière égale, pas de lumière directe du soleil, que diffuse le ciel, répartition la même, paysage éclairé par le direct du soleil, protection de l'intérieur pour les luminances du ciel blanc, pas de problème de surchauffe en été.
Sud	• Lumière changeante, lumière du soleil variable durant la journée, répartition pas la même, protection de l'extérieur et de l'intérieur, problème de surchauffe en été et risque d'éblouissement.

Est	• Lumière directe du soleil le matin, les rayons sont bas sur l'horizon et difficile à maîtriser, protection extérieure souhaitable.
Ouest	• Lumière directe du soleil le soir, Risque d'éblouissement et surchauffes, protection extérieure obligatoire.

XIII. 2.2. LA DIMENSION DE L'OUVERTURE : détermine la quantité de lumière à l'intérieure d'un espace.

Cette propriété permet de dégager la notion de taux d'ouverture qui correspond au ratio entre la surface totale d'ouverture et la surface du plancher.

✿ Plus le taux d'ouverture est grand, plus la moyenne des éclairements est importante.

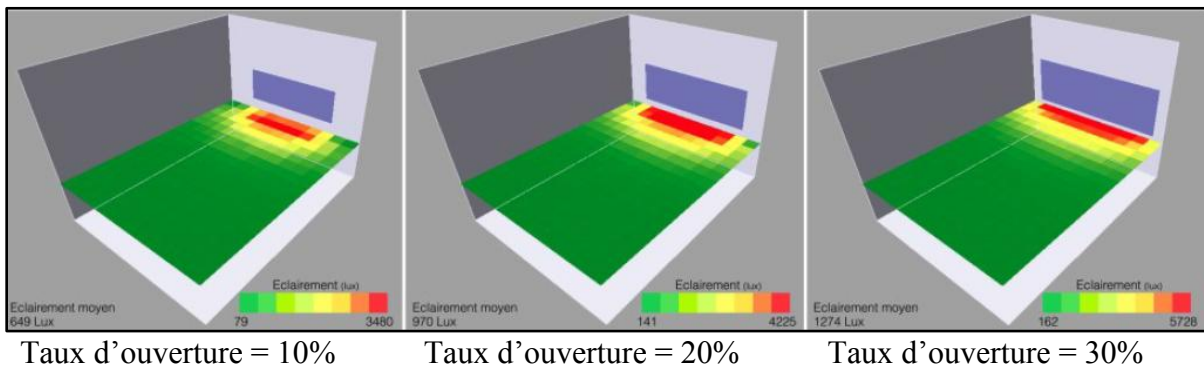


Figure XIII. 05 : Rapport entre le taux d'ouverture et la moyenne d'éclairement obtenue
(Source : De l'intention à la solution architecturale, Mohamed-anis GALLAS)

XIII. 2.3 LA FORME D'OUVERTURE est une propriété qui influence l'apport et le mode de répartition des rayonnements solaires reçus à l'intérieur d'un espace.

✿ Une ouverture de proportion 1/1 et plus permet d'obtenir une répartition omnidirectionnelle et une quantité plus importante de rayonnement solaire.

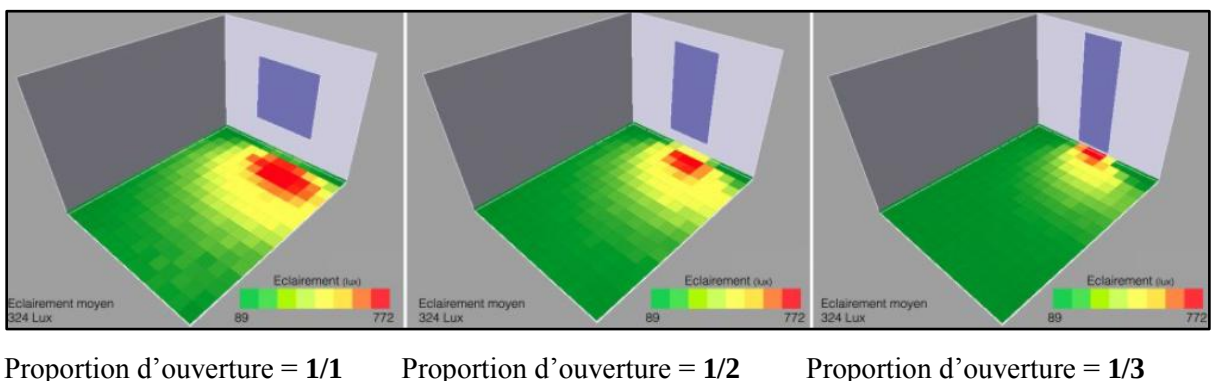


Figure XIII. 06 : Influence du rapport de proportion sur le comportement d'une ouverture
(Source : De l'intention à la solution architecturale, Mohamed-anis GALLAS)

XIII. 2.4. LA REPARTITION D'UNE SURFACE D'OUVERTURE influence la distribution des rayonnements solaires.

Une ouverture répartie en deux ou trois sections dirige les rayons incidents dans plusieurs directions correspondant au nombre des sections.

- ✚ Ce type de configuration génère des zones d'ombres projetés sur l'ensemble des surfaces intérieures de l'espace, ce qui peut créer des problèmes de confort visuel pour les occupants.

XIII. 2.5. LA POSITION DE L'OUVERTURE influence le mode de répartition des apports solaires dans le volume intérieur de l'espace.

La répartition de l'éclairage dans un local éclairé par une fenêtre placée à trois hauteurs différentes.

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



Figure XIII. 07 : La position de l'ouverture
(Source : De l'intention à la solution architecturale, Mohamed-anis GALLAS)

XIII. 2.6. LES ETAGERES DE LUMIERE (LIGHT SHELF)
(Simulation et optimisation du système lightshelf, DAICH Safa)

Light shelf est un auvent dont la surface supérieure est réfléchissante qui se situe au niveau de la fenêtre, utilisé aussi bien pour canaliser passivement l'éclairage naturel dans un espace et pour fournir de l'ombre.

- Pénétrer la lumière profondément dans la pièce.
- Rédiger la lumière naturelle vers le plafond, en protégeant l'occupant des pénétrations directes du soleil (éblouissement et rayonnement direct).

a. Distance de pénétration adéquate de la lumière :

Le light shelf est apparu pour apprivoiser la lumière du soleil qui pénètre par les fenêtres.

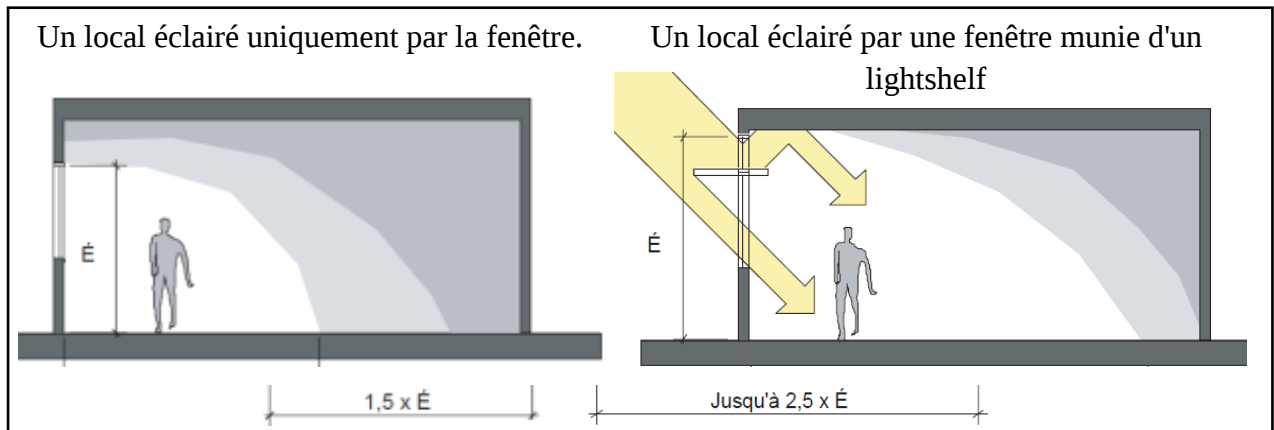


Figure XIV. 08 : Distance de pénétration adéquate de la lumière
(Source : De l'intention à la solution architecturale, Mohamed-anis GALLAS)

- ☼ Ce système est plus performant dans les conditions de ciel clair car, les light shelves nécessitent un ensoleillement direct.

b. Il existe plusieurs types de light shelf qui sont classés suivant différents paramètres :

-Selon sa position :

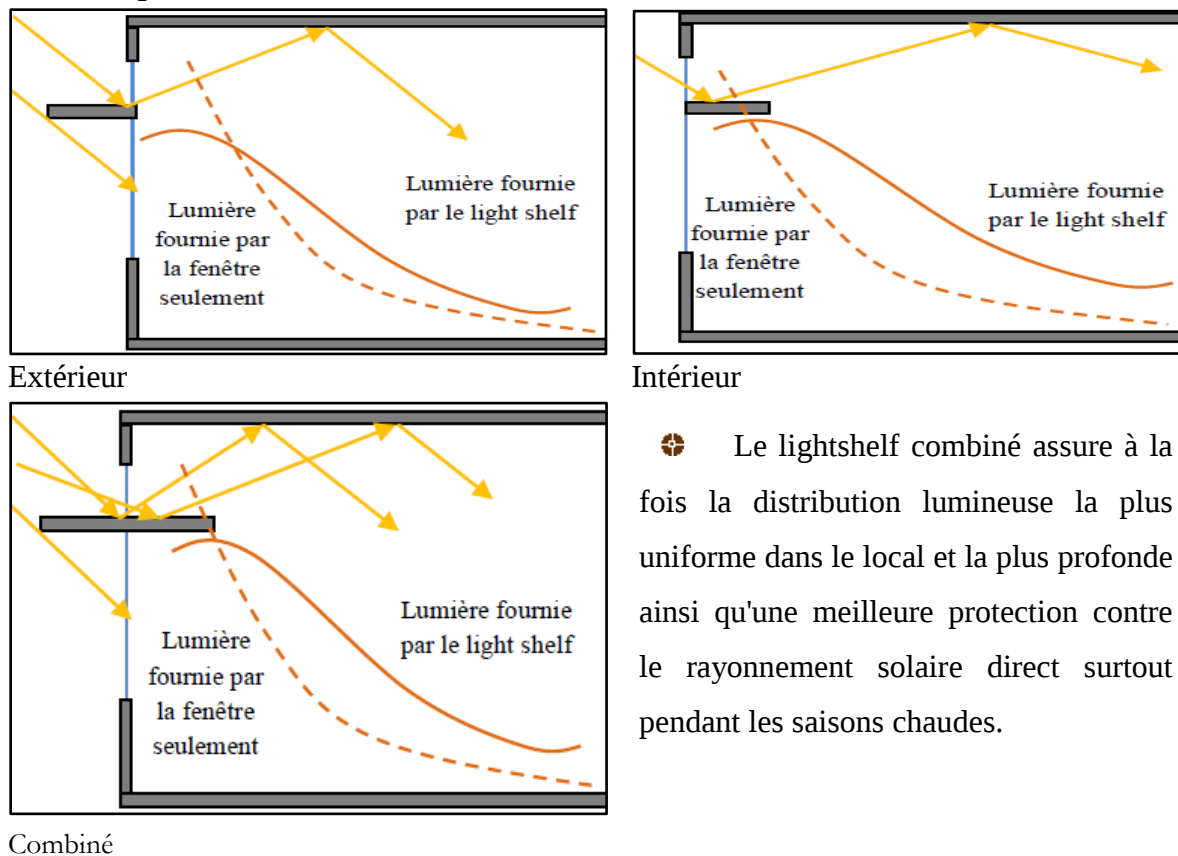
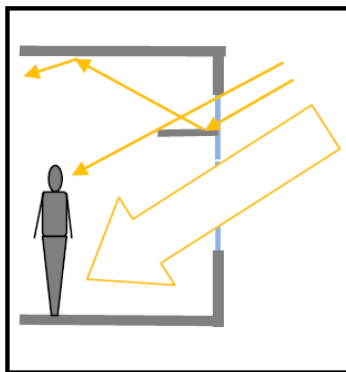


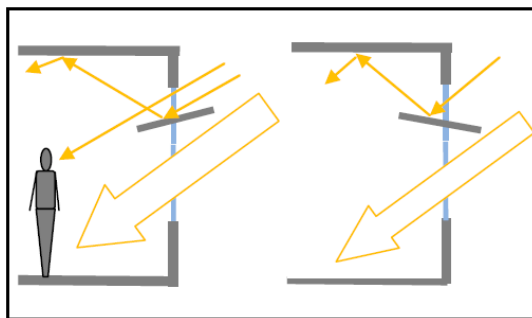
Figure XIV. 09 : types de light shelf (Source : Auteur)

-Selon son inclinaison :



Les light shelves type droit

Ils captent le maximum des rayons solaires par leurs surfaces horizontales, apportent mieux la lumière au fond et projettent l'ombre sur la grande fenêtre



Les light shelves type incliné

L'inclinaison du système lightshelf permet d'optimiser les rayons solaires.

Figure XIV. 10 : types de light shelf (Source : Auteur)

XIII. 2.7. SECOND-JOURS

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

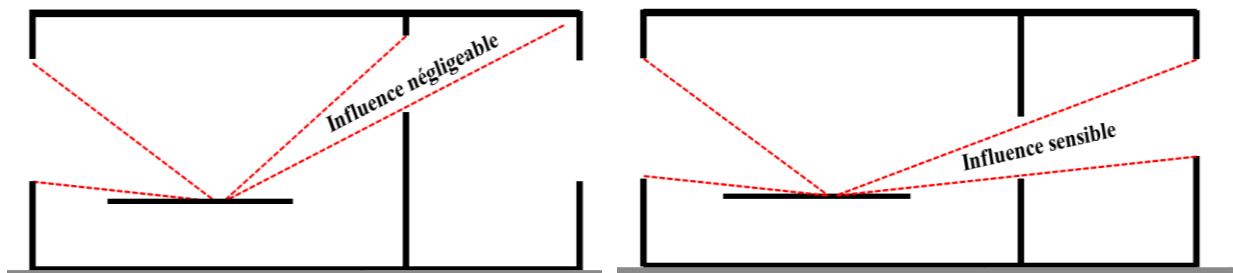


Figure XV. 11 : Second-jours (Source : Auteur)

XIII. 2.8. OUVERTURES EN TOITURE

Sheds verticaux

Orientés au Sud, les sheds verticaux permettent de favoriser les apports en hiver au détriment de l'été.

Orientés au Nord, les apports sont extrêmement réduits (mais pas nuls).

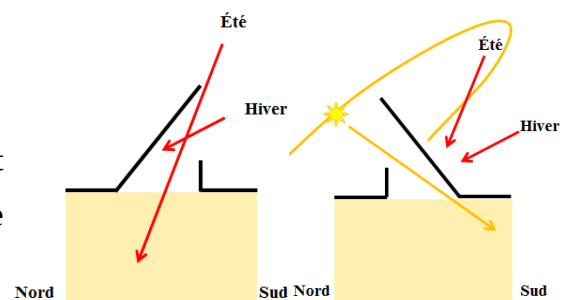
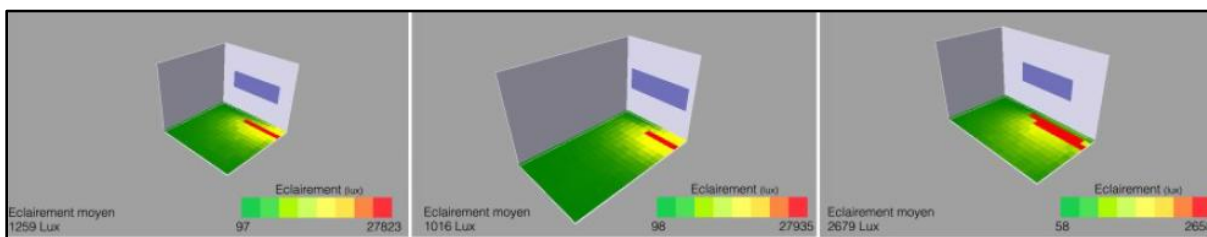


Figure XVI. 12 : Sheds verticaux (Source) Auteur)

XIII. 3. LA CONFIGURATION ARCHITECTURALE DETERMINANT LA FORME ET LA GEOMETRIE DE L'ESPACE

Le rapport entre la largeur et la profondeur d'un espace détermine la qualité des apports lumineux et leurs modes de répartition sur les différentes parois.

- ✿ Une configuration où la largeur de l'espace est supérieure à sa profondeur génère une répartition plus uniforme des apports solaires.
- ✿ Ce constat est confirmé par la moyenne d'éclairement obtenu qui est 2,5 fois supérieures à celle d'une configuration de type profonde. (De l'intention à la solution architecturale, Mohamed-anis GALLAS)



Largeur/Profondeur = 1

Largeur/Profondeur = 0.6

Largeur/Profondeur = 1.6

Figure XVII. 13 : Influence du rapport largeur/profondeur sur le comportement lumineux d'un espace (Source : Source : De l'intention à la solution architecturale, Mohamed-anis GALLAS)

XIII. 4. LES SURFACES INTERIEURES

Les parois sont caractérisées par leur couleur qui joue un rôle déterminant dans la définition de la qualité lumineuse. Dans les mêmes conditions d'éclairement :

- ✿ Les pièces à parois sombres créent un contraste entre la zone proche des ouvertures (fortement éclairée) et le fond de la pièce (très faiblement éclairée).
- ✿ Alors qu'une pièce à surfaces claires génère un éclairage uniformément réparti sur toutes les zones et toutes les surfaces. (De l'intention à la solution architecturale, Mohamed-anis GALLAS)

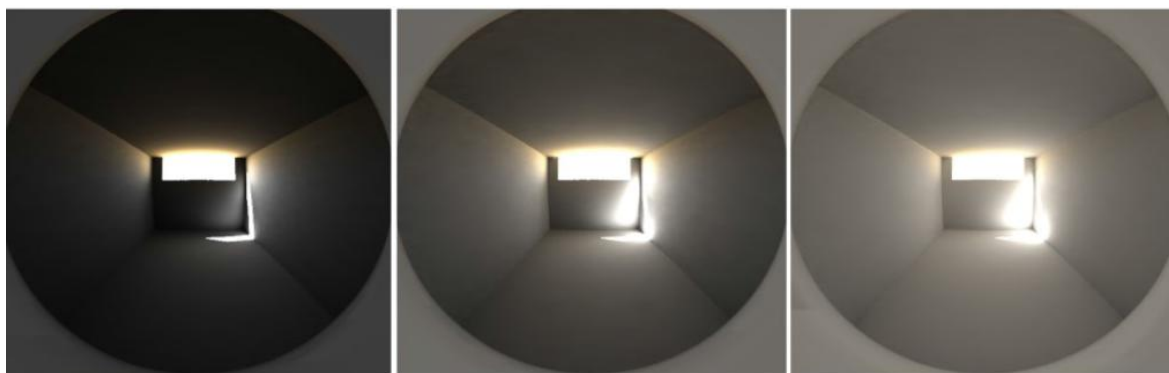


Figure XVIII. 14 : La clarté des parois et sur la propagation et la diffusion de la lumière (Source : De l'intention à la solution architecturale, Mohamed-anis GALLAS).

SYNTHESE

Nous avons mis en avant dans cette partie les paramètres qui influencent le comportement de la lumière naturelle dans l'espace intérieur architectural. Ces paramètres déterminent le type et la quantité d'apports lumineux incidents ainsi que leurs modes de répartition sur les parois de l'espace.

Généralement l'éclairement des espaces intérieurs se fait à travers des grandes fenêtres. Mais pendant les périodes extrêmes, elles peuvent être une source d'inconfort visuel et thermique. L'utilisation du système light shelf est l'une des solutions à ce problème, car il permet d'éclairer et de protéger au même temps les ouvertures.

Afin de vérifier le degré d'efficacité des grandes fenêtres et les protections solaires par le système light shelf dans notre établissement scolaire, une mise en exergue des différentes notions de confort et de réglementations est élucidée dans la partie suivante, ceci pour une confrontation ultérieure.

XIV. LE CONFORT VISUEL :

XIV. 1. Définition

Le confort visuel est une sensation totalement subjective liée à la quantité, la distribution, et la qualité de la lumière. Il résulte de l'interaction entre des paramètres physiologiques (l'éclairement, la luminance, le contraste l'éblouissement, l'indice de rendu des couleurs) et des sensations psychosociologiques. (Le confort d'été dans les établissements scolaires)

XIV. 2. LE CONFORT VISUEL DANS LES SALLES DE CLASSE

(Le confort d'été dans les établissements scolaires)

Pour la lecture et l'écriture, les deux tâches visuelles principales effectuées dans les salles de cours, dont les exigences nécessaires pour établir un confort visuel optimum sont :

1. Un bon niveau d'éclairement nécessaire a une vision claire et sans fatigue.
2. Une uniformité de l'éclairage.
3. Un rendu de couleur correct.
4. L'absence d'éblouissement.

XIV. 2.1. Un niveau d'éclairement approprié.

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

L'éclairement à maintenir (Em) :

Dans les écoles, une différence sera faite entre les classes accueillant des enfants, où 300 lx seront recommandés, et les classes accueillant des adultes, où 500 lx seront imposés.

Type de local	Eclairement lumineux (Lux)	
	Minimum	Recommandé
Salle de classe en secondaire		
E sur les tables des élèves	150	300
E sur la table des maîtres	200	400
Tableaux noirs ou colorés	300	500

Tableau XIV.01 : niveau d'éclairement en service exigés dans les salles de cours par le ministère de l'éducation, la réglementation française de l'éclairage.

(Source : Le confort d'été dans les établissements scolaires)

XIV. 2.2. Une uniformité de l'éclairage

L'**uniformité** (U_0), définie comme le rapport de l'éclairement minimum à l'éclairement moyen, est le reflet de l'homogénéité de l'éclairement.

La valeur exigée est fonction de la tâche visuelle à exécuter, pour une salle de classe.

Une répartition harmonieuse de la lumière dans l'espace

La **répartition visuelle** de la lumière dans un espace dépend dans une large mesure de sa réflexion sur les parois du local. Elle est d'autant meilleure que les réflexions de la lumière sur chaque paroi sont élevées et uniformément réparties.

- En générale, pour une bonne distribution de la lumière, les murs et les plafonds devraient de préférence être de couleur claire et mate afin de bien répartir les luminances. Pour éviter une réflexion gênante, le sol sera plutôt sombre.

Facteur de réflexions			
Surface	conseillées	Couleurs claires	Couleurs moyenne
Plafond	0.75 à 0.85	Blanc 0.8	Blanc 0.7
Mur proche des surfaces lumineux	0.60 à 0.70	Jaune 0.7	Jaune 0.5
Autre mur des foyers lumineux	0.40 à 0.50	Beige 0.65	Beige 0.45
Sols	0.20 à 0.30	Gris 0.6	
Surface supérieure des tables de travail	0.4 à 0.5	Rose, brun, bleu 0.5	

Tableau XIV.02 : Les facteurs de réflexion conseillés pour différentes surfaces intérieures, la réglementation française de l'éclairage

(Source : Le confort d'été dans les établissements scolaires)

XIV. 2.3. Un rendu des couleurs correct et une lumière agréable (www.cstc.be)

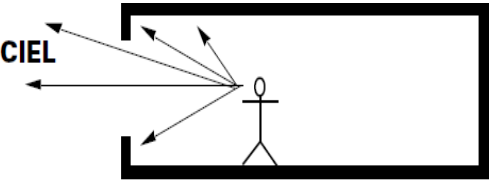
L'**indice de rendu des couleurs (Ra)**, chiffré entre 0 et 100, représente la capacité d'une couleur à apparaître 'vraie'. Plus la valeur de l'indice de rendu des couleurs sont élevée, mieux les couleurs seront rendues. La valeur de recommandée est souvent de 80.

XIV. 2.4. L'éblouissement

(Traité d'architecture et d'urbanisation bioclimatique, par Alain Liébard. André De Herde)

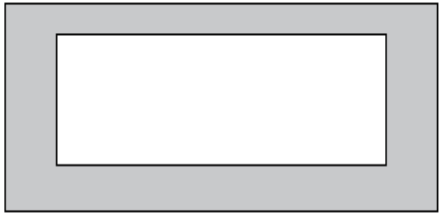
La pénétration directe des rayons solaires sur le plan de travail est un phénomène à éviter, car, en général, ça crée l'effet d'éblouissement ; un effet déconseillé dans les salles de classe. La source principale d'éblouissement dans un local éclairé naturellement est la fenêtre.

☼ L'éblouissement est du :

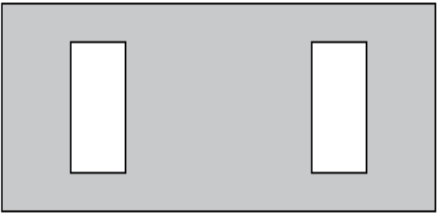


- A la vision du ciel ou du soleil à travers des fenêtres.
- Au contraste mur-fenêtre.

☼ Une grande fenêtre est moins éblouissante qu'une ou plusieurs petites

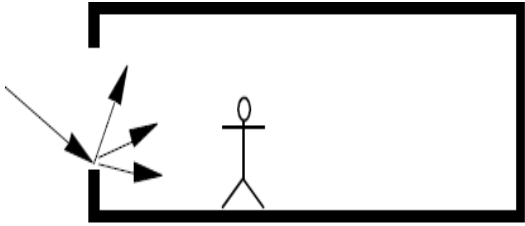
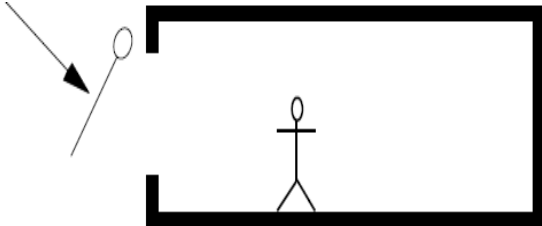
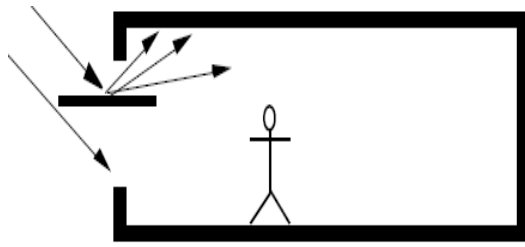
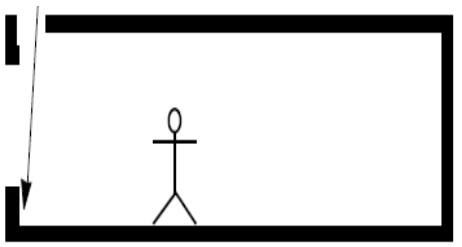
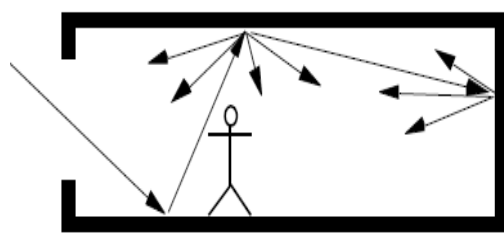
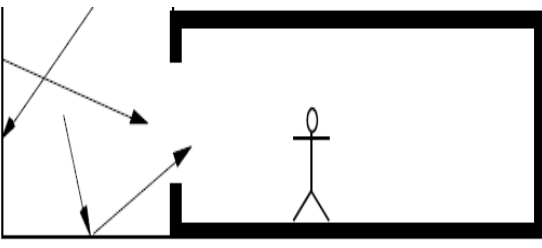


Moins d'éblouissement



Plus d'éblouissement

☼ Diminution de l'éblouissement par :

 ▪ Diminuer le contraste mur - huisserie avec un cadre clair (haut coefficient de réflexion)	 ▪ Voiler le ciel par une protection solaire ou un rideau
 ▪ Voiler en partie le ciel en assombrissant la fenêtre par un élément déflecteur.	 ▪ Diminuer le contraste mur – fenêtre en éclairant le mur contenant la fenêtre.
 ▪ Diminuer le contraste mur – fenêtre en augmentant la part indirecte de l'éclairage naturel (avec un local très clair).	 ▪ Voiler en partie le ciel en disposant à l'extérieur des éléments ayant une luminance plus faible que le ciel (atrium, cour intérieure).

XV. QUANTIFICATION ET LA MESURE DE LA LUMIERE :

(De l'intention à la solution architecturale, Mohamed-anis GALLAS)

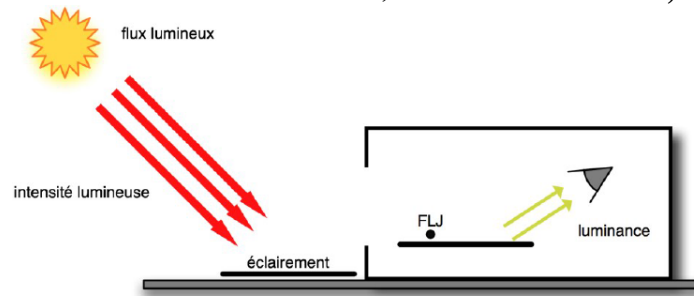
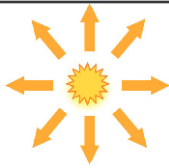


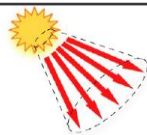
Figure XV. 15 : Types de grandeurs photométriques (source : auteur)

XV. 1. Le flux lumineux (Φ)



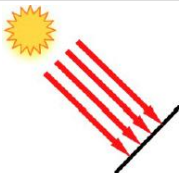
Il caractérise la puissance lumineuse de la source rapportée à la sensibilité de l'œil, de façon à ne considérer qu'une puissance susceptible de provoquer la sensation visuelle. En lumen (lm).

XV. 2. L'intensité lumineuse (I)



Elle caractérise l'importance du flux (Φ) émis par unité d'angle solide (Ω) dans une direction donnée. En candelas (cd). $I = \Phi / \Omega$

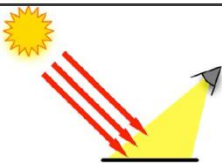
XV. 3. L'éclairement



L'éclairement lumineux correspond au flux lumineux (Φ) reçu par unité de surface (S).

L'unité de mesure est le lux (lx). $1 \text{ lx} = 1 \text{ lm} / \text{m}^2$ $E = \Phi / S$

XV. 4. La luminance



La luminance est définie comme étant le rapport entre l'intensité lumineuse émise par une source lumineuse dans une direction donnée et la surface apparente de cette source dans la même direction.

XV. 5. Le facteur de lumière du jour (FJ)

Le paramètre qui quantifie l'éclairage naturel en un point intérieur d'un local est le facteur de lumière du jour FJ, exprimé en % : rapport de l'éclairement en un point du plan considéré à l'éclairement extérieur sur un plan horizontal, en site dégagé, par ciel couvert.

On considère généralement qu'une partie d'un local est sombre dès lors que le facteur lumière du jour y est inférieur à 2 %.

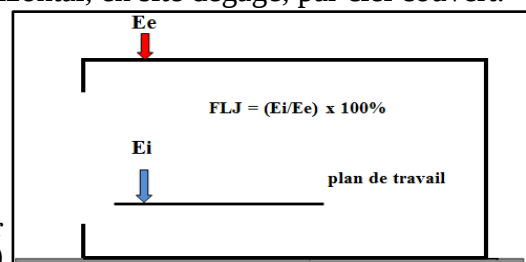


Figure XV .16 : Le facteur de lumière du jour (Source : auteur)

INTRODUCTION

Il est clair que la ville de Laghouat est caractérisée par un gisement solaire et potentiel lumineux important. Ce fort niveau d'éclairement doit être utilisé de manière intelligente et durable pour pouvoir répondre aux besoins quantitatifs et qualitatifs de l'occupant tout en protégeant le bâtiment et l'environnement. La simulation par des logiciels d'éclairage ou l'expérimentation à l'aide d'un modèle réduit sont des moyens qui nous aident à étudier l'éclairage naturel et à concevoir un système d'éclairage qui correspond au niveau du gisement lumineux de Laghouat.

XVI. VALIDATION NUMERIQUE DU CONFORT VISUEL :

Pour établir cette numérisation, nous avons eu recours à deux logiciels afin d'atteindre des résultats précis. Le premier logiciel est ECOTECT, dans sa version la plus récente 2011, via lequel nous avons réalisé la construction des modèles d'expérience.

Le second logiciel est RADIANCE β 2, qui traite les niveaux d'éclairement intérieurs, ceci sous les conditions d'un ciel dégagée.

XVI. 1. LES PARAMETRES DE LA SIMULATION :

La simulation de l'éclairage naturel dans une salle de classe se base sur des paramètres constants et d'autres variables. Les paramètres constants sont les suivants :

- **La location :** la ville de Laghouat (latitude $32^{\circ} 55' N$, longitude $2^{\circ} 30'$).
- **La zone :** Urbaine.
- **Le logiciel de simulation :** "Ecotect " (Fonction : Daylight Analysis) et radiance.
- **La salle de classe :** La géométrie de la salle: Largeur=6.5 m, Longueur 8m, Hauteur=3.4 m.

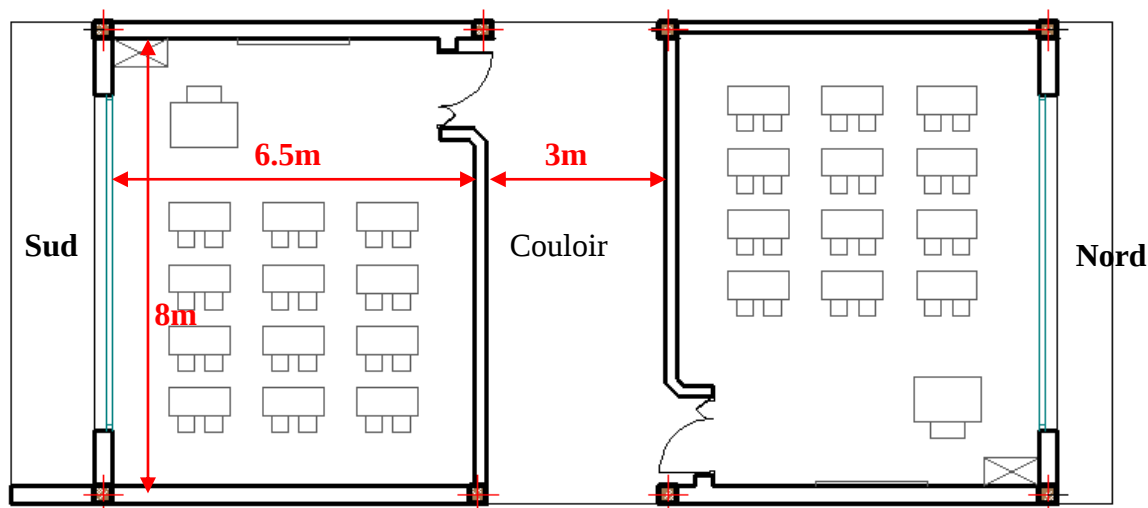


Figure XVI.17: Plan. Salles de classes

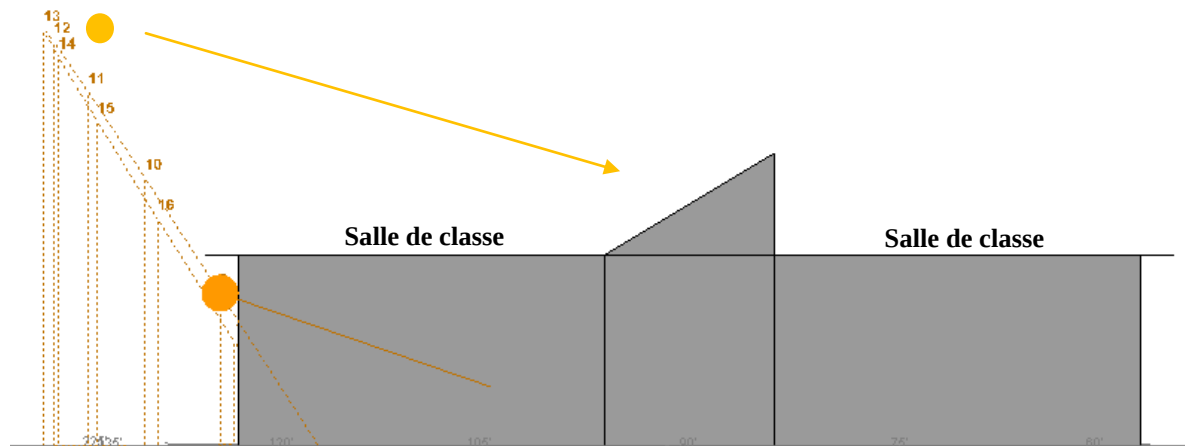


Figure XVI.18: orientation des classes Nord-Sud

Ouvertures :

Fenêtre latérale : Taux d'ouverture 20% (Largeur=2 m, Longueur=6m, Hauteur sous plafond=0.2m, hauteur de l'allège =1,2m).

Ouverture en second-jour (imposte) : Taux d'ouverture 10% (Largeur=0.8m, Longueur .0.8m).

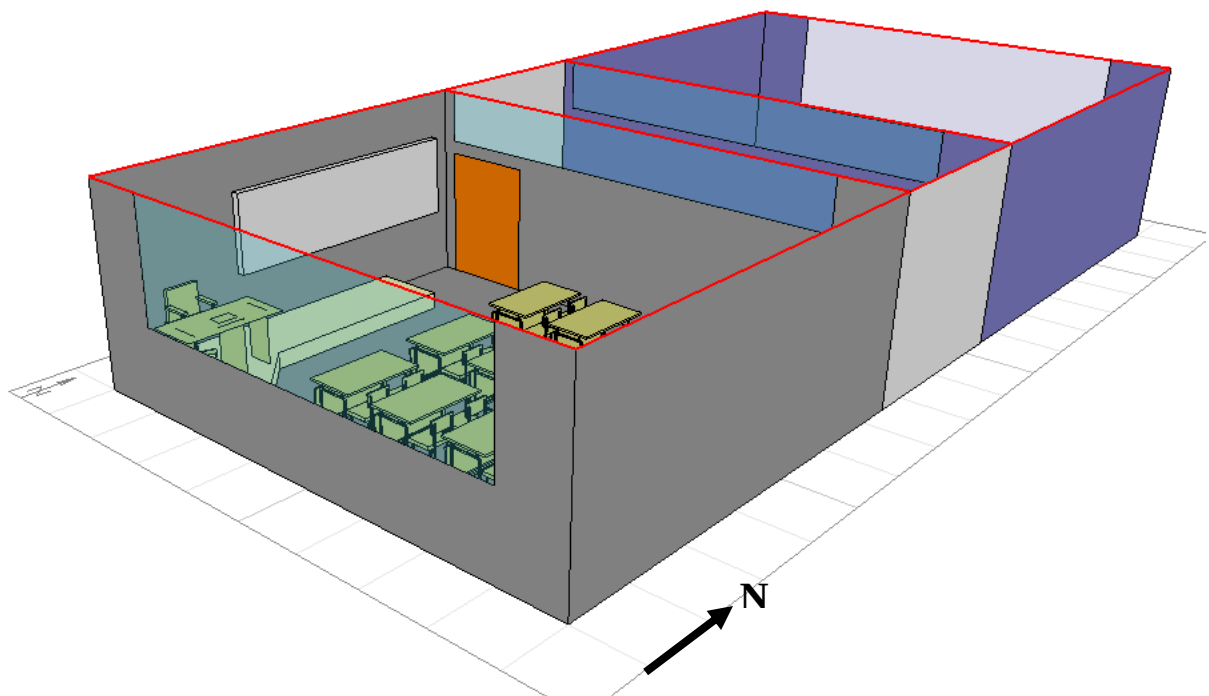


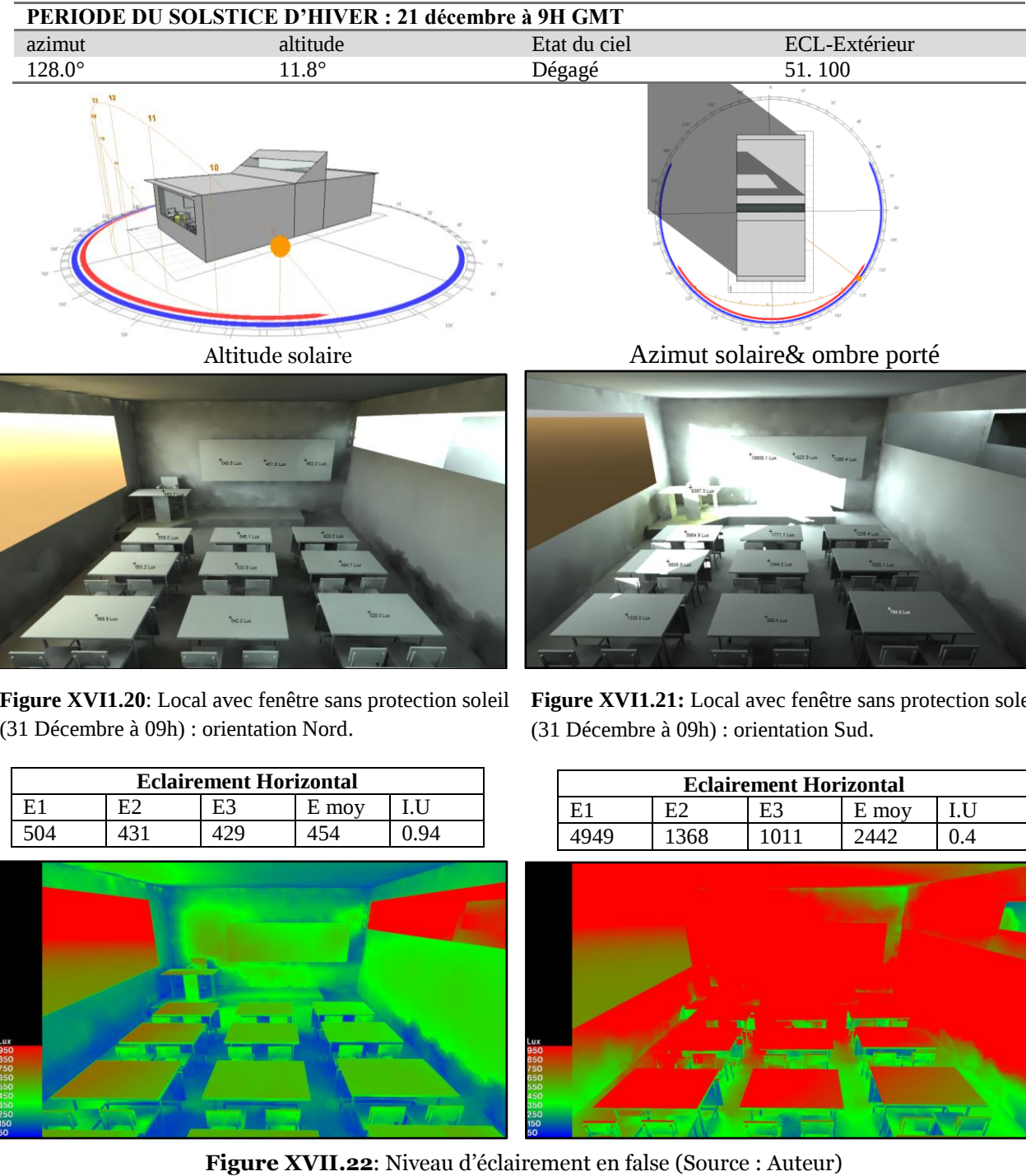
Figure XVI.19 : vue en 3D, l'intérieur de la salle de classe

XVI. 2. LES PARAMETRES A SIMULER :

- L'orientation de la fenêtre.
- Cas initial : -Light shelf droit intérieur-extérieur.
- Cas amélioré : -light shelf incliné intérieur-extérieur.

XVII. ANALYSE DES RESULTATS

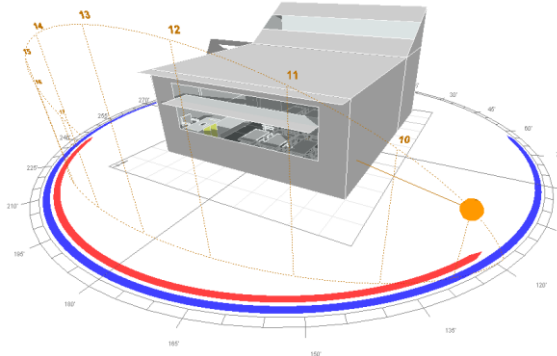
XVII. 1. EFFET DE L'ORIENTATION



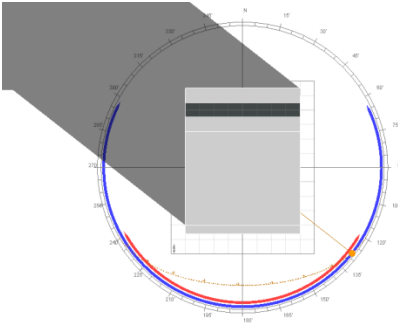
Donc, au cours des simulations suivantes, nous allons travailler sur l'orientation Sud pour améliorer la qualité d'éclairage intérieur de la salle, de réduire la pénétration directe des rayons solaire, tout en assurant un niveau uniforme d'éclairéement recommandé.

XVII. 2. CAS INITIAL : light shelf droit intérieur-extérieur

PERIODE DU SOLSTICE D'HIVER : 21 décembre à 9H GMT			
azimut	altitude	Etat du ciel	ECL-Extérieur
128.0°	11.8°	Dégagé	51. 100



Altitude solaire.



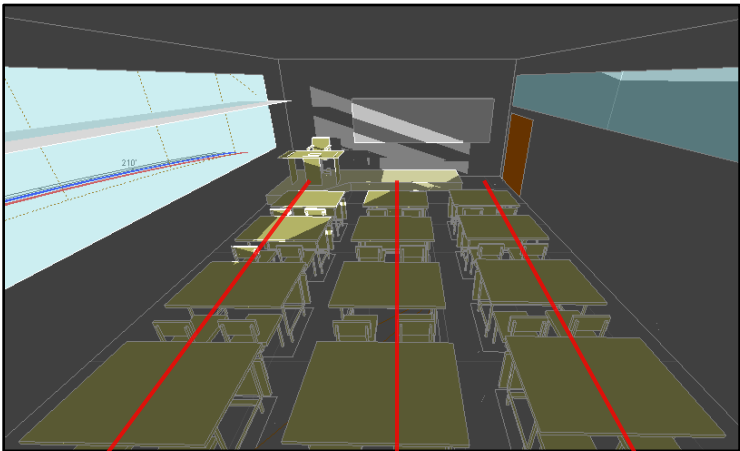
Azimut solaire& ombre porté



Eclairéement Horizontal				
E1	E2	E3	E moy	I.U
4896	1225	920	2347	0.3

Eclairéement Vertical		
E min	E moy	IU
1165	7414	0.15

Figure XVII.23: Niveau d'éclairéement H. et vertical (Source : Auteur)



E1

E2

E3

- A 9h L'altitude basse du soleil, a induit la pénétration des rayons solaires, et par conséquent des taches solaires sur le plan vertical sans qu'ils touchent les plans utiles.

Figure XVII.24:salle de classe vue intérieur (Source : Auteur)

- Cet état de fait donne comme résultat un indice d'uniformité très faible (I,U=0,3), loin de la norme recommandée de l'ordre de 0,70.

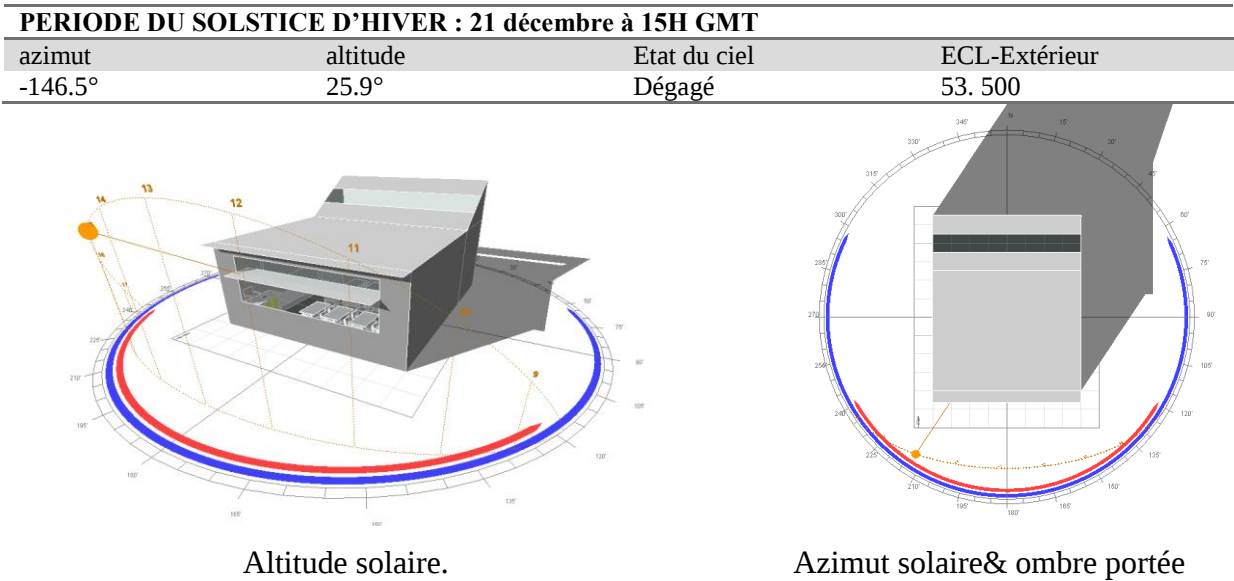


Figure XVI1.25: Niveau d'éclairement H. et vertical (Source : Auteur)

Eclairement Horizontal				
E1	E2	E3	E moy	I.U
128357	2814	1816	44329	0.01

Eclairement Vertical		
E min	E moy	I.U
1740	2131	0.8

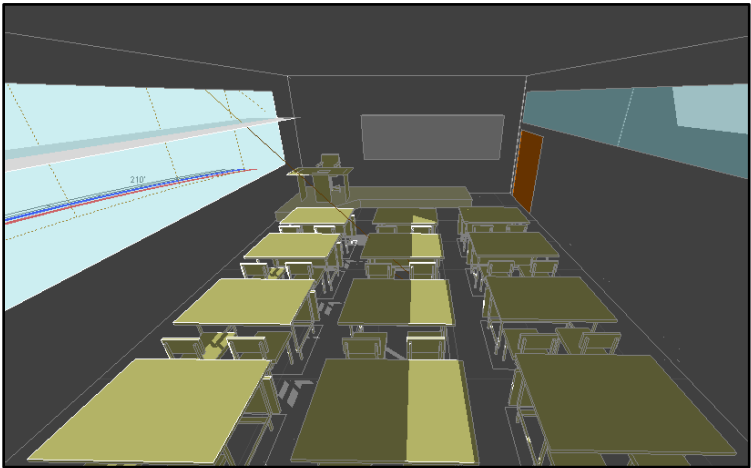


Figure XVI1.26 : salle de classe vue intérieur (Source : Auteur)

- On note aussi que la valeur moyenne enregistrée sur le plan vertical est largement inférieure à celle du plan horizontal.
- Les taches qui induisent un état d'éblouissement, et l'indice d'uniformité très faible prouvent l'état d'un inconfort visuel total dans cette salle classe.

XVII. 3. CAS AMELIORE 1

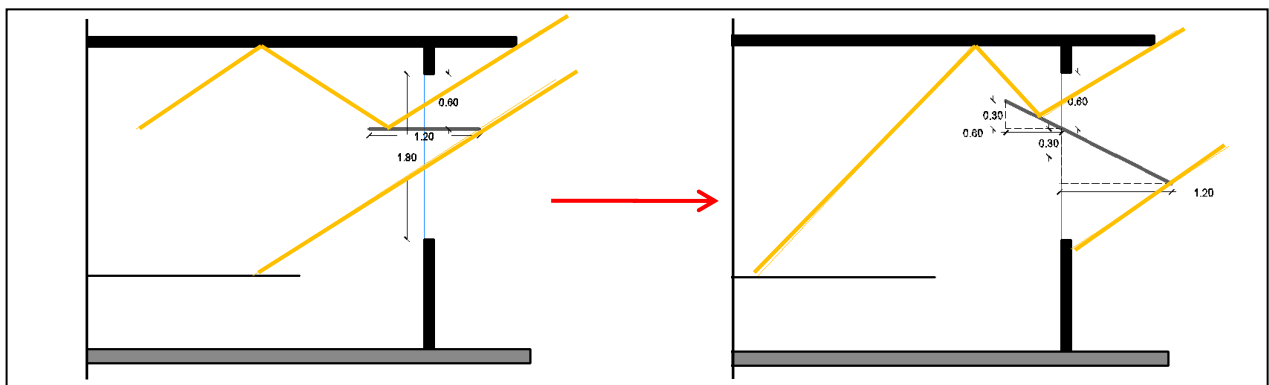


Figure XVII.27: Coupes schématiques

Cas initial : light shelf droit int-ext



Figure XVII.28: salle de classe vue intérieur
(Source : Auteur)

Cas amélioré 1: lightshelf incliné int-ext

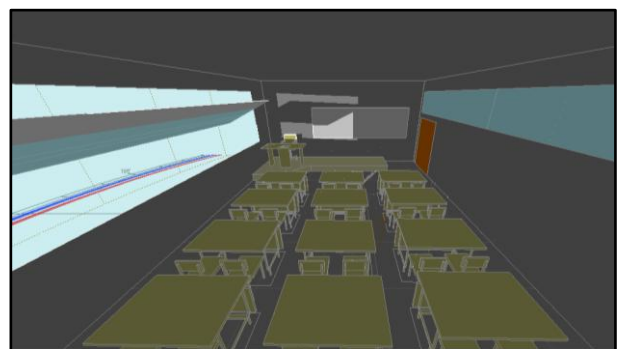


Figure XVII.30: salle de classe vue intérieur
(Source : Auteur)

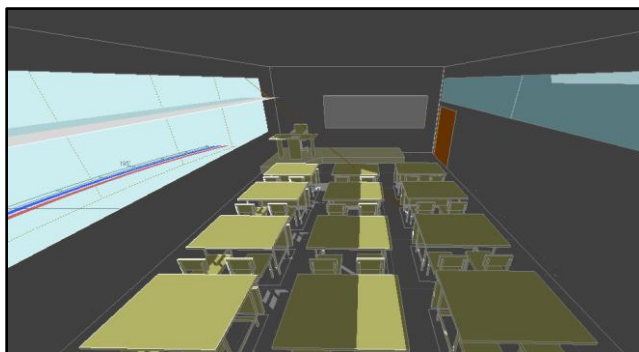


Figure XVII.29: salle de classe vue intérieur
(Source : Auteur)

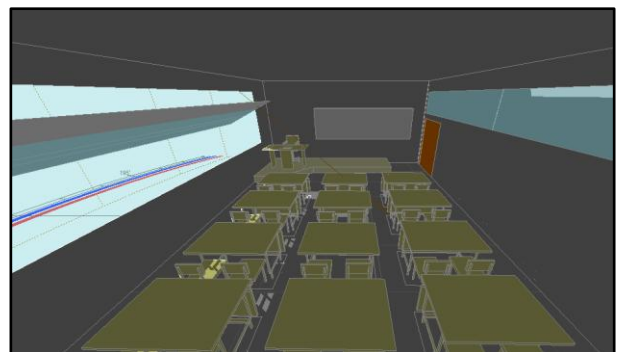


Figure XVII.31: salle de classe vue intérieur
(Source : Auteur)

- Malgré l'utilisation d'un **lightselves incliné**, l'altitude solaire (25.9°) ont favorisé la pénétration des rayons solaires sur le plan vertical sans toucher les plans horizontaux.

Donc, le lightshelf incliné n'a pas une influence considérable sur la protection solaire.

XVII. 4. CAS AMELIORE 2 : lightshelf incliné avec des brises soleil horizontaux.

Le lightshelf incliné doit être combiné avec d'autres dispositifs pour éviter les problèmes d'éblouissement qui sont dus à la pénétration directe de la lumière dans la partie inférieure de la fenêtre.

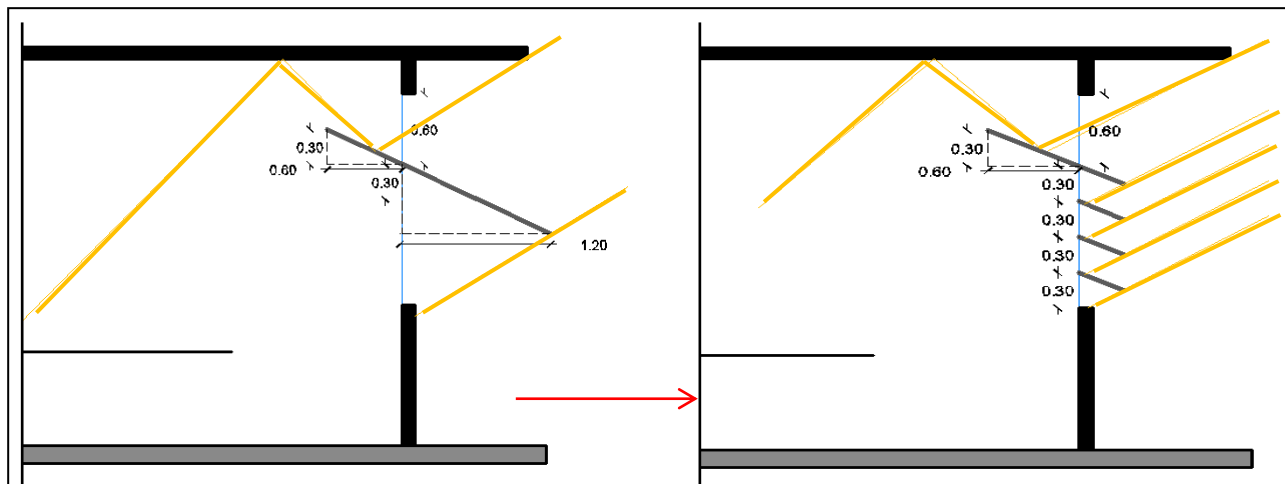


Figure XVII.32: Coupes schématiques (Source : Auteur)

- Lightshelf incliné intérieur extérieur

Architecturalement, cette largeur de 1.80m (0.6 int +1.2 ext) avec cette inclinaison rend sa hauteur inférieure à 2.2m, chose peut constituer un véritable gêne (la continuité visuelle vers l'extérieur).

- Lightshelf incliné, associées aux brises soleil horizontaux.

Une autre configuration qui apparaît plus efficace est celle qui à 0.9m de largeur avec trois brises soleil horizontaux de 0.3m.

Remarque : La simulation suivante va prendre en considération Les facteurs de réflexion pour les différentes surfaces intérieures (**plafond 0.8 - mur 0.7 - sol 0.2**).

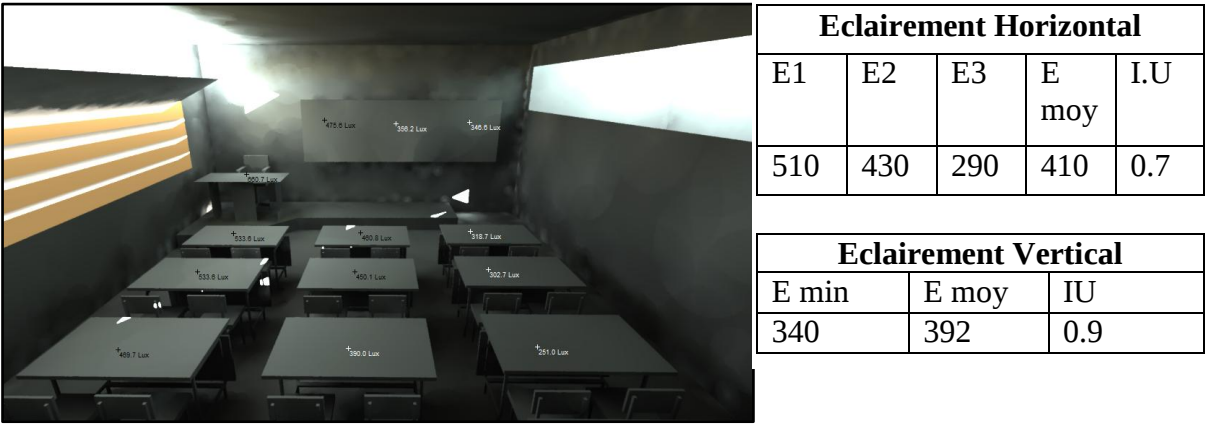
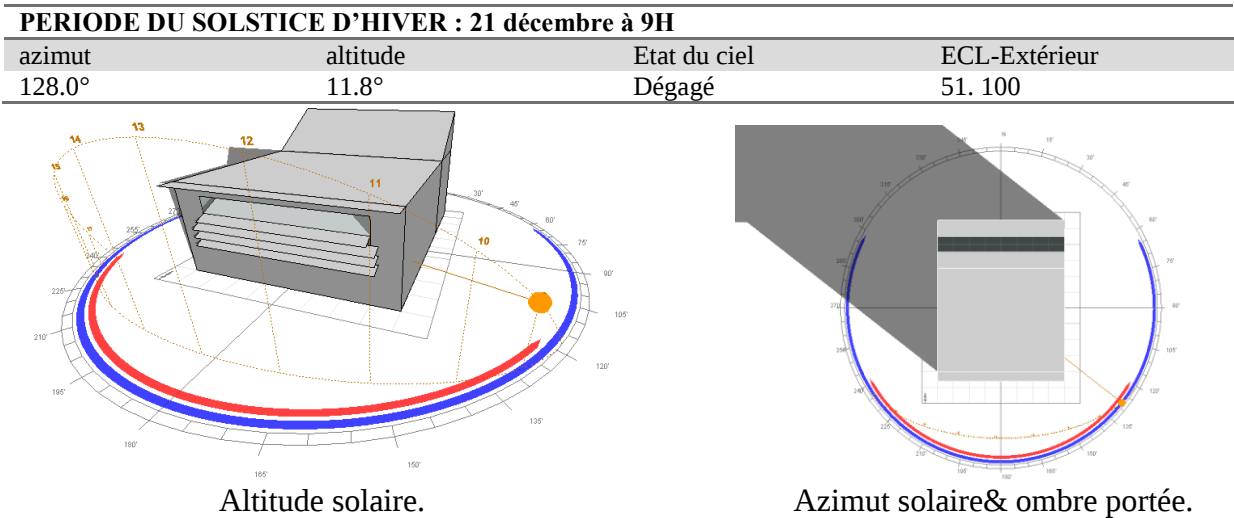


Figure XVII.33: Niveau d'éclairage H. et vertical (Source : Auteur)

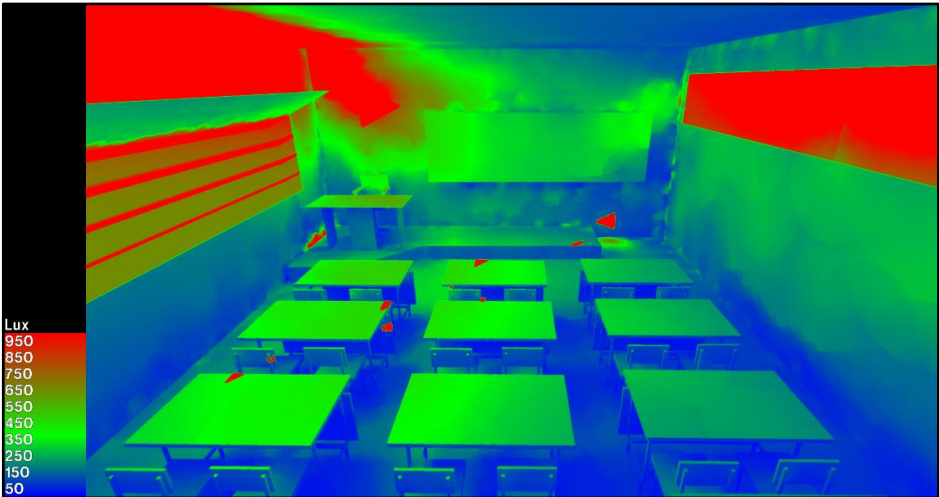


Figure XVII.34: Niveau d'éclairage en false (Source : Auteur)

- L'éclairage lumineux intérieur horizontal indique des valeurs qui s'inscrivent dans le domaine des exigences de la tâche visuelle.

On note que : Emoy = 410 Lux de l'éclairage horizontal tandis que le plan vertical affichent un niveau d'éclairage E moy= 392 Lux.
- La répartition de la lumière naturelle est appréciable avec un indice d'uniformité IU=0.7.

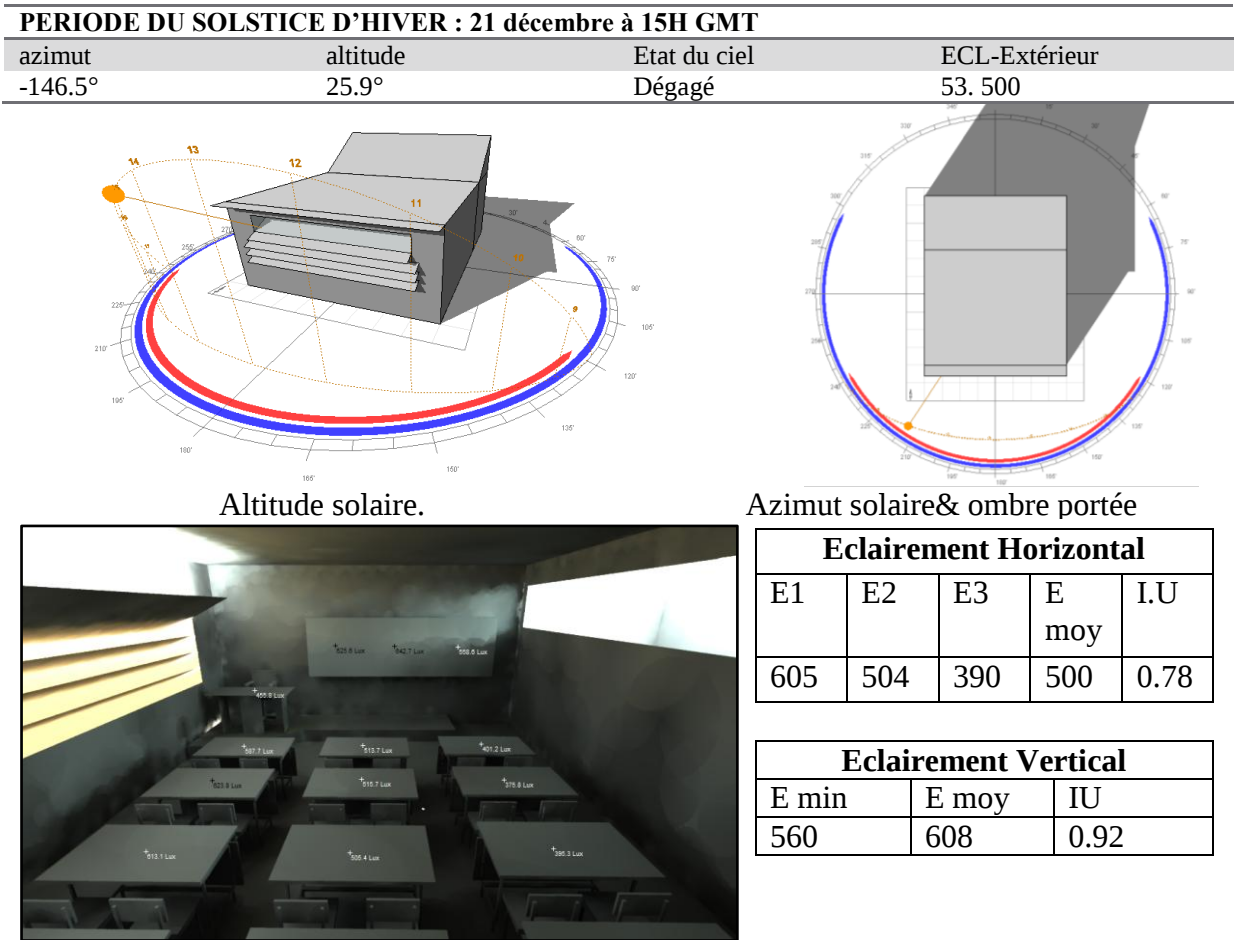


Figure XVI1.35: Niveau d'éclairement H. et vertical (Source : Auteur)

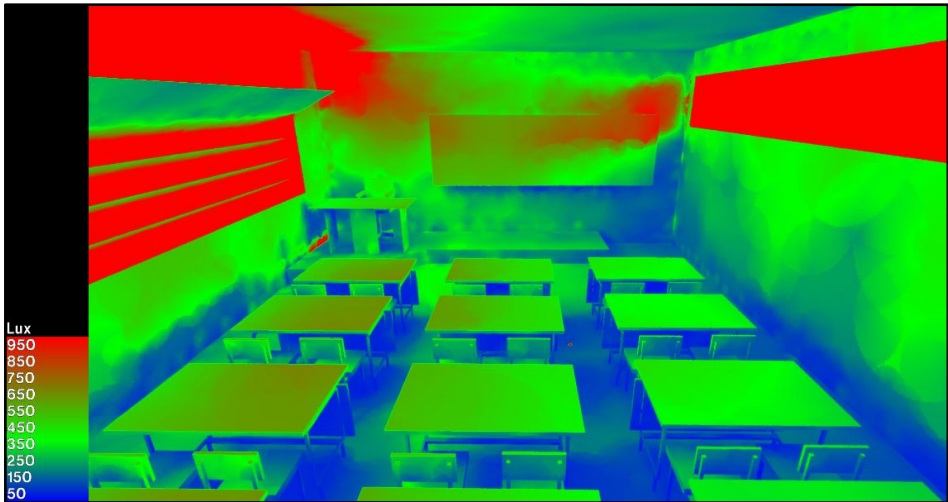


Figure XVI1.36: Niveau d'éclairement en false (Source : Auteur)

- Les valeurs de l'éclairement intérieur horizontal et vertical ont connu une hausse relative par rapport à la matinée. On note que : Emoy = 500Lux de l'éclairement horizontal tandis que le plan vertical affichent un niveau d'éclairement E moy= 608 Lux.
- Ces valeurs restent, en moyenne, supérieures à la norme moyenne requise (Emoy H=300 lux et Emoy V=500) mais ne sont pas supérieur aux normes (H et V) max recommandées.

PERIODE DU SOLSTICE D'HIVER : 21 décembre à 9H

azimut	altitude	Etat du ciel	ECL-Extérieur
128.0°	11.8°	couvert	5000

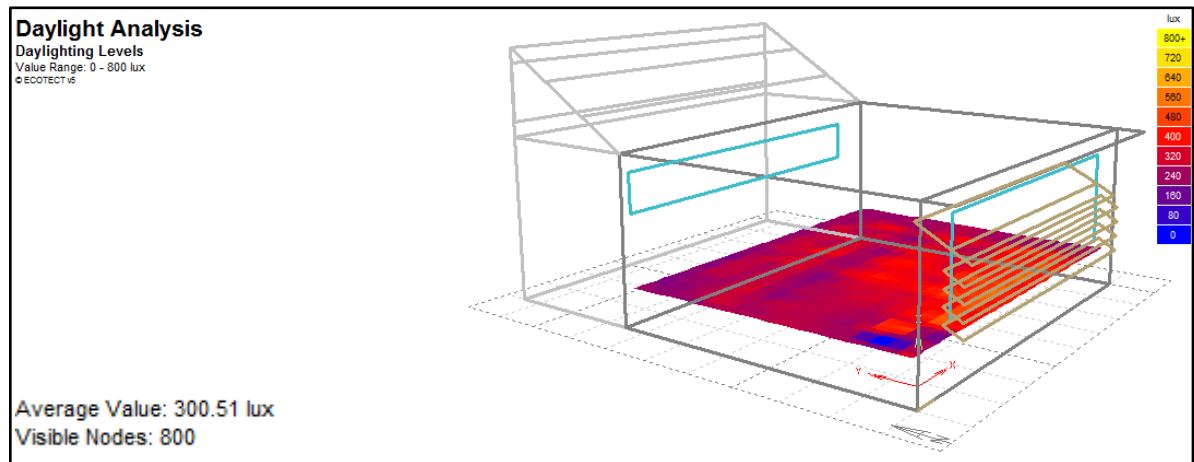


Figure XVII.37: Niveau d'éclairement (Source : Auteur)

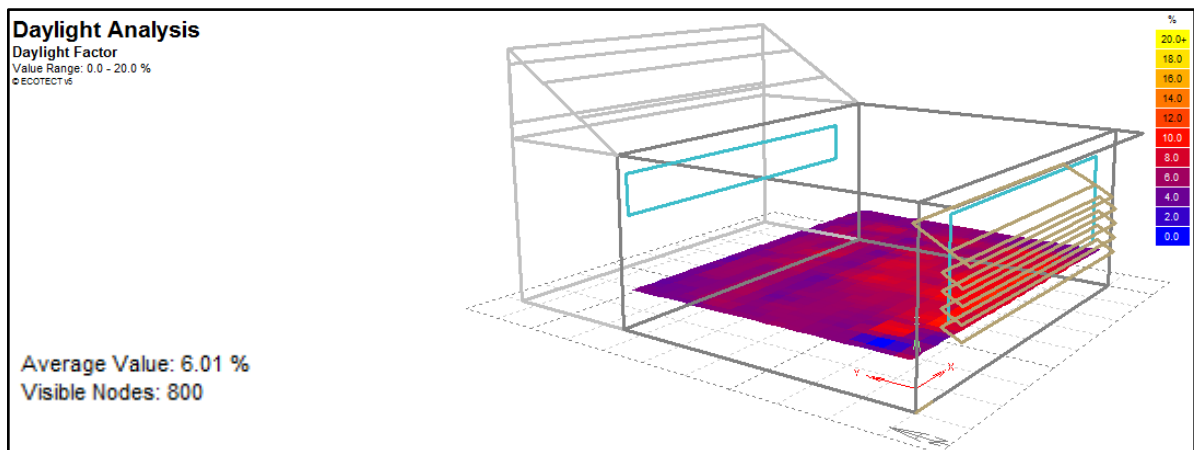


Figure XVII.38: Contour du FLJ (Source : Auteur)

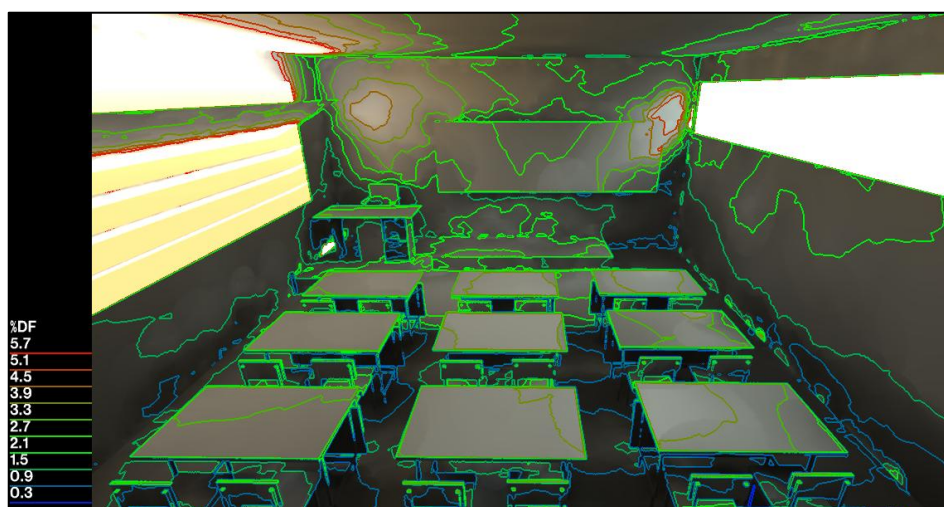


Figure XVII.39: Contour du FLJ en contour lines (Source : Auteur)

- L'évaluation numérique des conditions d'éclairage naturel sous un ciel couvert en hiver à 9h indique des valeurs qui s'inscrivent dans le domaine des exigences de la tâche visuelle. à savoir FLJ moy = 6 % et un E moy= 300 Lux.

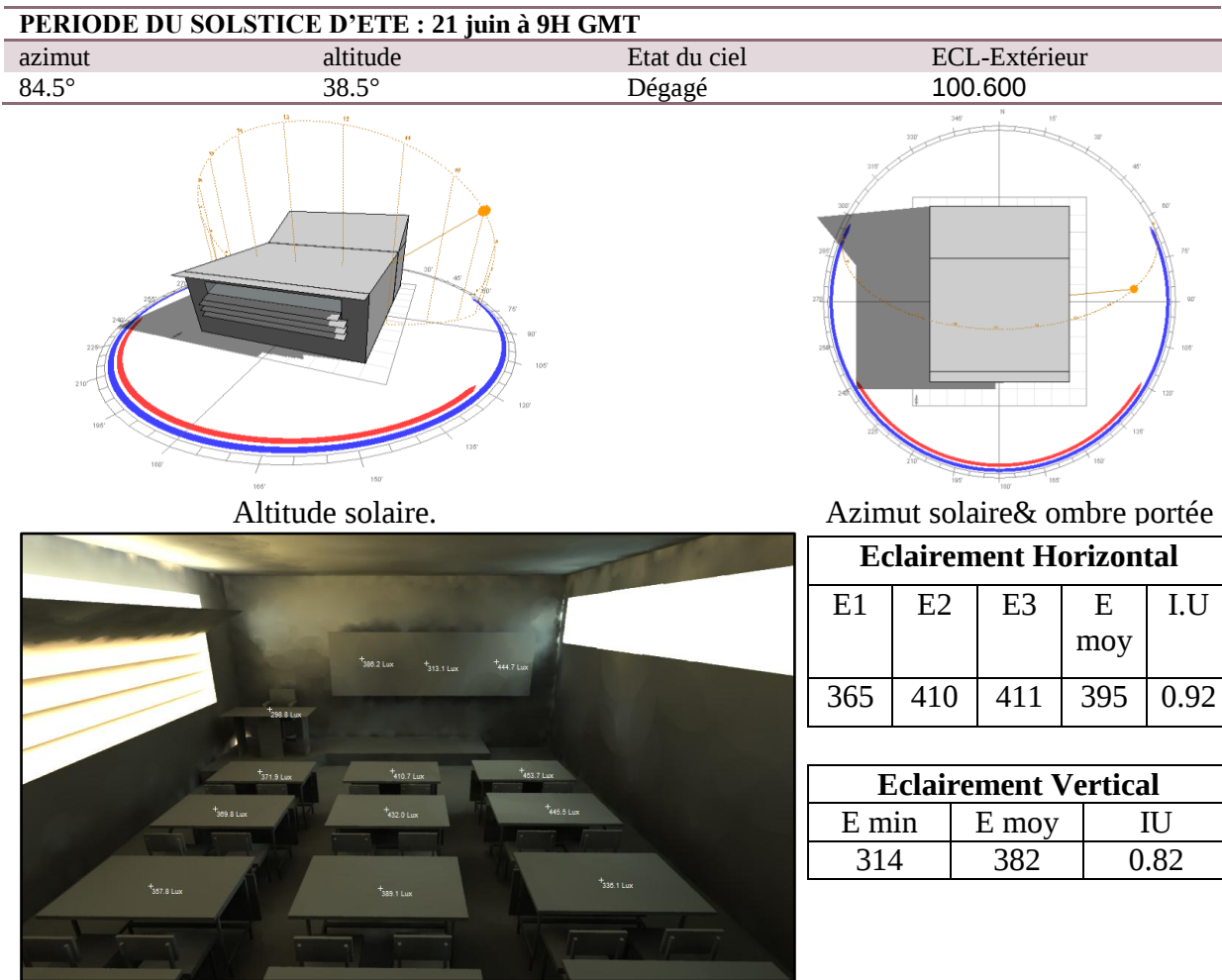


Figure XVII.40: Niveau d'éclairement H. et vertical (Source : Auteur)

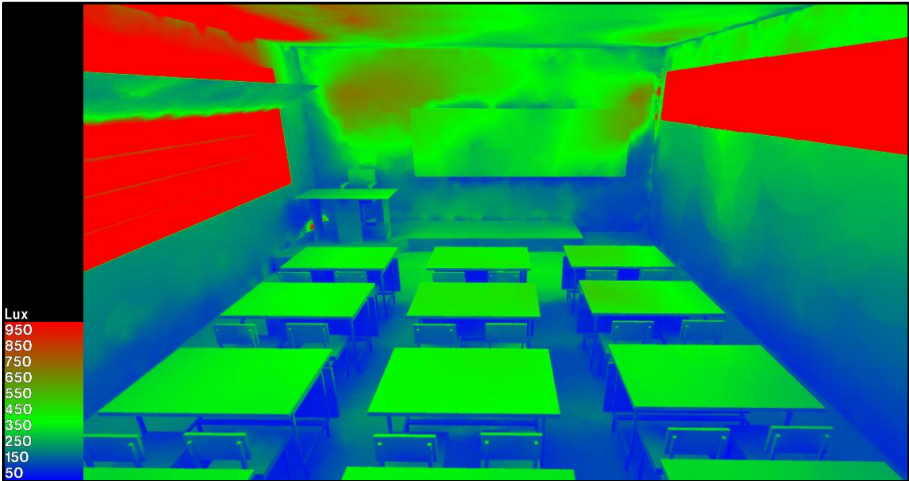


Figure XVII.41: Niveau d'éclairement en false colour (Source : Auteur)

- A 9H, l'éclairement lumineux intérieur horizontal indique des valeurs qui s'inscrivent dans le domaine des exigences de la tâche visuelle.
 On note que : E moy = 395Lux de l'éclairement horizontal.
 E moy= 382 Lux de l'éclairement vertical.
- L'uniformité de la lumière est perceptible au niveau horizontal et vertical avec des indices d'uniformité IU.H=0.92 et IU.V=0.82.

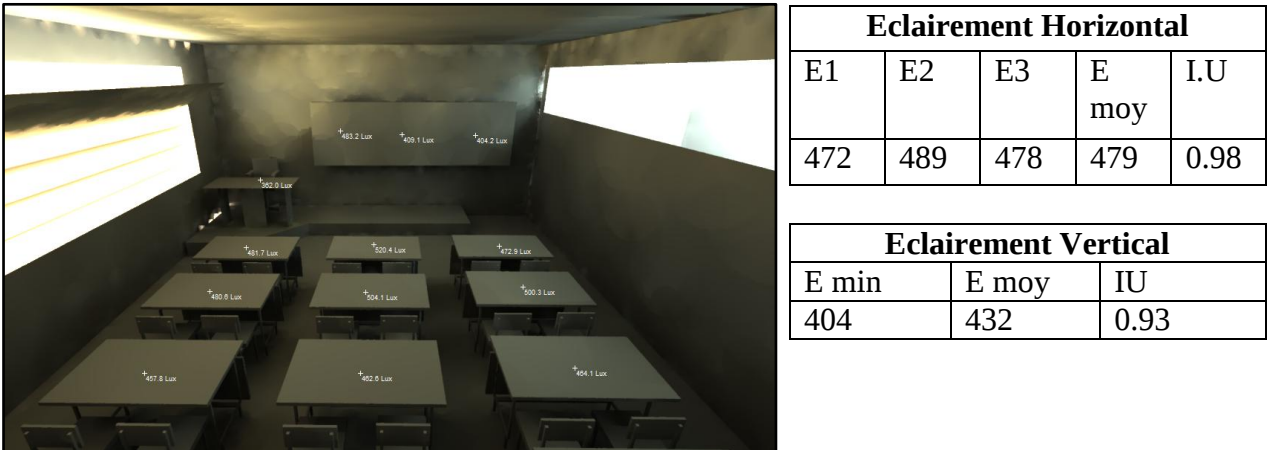
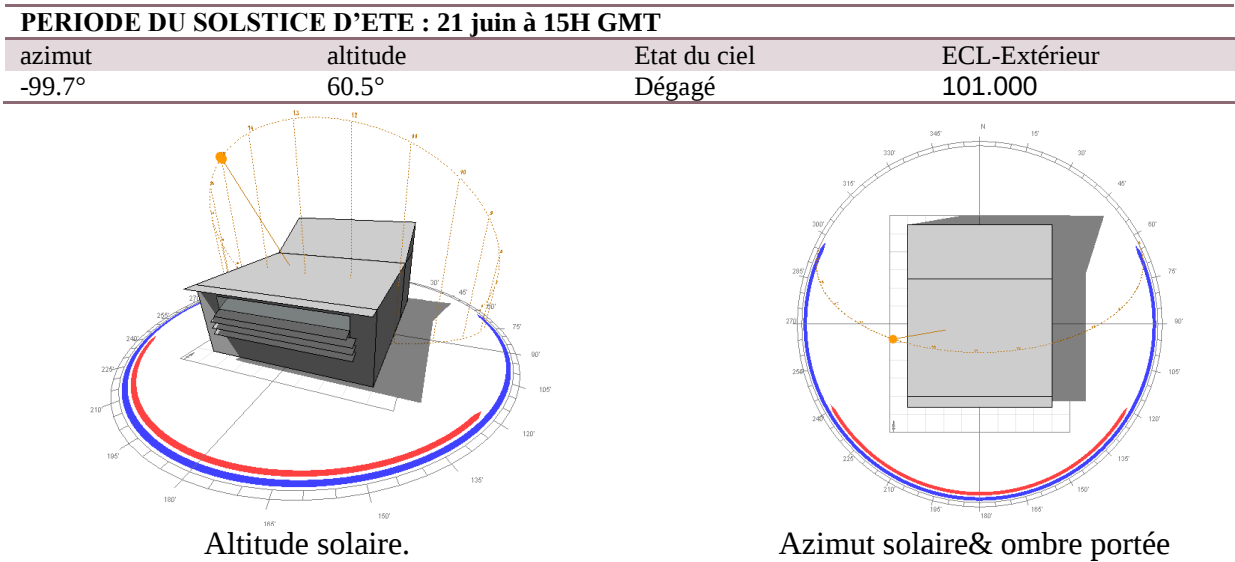


Figure XVII.42: Niveau d'éclairage H. et vertical (Source : Auteur)

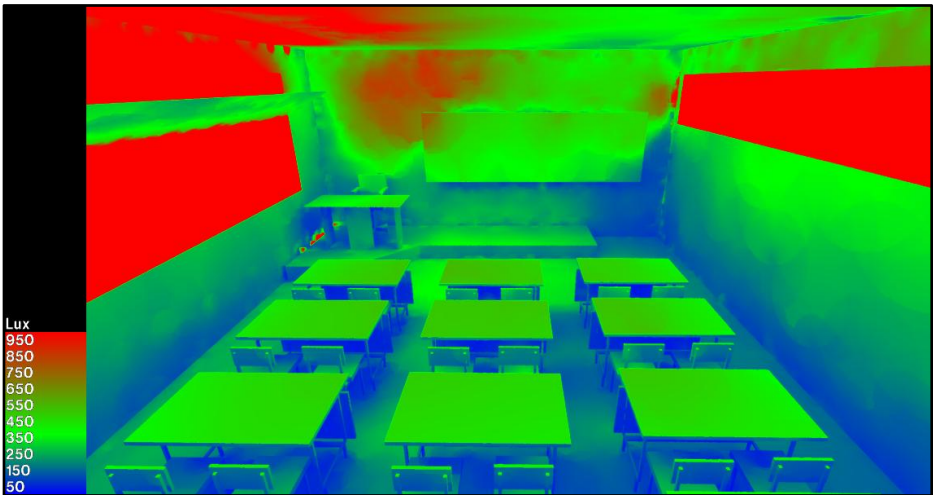


Figure XVII.43: Niveau d'éclairage en false colour (Source : Auteur)

- A 15h les valeurs du niveau d'éclairage affichent des résultats presque les mêmes que 9h
- Le débord de la toiture comme protection solaire pour la paroi Sud en été à créer un ombre sur toute la façade et ça permet au lightshelf de réfléchir que la lumière naturelle diffus .Cette obstruction permet de se protéger de l'éblouissement et des surchauffes.

SYNTHESE

Le manque de protection solaire suffisante, l'orientation de la fenêtre (Sud) et l'azimut du soleil ont contribué à l'existence de grandes taches solaires nuisibles sur les plans de travail Horizontaux et vertical.

- La protection solaire matérialisée par le lightshelf droit n'est pas suffisante, permettant la pénétration des rayons solaires, et par conséquent des taches solaires qui induisent un état d'éblouissement et de surchauffe en été.
- Pour cela une correction a été apportée sur la fenêtre. Ou Il a été proposé comme moyen de protection Le type de lightshelf incliné, associé aux larges débords de la toiture ainsi des brises soleil inclinés dans la partie inférieure est le plus performant. Il permet d'éviter le surchauffe et l'éblouissement en été. Par ailleurs, il donne les meilleurs résultats en termes de protection solaire et répartition de la lumière avec un niveau uniforme d'éclairement recommandé dans toute la période d'utilisation.

CONCLUSION

La conception d'un espace adéquat, autrement dit fournir les conditions désirées et éliminer tous les gênes, nécessite une maîtrise approfondie des impacts et des caractéristiques de bâtiment d'une part et d'autre part des techniques et des stratégies de contrôle de la lumière naturelle.

Il faut toutefois souligner que la conception d'un bon système d'éclairage naturel exige de tenir compte du lieu et de l'orientation du projet mais aussi des variations de la lumière naturelle en fonction de la saison, du jour, de l'heure et des conditions climatiques.

Bibliographie

OUVRAGES

- Vivre et construire avec le climat , Patrick GUTZWILLER ,Juillet 2009
- Une nouvelle architecture éducative pour les collèges, Conseil général de la Seine-Saint-Denis , 2012
- Traité d'architecture et d'urbanisation bioclimatique, par Alain Liébard. André De Herde
- Le confort d'été dans les établissements scolaires, Agence Régionale de l'Energie Provence-Alpes-Côte d'Azur

THESES

- De l'intention à la solution architecturale, Mohamed-anis GALLAS, l'université de lorraine
- Simulation et optimisation du système lightshelf sous des conditions climatiques spécifiques, DAICH Safa, Université Mohamed Khider – Biskra)

SITES D'INTERNET

- archnet.org
- architopik.lemoniteur.fr
- samankargar.com
- outilssolaires.com
- urbamet.documentation.developpement-durable.gouv.fr
- wikipedia.org/wiki/Wilaya_de_Laghouat
- www.seine-saint-denis.fr
- www.cstc.be

SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES COMPLEMENTAIRES :

- (ONM Laghouat) : les données climatiques de la région de Laghouat fournies par la station météorologique de Laghouat.
 - URBATIA Laghouat
-