



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



Université Amar Thelidji- Laghouat

**FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE**

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par :

CHOUL Fatima Zohra

FILIERE : Architecture

OPTION : Architecture et Environnement

Thème

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

Confort thermique

Jury de soutenance :

Mr. KORIBAA MUSTAPHA	M.A.A	Président
Mr. MEZAOUKH LAKHDAR	M.A.A	Examineur1
Mr. TAKHI BELKACEM	M.A.A	Examineur2
DR. BENCHEIKH HAMIDA	M.C.A	Rapporteur

Promotion : JUIN 2015

*R*emerciement

Tout d'abord, je remercie le bon Dieu le tout puissant pour son aide et pour m'avoir guidé pour mener à bien ce travail.

Je tiens à remercier infiniment monsieur l'encadreur **Dr BENCHEIKH Hamida** pour ses conseils judicieux et ses discussions qui ont largement contribué à la réalisation de ce projet.

J'adresse particulièrement mes plus sincères remerciements à **Mr MEZAOUKH Lakhdar** et **Mr BENCHEIK Abderrazak** Qui ont été la partie apaisante dans les moments difficiles, et n'a jamais rechigné dans les pires moments, mais plutôt toujours présent et jusqu'au dernier moment.

Mes remerciements vont à tous les enseignants du département d'architecture qui nous ont enrichis de connaissances et de savoir.

A mes parents qui se sont dévoués et qui ont supportés durant ces cinq ans.

Que dieu les garde

Dédicace

Je dédie ce travail à mes parents :

Ma mère **HAMIDA BELHADJ** qui m'a toujours poussé à aller de l'avant, sans se soucier même de sa santé, et m'a offerte le meilleur cadre possible de travail

Merci maman

Mon père **ATTALAH CHOUL**, qui est mon enseignant, mon soutien, ma force, et qui m'a appris à ne jamais désespérer devant les plus dures des circonstances

Merci papa

A mes sœurs **KHADIDJA et FATIHA** et mes frères **KHEIREDDINE et KHALIL** qui m'ont beaucoup secondé dans ce travail par leurs assistance morale et auquel je souhaite qu'ils réussissent à leurs vie professionnelle et personnelle

A une personne de grandes vertus morales, et une souplesse raffinée dans ses comportements, en plus d'une largesse d'esprit et de cœur illimitée ; il s'agit de mon chère oncle : **Mr BELHADJ BELKACEM**

A tous membres de ma famille **CHOUL**, et **BELHADJ**

A **Mr SAIDANI MOHAMED SAID** qui n'a pas hésité d'être présent à tout moment et dans toutes les circonstances

A mes cousins et cousines **CHOUL NAWAR AMINA, SARAH SAIHI, BENZIYANE SOUFIANE** et **BENBELGHIT HASSIBA** pour leurs encouragements et leurs aides et leurs soutiens dans les moments les plus difficiles

A ma chère amie qui a été présente dans tous les moments pour le meilleur et pour le pire **BENCHEIKH DARDA**

A tous ceux qui m'ont soutenu de près ou de loin

Milles fois merci malgré que c'est peu

CHOUL Fatima Zohra



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



جامعة عمار ثليجي - الأغواط



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



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE: technologie

DEPARTEMENT : d'architecture

RESUME DE MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Architecture

Filière : Architecture

Option : Architecture et environnement

Thème : Collège d'enseignement moyen respectueux à l'environnement cas de Laghouat.

Présenté par : Melle CHOUL Fatima Zohra

Encadré par: Dr BENCHEIKH Hamida

Résumé : Concevoir un collège d'enseignement moyen intégré dans un milieu aride était une intime conviction à ce que représente l'enseignement dans la vie quotidienne des individuées et intégrer un projet architecturale dans son contexte naturel a pour objectif principale de répondre au besoin de la ville de Laghouat toutes en arrivant à une harmonie et une homogénéité entre les différentes variables climatiques soit ensoleillement, vents et températures afin d'améliorer la qualité d'espaces en terme de confort thermique.

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

كلية: التكنولوجيا
قسم: الهندسة المعمارية

ملخص مذكرة الماستر

الميدان: الهندسة المعمارية

الشعبة: الهندسة المعمارية

التخصص: الهندسة المعمارية و بيئة

عنوان المذكرة: متوسطة محترمة للبيئة بالاغواط

تقديم الطالبة: شول فاطمة الزهراء

الأستاذ المؤطر: الدكتور احميدة بن الشيخ

ملخص المذكرة: ان تصميم مدرسة متوسطة متناغمة مع بيئتها الصحراوية ذات المناخ الجاف كان بعد قناعة شخصية للدور المهم الذي يلعبه قطاع التعليم في الحياة اليومية للأفراد.

لكي يدمج المشروع المعماري في وسطه الطبيعي يجب ان يلبي احتياجات مدينة الاغواط للمؤسسات التعليمية و ذلك عن طريق تحقيق تناغم و تجانس ما بين المتغيرات المناخية المختلفة كالرياح ودرجات الحرارة و أشعة الشمس لتحسين نوعية الفضاءات من حيث الراحة الحرارية وذلك لضمان صحة المستعملين.

الكلمات المفتاحية: مؤسسة تعليمية، متوسطة، التنمية المستدامة، جودة البيئة، مناخ حار وجاف، الراحة، الراحة الحرارية.

SOMMAIRE

REMERCIEMENT	
DEDICACE	
RESUME	
LISTE DES FIGURES	
LISTE DES TABLEAUX	
INTRODUCTION GENERALE	01

Chapitre I: RECHERCHE THEMATIQUE

INTRODUCTION	03
I. L'ANALYSE DES EXEMPLES	03
I. 1. EXEMPLE 1	03
I. 1.1. FICHE TECHNIQUE	03
I. 1.2. IMPLANTATION ET ORIENTATION	03
I. 1.3. ORGANISATION DU PROJET	04
I. 1.4. OPTIMISATION ENERGETIQUE	05
I. 1.5. MATERIAUX DE CONSTRUCTIONS	06
I. 2. EXEMPLE 2	07
I. 2.1. FICHE TECHNIQUE	07
I. 2.2. IMPLANTATION ET ORIENTATION	08
I. 2.3. ORGANISATION DU PROJET	08
I. 2.4. OPTIMISATION ENERGETIQUE	09
I. 2.5. MATERIAUX DE CONSTRUCTIONS	10
I. 3. EXEMPLE 3	10
I. 3.1. FICHE TECHNIQUE:	10
I. 3.2. IMPLANTATION ET ORIENTATION	11
I. 3.3. ORGANISATION DU PROJET	11
I. 3.4. OPTIMISATION ENERGETIQUE	11
I. 3.5. MATERIAUX DE CONSTRUCTIONS	14
SYNTHESE	15

Chapitre II : APPROCHE CONTEXTUELLE

INTRODUCTION	18
I. PRESENTATION DE LA VILLE	18
II. L'ANALYSE CLIMATIQUE DE LA REGION	19
II. 1. LA TEMPERATURE	19
II. 2. LA PRECIPITATION	19
II. 3. HUMIDITE	20
II. 4. L'IRRADIATION SOLAIRE	20
III. ANALYSE DU SITE	21
III. 1. CHOIX DU TERRAIN	21
III. 2. SITUATION PAR RAPPORT A LA VILLE	22
III. 3. ACCESSIBILITE	22
III. 4. L'ORIENTATION	22
III. 5. LES LIMITES	23
III. 6. ÉLÉMENTS EXISTANTS	23
III. 7. LA MORPHOLOGIE DU TERRAIN	24
III. 8. LES DONNES CLIMATIQUES	25
III. 8.1. LES VENTS	25
III. 8.2. L'ENSOLEILLEMENT	25
III. 9. CADRE BATI ET PAYSAGE	26
III. 10. BRUIT ET SECURITE	26
SYNTHESE	27

Chapitre III: APPROCHE PROGRAMMATIQUE

INTRODUCTION	29
I. 1. LE PROGRAMME QUALITATIF	29
I. 1.1. LES SALLES DE CLASSES	29
I. 1.2. LABORATOIRS	30
I. 1.3. ATELIERS	30

I.	1.4. LES CIRCULATIONS	31
I.	1.5. CDI : CENTRE DE DOCUMENTATION ET D'INFORMATION	31
I.	1.6. SALLE POLYVALENTE	32
I.	1.7. LES BUREAUX DE 'ADMINISTRATION	32
I.	1.8. LE FOYER DES ELEVES ET LES SALLES D'ACTIVITES	32
I.	1.9. LA COUR DE RECREATION	33
I.	1.10. LES SANITAIRES DES ELEVES	33
I.	1.11. PREAU - JARDIN	33
I.	1.12. LES ESPACES D'ACCUEIL	34
I.	1.13. LES PARVIS, ESPACES ACCUEILLANTS ET SECURISES	34
I.	1.14. LA SALLE D'EXPOSITION	35
I.	1.15. L'ESPACE SPORTIF	35
I.	2. LE PROGRAMME QUALITATIF	36
	SYNTHESE GENERALE	39

Chapitre IV : APPROCHE ARCHITECTURALE

I.	1. L'IDEE DE PROJET :	42
II.	2. GENESE DU PROJET	43
II.	1. LES COMPOSANTES MAJEURS DU SITE	43
II.	1.1. LES LIGNES DE FORCES DU TERRAIN	43
II.	2. ETAPE 1 : AFFECTATION DES GRANDES ENTITES SUR L'ASSIETTE	44
II.	3. ETAPE 2 : LIER LA FORME A LA STRATEGIE CLIMATIQUE	44
II.	4. ETAPE 3 : LE CHOIX D'ACCES	45
II.	5. ETAPE 4 : FORMALISATION DU PROJET	46
II.	6.ETAPE 6 : S'INTEGRER SUIVANT LA TOPOGRAPHIE DU TERRAIN	48
II.	7. LA FINALISATION	50
III.	3. DIMENSION SPATIALE	51
III.	1. LA GEOMETRIE	51
III.	2. AFFECTATION DU PROGRAMME	51

III.	3. SYSTEME DISTRIBUTIF	53
III.	4. LA STRUCTURE	55
IV.	OPTIMISATION ENERGETIQUE :	56
IV.	1. ECLAIRAGE NATUREL	56
IV.	2. VENTILATION	57
IV.	3. PRODUCTION D'ENERGIE	57
V.	L'EXPRETION DES FACADES	58
V.	1. LA GEOMETRIE	58
V.	2. LA FUSION	58
VI.	PRESENTATION DU PROJET EN IMAGE	59
V.	1. FAÇADE OUEST (PRINCIPALE)	59
X.	2.: FAÇADE SUD	60
	CONCLUSION GENERALE	67

Chapitre V : CONFORT THERMIQUE

	INTRODUCTION GENERALE	68
	PROBLEMATIQUE	69
	OBJECTIFS ET HYPOTHESES	70
	METHODOLOGIE DU TRAVAIL	70
I.	CONFORT THERMIQUE	71
I.	1. DEFINITION DU CONFORT THERMIQUE	71
I.	1.1. LES TRANSFERTS DE CHALEURS D'UNE PAROI	71
I.	1.2. LE FLUX DE CHALEUR	72
I.	1.3. LES CARACTERISTIQUES D'UN MATERIAU	72
I.	1.4. LES CARACTERISTIQUES ENERGETIQUES DES VITRAGES	72
I.	2. NORMES DU CONFORT THERMIQUE DANS L'ETABLISSEMENT SCOLAIRE	73
I.	3. DIAGRAMME BIOCLIMATIQUE DE GIVONI ET MILNE	73
I.	4. LES PARAMETRES INFLUENT SUR LE CONFORT THERMIQUE	75
II.	METHODE NUMERIQUE ET APPLICATION	79

II.	1. LOGICIEL DE SIMULATION CHOISIS	79
II.	2. APPLICATION DE LA METHODE NUMERIQUE	79
II.	3. PARAMETRE DE SIMULATION	80
II.	3. 1) PERIODE DE SIMULATION	80
II.	3. 2) PRESENTATION DES CAS D'ETUDES	81
III.	RESULTAT ET DISCUSSION	82
III.	1) CAS INITIALE HIVER : (21 DECEMBRE)	82
III.	2) CAS AMELIORE HIVER : (21 DECEMBRE)	83
III.	3) CAS INITIALE ETE : (21 MAI)	84
III.	4) CAS AMELIORE ETE : (21 MAI)	85
	SYNTHESE	86
	CONCLUSION	87
	ANNEXE	
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	

Liste des figures

Figures	Titres	N° de page
Figure 01	L'entrée de l'école	04
Figure 02	Plan de masse	04
Figure 03	Plan rez-de-chaussée	05
Figure 04	Couloirs de circulation et patios orientés pour être ventilés	05
Figure 05	plan	06
Figure 06	Coupe A	06
Figure 07	Les cheminées solaires	07
Figure 08	Détails de construction	08
Figure 09	Parcours couvet	08
Figure 10	Plan de masse	09
Figure 11	Vue du sud	09
Figure 12	Schéma de l'éclaire dans le couloir et dans les salles de classe	10
Figure 13	Schéma de la ventilation dans le couloir et dans les salles de classe	10
Figure 14	Vue sur l'école	11
Figure 15	L'entrée principale	11
Figure 16	Plan de masse	12
Figure 17	Les brises soleil	13
Figure 18	La lucarne bioclimatique dans le couloir entre les salles de classe	13
Figure 19	Un bassin de rétention des eaux pluviales	14
Figure 20	les poubelles dans les classes	14
Figure 21	local à poubelle d'une école	14
Figure 22	Les panneaux solaires	15
Figure 23	Situation géographique de Laghouat	18
Figure 24	Les variations de la température en 2012	19
Figure 25	Les précipitations moyennes mensuelles en (mm) 2012	19
Figure 26	L'humidité en 2012	20
Figure 27	L'irradiation solaire	20
Figure 28	Plan cadastrale de la ville de Laghouat	21
Figure 29	L'accessibilité	22

Figure 30	L'orientation	22
Figure 31	Délimitation du site d'intervention	23
Figure 32	Les éléments existants	23
Figure 33	La topographie du terrain	24
Figure 34	La coupe topographique	24
Figure 35	Les vues générales du terrain	24
Figure 36	Les vents	25
Figure 37	L'ensoleillement	25
Figure 38	Vues sur le terrain	26
Figure 39	Vue sur le terrain	26
Figure 40	Les sources du bruit	26
Figure 41	Salle de classe	29
Figure 42	CDI	31
Figure 43	Salle polyvalente	32
Figure 44	Cour de récréation	33
Figure 45	Parvis extérieur	34
Figure 46	Parvis intérieur	34
Figure 47	Salle d'exposition	35
Figure 48	Salle de sport.	35
Figure 49	Vue sur le projet	42
Figure 50	Les comparants du site	43
Figure 51	Les lignes de forces	43
Figure 52	Emplacement des entités majeures du projet	44
Figure 53	Lier la forme à la stratégie climatique	44
Figure 54	choix des accès du projet	45
Figure 55	Formalisation du projet	46
Figure 56	La fragmentation	46
Figure 57	Coupe schématique	47
Figure 58	L'alignement	47
Figure 59	S'intégrer suivant la topographie	48
Figure 60	Coupe schématique	48
Figure 61	Coupe schématique	49
Figure 62	Implantation et intégration de l'entité sportive	49

Figure 63	La finalisation	50
Figure 64	Plan de masse	50
Figure 65	La géométrie	51
Figure 66	Plan rez-de-chaussée	52
Figure 67	Plan 1 ^{er} étage	52
Figure 68	Les parcours au 1 ^{er} niveau	53
Figure 69	Les parcours au 2 ^{ème} niveau	54
Figure 70	La structure	55
Figure 71	Schéma d'éclaire dans le couloir et dans les classes (étage), et laboratoire (RDC)	56
Figure 72	Schéma de l'éclairage dans le couloir et dans les classes	56
Figure 73	Schéma de la ventilation dans le couloir et dans les salles de classe.	57
Figure 74	panneaux solaires	57
Figure 75	La façade principale	58
Figure 76	La façade principale	58
Figure 77	Vue sur la façade ouest	59
Figure 78	Les brises soleil verticaux	59
Figure 79	Vue sur la façade Sud	60
Figure 80	Les brises soleil horizontaux, et l'élément vertical	60
Figure 81	Vue générale sur le projet	61
Figure 82	Entrée principale	61
Figure 83	Vue générale sur le projet	62
Figure 84	la cour de récréation	62
Figure 85	le foyer	63
Figure 86	la cour de récréation	63
Figure 87	vue sur les passerelles	64
Figure 88	vue sur les passerelles	64
Figure 89	Vue générale sur le projet, côté Nord	65
Figure 90	vue sur les fenêtres orientées Nord	65
Figure 91	vue sur le plateau sportif, gradin, et salle de sport	66
Figure 92	Vue générale sur le projet, côté ouest	66

Figure 93	Les logements de fonction	66
Figure 94	Conductivité thermique	71
Figure 95	Convection thermique	71
Figure 96	Rayonnement thermique	71
Figure 97	Le flux de chaleur	72
Figure 98	Le facteur solaire	73
Figure 99	Le facteur thermique	73
Figure 100	Diagramme bioclimatique de GIVONI et MILNE	74
Figure 101	Plan de masse	75
Figure 102	stratégie du chaud	75
Figure 103	façade Sud	75
Figure 104	vue 3D	76
Figure 105	polystyrène extrudé	77
Figure 106	le liège	77
Figure 107	double vitrage	77
Figure 108	plan des salles de classes	79
Figure 109	Vue en 3D	80
Figure 110	Coupe schématique	80
Figure 111	mur extérieur	81
Figure 112	dalle à corps creux	81
Figure 113	mur extérieur	81
Figure 114	dalle à corps creux	81
Figure 115	variation de température extérieure et intérieure	82
Figure 116	variation de température extérieure et intérieure	83
Figure 117	variation de température extérieure et intérieure	84
Figure 118	variation de température extérieure et intérieure	85

Liste des tableaux

Tableaux	Titres	N° de page
Tableau 01	Le programme quantitatif de l'entité pédagogique	36
Tableau 02	Le programme quantitatif de l'entité administrative	36
Tableau 03	Le programme quantitatif de l'entité sport et loisir	37
Tableau 04	Le programme quantitatif de l'entité logements	37
Tableau 05	Le programme quantitatif de l'entité annexe	37
Tableau 06	Température sèches recommandées pour l'hiver et les saisons chaudes	73



INTRODUCTION
GENERALE

.

Introduction générale

Promouvoir un développement durable, c'est la responsabilité qui pèse sur chacun de nous, afin de satisfaire les besoins des populations d'aujourd'hui, sans compromettre la satisfaction des besoins des générations futures. Le développement durable recouvre des préoccupations sociales, économiques et environnementales.

Lorsqu'on prend en considération une notion aussi large que celle du développement durable, on aborde une complexité particulière qu'il convient de tenter de décrire. Il y a tout d'abord l'environnement. Cette notion recouvre l'environnement naturel, l'environnement physique ainsi que le cadre de vie entourant l'homme.

Pour le bâtiment, la philosophie du développement durable s'attache à la conception et à la construction de bâtiments respectueux de l'environnement, et par extension, une fois le bâtiment achevé à la santé et au bien-être des utilisateurs, ainsi que la qualité de vie des communautés riveraines. Le concepteur devra donc continuer à assurer l'abri et le confort de l'utilisateur, comme on le rappellera plus loin, mais devra, de plus, faire en sorte que l'impact du bâtiment sur l'environnement soit minimisé, et s'évertue à la mise en œuvre de technologies propres, la réduction de la consommation d'énergie, l'amélioration de la gestion des bâtiments et de la santé des utilisateurs.

En Algérie, L'état actuel dans lequel se trouvent la majorité des établissements scolaires, la mauvaise qualité des lieux d'enseignement, ainsi que le processus de production des espaces éducatifs et leur maîtrise d'œuvre telle quelle est préconisée par les pouvoirs publics actuellement, ne favorisent guère la réussite pédagogique et scolaire des élèves et seraient par conséquent l'une des raisons sous-jacentes aux mauvaises performances que connaît notre système éducatif en termes de qualité et d'efficacité. Prévoir une architecture de haute qualité environnementale des bâtiments scolaires et offrir des équipements et des outils pédagogiques modernes et adéquats, peut entraîner une amélioration qualitative des activités éducatives et renforcer ainsi le rendement pédagogique des établissements scolaires en Algérie.

Problématique

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, donc :

- Comment produire une architecture qui répond aux exigences du climat chaud et aride et aux enjeux environnementaux à l'aide des solutions technique simple et susceptible?
- Comment peut-on concevoir les futurs espaces éducatifs pour qu'ils soient respectueux de l'environnement ?

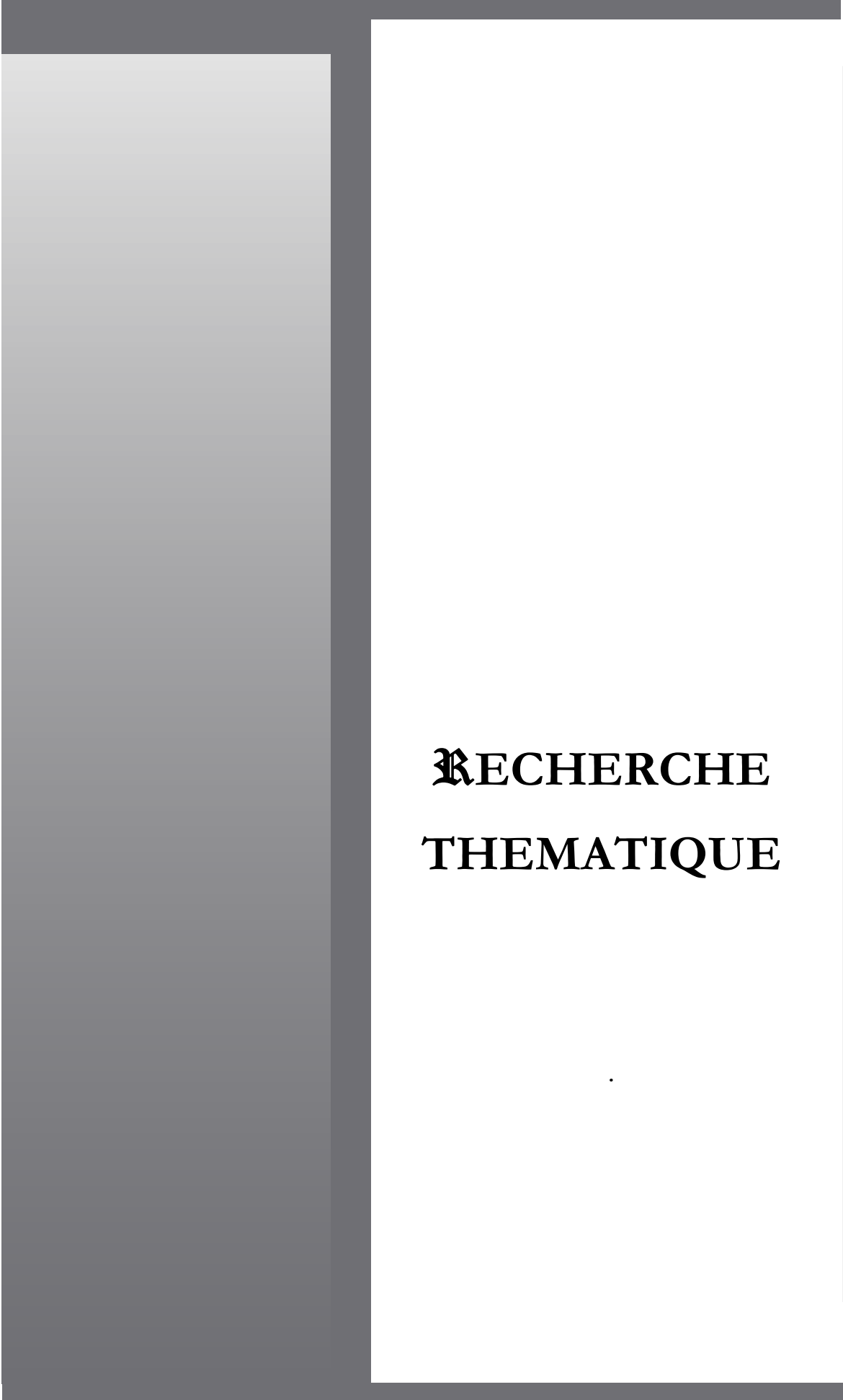
Structure du mémoire

Dans ce sens et dans le cadre de l'élaboration du projet de fin d'études, le choix est porté sur la conception d'un établissement scolaire respectueux à l'environnement dans la ville de Laghouat. Le projet est un collège de type base 05 découle de la volonté d'avoir un établissement scolaire permet de satisfaire les besoins en matière d'équipement dans le nouveau pos qui est en cours d'étude.

Pour aboutir à l'élaboration du projet architectural, le présent mémoire est structuré en chapitres comme suit :

- Le premier chapitre est consacré à la recherche thématique qui s'appuie sur l'analyse des exemples, le travail est axé sur le choix des systèmes pour améliorer le confort.
- Le deuxième chapitre est consacré à l'étude contextuelle pour mettre en relief les potentialités de la région et les atouts du site d'implantation.
- Le troisième chapitre est réservé à l'aspect qualitatif, descriptif, et les exigences des espaces pédagogiques et administratifs afin de déduire un programme approprié pour chaque entité.
- Le quatrième chapitre est réservé au processus d'élaboration du projet architectural.
- Le cinquième chapitre a pour but de répondre aux exigences de confort thermique à l'intérieur des salles de classe.

L'ensemble de ces cinq chapitre sont initié d'une introduction générale et se finalise par une conclusion générale.



**RECHERCHE
THEMATIQUE**

.

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

I. 1.2. Implantation et orientation:

Dans ce Projet, 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 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).

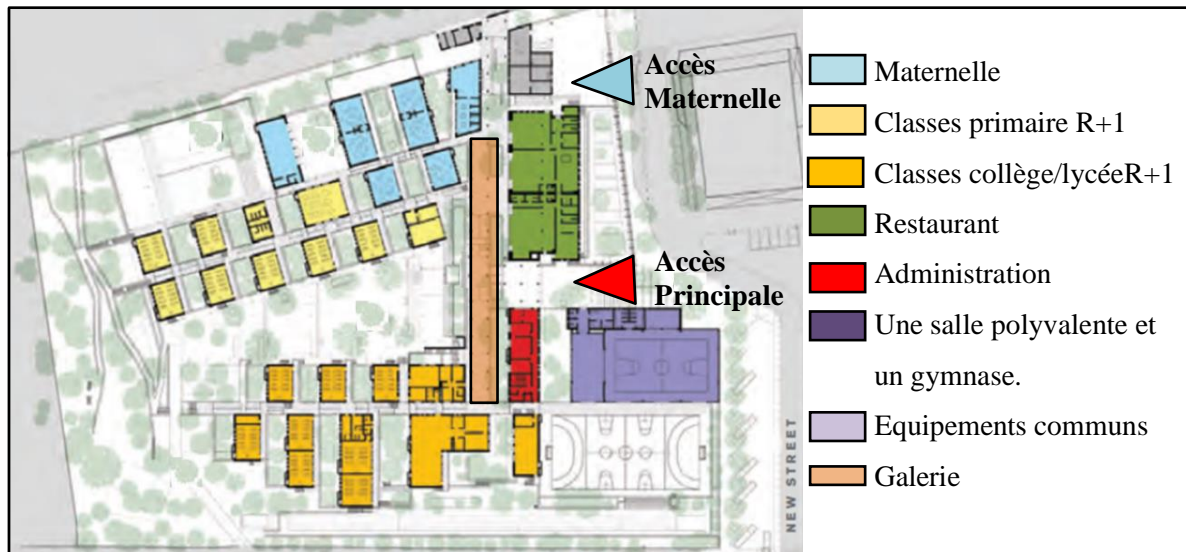


Figure 03 : Plan rez-de-chaussée (Source : archnet.org)

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

I. 1.4. Optimisation énergétique :

I. 1.4.1. Hiver stratégies :

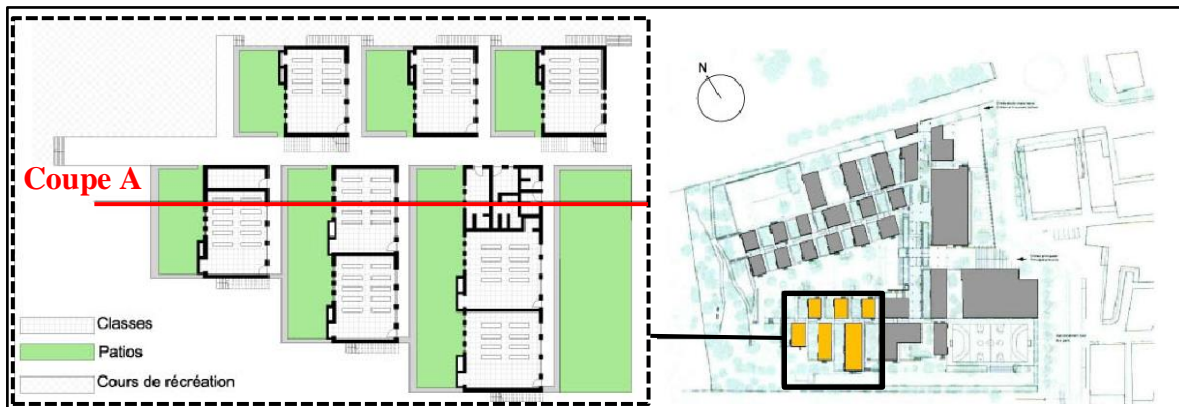


Figure 05 : plan (Source : archnet.org)

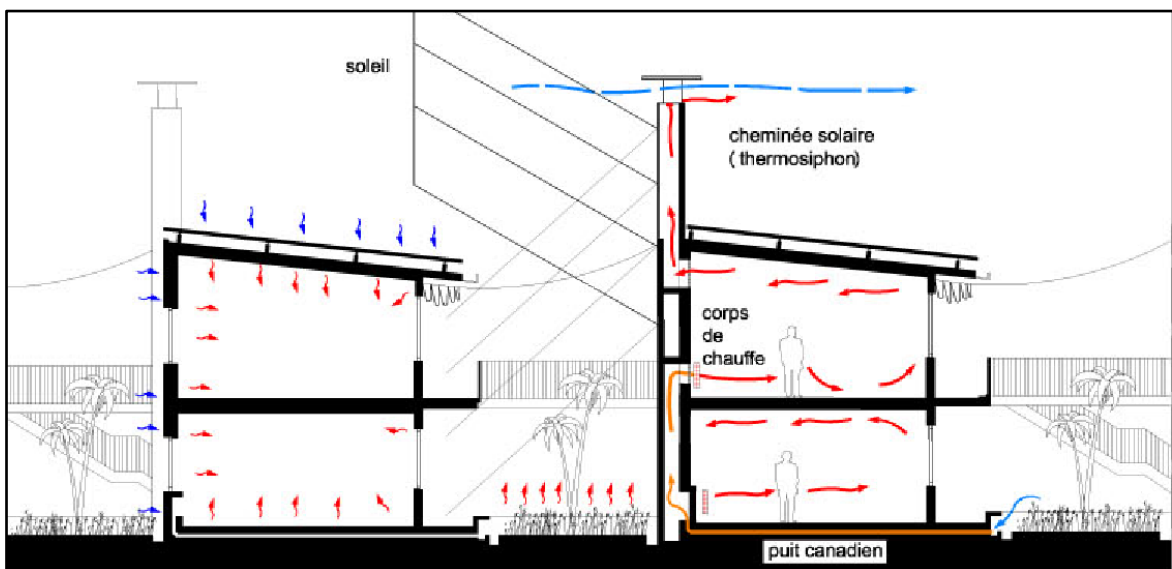


Figure 06 : Coupe A (Source : archnet.org)

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. Été stratégies :

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 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. Matériaux 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.

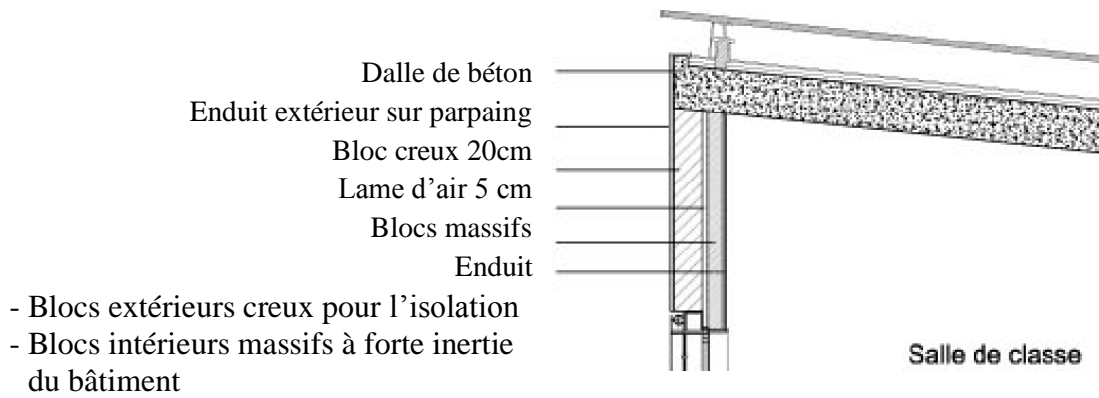


Figure 08 : Détails de construction (Source : archnet.org)

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 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.

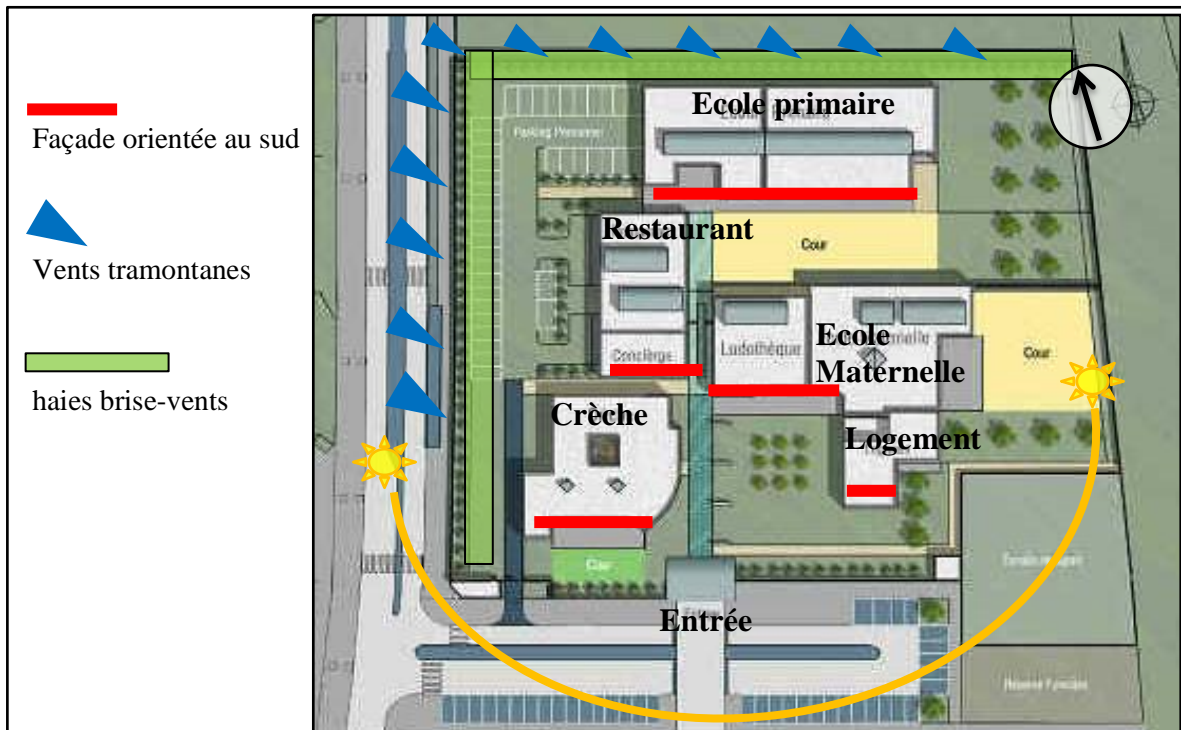


Figure 10 : Plan de masse (Source: outilssolaires.com)

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.



Crèche

Restaurant

école primaire

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

I. 2.4. Optimisation énergétique :

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.

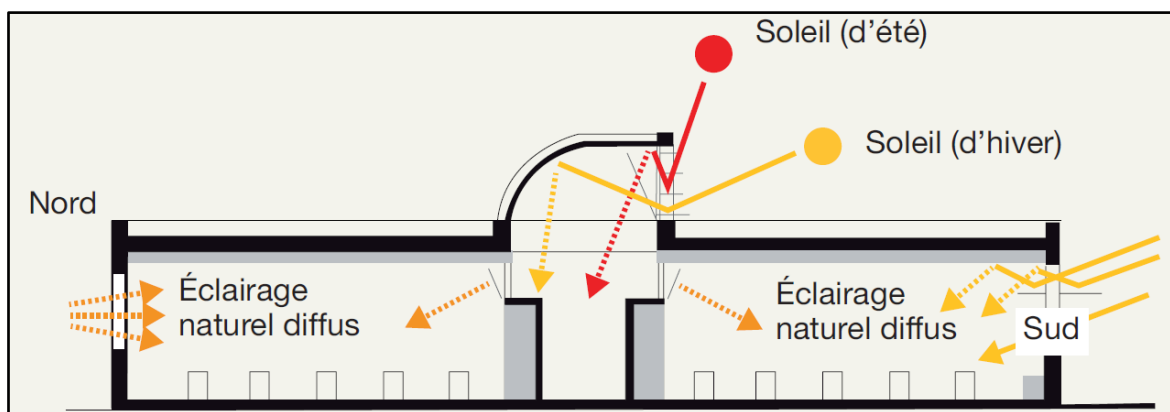


Figure 12 : Schéma de l'éclairage dans le couloir et dans les salles de classe

(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.

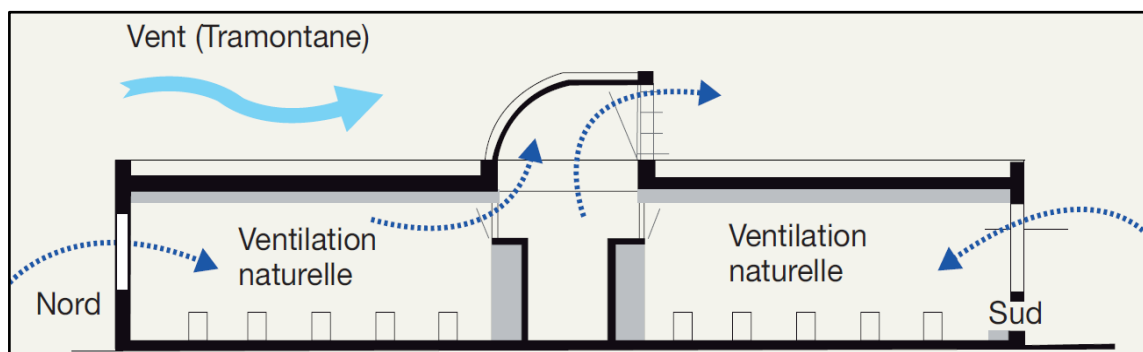


Figure 13: Schéma de la ventilation dans le couloir et dans les salles de classe

(Source: outilssolaires.com)



Figure 14: Vue sur l'école
(Source: outilssolaires.com)

I. 2.5. Matériaux 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 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.

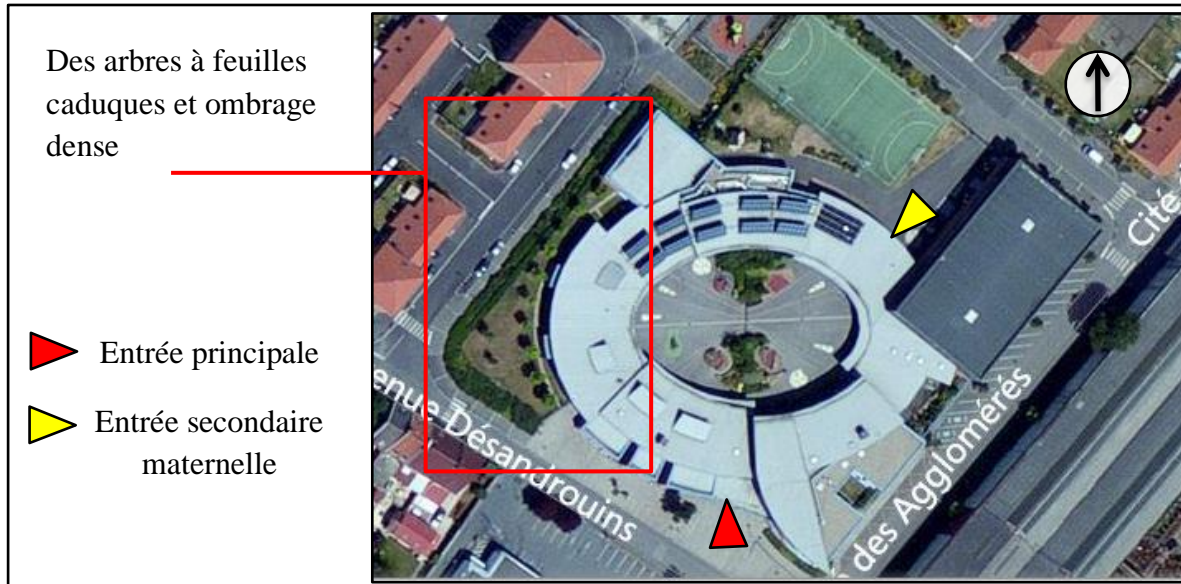


Figure 16: Plan de masse

(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 énergétique :

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 17: Les brises soleil

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

I. 3.4.2. Ventilation :

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

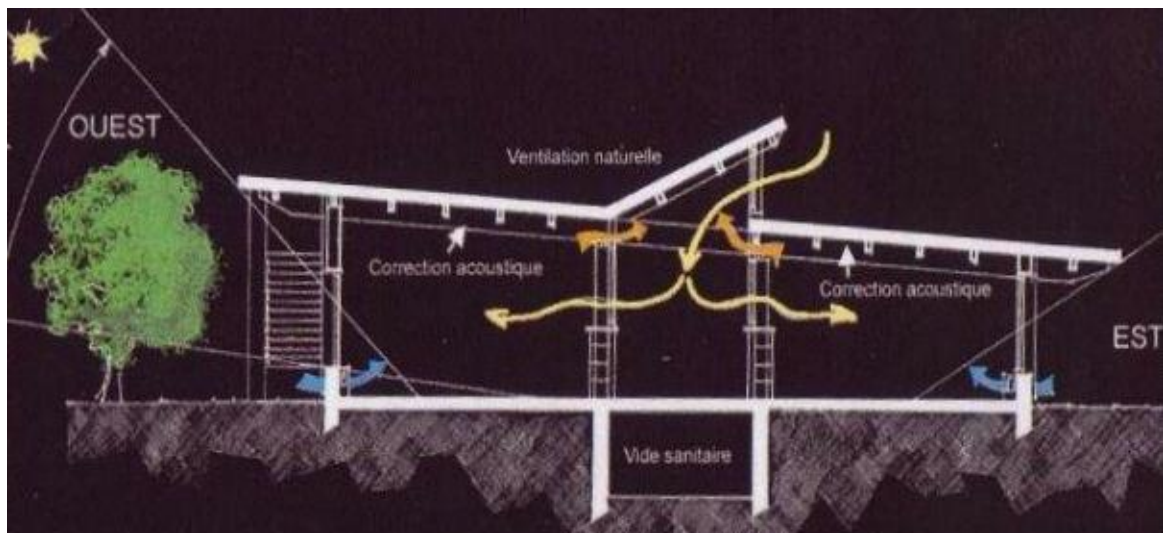


Figure 18: La lucarne bioclimatique dans le couloir entre les salles de classe

(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 19 : Un bassin de rétention des eaux pluviales

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

I. 3.4.4. Gestion des déchets d'activités :

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



Figure 20 : les poubelles dans les classes



Figure 21 : local a poubelle d'une école

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

I. 3.4.5. Production d'énergie :

- 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 22 : Les panneaux solaires

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

I. 3.5. Matériaux 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 :

<p>Implantation et orientation</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Planter le bloc pédagogique le plus loin possible de la route pour se prémunir du bruit de la circulation. • Végétation à feuillage caduque 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 à Nord-Ouest en protection contre les vents dominants. • les bâtiments pédagogiques sont tous orientés Nord/Sud, pour faciliter la protection solaire et pour avoir un éclairage uniforme.
<p>Organisation du projet</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Style architecturale : <ul style="list-style-type: none"> -Simple mais élégant et exprimant clairement son adaptation parfaite au milieu. -Forme des salles de classe, de préférence rectangulaire. • les liaisons entre tous les espaces sont réalisées grâce à des galeries, coursives couvertes et couloirs.
<p>Optimisation énergétique</p>	<p><u>Éclairage naturel:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. • Capturer la lumière directement par les vitrages ou par réflexion sur les parois et le sol (Étagère de lumière)

	<p><u>Ventilation :</u></p> <ul style="list-style-type: none">• une bonne circulation de l'air doit assurer, par des cheminées solaires ou par des lucarnes bioclimatiques. <p><u>Production d'énergie</u></p> <ul style="list-style-type: none">• utilisation optimale des énergies renouvelables, limitations de la consommation d'énergie.
Matériaux de construction	<ul style="list-style-type: none">• 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.



**APPROCHE
CONTEXTUELLE**

.

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.

I. PRESENTATION DE LA VILLE (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.

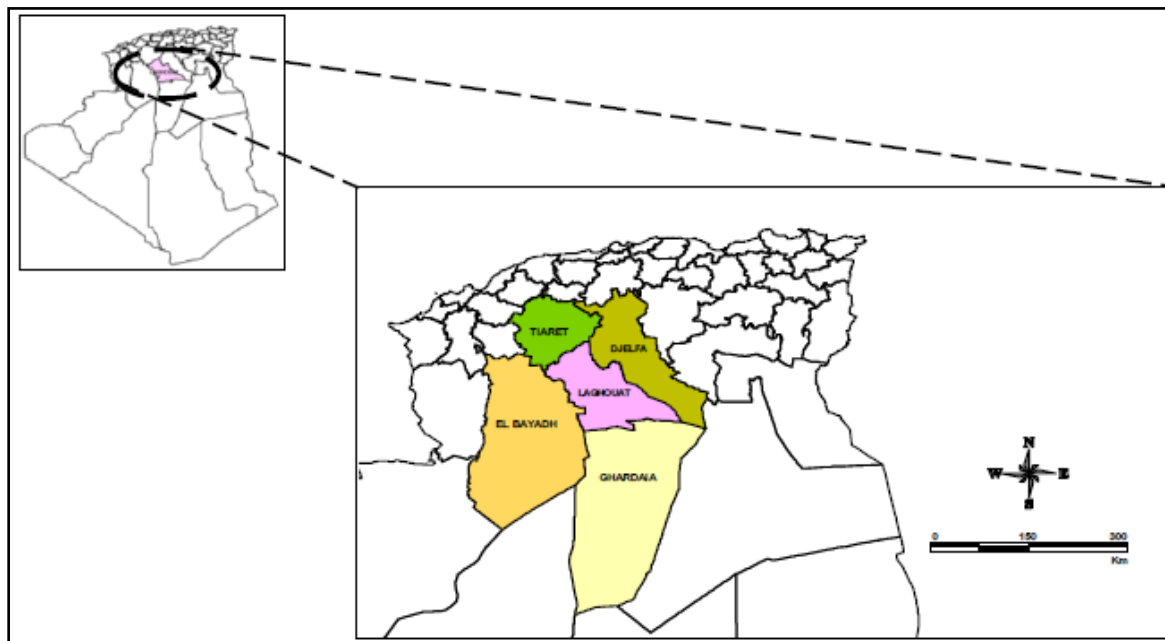


Figure 23 : Situation géographique de Laghouat

(Source: www.algerie-monde.com)

II. L'ANALYSE CLIMATIQUE DE LA REGION

II. 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.

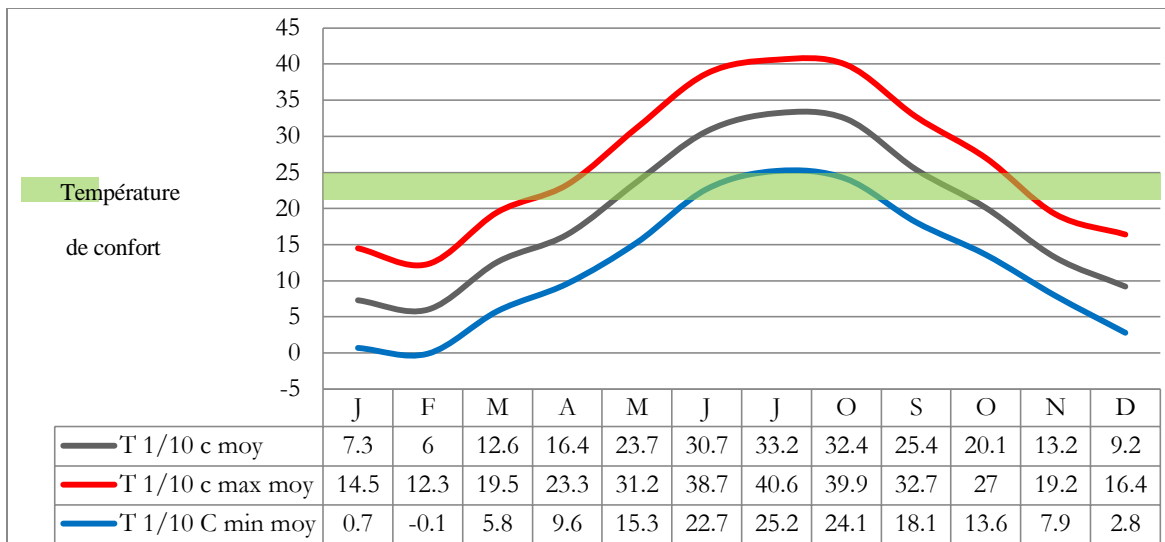


Figure 24 : Les variations de la température en 2012

(Source : la station météorologique de Laghouat)

II. 2. LA PRECIPITATION

Le climat est de type saharien et aride.

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

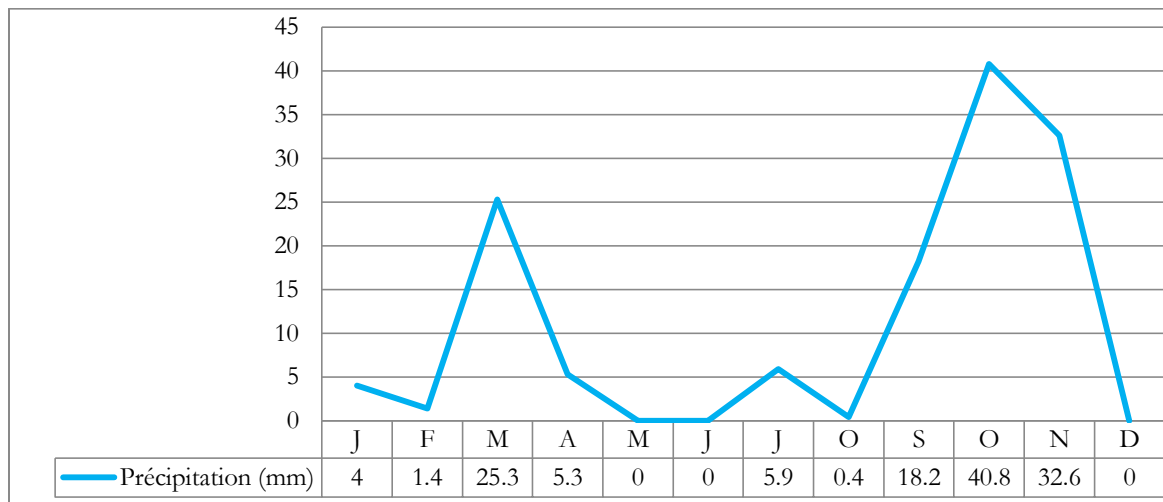


Figure 25 : Les précipitations moyennes mensuelles en (mm) 2012

(Source : la station météorologique de Laghouat)

II. 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 26: L'humidité en 2012 (Source : la station météorologique de Laghouat)

II. 4. L'IRRADIATION SOLAIRE

L'irradiation solaire est maximale aux mois d'été (Azimut : 33°), et minimale durant les mois d'hiver (Azimut : 80°)

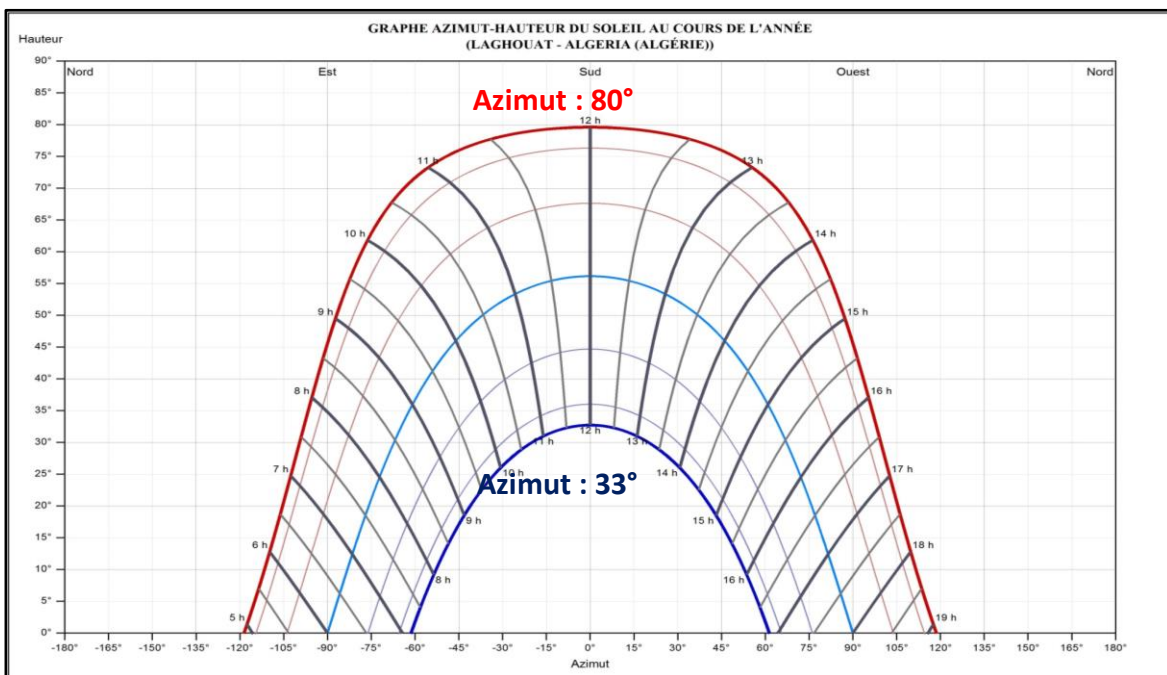


Figure 27 : Diagramme solaire (Source : Logiciel Shadows Pro)

III. ANALYSE DU SITE

III. 1. CHOIX DU TERRAIN :

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 suivants sont pris en compte :

- La distribution des écoles (planification urbaine) :

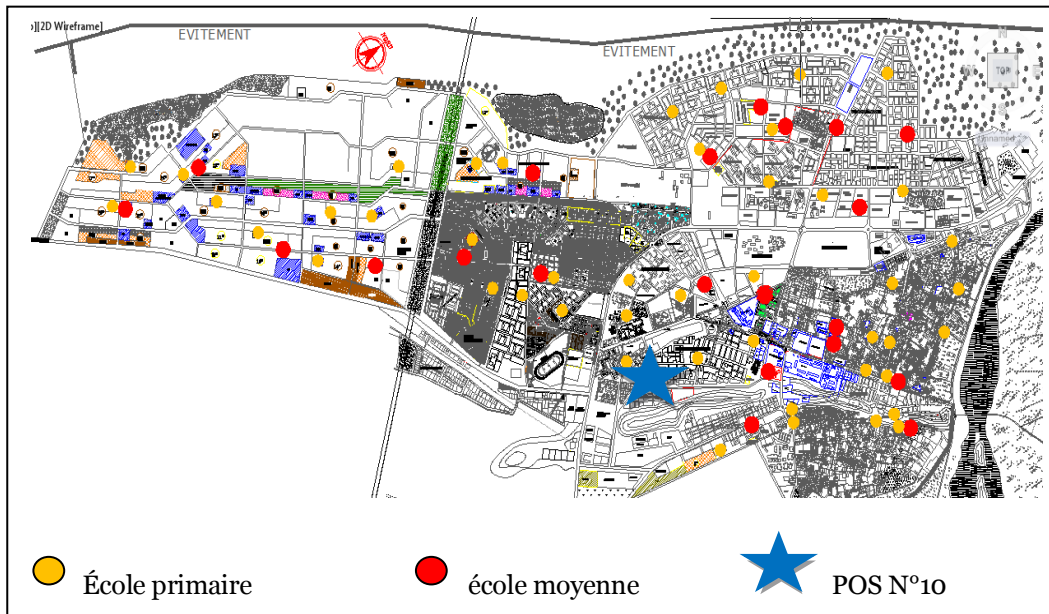


Figure 28 : Plan cadastrale de la ville de Laghouat

(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 (viabilité du terrain);
 - ✓ à proximité de l'habitat (quartier Maamourah et El Moudjahidine), et deux écoles primaires;
 - ✓ possibilité d'extension.

III. 2. SITUATION PAR RAPPORT A LA VILLE :

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

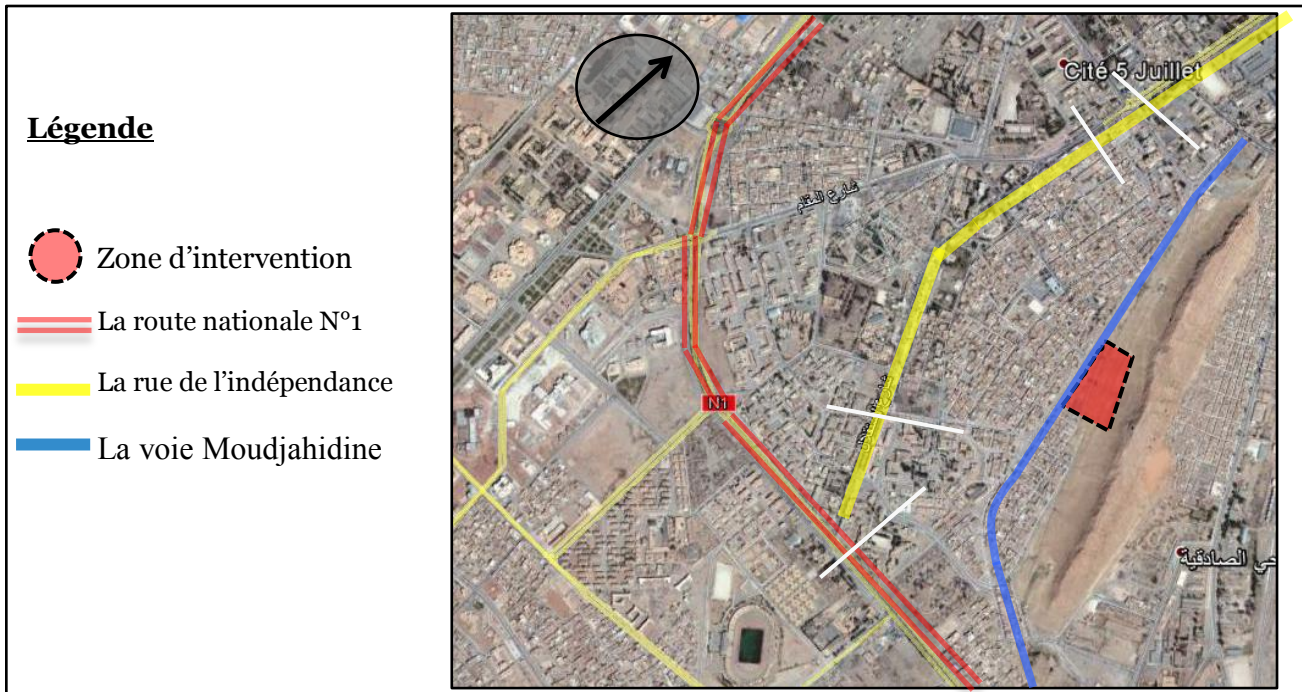


Figure 29 : L'accessibilité (Source : Google Earth).

III. 3. ACCESSIBILITE

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

III. 4. L'ORIENTATION

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

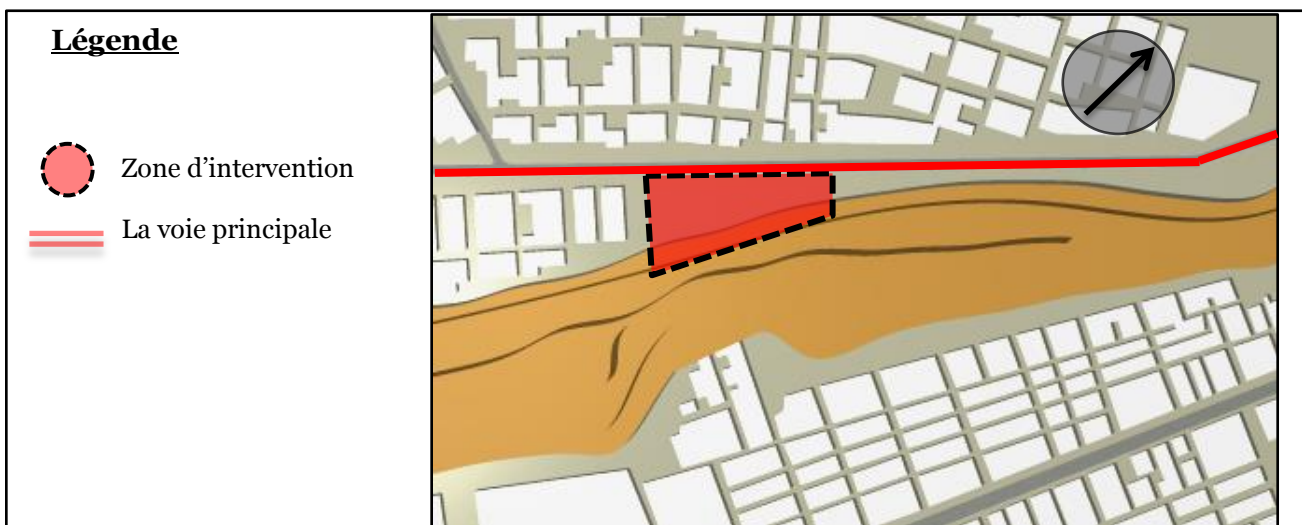


Figure 30 : L'orientation (Source : Auteurs)

III. 5. LES LIMITES :

Le site est limité par :

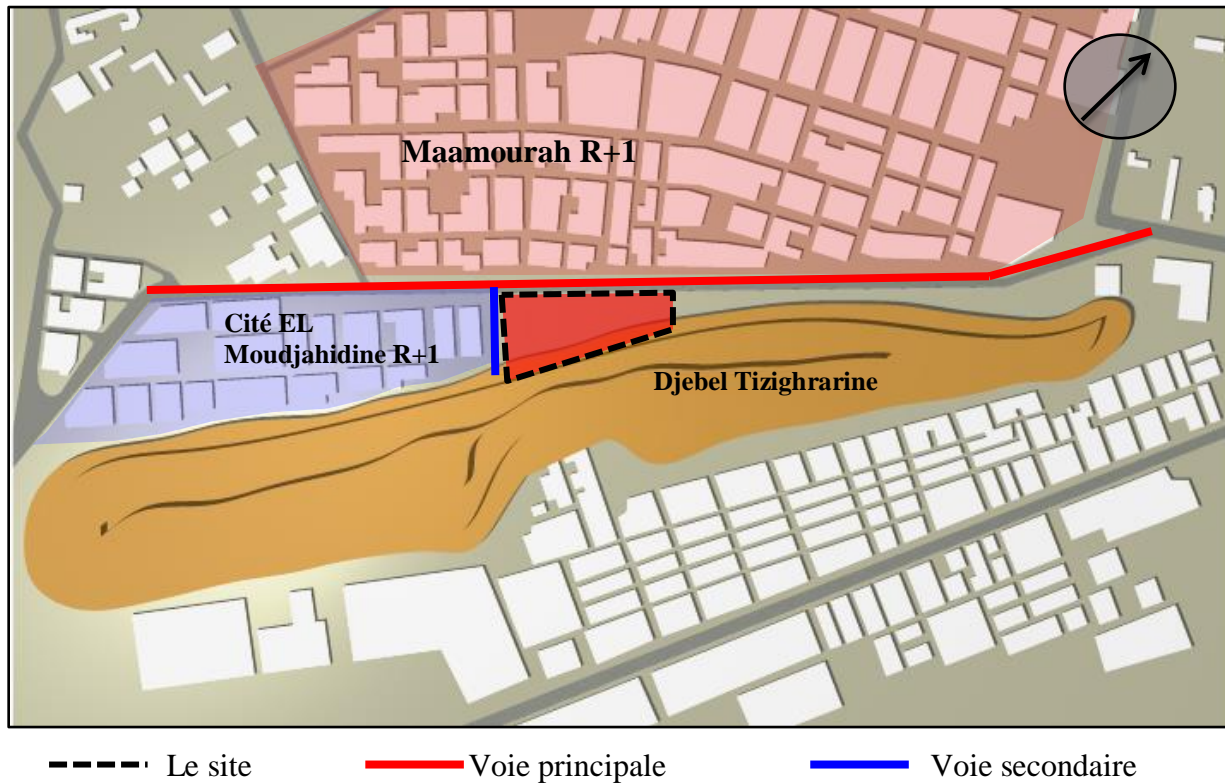


Figure 31 : Délimitation du site d'intervention (Source : Auteurs).

III. 6. ÉLÉMENTS EXISTANTS

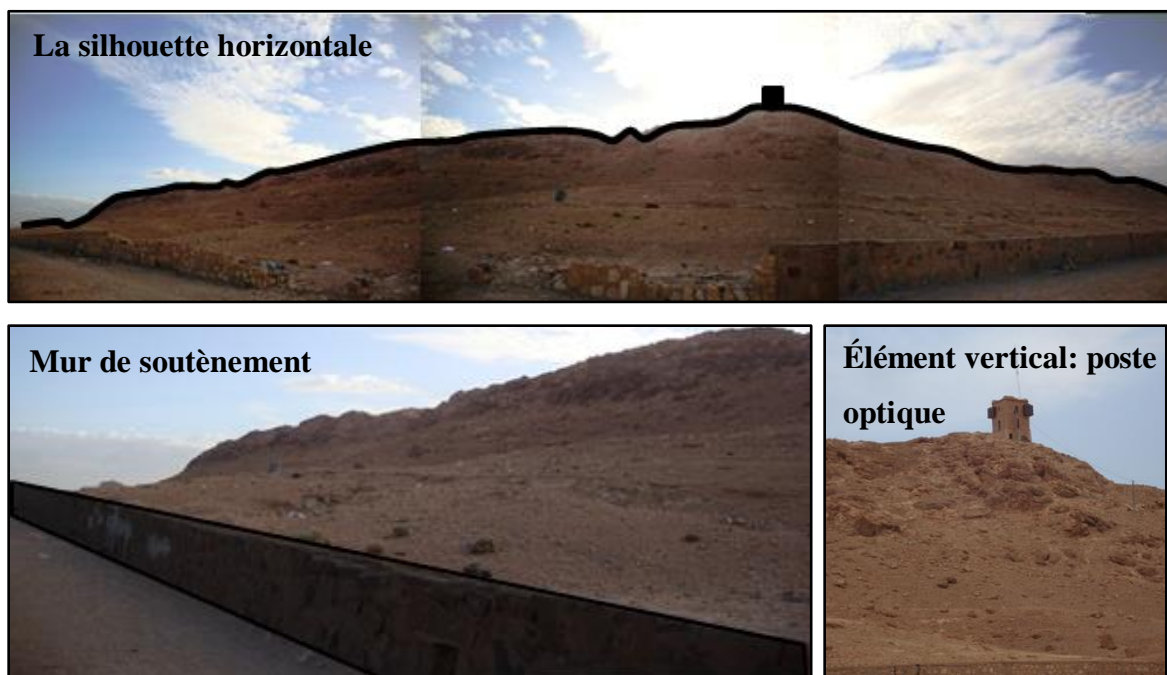


Figure 32 : Les éléments existants (Source : Auteurs).

III. 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.

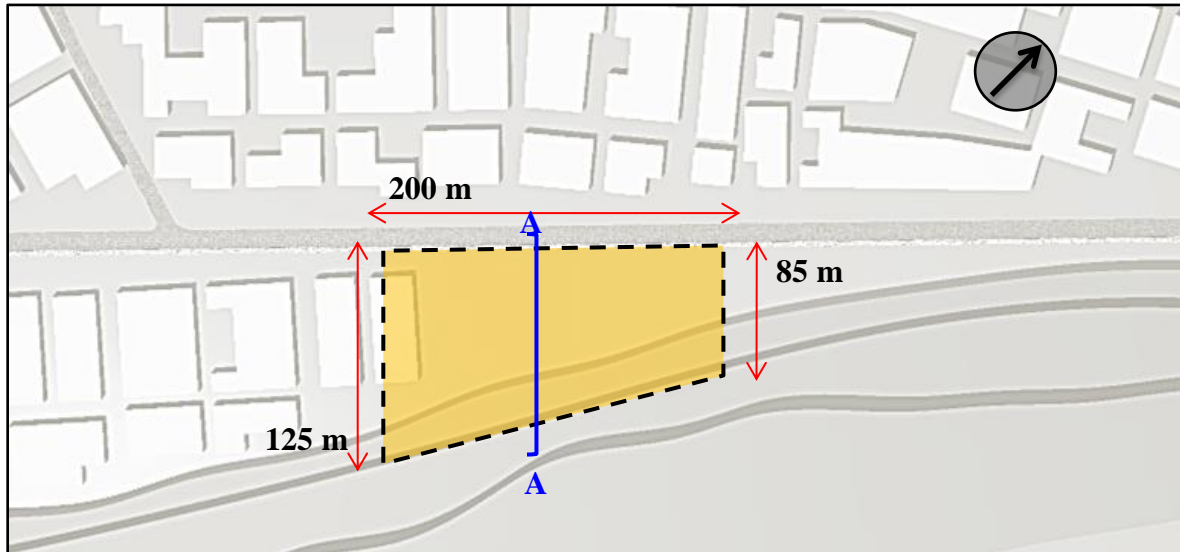


Figure 33 : La topographie du terrain (Source: Auteurs).

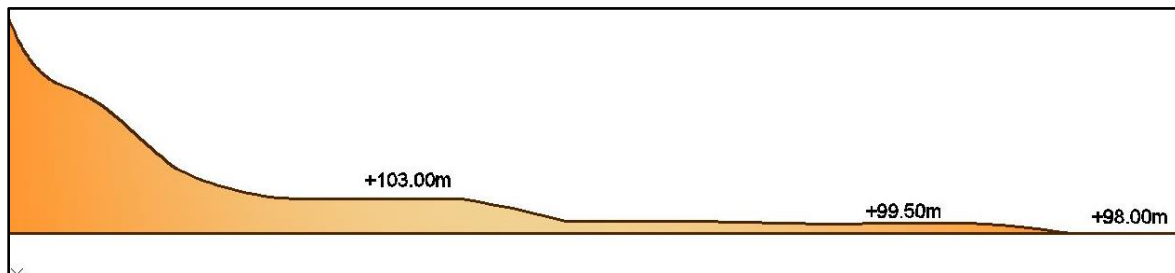


Figure 34 : La coupe topographique (Source : Auteurs).



Figure 35 : Les vues générales du terrain (Source : Auteurs)

III. 8. LES DONNEES CLIMATIQUES:

III. 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.

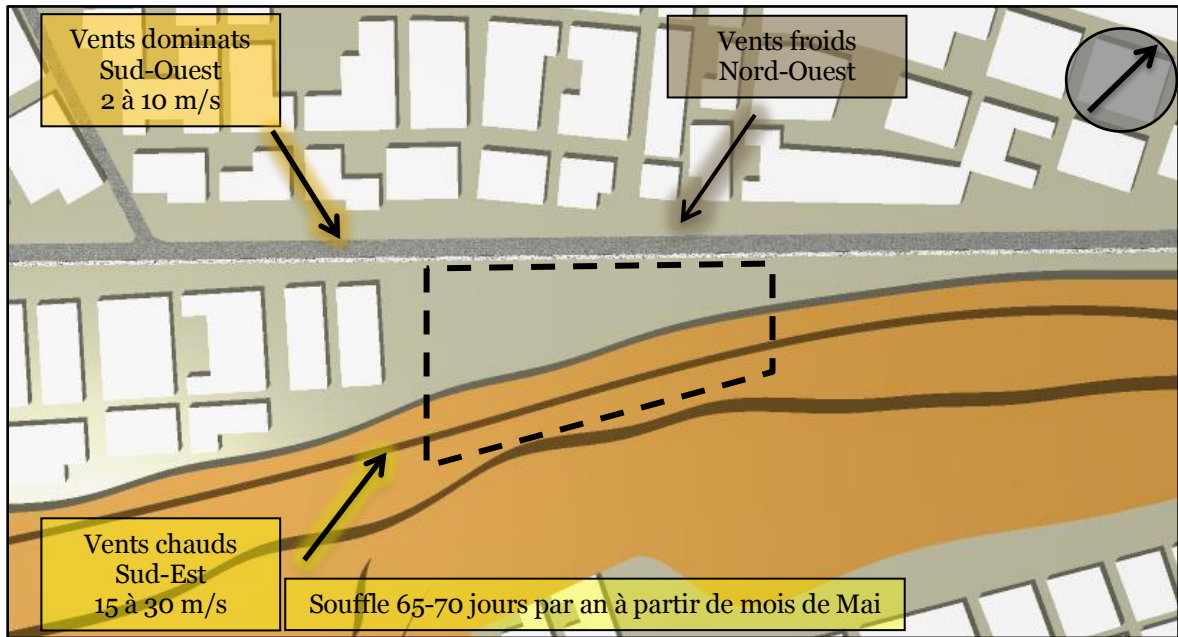


Figure 36 : Les vents (Source : Auteurs).

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.

III. 8.2. L'ENSOLEILLEMENT

Bonne ensoleillement dans toute la période de l'année.

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

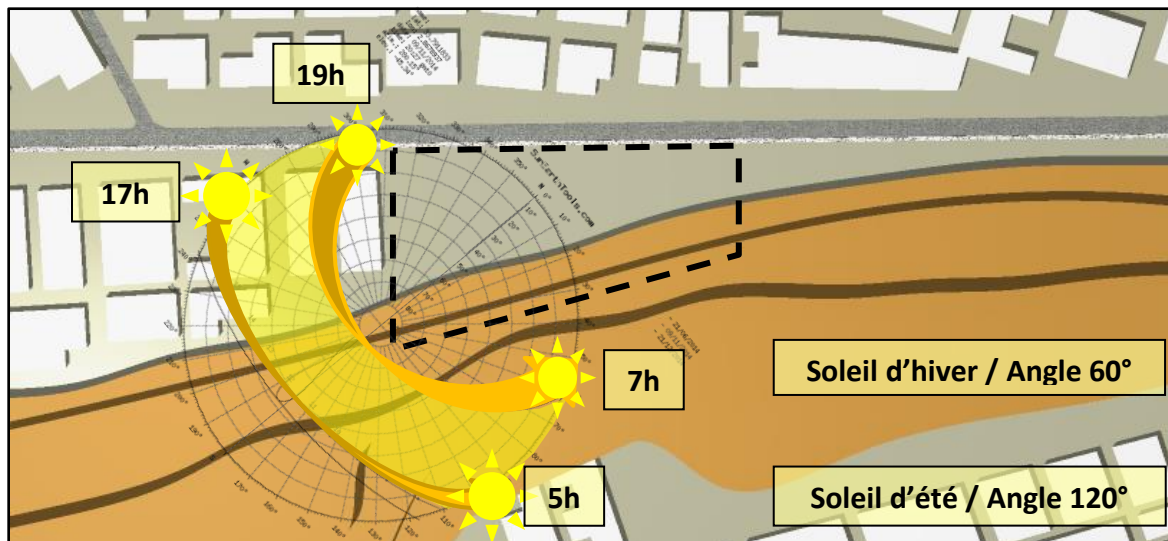


Figure 37 :L'ensoleillement (Source : Auteurs).

III. 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 38 : Vues sur le terrain (Source : Auteurs).



Figure 39 : Vue sur le terrain (Source : Auteurs)

III. 10. BRUIT ET SECURITE

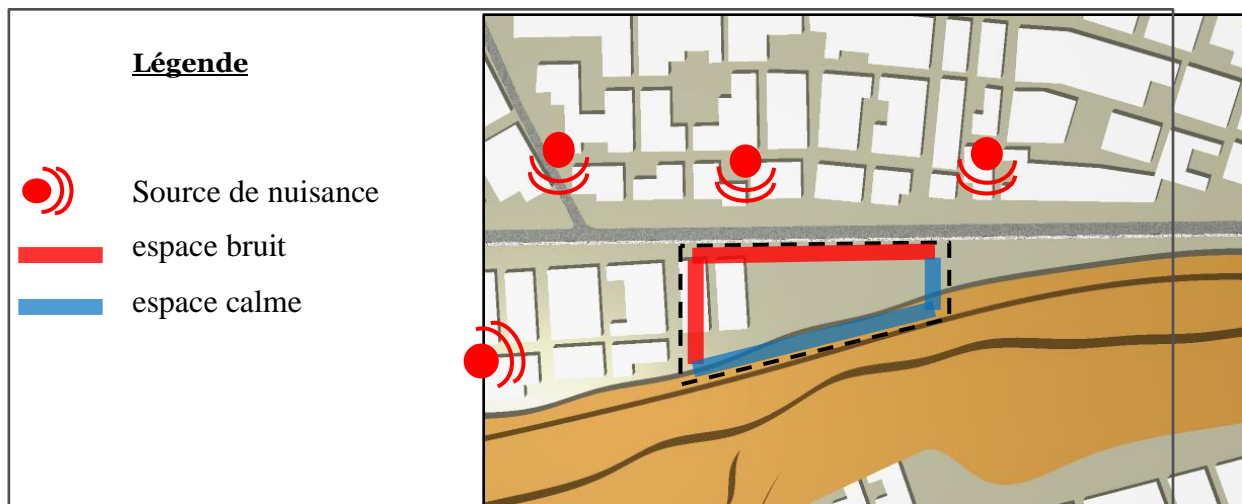


Figure 40 : Les sources du bruit (Source : Auteurs)

SYNTHESE:

	<p>LE SITE D'INTERVENTION</p>
<p>Accessibilité</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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
<p>Les limites</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Le site est limité naturellement par Djebel Tisegrarine et possède la possibilité d'extension future.
<p>La morphologie du terrain</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Implantation</u> <p>Le sens du bâtiment peut être parallèle ou perpendiculaire aux courbes de niveau selon : accès, accessibilité, orientations, vues.</p> <div data-bbox="829 655 1263 961" data-label="Image"> </div> <p><u>Une bonne approche de la situation et des travaux à prévoir</u></p> <div data-bbox="396 1100 1284 1388" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="418 1430 626 1503" data-label="Text"> <p>Plantation pour retenir les terres</p> </div> <div data-bbox="737 1430 1016 1545" data-label="Text"> <p>Drain de recueillement des eaux de ruissellement</p> </div> <div data-bbox="1094 1430 1263 1503" data-label="Text"> <p>Plantation en gradin</p> </div>
<p>Les données climatiques</p>	<p><u>Les vents :</u> Le site est exposé aux vents (dominants 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.</p>

Ensoleillement :

les températures dues à un ensoleillement prolongé provoquent

l'inconfort :

- en protégeant les façades exposées.
- en provoquant une ventilation naturelle.

Précipitations

Précipitations faibles en hiver et nulles en été donc il nous faut des espaces avec végétation créant un micro climat, autorégulation de l'humidité.



**APPROCHE
PROGRAMMATIQUE**

.

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".

I. 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.

I. 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 41: 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.

I. 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.

I. 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

I. 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).

I. 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 42 : 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.

I. 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 43 : Salle polyvalente

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

I. 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.

I. 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.

I. 1.9. LA COUR DE RECREATION :

Lieu de socialisation essentiel au sein de 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 44 : 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.

I. 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.

I. 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.

I. 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).

I. 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 dépôt des élèves, les voies d'accès piétons et cycles.



Figure 45 : 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 46 : 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.

I. 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 47 : Salle d'exposition

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

I. 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 48 : 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.

I. 2. LE PROGRAMME QUANTITATIF

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.

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

Espace	Surface unité (m ²)	Nombre	Surface totale (m ²)
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 02 : Le programme quantitatif de l'entité administrative.

Espace	Surface unité (m ²)	nombre	Surface totale (m ²)
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 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 04 : Le programme quantitatif de l'entité logements.

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

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

Espace	Surface unité (m ²)	nombre	Surface totale (m ²)
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**

.

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).

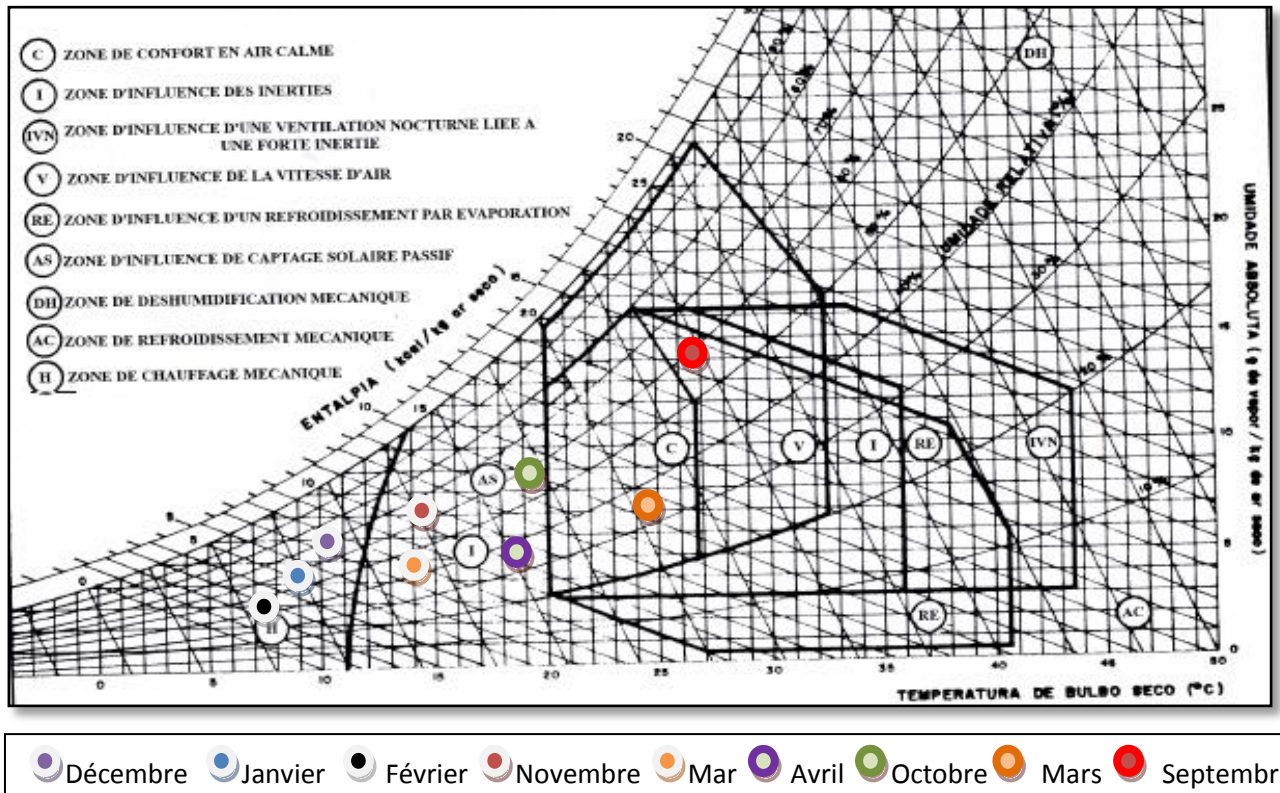


Diagramme psychrométrique

A partir du diagramme on observe que :

- Pour les mois de décembre, janvier et février sont situés 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 rétablir 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 situent 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 situent 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 arrivée au sol, pour éviter cet effet on doit changer l'incidence de ces radiations par l'usage de végétation en forme de bac à 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 végétation :

- ✓ 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-Matériaux 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.
- ✓ Pour l'isolation des planchers on utilise: le liège et pour les murs le polystyrène extrudé.
- ✓ 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'énergie 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.



**APPROCHE
ARCHITECTURALE**

.

I. 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 22000 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 49 : Vue sur le projet (Source : Auteurs).

II. GENESE DU PROJET

II. 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)

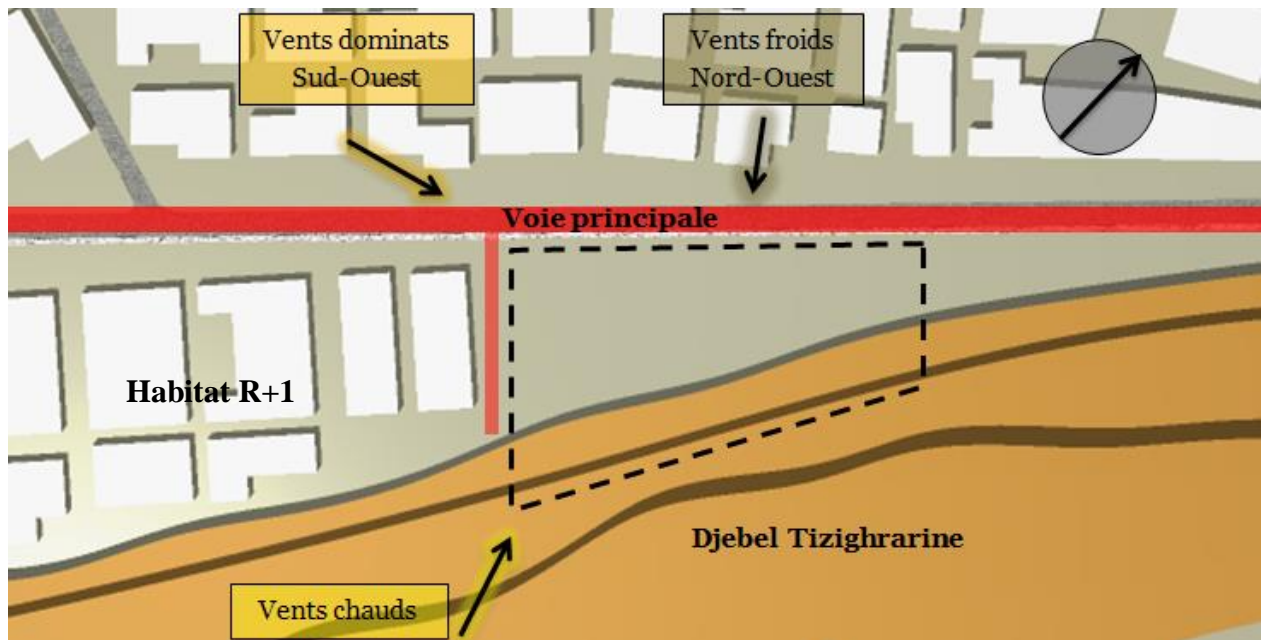


Figure 50 : Les composantes du site (Source : Auteurs).

- 1-Le site est protégé naturellement par Djebel de Tisegrarine 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.

II. 1.1. Les lignes de forces du terrain :

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

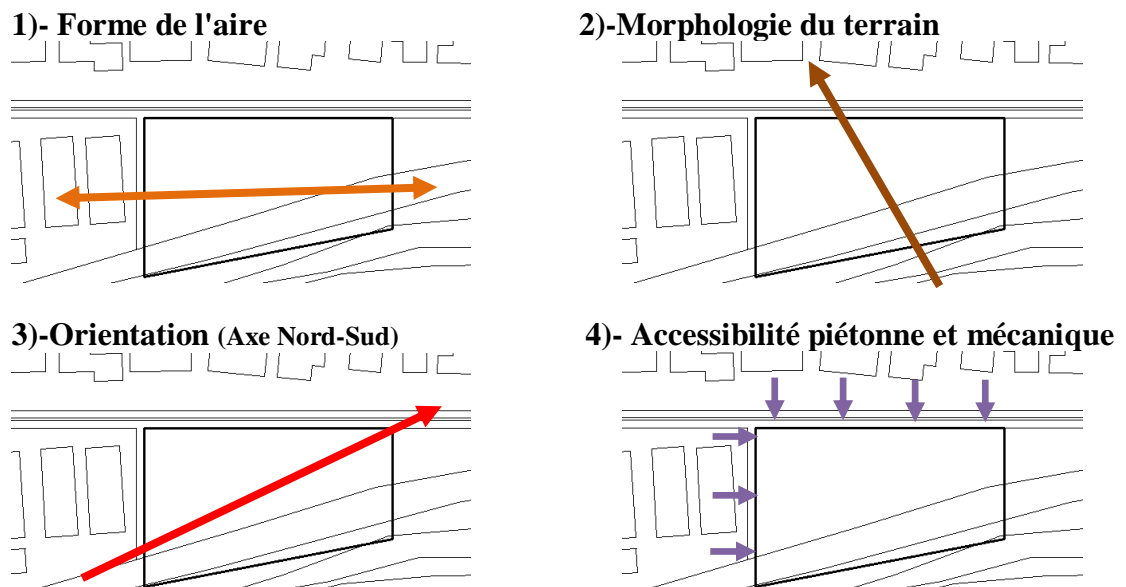


Figure 51 : Les lignes de forces. (Source : Auteurs).

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

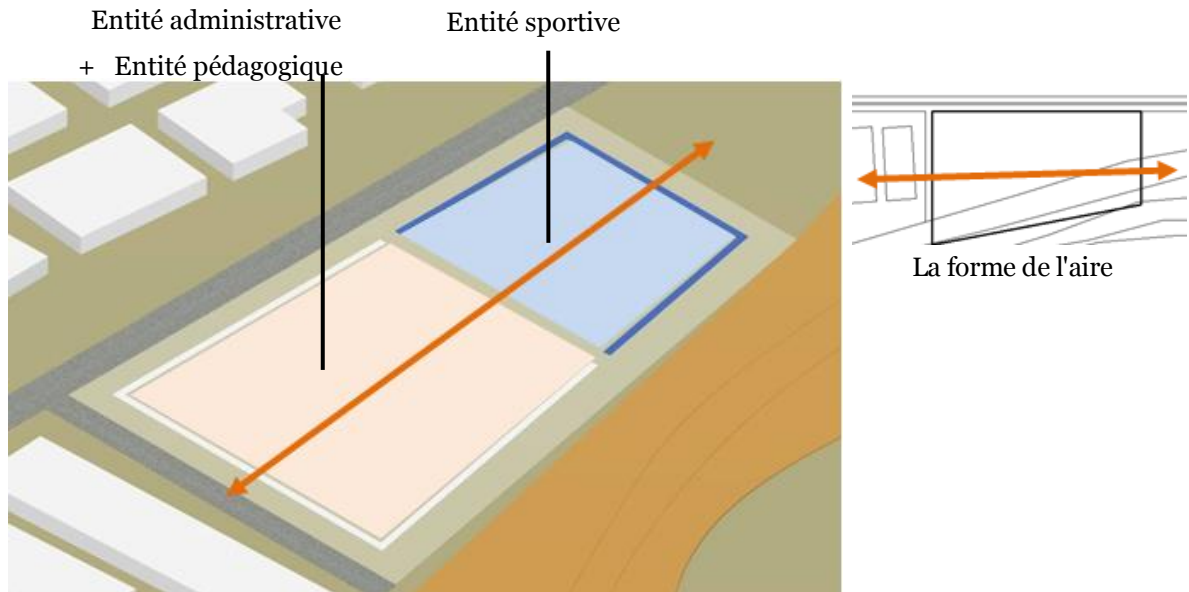


Figure 52 : Emplacement des entités majeures du projet. (Source : Auteurs).

- 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.

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

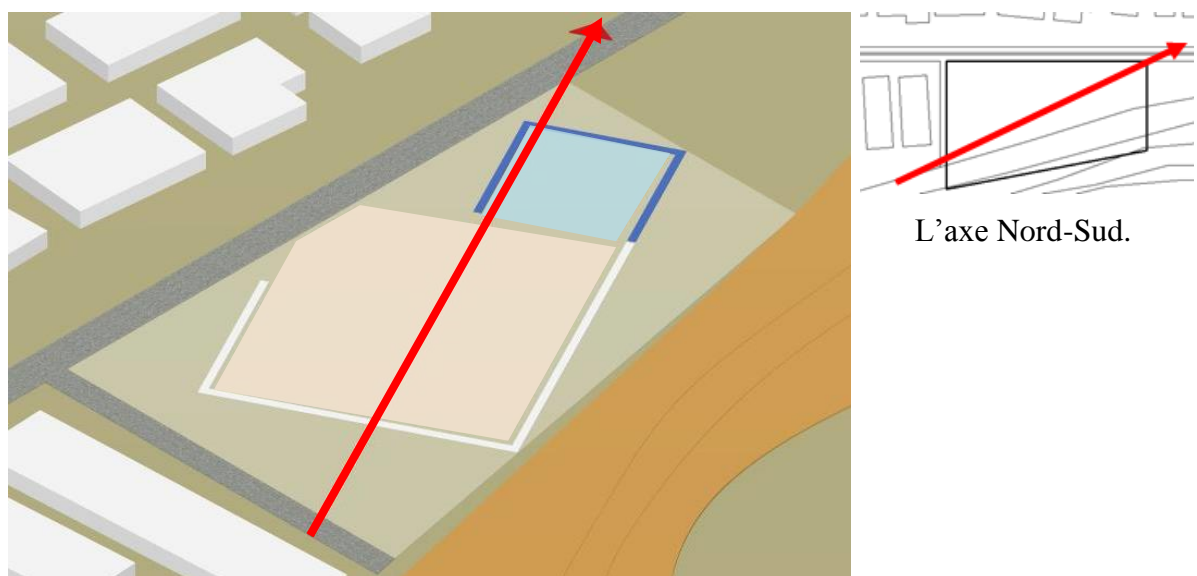
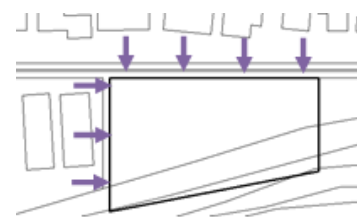


Figure 53 : Lier la forme à la stratégie climatique (Source : Auteurs).

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

II. 4. Etape 3: Le choix d'accès

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



Accessibilité piétonne et mécanique

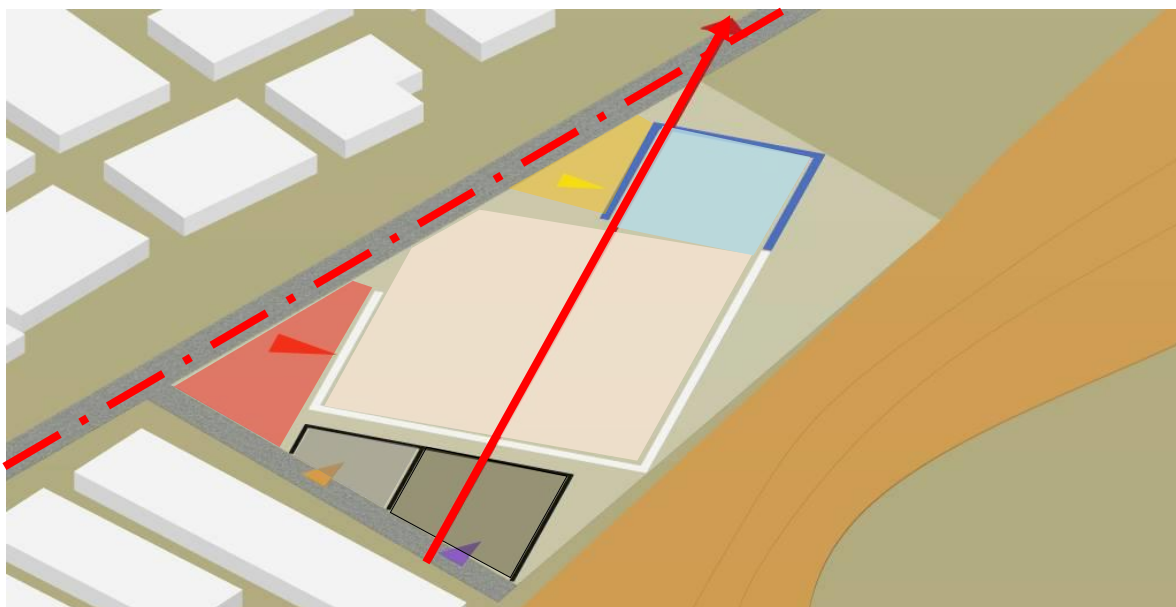
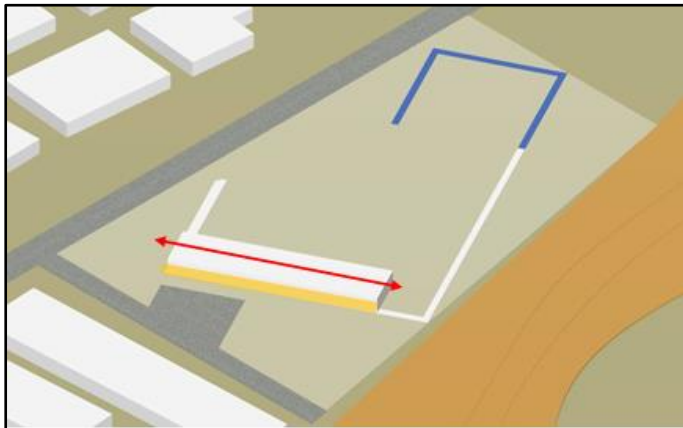


Figure 54 : choix des accès du projet (Source : Auteurs).

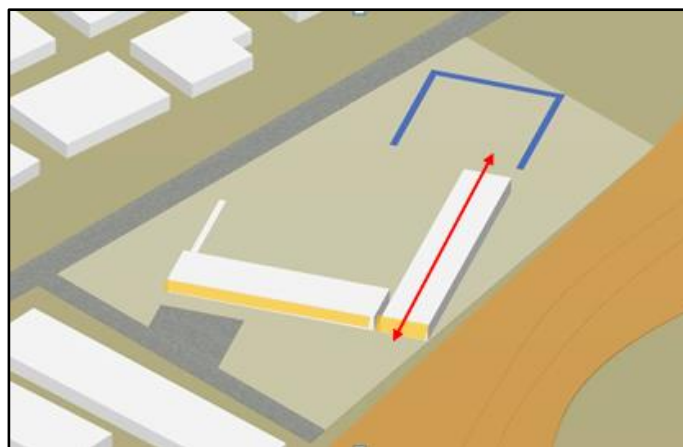
- la hiérarchie routière : prolonger la desserte pour réduire la vitesse des véhicules, et relier le projet à son environnement immédiat.
- L'implantation des entrées (principale et secondaire) sur la voie principale tout en profitant des reculs. Cette implantation en retrait a permis l'aménagement d'un 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.)

II. 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 55 : 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. »

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.

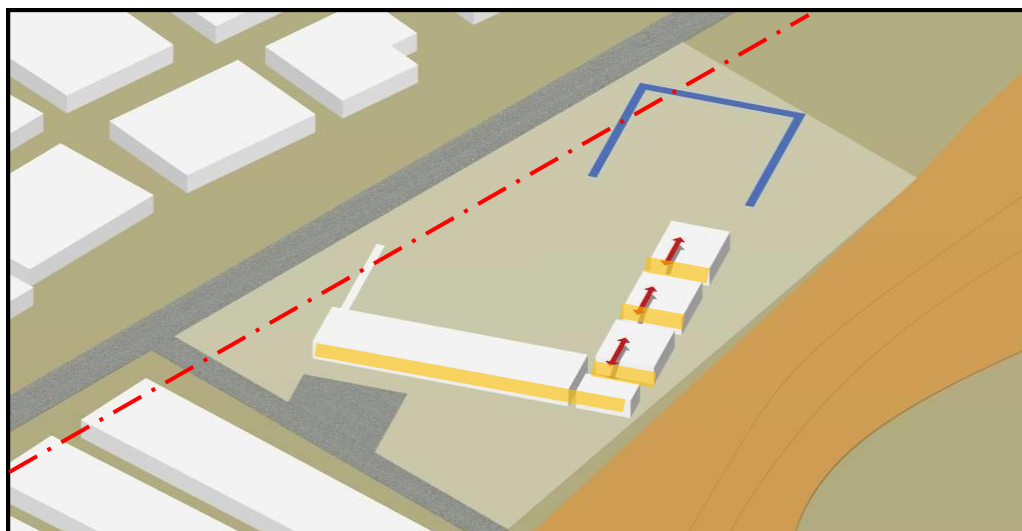


Figure 56 : La fragmentation (Source : Auteurs).

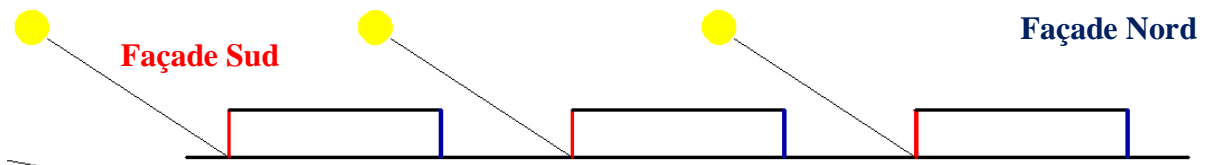


Figure 57 : coupe schématique (Source : Auteurs).

- **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.

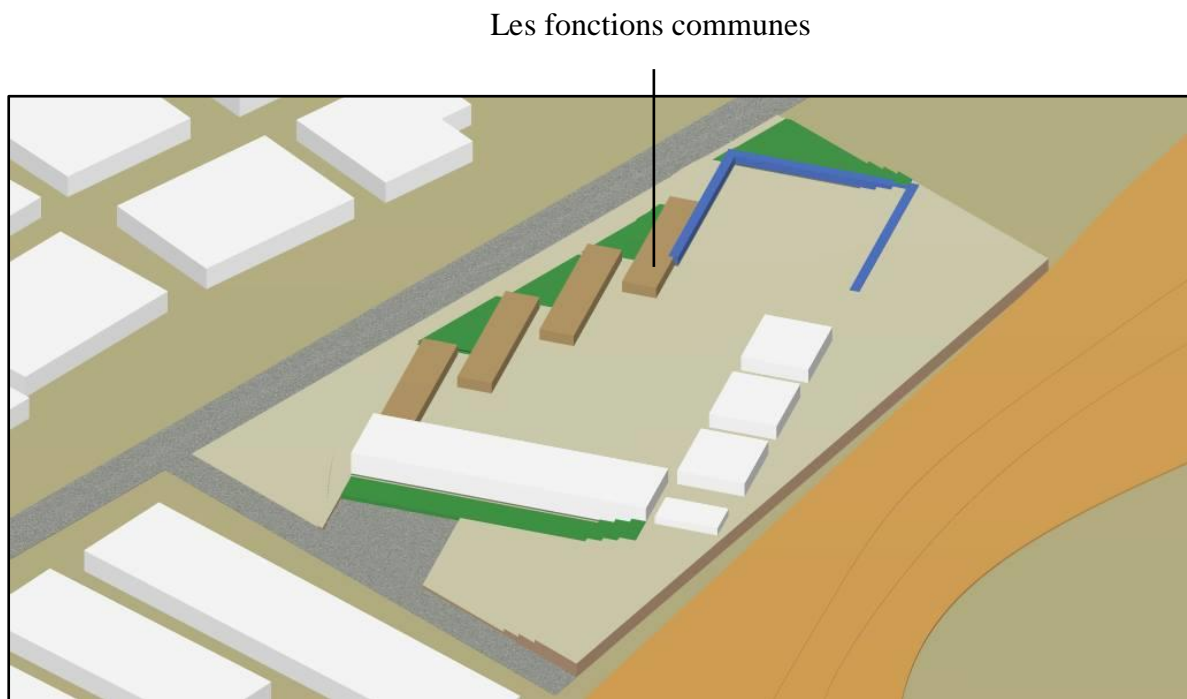
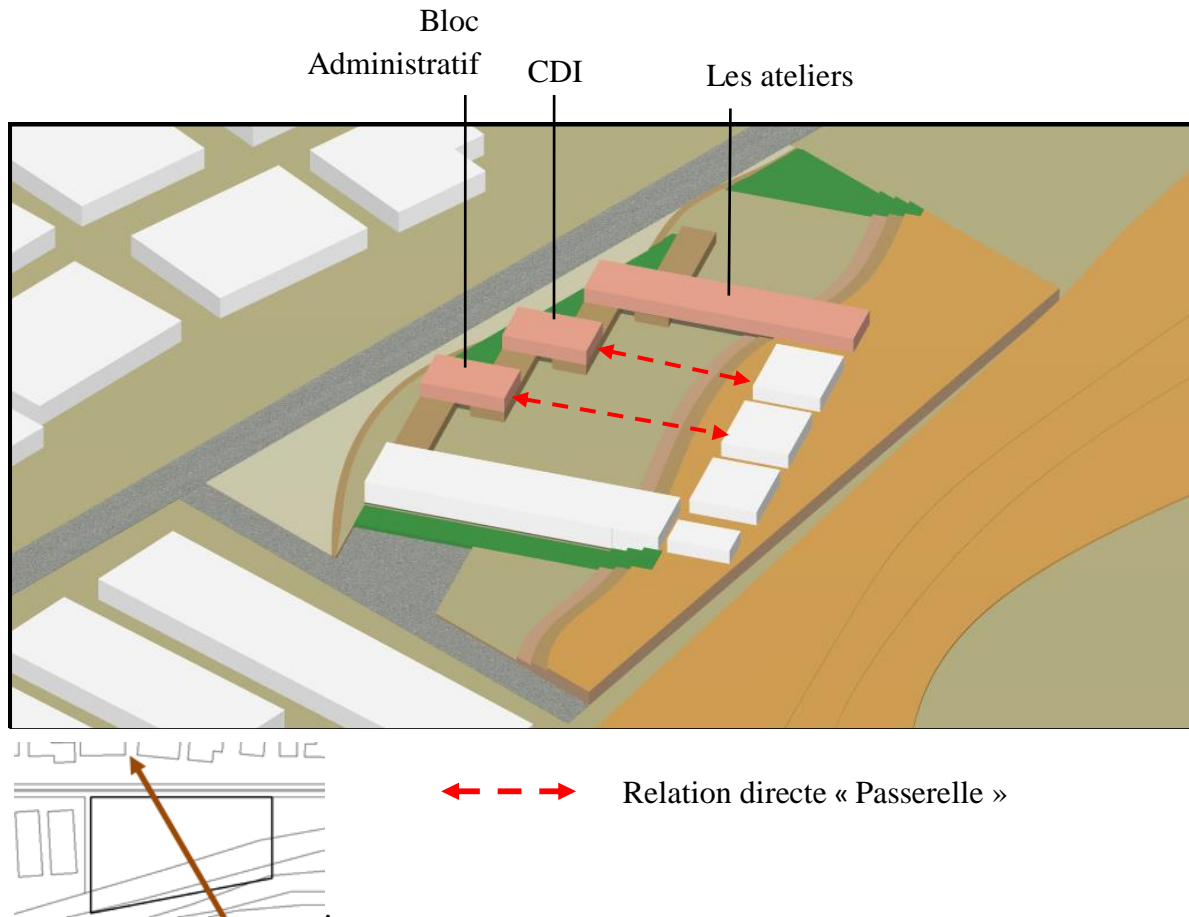


Figure 58 : L'alignement (Source : Auteurs).

II. 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 59 : 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.

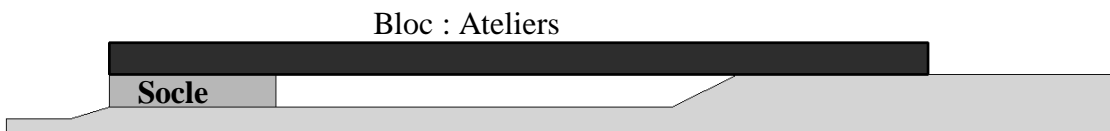


Figure 60 : Coupe schématique (Source : Auteurs)

-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 :**

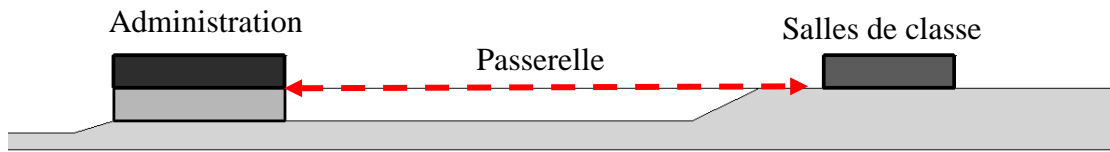


Figure 61 : Coupe schématique (Source : Auteurs).

- 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.**

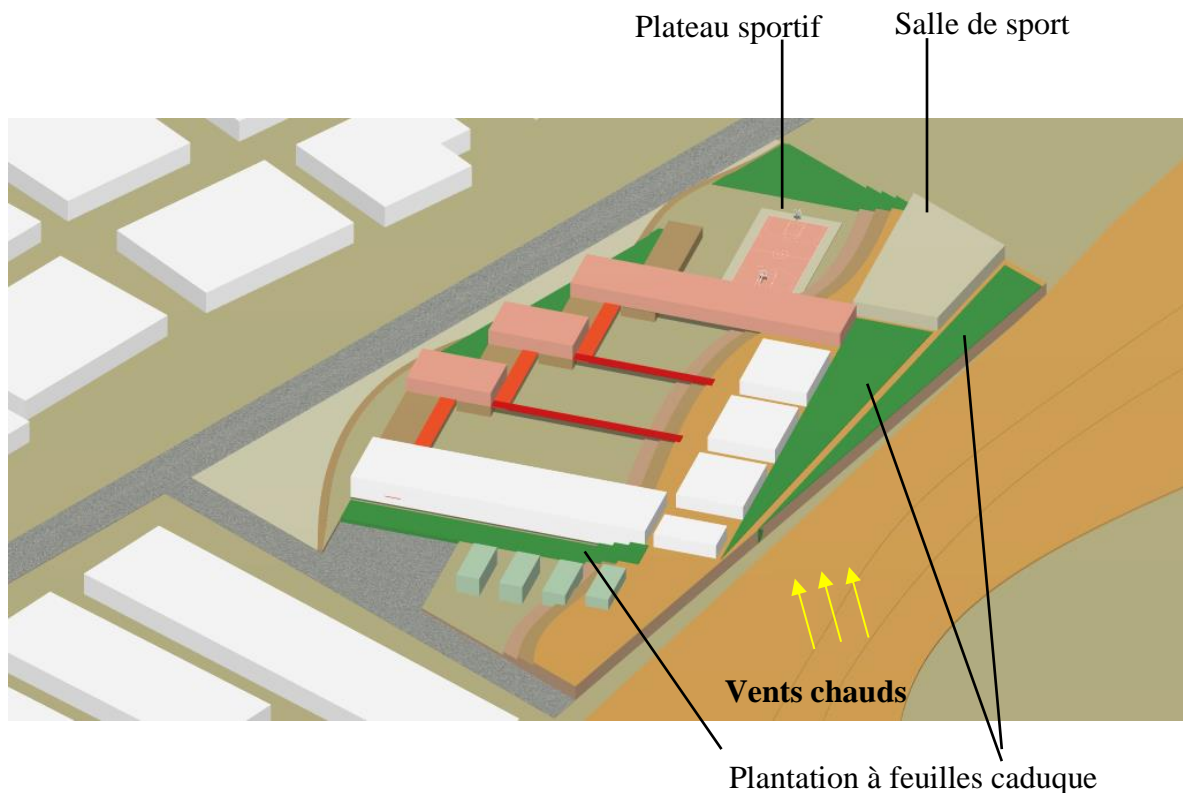
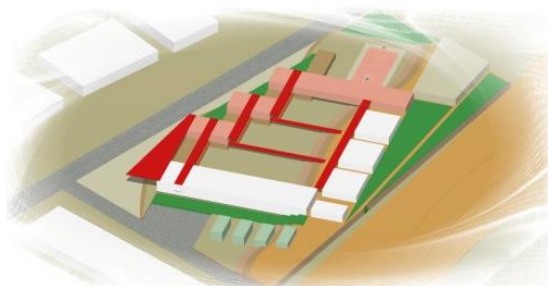


Figure 62 : Implantation et intégration de l'entité sportive (Source : Auteurs).

- 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.

II. 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

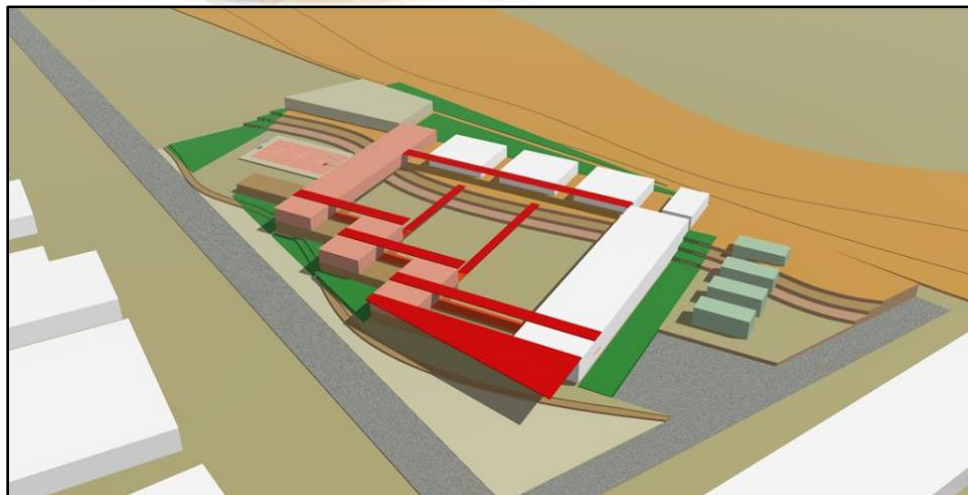


Figure 63 : La finalisation (Source : Auteurs).

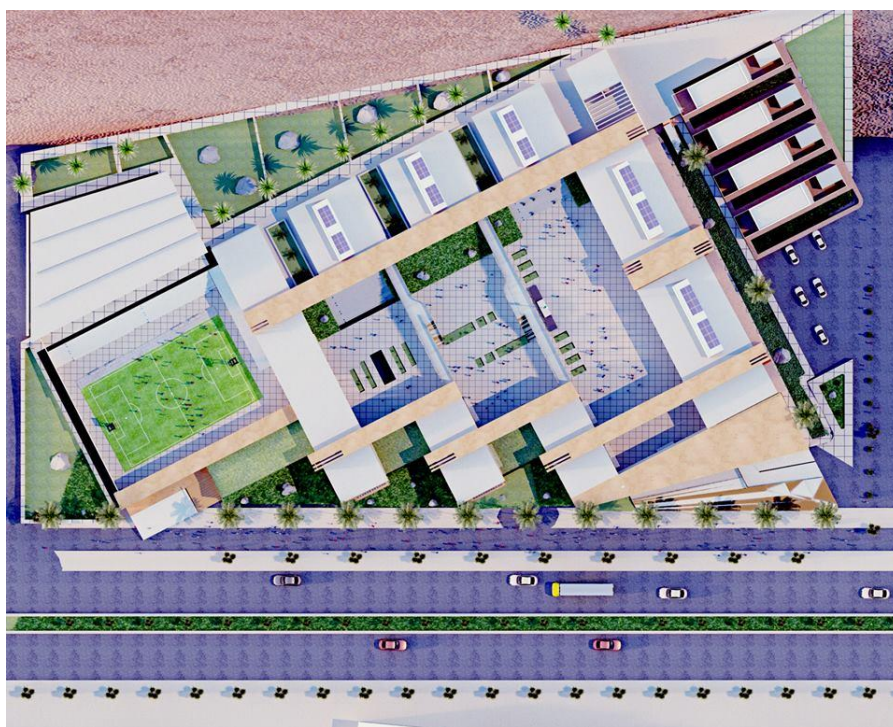


Figure 64 : Plan de masse (Source : Auteurs).

III. DIMENSION SPATIALE

III. 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 65 : La géométrie (Source : Auteurs).

III. 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.

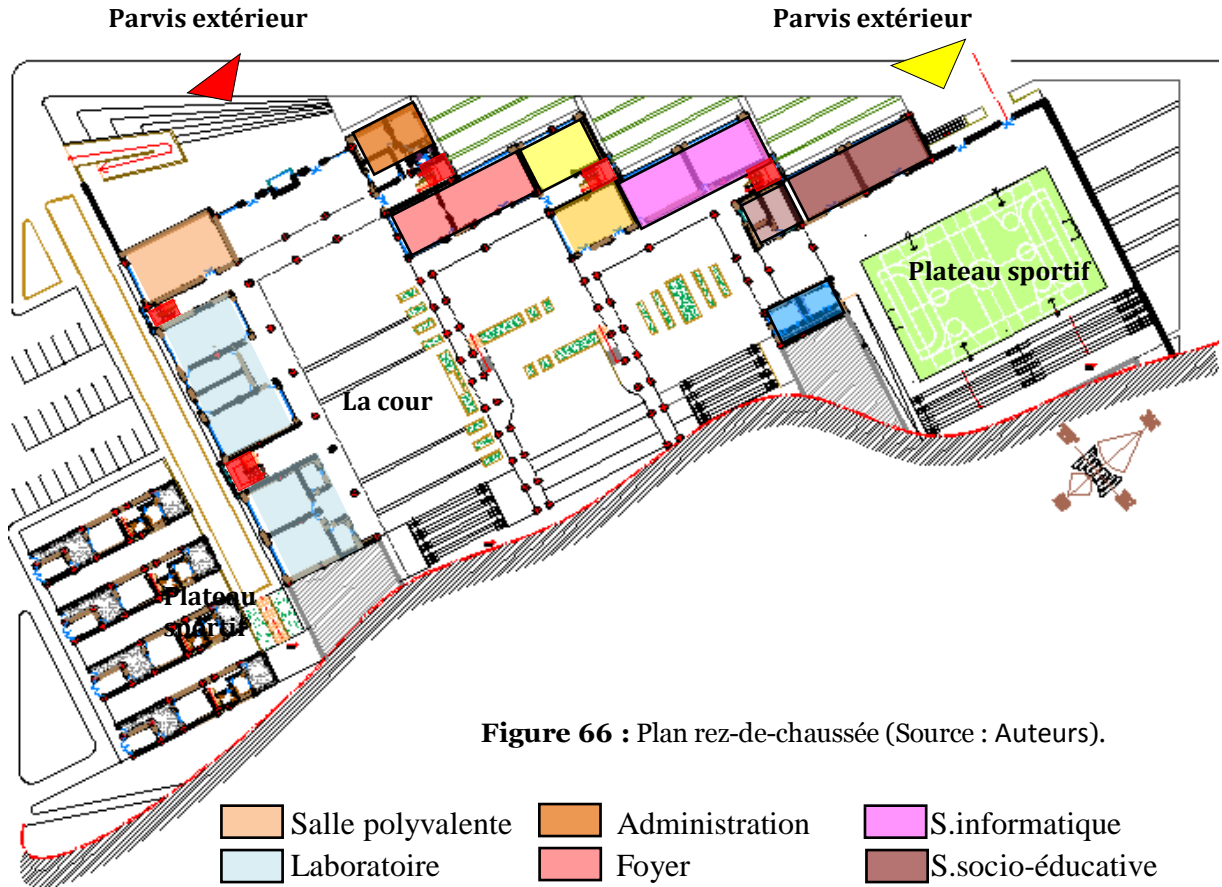
Un parvis extérieur : Placé sur l'espace public, un lieu d'attente sécurisé pour les élèves devant les portes du collège.

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.



III. 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.

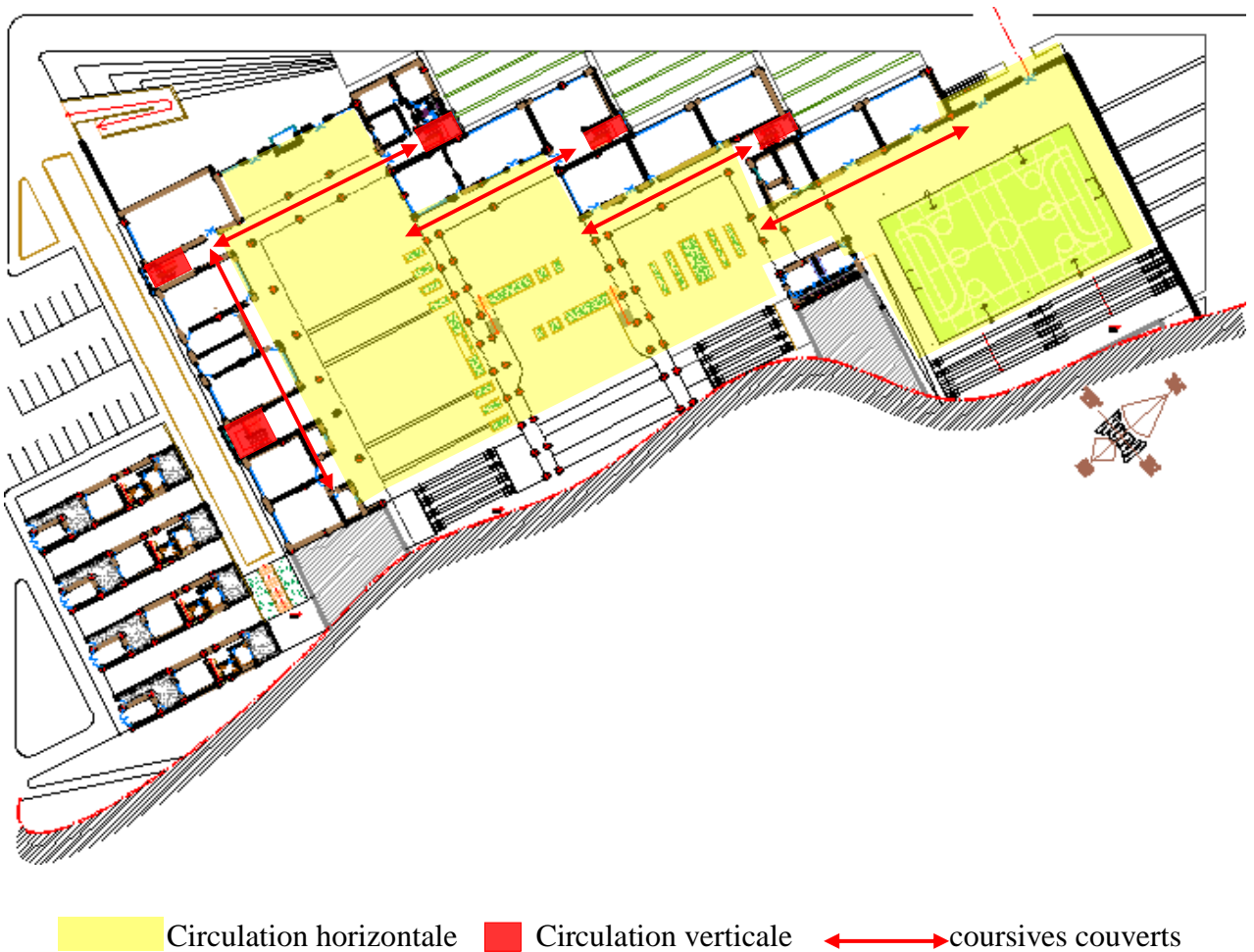


Figure 68 : Les parcours au 1^{er} niveau (Source : Auteurs).

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.



 Circulation horizontale

 Circulation verticale

Figure 69 : Les parcours au 2 eme niveau (Source : Auteurs).

III. 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.

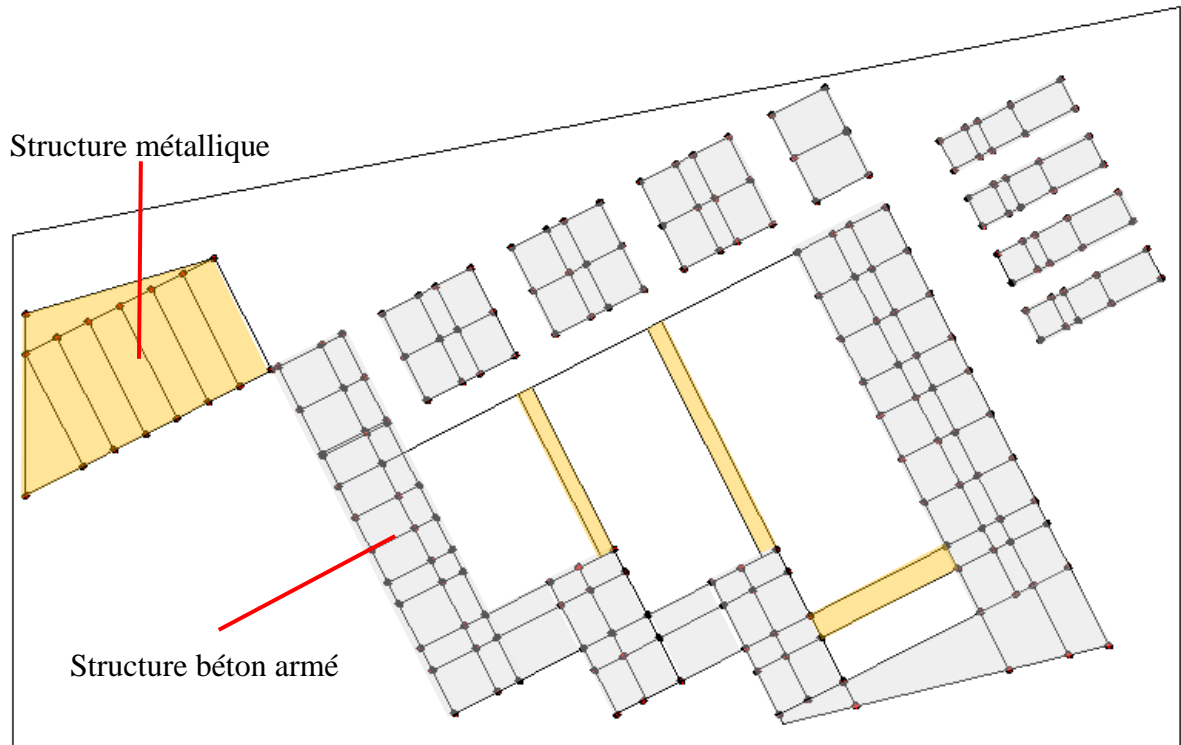


Figure 70 : La structure (Source : Auteurs).

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.

IV. OPTIMISATION ENERGETIQUE :

IV. 1. Eclairage naturel :

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

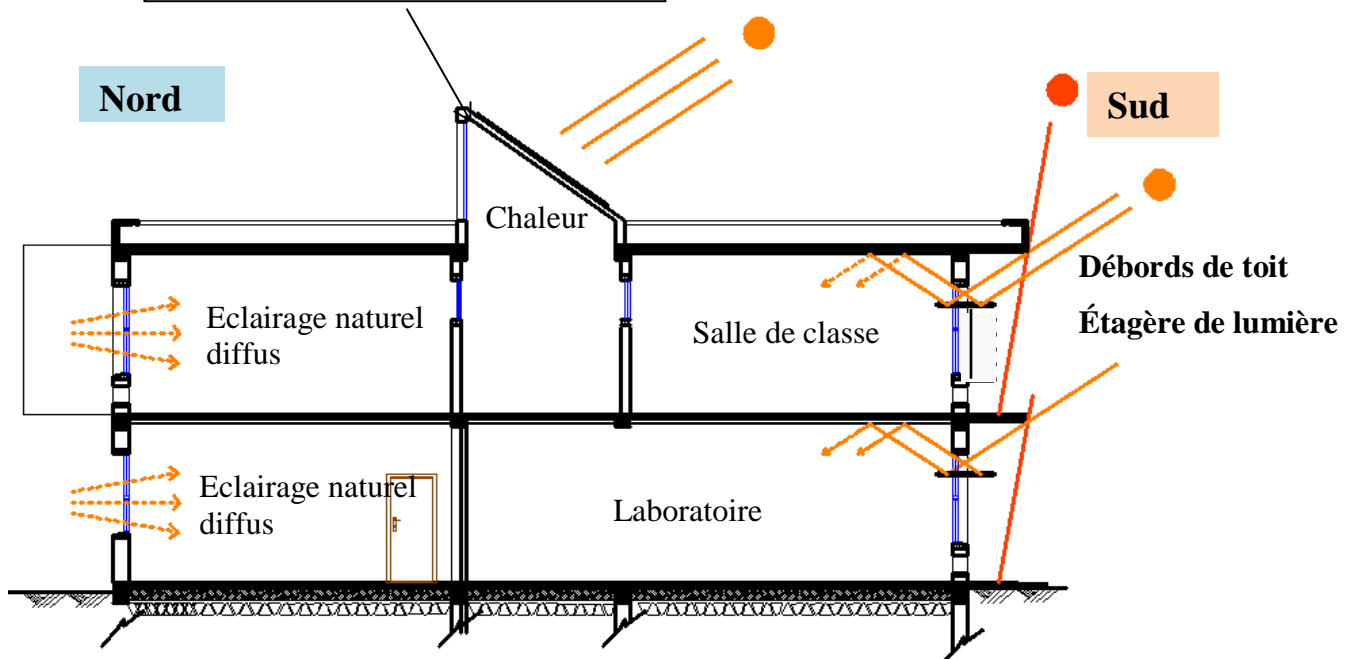


Figure 71 : Schéma de l'éclairage dans le couloir et dans les salles de classe (étage), et laboratoire (RDC) (Source : Auteurs).

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.

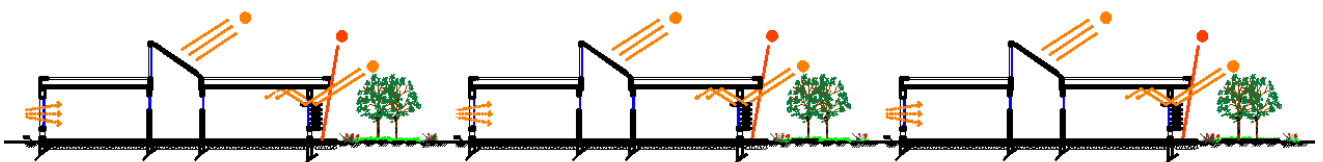


Figure 72 : Schéma de l'éclairage dans le couloir et dans les salles de classe (Source : Auteurs).

IV. 2. Ventilation :

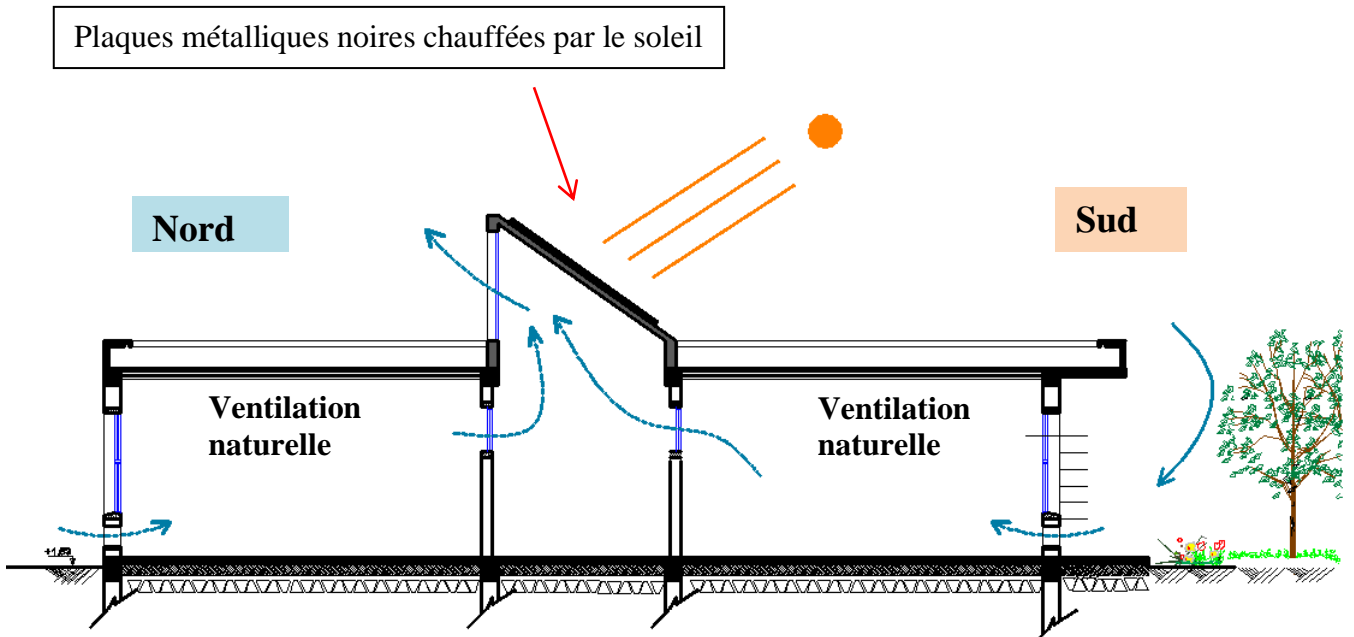


Figure 73 : Schéma de la ventilation dans le couloir et dans les salles de classe.

(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

IV. 3. Production d'énergie :

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

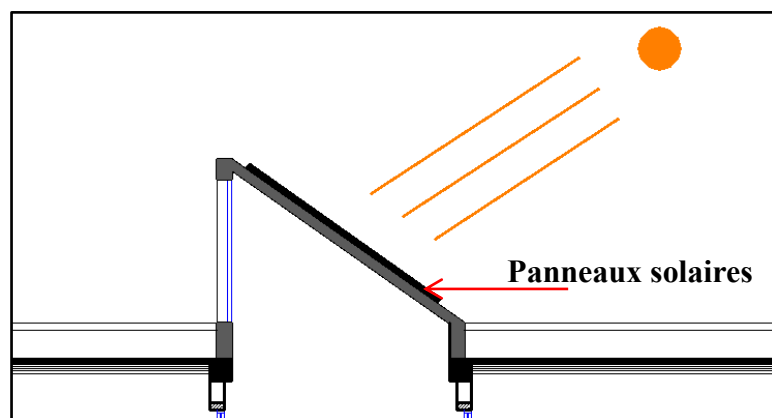


Figure 74 : panneaux solaires (Source : Auteurs).

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

V. L'EXPRETION 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).

V. 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.

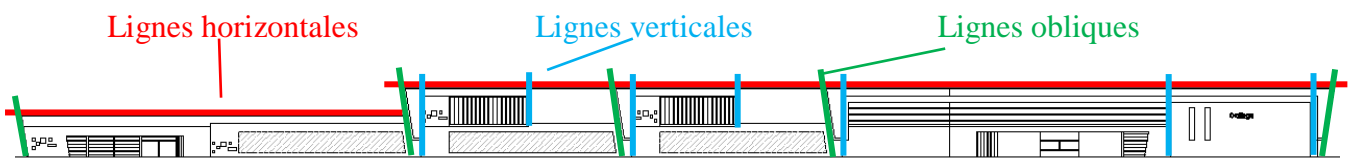


Figure 75 : La façade principale (Source : Auteurs).

V. 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.

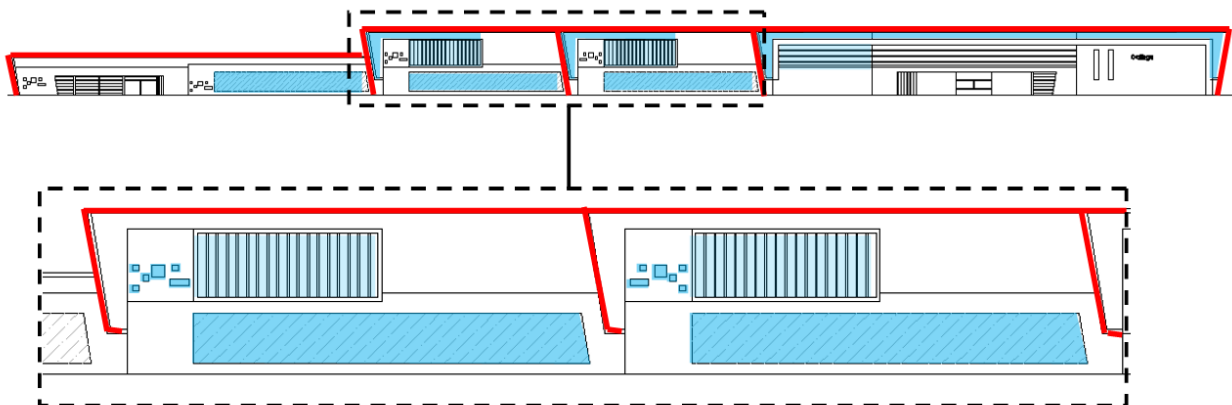


Figure 76 : La façade principale (Source : Auteurs).

VI. PRESENTATION DU PROJET EN IMAGE

VI. 1. Façade ouest (principale) :



Figure 77 : Vue sur la façade ouest (Source : Auteurs).

- ✚ Les ouvertures ouest sont protégées par des éléments verticaux qui jouent le rôle de brises soleil.



Figure 78 : Les brises soleil verticaux (Source : Auteurs).

VI. 2. 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 79 : Vue sur la façade Sud (Source : Auteurs).

- ✚ Intégrer des éléments verticaux sur la façade qui marquant les escaliers.



Figure 80 : Les brises soleil horizontaux, et l'élément vertical (Source : Auteurs).

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



Figure 81 : Vue générale sur le projet (Source : Auteurs).

- ✚ Espace de stationnement des vélos: pour Encourager les élèves à utiliser les modes de transport actifs



Figure 82 : Entrée principale

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



Figure 83 : Vue générale sur le projet (Source : Auteurs).

- La notion de l'espace végétal pour donner l'impression que le bâtiment respecte l'environnement



Figure 84 : la cour de récréation (Source : Auteurs).



Figure 85 : le foyer (Source : Auteurs).



Figure 86 : la cour de récréation (Source : Auteurs).



Figure 87 : vue sur les passerelles



Figure 88 : vue sur les passerelles



Figure 89 : Vue générale sur le projet, côté Nord (Source : Auteurs).

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



Figure 90 : vue sur les fenêtres orientées Nord (Source : Auteurs).



Figure 91 : vue sur le plateau sportif, gradin, et salle de sport (source :Auteur).

- ✚ Les logements de fonction : Leur architecture simple permet de s'insérer par rapport aux habitations environnantes



Figure 92 : Vue générale sur le projet, côté ouest (Source : Auteurs).



Figure 93 : Les logements de fonction



CONCLUSION
GENERALE

.

Conclusion générale

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 dans nos études universitaires et nous souhaitons les concrétiser dans le monde de travail.



**CONFORT
THERMIQUE**

.

Introduction générale

La qualité thermique des bâtiments en Algérie est généralement très insuffisante, cela entraîne des consommations d'énergie excessives.

Assurer une bonne qualité à l'environnement intérieur et la réduction des charges, c'est entre autres satisfaire les besoins des occupants, et assurer leur confort. Si le bâtiment est mal isolé, le flux d'énergie est plus important. Par contre si le bâtiment est bien conçu, la température est plus homogène et ce qui permet d'assurer un climat intérieur agréable. C'est-à-dire une bonne conception d'un bâtiment nécessite une étude thermique détaillée ayant pour objectif l'obtention d'une meilleure qualité thermique des ambiances intérieures des locaux, de telle manière à ce que le confort d'occupant soit assuré tout en minimisant la consommation d'énergie (en utilisant les systèmes passifs), Car les bâtiments énergivores ne sont ni les plus sains ni les plus confortables.

De ce fait, le souci d'une conception architecturale est de permettre au bâtiment d'améliorer le confort intérieur des usagers, d'une manière passive. C'est à dire minimiser le plus possible le recours aux systèmes actifs, comme solutions aux problèmes du bâtiment.

Par ailleurs, la conception du bâtiment en harmonie avec son environnement, tout en consacrant une attention particulière aux éléments qui déterminent la forme architecturale et qui pourraient contribuer à l'amélioration du confort intérieur ; constitue de nos jours, une préoccupation primordiale, reconnue à travers le monde comme l'un des axes de recherche les plus importants.

C'est dans le cadre de cette thématique globale que s'inscrit notre étude. Dans ce qui suit nous présentons, notre problématique ; les hypothèses et les objectifs de notre recherche.

1) Problématique

L'éducation n'est pas seulement un bien précieux en soi, mais elle est aussi une composante du développement, l'absence ou la négligence de la prise en compte des principes d'une conception des bâtiments éducatifs en rapport avec leurs contextes climatiques a conduit à des conséquences négatives lourdes.

En tant que bâtiments publics à usage spécialisé, les bâtiments éducatifs, doivent assurer à ses occupants un climat intérieur agréable et peu dépendant des conditions climatiques extérieures.

Le confort thermique est l'une des principales caractéristiques qui contribuent à la création d'un environnement propice à l'éducation. Les conditions thermiques dans les classes doivent être, donc, considérées soigneusement en raison de la densité élevée d'occupation et des grandes surfaces vitrées utilisées pour un but fonctionnel (éclairage et aération), et en raison des influences négatives qu'un environnement thermique insuffisant a sur la performance d'apprendre.

Dans les régions arides, dont le climat est caractérisé par un rayonnement solaire direct très intense et une faible humidité relative, assurer un confort thermique agréable, propice à la bonne santé, le bien-être et la capacité d'apprendre des occupants, dans les bâtiments éducatifs, se présente comme une préoccupation majeure vue l'importance du secteur, donc :

- **Quelle est la stratégie de conception à adopter, pour assurer le confort thermique à l'intérieur des espaces éducatifs ?**

- **De quelle manière interviennent les aspects passifs dans l'amélioration du confort thermique et des performances énergétiques des bâtiments ?**

2) Objectifs et hypothèses

La présente étude vise, principalement, à assurer une bonne qualité de l'environnement intérieur et plus performants en matière de réponse aux exigences du confort thermique sous les conditions du climat aride (chaud et sec).

A cet effet, et pour atteindre ces objectifs, les hypothèses exposées sont comme suit :

- 1) L'amélioration de la performance thermique de l'enveloppe du bâtiment par des isolants et le double vitrage.
- 2) L'étude de l'orientation de la classe sur le confort thermique.

3) Méthodologie du travail

Afin de répondre aux objectifs du travail, cités précédemment, le présent chapitre est structuré en plusieurs parties, cela incite à mieux cerner tous les facteurs liés au sujet d'étude, le travail est structuré comme suit :

La première partie : consiste en une recherche bibliographique et documentaire ayant pour objectif de cerner et de comprendre tous les éléments théoriques de base en rapport avec le sujet de recherche.

La deuxième partie : vise à la méthode numérique et pratique, il est consacré à l'application de cette méthode.

La troisième partie : consacrée aux résultats et discussions des applications pratiques et numériques.

L'ensemble de ces trois parties sont initiées d'une introduction générale et se finalise par une conclusion générale.

I. Confort thermique

Le but principal de la construction des bâtiments éducatifs est de mettre ses occupants à l'abri de divers effets climatiques, en créant un microclimat intérieur satisfaisant pour l'exercice de diverses activités.

I.1. Définition du confort thermique

Le confort thermique a été défini comme l'état de satisfaction vis-à-vis de l'environnement thermique établi par échange thermique entre le corps et son environnement. Le confort thermique comme son nom l'indique, est le confort lié à une répartition de température et de flux de chaleur agréables¹.

I.1.1. les transferts de chaleurs d'une paroi

La chaleur passe naturellement de zones chaudes aux zones froides, en utilisant essentiellement trois modes de transfert de chaleur, à savoir, la conduction, la convection et le rayonnement :

La **conduction** c'est la transmission d'énergie de proche en proche dans la partie solide d'un matériau.

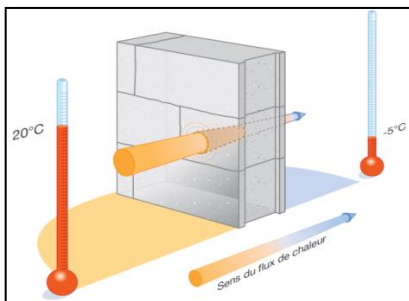


Figure 94: conductivité thermique (source :construireavecsaint-gobain.fr)

- Plus le matériau est isolant moins il y a de la convection

La **convection**, ce mécanisme de transfert de chaleur est propre aux fluides (gaz ou liquide).

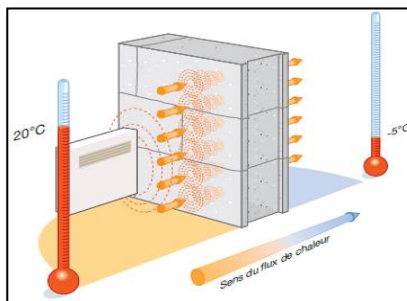


Figure 95: convection thermique (source :construireavecsaint-gobain.fr)

- Plus l'air est immobile moins il y a de convection

Le **rayonnement**, ou transport de la chaleur par émission et absorption de rayonnement électromagnétique par les surfaces des corps.

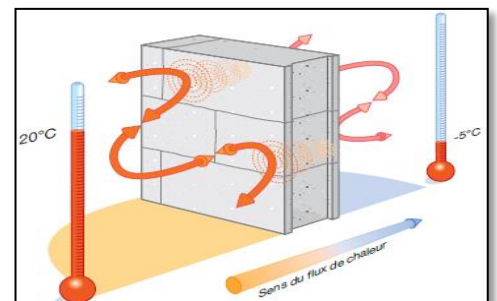


Figure 96: rayonnement thermique (source :construireavecsaint-gobain.fr)

- Plus l'émissivité d'un matériau est faible moins il y aura de transfert par rayonnement

¹ Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments. claudes-Alaines Roulet. Page 85

I.1.2. le flux de chaleur

Le transfert de la chaleur se quantifie par le **flux de chaleur ϕ** (en watt) qui exprime la quantité d'énergie passant chaque second au travers d'une surface quelconque par une **densité de flux de chaleur** (en w/m^2).

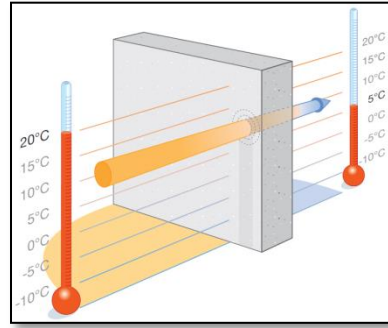


Figure 97: le flux de chaleur

(source :construireavecsaint-gobain.fr)

I.1.3. Les caractéristiques d'un matériau

1). Conductivité thermique

C'est la capacité d'un matériau à conduire plus au moins la chaleur. La conductivité thermique (λ) s'exprime en $w/m.k$. Plus la conductivité est faible, plus le matériau est isolant.

2). La capacité thermique

La capacité thermique d'un matériau (ρC) désigne son aptitude à stocker de la chaleur. Il est exprimé en wh/m^3k .

3) La diffusivité thermique

La diffusivité thermique (a) d'un matériau exprime son aptitude à transmettre rapidement une variation de température. Elle croit avec la conductivité et décroît avec la capacité thermique.

Elle est exprimée en m^2/h .

4). L'effusivité thermique

L'effusivité thermique (b) décrit la rapidité avec laquelle un matériau absorbe les calories. Plus l'effusivité est élevée, plus le matériau absorbe de l'énergie sans se réchauffer. Au contraire, plus elle est faible, plus vite le matériau se réchauffe. Elle est exprimée en $w.h^{1/2}/m^2.k$.

I.1.4. Les caractéristiques énergétiques des vitrages

La nature du vitrage a une influence sur la transmission énergétique du rayonnement solaire selon les caractéristiques suivantes :

- *Les vitrages clairs* sont connus pour leur haute capacité à laisser pénétrer la lumière et le rayonnement solaire.

Compte tenu de ses effets sur l'éclairage naturel et son potentiel sur les apports solaires, les vitrages se caractérisent par :

- **Le facteur solaire (g)**, le coefficient de transmission énergétique, représente le pourcentage d'énergie solaire incidente, transmise à travers une paroi vitrée à l'intérieur d'un local.

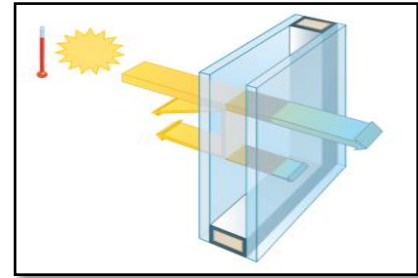


Figure 98: Le facteur solaire

(source :construireavecsaint-gobain.fr)

- **Le facteur thermique (U)** : le coefficient de transmission thermique exprime la quantité de chaleur traversant un mètre carré de vitrage par degré de différence entre la température intérieure et extérieure.

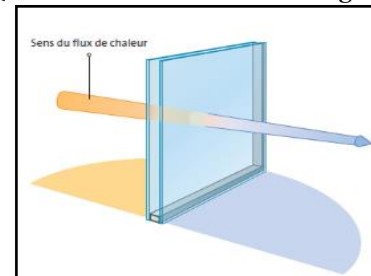


Figure 99: Le facteur thermique

(source :construireavecsaint-gobain.fr)

I.2. Normes du confort thermique dans l'établissement scolaire:

Pour la réglementation en matière de confort thermique, on est référé au standard ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers). Le tableau suivant, nous offre les températures sèches pour les conforfs d'été et d'hiver.

Tableau 06 : Température sèches recommandées pour l'hiver et les saisons chaudes (ASHRAE 62.1)

	Hiver (°C)	Eté (°C)
Classes, laboratoires, bibliothèques, bureaux, salles de lecture	22	26
Salles polyvalentes, réfectoires, magasins	22	26
Vestiaires	24	28
Sanitaires	22	27
Couloirs	20	27

I.3. Diagramme bioclimatique de GIVONI et MILNE

Le diagramme psychométrique exprime les moyens d'intervention par des dispositifs architecturaux ou technique qui peuvent être utilisés pour remédier aux sollicitations du climat afin d'évaluer les besoins de l'individu en confort.

Il définit par deux paramètres : la température et l'humidité, le schéma suivant, montre les zones d'influences établis par Givoni et Milné et qui sont les suivants:

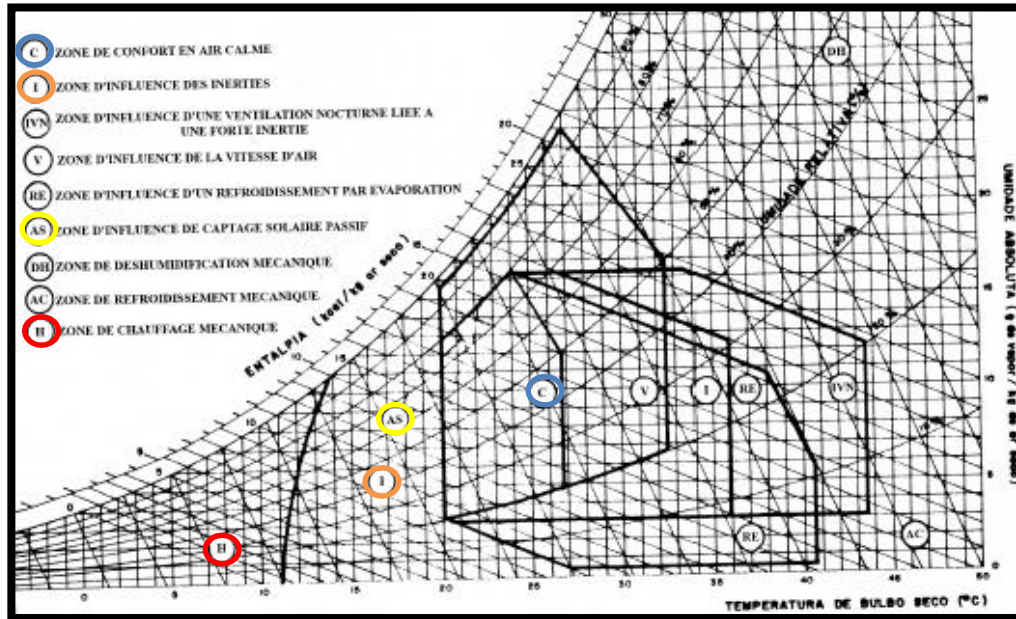


Figure 100: Diagramme bioclimatique de GIVONI et MILNE

A partir du diagramme on observe que :

- Pour les mois de décembre, janvier et février sont situés 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 d'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 rétablir 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 et mai sont situés dans **la zone de confort en air calme « C »** elle est indépendante des caractéristiques des constructions.

I.4. Les paramètres qui influent sur le confort thermique

Plusieurs paramètres influencent le confort thermique dans le bâtiment : la température, l'orientation du bâtiment, les dimensions des fenêtres, les couleurs des façades, la nature des matériaux.

1) L'orientation du collège

Un collège construit en terme de développement durable, fait partie du climat afin de rapprocher au maximum ses occupants de conditions de confort. Les établissements scolaires sont orientés vers une stratégie de chaud : capter des rayonnements solaires, la conserver par l'isolation, et la distribuer dans le bâtiment.

Donc on va utiliser l'énergie solaire passive en période froide, on favorise les apports de chaleurs gratuites.

L'orientation nord-sud aide à bénéficier au maximum de l'ensoleillement hivernal.

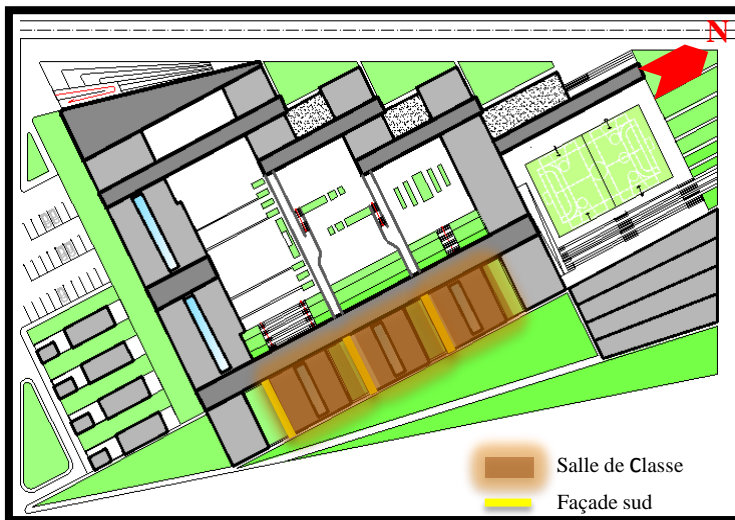


Figure 101 : Plan de masse (Source : Auteurs).

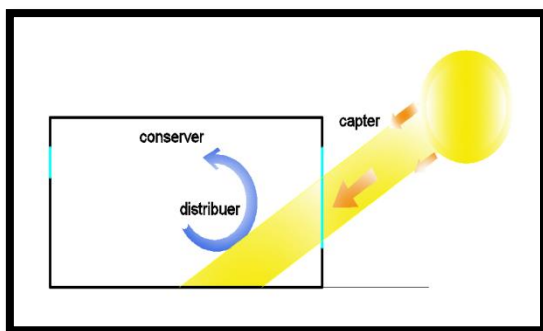


Figure 102 :stratégie du chaud (Source : Auteurs).

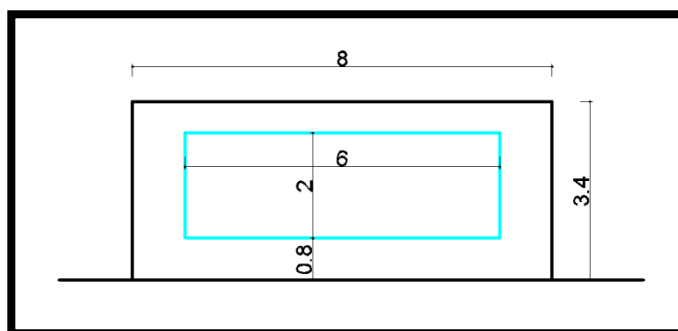


Figure 103 : façade Sud (Source : Auteurs).

Pour capter une quantité de chaleur appréciable, il faut prévoir de grandes surface de captage, orientées vers la direction la plus ensoleillée (sud). Le rayonnement solaire entrant par les fenestres, est transformé en chaleur à l'intérieur du batiment, et contribue ainsi au chauffage des locaux.

2) L'enveloppe du collège

a) Couleur extérieure du collège

La nature et la couleur de la surface externe déterminent la quantité de rayonnement solaire absorbée.

Un mur de couleur extérieure sombre, absorbe bien les rayons solaires et donc sa température augmente l'avantage lors d'une exposition au soleil qu'une surface d'une autre couleur.



Figure 104 : vue 3D (Source : Auteurs)

b) Matériaux de construction

Le collège a une structure en béton armé (portique et poteaux/poutres). L'enveloppe est constituée comme suit :

- ✓ Les murs extérieurs sont des parois doubles en briques creuses avec lame d'air.
- ✓ Toiture: dalle à corps creux avec étanchéité saharienne.
- ✓ Vitrage simple d'une épaisseur de 4 mm, d'une conductance hors résistances.

Pour régler le problème de la déperdition thermique, l'isolation thermique est la propriété que possède un matériau de construction pour diminuer le transfert de chaleur entre deux ambiances. Elle permet à la fois de réduire les consommations d'énergie de chauffage ou de climatisation (limite les déperditions en hiver et les apports de chaleur en été), et d'accroître le confort.

c) L'isolation thermique

- ✓ Les murs

Afin de limiter les pertes caloriques au niveau des façades, On a opté pour l'isolation en polystyrène extrudé.

Descriptif : Le polystyrène extrudé est obtenu à partir de billes de monomère styrène mélangées et extrudées. Il a une peau de surface étanche à l'air. Son utilisation est particulièrement appropriée aux applications nécessitant une très forte résistance mécanique à la compression, il a également un bon comportement à l'eau.

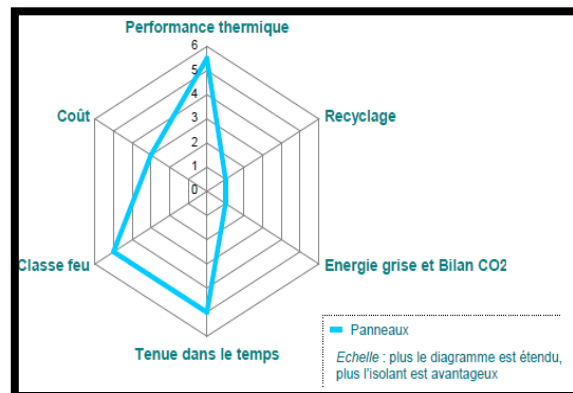


Figure 105 : polystyrène extrudé
(source : polystyreneextrude.net)

✓ La toiture :

Afin d'améliorer les performances thermiques de la toiture on a vu la nécessité d'utiliser un matériau plus performant ayant une bonne résistance thermique et mécanique.

Pour ces raisons on a opté pour le liège.

Descriptif : Le liège en tant que matériau d'isolation offre de nombreux avantages. Ecologique et naturel, il permet une bonne isolation thermique.

Le liège est une matière renouvelable : il s'agit de l'écorce d'une variété de chêne vert aussi connu sous le nom de chêne liège, très commun dans les zones du bassin méditerranéen.

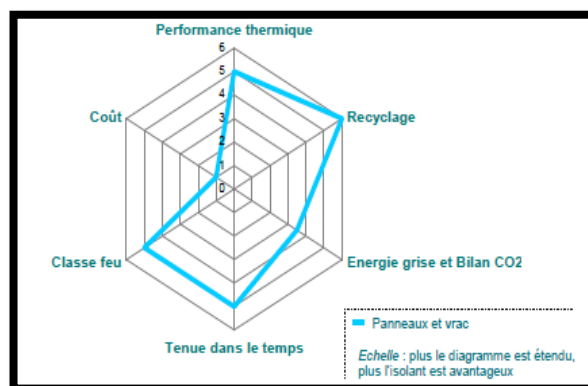


Figure 106 : le liège

(source : ecobati.be/fr/Produits/Isolation-thermique/isoliege.html)

✓ Les ouvertures :

Le double vitrage : Un double vitrage est une paroi vitrée constituée de deux vitres séparées par une épaisseur d'air immobile, dite « lame d'air ».

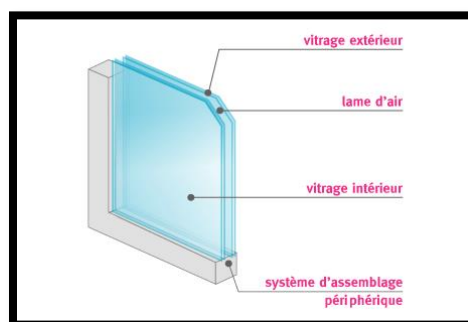


Figure 107 : double vitrage

(source : linternaute.com/double-vitrage/caracteristiques.shtml)

Synthèse

Pour assurer une bonne qualité thermique d'un environnement intérieur, on peut intervenir sur les performances thermiques des matériaux de l'enveloppe pour assurer : l'inertie thermique du bâtiment et l'isolation thermique de l'enveloppe.

C'est pour cette raison que les valeurs thermiques qui caractérisent les matériaux et les systèmes est aujourd'hui indispensable de les comprendre pour choisir judicieusement ses produits à la fois du point de vue technique qu'économique. On distingue plusieurs types d'isolation présents dans le marché sous différentes formes, et pour notre collège on a choisi le polystyrène extrudé pour les murs et le liège pour la toiture.

Les pertes de chaleur transmises par les fenêtres impliquent qu'un vitrage ayant une bonne performance thermique, joue un rôle primordial dans l'amélioration souhaitée, pour cette raison on a opté pour un double vitrage.

Le respect d'une conception architecturale bioclimatique de départ, la maîtrise des déperditions et gains thermiques de l'enveloppe du bâtiment minimisera sans aucun doute les déperditions et gains thermiques dont souffrent les établissements scolaires.

II. Méthode numérique et application

II.1. Logiciel de simulation choisis

La simulation thermique dynamique en phase conception permet de modéliser un bâtiment dans les conditions réelles d'utilisation. Elle sera faite en fonction de l'occupation, des apports passifs, des conditions climatiques extérieures, des matériaux utilisés, de l'inertie du bâtiment entre autre.

Pour la validation de notre travail, on a utilisé le logiciel EnergyPlus :



EnergyPlus™ est un programme de simulation thermique et énergétique des bâtiments développé par le DOE (Department of Energy, États-Unis) pour le chauffage du bâtiment de la modélisation, de refroidissement, d'éclairage, de ventilation, et d'autres flux d'énergie pour améliorer le confort et réduire la consommation d'énergie.

II.2. Application de la méthode numérique

On a exécuté la simulation pour deux salles de classes séparé par un couloir, dont elles sont l'espace le plus important dans l'établissement scolaire.

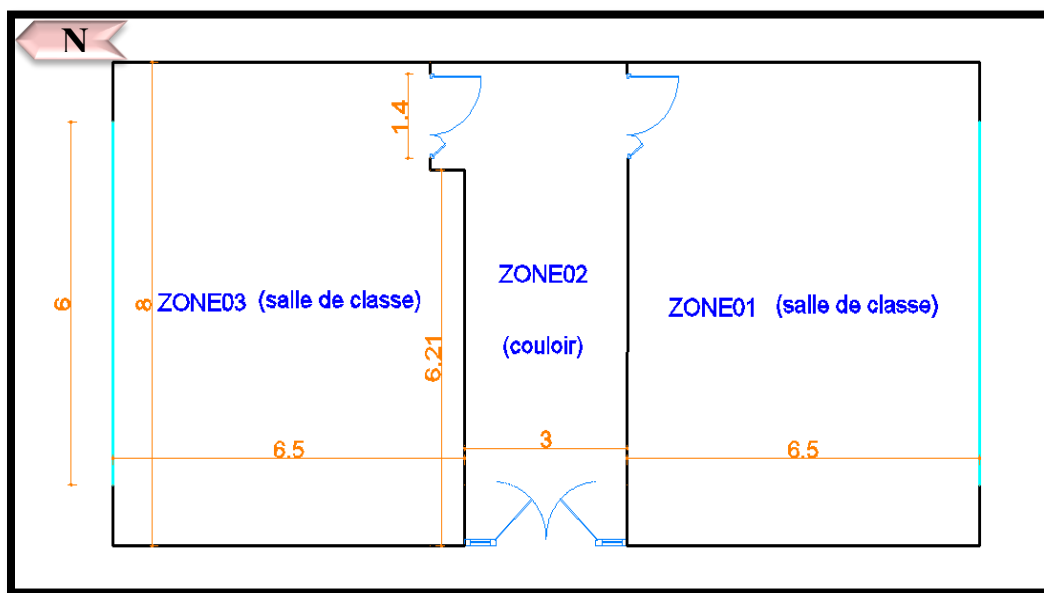


Figure 108: plan des salles de classes (Source : Auteurs).

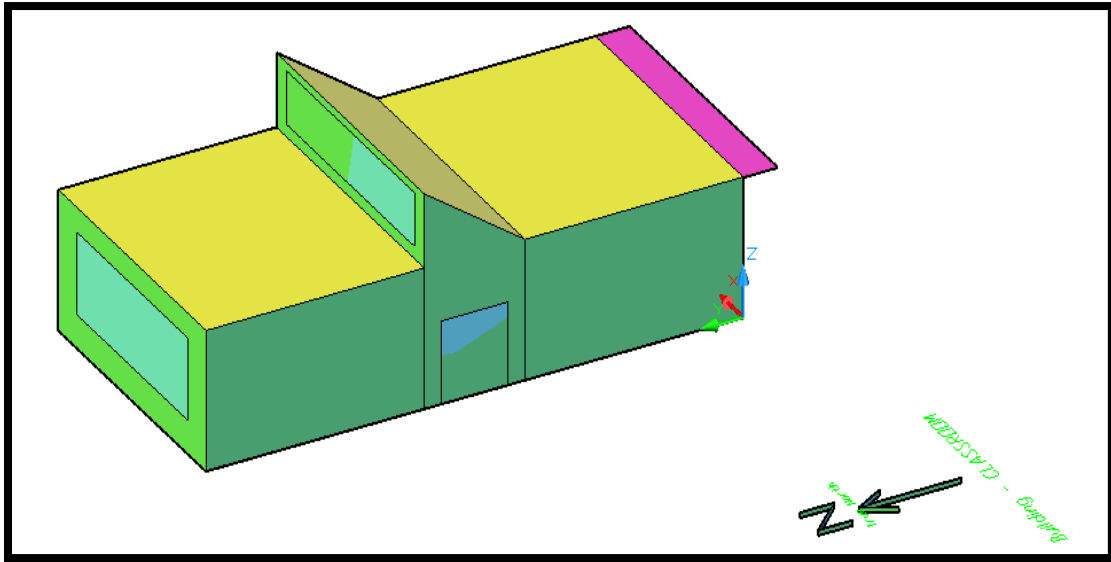


Figure 109 : Vue en 3D (Source : Auteurs).

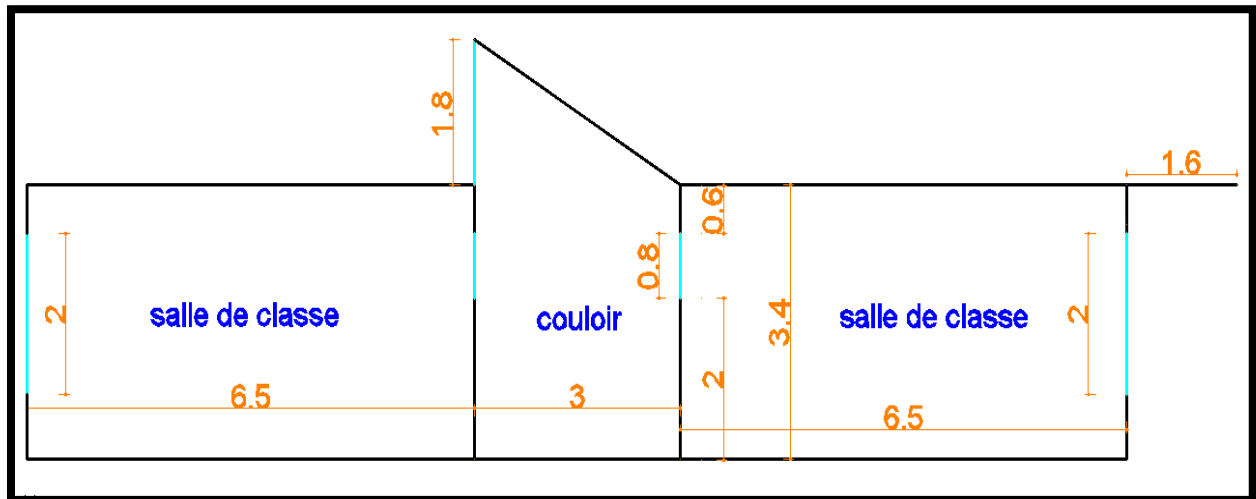


Figure 110 : Coupe schématique (Source : Auteurs).

II.3. Paramètre de simulation

1) Période de simulation

On a exécuté la simulation pour une journée de type froide du mois de décembre (21 décembre) où la température est minimale 3.3°. Et une journée de type chaude du mois de Mai (21 Mai) où la température est maximale 36.5 durant l'année scolaire.

2) Présentation des cas d'études

On a deux cas de simulation : cas initiale (été, hiver), cas améliorée (été, hiver).

Cas initiale

Les murs sont composés de l'extérieur à l'intérieur de couche de mortier de 1.5 cm, de deux parois de brique de 15 et 10 cm séparé par la lame d'air de 5 cm et une couche de plâtre de 1.5cm. Dans le mur extérieur côté sud et nord il y a une fenêtre de 6x2 m à simple vitrage. La toiture est de type dalle à corps creux.

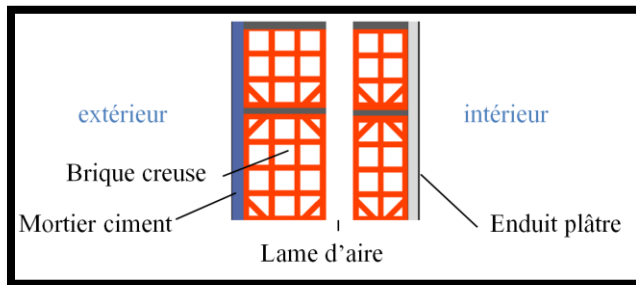


Figure 111 : mur extérieur (Source : Auteurs).

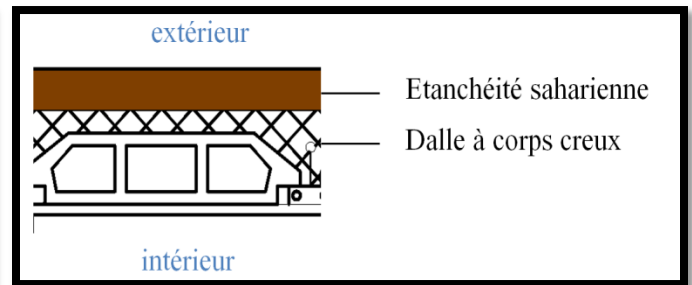


Figure 112 : dalle à corps creux (Source : Auteurs).

Cas amélioré

Afin d'améliorer les performances thermiques de l'enveloppe, on a opté par l'isolation thermique par le choix adéquats des matériaux isolants et aussi des matériaux qui sont disponible sur le marché algérien.

Les murs sont composés de l'extérieur à l'intérieur de couche de mortier 1.5 cm, de deux parois de brique de 15 et 10 cm séparé par un vide d'air de 5 cm et le polystyrène extrudé et une couche de plâtre de 1.5 cm.

La toiture est composée de l'extérieur à l'intérieur d'une étanchéité saharienne, le liège, la dalle de compression et enduit plâtre.

Pour les fenêtres, on a remplacé le simple vitrage par un double vitrage.

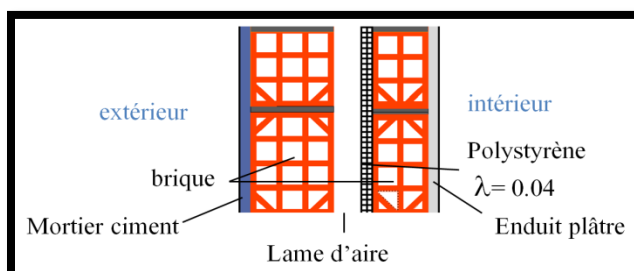


Figure 113 : mur extérieur (Source : Auteurs).

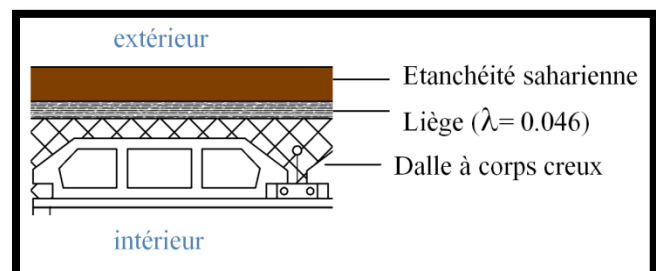


Figure 114 : dalle à corps creux (Source : Auteurs).

III. Résultats et discussions

1) Cas initial (hiver : 21 Décembre)

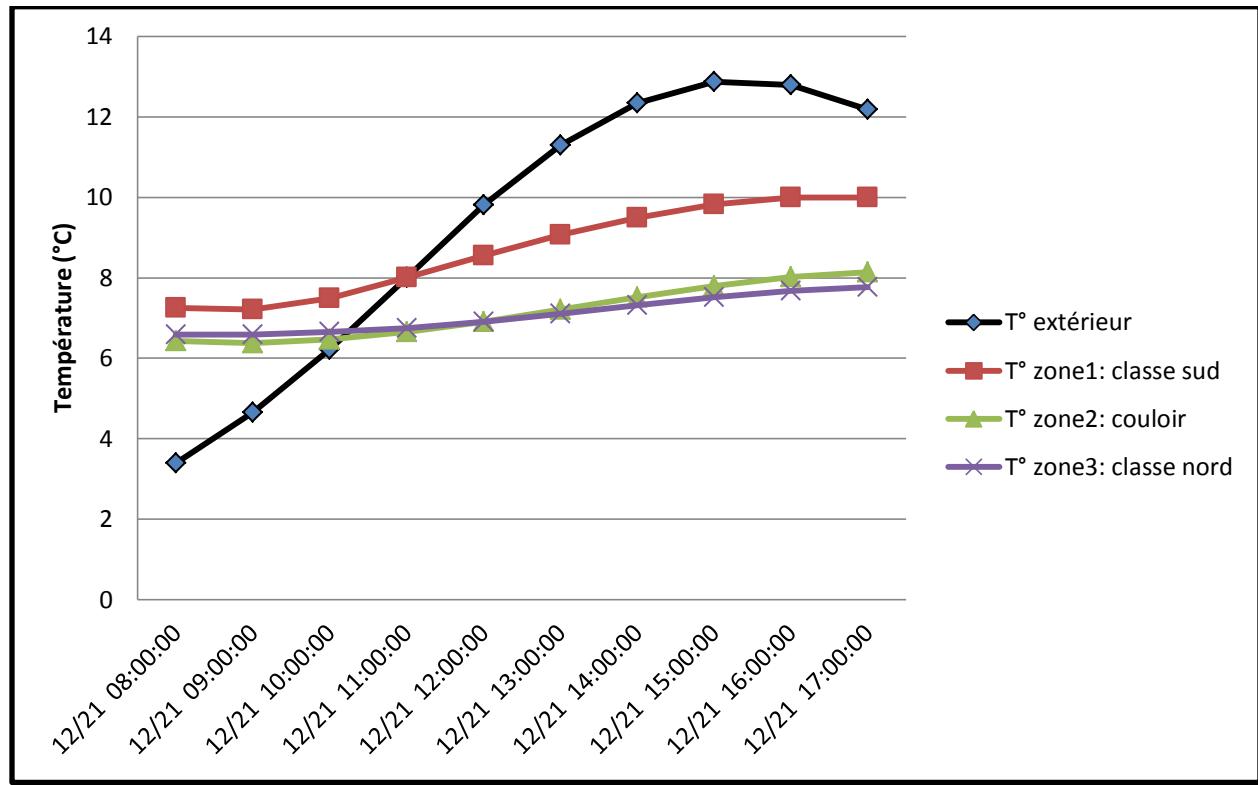


Figure 115 : variation de température extérieure et intérieure (Source : Auteurs).

D'après La lecture du graphe, on remarque que la température interne atteint leurs valeurs minimales de 6°C à 08 h, par contre la température extérieure atteint un minimum de 3°C à 08 h. La valeur maximale de la température intérieure est de 10°C à 17 h, alors que la température extérieure atteint son maximum 12° à 17 h.

Donc, on constate que les températures intérieures des trois espaces (classe sud, couloir, classe nord) comprises entre 6 et 10°C. L'avantage est au profit de la classe orienté sud.

2) Cas amélioré (hiver : 21 Décembre)

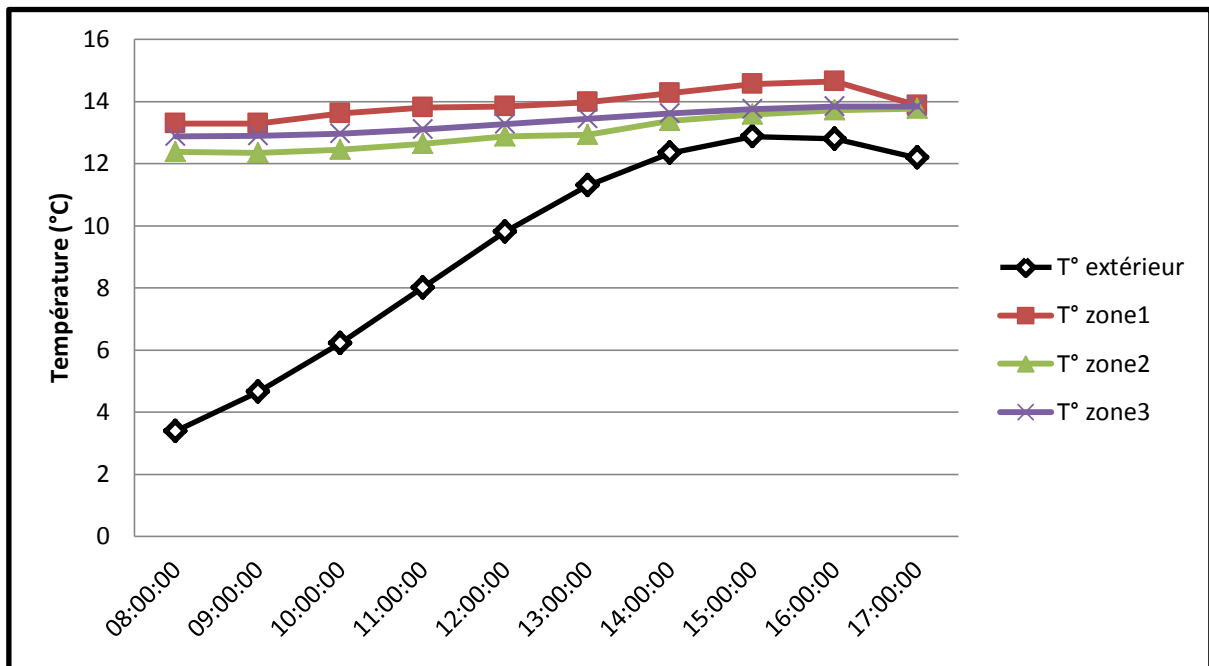


Figure 116 : variation de température extérieure et intérieure (Source : Auteurs).

D’après l’analyse de graphe, on remarque que les températures intérieures des salles de classe sont supérieures à la température extérieure.

Les températures intérieures atteignent leurs valeurs minimales de 12°C à 08 h, par contre la température extérieure atteint un minimum de 3°C à 08 h. La valeur maximale de la température intérieure est de 14°C à 17 h, alors que la température extérieure atteint son maximum à 12°C à 17 h.

Donc, On constate qu’il y a une amélioration des températures intérieures des trois espaces (classe sud, couloir, classe nord) environ de 12 à 14 °C par rapport au cas initial dont les températures intérieures des trois espaces (classe sud, couloir, classe nord) sont comprises entre 6 et 10°C. L’avantage est toujours au profit de la classe orientée sud.

3) Cas initial (été : 21 Mai)

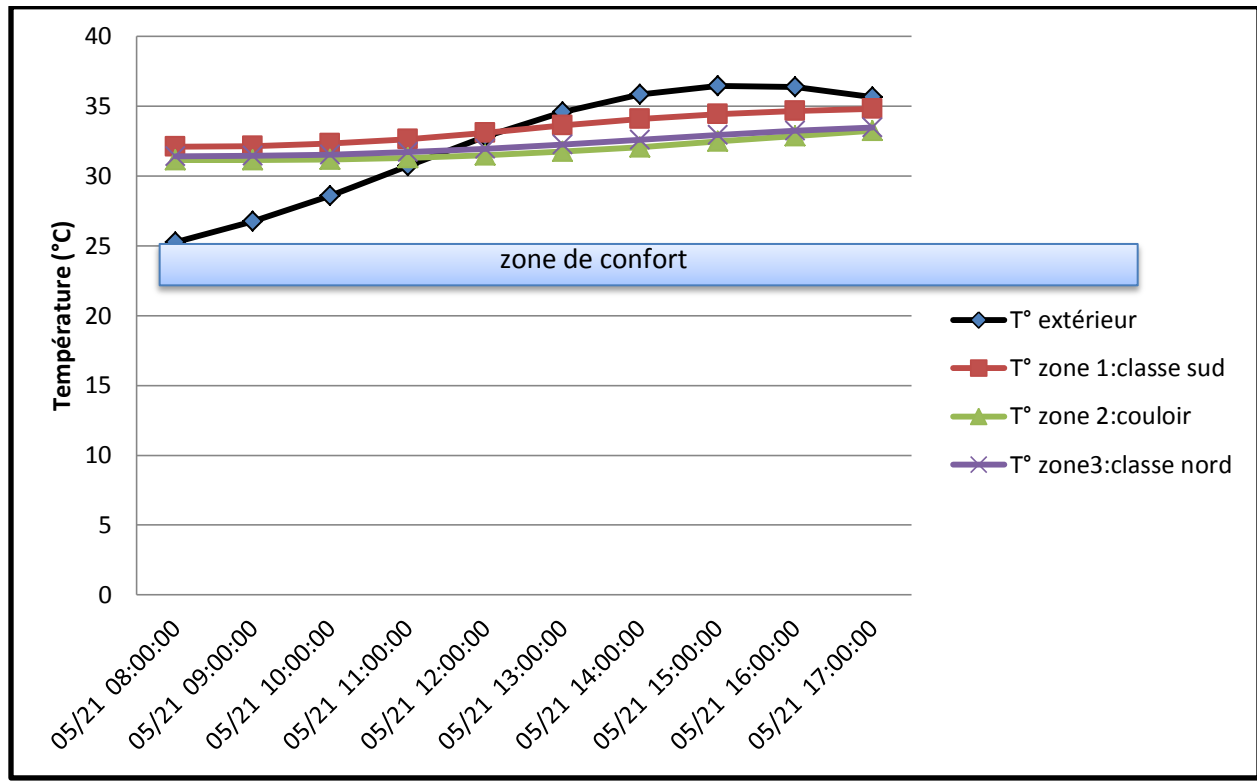


Figure 117 : variation de température extérieure et intérieure (Source : Auteurs).

D’après la lecture du graphe, on fait sortir que les températures interne atteint les valeurs minimales de 32°C à 08 h, par contre la température extérieure atteint un minimum de 25°C 08 h. La valeur maximale de la température intérieure est de 34°C à 14 h, alors que la température extérieure atteint son maximum de 36° à 15 h.

La température intérieures des trois espaces (classe sud, couloir, classe nord) se rapprochent de 32 à 34°C dont la température intérieur de 08 h à 11 h reste supérieur à la température extérieur et pour les autres heurs sont légèrement inférieur à la température extérieure.

De plus, il n y a pas une grande différence entre le sud et nord.

4) Cas amélioré (été : 21 Mai)

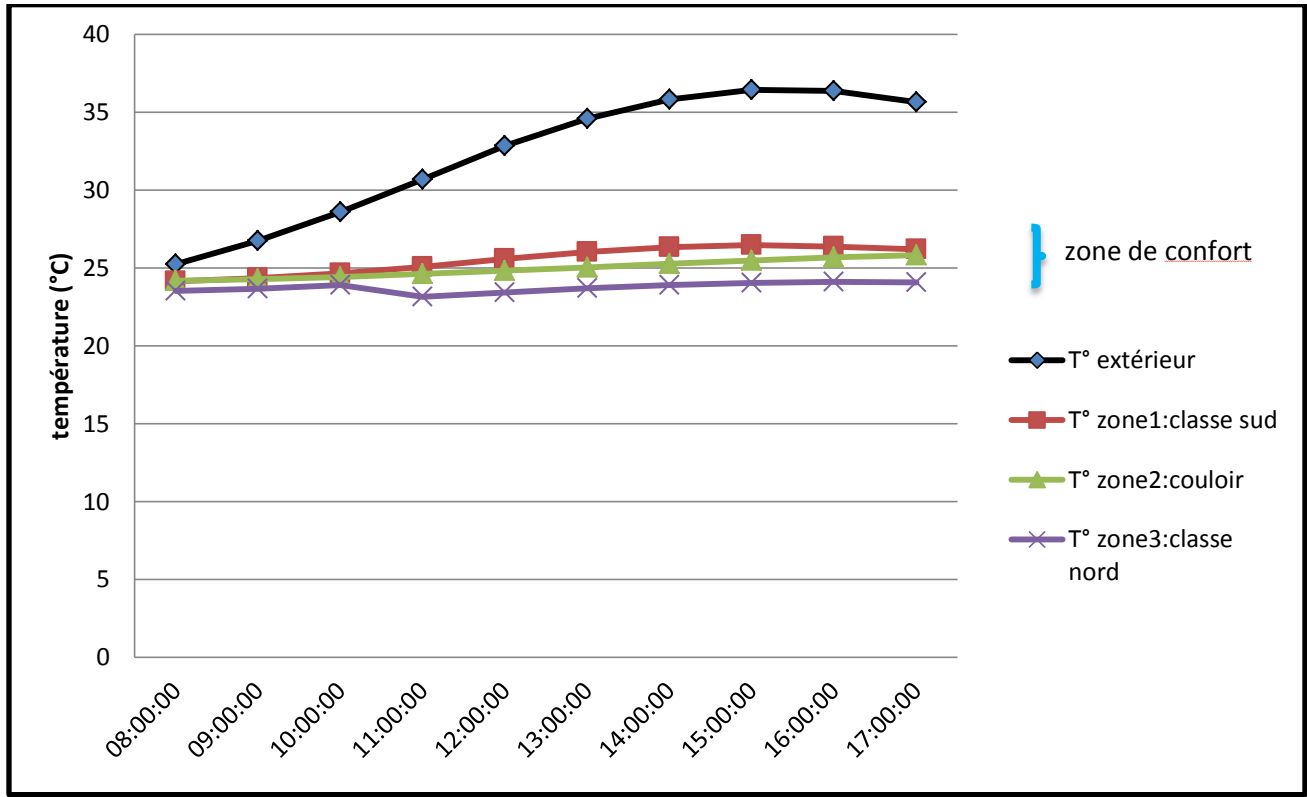


Figure 118 : variation de température extérieure et intérieure (Source : Auteurs).

D’après l’analyse de graphe, on remarque que les températures intérieure des salles de classe est inférieure à la température extérieure.

D’après la lecture du graphe, on fait sortir que la température intérieure atteint les valeurs minimales de 22°C à 08 h, par contre la température extérieure atteint un minimum de 26°C à 08 h. La valeur maximale de la température intérieure est de 26°C à 14 h, alors que la température extérieure atteint son maximum à 36° à 15 h.

Donc, on constate qu’il y’a une amélioration des températures intérieures des trois espaces (environ de 22 à 26°C) par rapport au cas initial dont la température intérieure varie de « 32 A 34°C ». Cette amélioration se rapproche de la température de confort de 26°C.

De plus il n y a pas une grande différence entre le sud et nord.

Synthèse

D'après les résultats de la simulation, il a été constaté ce qui suit:

Pour le cas d'hivers, malgré les améliorations de la température intérieure des trois espaces, elle reste au-dessous de la norme de la température de confort pour la période hivernale, ce qui nécessite un chauffage mécanique. Cette recommandation est conforme au diagramme de Givoni.

Pour le cas d'été, les améliorations sont intéressantes, car elles se rapprochent de la norme de température de confort pour la période estivale.

L'hypothèse d'améliorer les performances thermiques de l'enveloppe du bâtiment par des isolants et le double vitrage, a donné une amélioration de la température intérieure, surtout en période estivale (mois d'Avril et Mai), ce qui permet d'assurer le confort thermique aux élèves et réduire la consommation d'énergie.

Conclusion

Le confort thermique constitue actuellement un enjeu majeur dans le secteur du bâtiment tant pour la qualité des ambiances intérieur que pour les impacts énergétiques et environnementaux dont il est responsable.

Pour approfondir nos connaissances sur le confort thermique nous avons analysées les connaissances existantes en matière de confort thermique au niveau de bâtiments à travers une recherches bibliographiques des différentes notions cette étude nous a permis de comprendre la complexité de ce sujet à travers sa pluridisciplinarité.

L'objectif de ce travail est de développer qu'elles sont les meilleurs solutions adéquats afin d'améliorer la qualité d'espaces en matière de température intérieur pendant la période ou les classes sont occupées en proposant les matériaux qui peuvent assurer cette température idéal soit en matière d'isolant et matière de vitrages des ouvertures.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

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
- Concevoir des bâtiments bioclimatiques fondement et méthodes, FERNANDEZ PIERRE et LANGRINE, Edition de MONITEUR 2009
- Initiation aux transferts thermique, J.F sacadura CAST
- L'homme, l'architecture et climat, GIVONI B, Edition le MONITEUR PARIS
- Santé et qualité de l'environnement intérieur Dans les bâtiments, CLAUDE-ALAIN ROULET première édition 2004

Webographie

- 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
- construireavecsaint-gobain.fr/se-former/les-essentiels-de-lhabitat/
- polystyreneextrude.net/
- ecobati.be/fr/Produits/Isolation-thermique/isoliege.html
- linternaute.com/bricolage/amenagement-interieur/double-vitrage/caracteristiques.html

Organisme

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