



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



## **Université Amar Thelidji- Laghouat**

**FACULTE:SCIENCE ET TECHNOLOGIE**

**DEPARTEMENT : D'ARCHITECTURE**

### **MEMOIRE DE MASTER**

**Présenté par : Belkhiri Meriem**

**DOMAINE : Science et technologie**

**FILIERE : architecture**

**OPTION : architecture et environnement**

### **Thème**

**GROUPE SCOLAIRE DURABLE ( ISOLATION THERMIQUE)  
A LAGHOUCAT ( ZONE ARIDE)**

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

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>qualité</b>
Mr. Hadjoudja Murad		Président
Mme. Gholam Allah.s		Examineur1
Mr. Tabei Ibrahim		Examineur2
Mr. Ben cheikh Hmeida		Rapporteur

**Promotion : juin - 2015**



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



جامعة عمار ثليجي - الأغواط

كلية/معهد: .....

قسم: .....

## مذكرة ماستر

تقديم الطالب (ة): اسم و لقب المرشح

ميدان: .....

شعبة: .....

تخصص: .....

موضوع البحث

عنوان المذكرة

أعضاء لجنة المناقشة:

الاسم و اللقب	الدرجة العلمية	الصفة
عضو 1		رئيسا
عضو 2		ممتحن أول
عضو 3		ممتحن ثان (إن وجد)
عضو 4		مقررا
عضو 5		مقررا مساعدا

الدفعة: الشهر - السنة

# REMERCIEMENT

Merci, mon dieu, d'avoir placé sur ma route des parents, des formateurs et des amis qui m'ont aidé à élaborer ce travail et expérimenter ta miséricorde.

Qu'il me soit permis de présenter ici mes remerciements à tout un petit monde de personnes qui ont rendu possible la présente étude et qui ont contribué à son élaboration sous quelque forme que ce soit .

Je tiens tout d'abord à dire ma reconnaissance envers monsieur le promoteur ben cheikh hmeida qui pour l'aide compétence qu'il m'a apportée, pour sa patience et son encouragement à finir un travail commencé il y a longtemps. Son œil critique m'a été très précieux pour structurer ce travail

Mes remerciements s'étendent également aux membres du jury qui ont accepté, sans réserve aucune, d'évaluer cette thèse à sa juste valeur, et de me faire part de leurs remarques sûrement pertinentes qui, avec un peu de recul, contribueront, sans nul doute, au perfectionnement du présent travail.

Je saisis aussi cette occasion pour prononcer un mot de gratitude à l'égard des très chers professeurs Hadjoudja Murad, prof Aamaïar, prof Dhaina pour leurs qualités scientifiques, pédagogiques, mais surtout humaines .Merci d'avoir guidé mes premiers pas dans le chemin de l'étude.

Les encouragements de mes collègues et de mes amis Fatima chole ,Massouda ,Thoraia, Anissa, Nessrine,Fatima s, Naziha, et bien d'autres encore ,étaient la bouffée d'oxygène qui me ressourçait dans les moments pénibles , de solitude et de souffrance, où l'on a terriblement besoin d'un petit mot , d'un petit geste , aussi humble soit il , de soutien moral.

Et j'en viens à ma famille, à mon père, à ma mère, à mon adorable mère, à celle qui est toujours présente et continue de l'être pour faire mon bonheur. Merci pour t'être sacrifiée pour que tes enfants grandissent et prospèrent. Merci de trimer sans relâche, malgré les péripéties de l'âge, de la santé, de la vie, au bien être de tes enfants. Enfin merci tout simplement d'être ... ma mère. Merci aussi à mes chers frères Ahmed, Kassem, Hamada, Yacine, mes chères sœurs Kaouthar, Asma, et tous mes oncles, tantes paternels et maternels, merci d'être toujours à mes côtés, par votre présence, par votre amour, pour donner du goût et du sens à notre vie de famille.

En fin, j'espère du fond du cœur que tout ce petit monde, mon monde à moi, trouve, ici un mot de reconnaissance, et que chacun se reconnaisse en ce qui le concerne. J'espère aussi que l'effort déployé dans le présent travail réponde aux attentes des uns et des autres.

## الملخص:

الاستدامة أمر ضروري لتحقيق هدف البناء الاقتصادي في المقام الأول، حيث البعد الاقتصادي مهم جدا اليوم، مع ضمان بناء مريح وأقل أثر على البيئة.

هذه الاستراتيجية من البناء ليست متبعة في الجزائر حيث المباني تفتقر إلى مفاهيم الراحة والاقتصاد، وخاصة بالنسبة للمباني المدرسية أين يقضي الطلاب الكثير من الوقت وفي هذه الحالة يحتاج كافة شروط الراحة الجسدية والنفسية.

لذلك خيارنا هو مشروع المدرسة المستدامة في المناطق الجافة (مدينة الأغواط) الهدف منه خلق محيط داخلي مريح يسمح بتحقيق مستوى عال من التحصيل الدراسي وذلك من خلال بناء بيئي وتحسين النموذج الحالي من ناحية الفضاءات الداخلية له.

**الكلمات المفتاحية:** استدامة -بناء بيئي -مناطق جافة -مباني مدرسية -الراحة مدينة الاغواط

## Résumé

Le concept de la durabilité c'est une nécessité pour l'objectif de construction économique dans le premier lieu, où aujourd'hui la dimension économique a une grande importance, mais de façon assurer un bâtiment confortable et de moins impact sur l'environnement.

Cette stratégie de construction est presque nulle en Algérie ou les bâtiments manquant aux notions de confort et d'économie et surtout concernant les bâtiments scolaires où l'élève passe longtemps dans ce cas il exige d'assurer l'ensemble des conditions de confort physiques et psychologique.

Donc notre choix c'est un projet scolaire durable dans la zone aride (la ville de Laghouat) dans le but de créer un environnement intérieur confortable permet un apprentissage de qualité à travers une construction bioclimatique et améliorer le modèle actuel au niveau des espaces.

**Mots clés :** durabilité- construction bioclimatique- zones arides- bâtiments scolaires- le confort, la ville de Laghouat.

## Abstract:

The concept of durability is a necessity for the objective of economic construction in the first place, where today the economic dimension is very important, but so ensure a comfortable building and less environmental impact.

This building strategy is not followed in Algeria or buildings lacking the notions of comfort and economy, and especially on school buildings where the students spend time in this case it requires to ensure all the conditions of comfort physical and psychological.

So our choice is sustainable school project in the arid zone (the city of Laghouat) to create a comfortable indoor environment quality learning enabled through a bioclimatic building and improve the current model in terms of space.

**Keywords:** durability- bioclimatic construction- arid zone- school buildings, relaxing, cite de laghouat.

Figure01: Ecole philippine .....	4
Figure02 : microclimat de l'école de philippine .....	5
Figure03 : plan de masse de l'école de philippine .....	5
Figure04 : Etude volumétrique .....	6
Figure 05 : Plombe .....	6
Figure06 : Enveloppe de l'école de philippine .....	7
Figure07 : Section climat de l'école de philippine .....	7
Figure08 : Assainissement de l'école de philippine .....	8
Figure 09 : Ecole India .....	8
Figure10 : Plan de masse de l'école d inde .....	9
Figure11 : Plan RDC .....	9
Figure12 : Plan étage .....	9
Figure13 : Façade et système de Jaalis .....	10
Figure 14 : Jaalis école inde .....	10
Figure15 : Pergola vertical .....	10
Figure16 : Un mur de tôle ondulé brise soleil vertical et horizontal .....	10
Figure 17: Vue sur le couloir avec les Jaalis .....	10
Figure 18: Vue sur l'entrée lycée Albert camus .....	11
Figure19: D'entrée .....	12
Figure20: La rue intérieure .....	12
Figure21: Le hall d'entrée .....	12
Figure22 : Les ventailles du verre réglables .....	13
Figure 23: Les lamelles pivotantes .....	13
Figure24 : Système ventilation .....	13
Figure 25 : Brise soleil d'écoles de la France .....	13
Figure26 : Vue sur la façade de nord .....	14
Figure27 : La structure porteuse .....	14
Figure28 : carte d'Afrique .....	15
Figure29: carte de L'Algérie .....	15
Figure30:carte de Laghouat .....	15
Figure31: température mensuelle minimale et maximale de mois de juin, juillet et Aout .....	16
Figure32: groupes des températures moyennes pendant 10 ans .....	17
Figure33: les moyens des vents mensuels .....	18
Figure34:l'humidité relative (min-max) .....	19
Figure35: l'angle solaire de la ville de Laghouat .....	19
Figure36: diagramme de givonie .....	20
Figure37: stratégie de chauds .....	21
Figure38 : site Boukanfousse .....	21
Figure41: plan de situation de site .....	22
Figure42: environnement site .....	23
Figure43: site boukanfousse .....	24
Figure44: ensoleillement .....	24
Figure45: vent dominant .....	24
Figure46: accessibilité .....	25
Figure47: flux .....	25
Figure48 : accueil .....	29
Figure49 : secrétariat .....	29
Figure50 : s réunion .....	29

Figure51: s enseignants .....	30
Figure52: archive.....	30
Figure53 :s sport.....	30
Figure54: rangement.....	31
Figure55 : vestiaire.....	31
Figure56: bibliothèque .....	31
Figure57 : rangement bibliothèque.....	31
Figure58 : s informatique .....	31
Figure59 : amphithéâtre.....	32
Figure60:salle de primaire.....	32
Figure 61 : atelier .....	33
Figure62: c .maternelle.....	33
Figure 63 :sanitaires .....	33
Figure 64 : refectoire .....	34
Figure 65 :preaux.....	34
Figure 66:cours de recreation .....	35
Figure 67: plan de masse.....	39
Figure 68: plan de masse et acces.....	41
Figure69: plan de site et grand entité entité.....	42
Figure 70: volumétrie final.....	43
Figure71 : plan de masse .....	44
Figure72 : plan d administration.....	46
Figure 73: plan et bloc maternelle .....	47
Figure 74: plan d étage .....	48
Figure 75: plan et bloc enseignement.....	48
Figure 76: plan bloc d enseignement étage .....	49
Figures77 : plan bloc de service .....	50
Figure78 : façades de projet .....	51
<b>Partie pratique confort thermique</b>	
Figure79: Impact de la forme, la taille et la proximité sur la compacité.....	57
Figure80: principes du zonage thermique .....	57
Figure81 : azimute du soleil .....	58
Tableau82: Pourcentage du rayonnement intercepté par une paroi.....	58
Figure83: Coefficients d'absorption pour différents matériaux et couleurs.....	59
Photos84 : Différents Types de protections solaires .....	60
Figure 85: protections solaires extérieurs mobiles .....	60
Figure 86: La végétation à feuillage caduc comme protection solaire .....	61
Figure87 : déperdition de l'enveloppe.....	61
Figure 88:valeurs de la conductivité des matériaux .....	63
Figure89 : valeurs de lambda de maçonnerie .....	64
Figure 90: planelle de planchers intermédiaire.....	65
Figure91 : schémas des deux liaisons étudiées entre.....	65
Figure92: schéma de la liaison entre un dallage en béton isole sous chape et un .....	66
Figure 93: schéma de la liaison entre un mur en maçonnerie courante et un .....	66
Figure 94: schémas des liaisons des différents cas de pont thermique.....	67
Figure95: triple vitrage.....	68
Figure 96: serre en été et hiver .....	69
Figure 97: courbe de PPD .....	71

Figure 98: diagramme de givonie de Laghouat .....	72
Figure99 : logo énergie plus .....	74
Figure 100: EP-lancement .....	74
Figure 101: plan de classe étudié.....	75
Figure102 : courbe de température en fonction de temps de cas classique hiver.....	75
Figure103 : courbe de température en fonction de temps de cas classique été .....	76
Figure 104: courbe de température en fonction de temps de cas amélioré hiver. ....	77
Figure 105: courbe de température en fonction de temps de cas amélioré été. ....	77

INTRODUCTION GENERALE .....	1
1. Introduction.....	1
2. Problématique .....	2
3. Les hypothèses .....	2
4. Méthodologie de travail .....	3
Chapitre I : Approche thématique.....	4
Introduction.....	4
I.1 Ecole Nationale Supérieure Aux Philippines Au cours de réalisation.....	4
I.2. Exemple de khosla associates avec système passive qui intégré un système de diffusion de chaleur.....	8
I.3. Exemple lycée Albert Camus à Fréjus.....	11
CHAPITRE :II APPROCHE CONTEXTUELLE .....	15
II .1.Introduction.....	15
II .2.But de l'étude .....	15
II .3.Présentation de la ville de Laghouat .....	15
II .3.1.Situation administratif.....	15
II .4.Etude climatique sur la ville de Laghouat.....	16
III .4.1Les coordonnées géographiques de Laghouat, Algérie.....	16
III .4.2.Données Climatiques De La Région : .....	17
III.4.2.A. La Température :.....	17
II.4.2.B. La zone de confort.....	17
II.4.2.E. Les vents .....	18
II.4.2.F. L'Humidité .....	18
II.4.3. Le diagramme psychométrique (Givoni) .....	19
II.5. Les critères de base de notre sélection des sites .....	21
II.5 .1.Confort d'hiver .....	21
II.6. Analyse de site Boukanfousse. ....	21
II.6.1.Situation du site.....	22
II.6.2.Plan de situation.....	22
II.6.3.L'environnement immédiat toute au cours de réalisation .....	23
II.6.4.Le gabarit.....	23
II.6.5.La morphologie de site.....	23
II.6.6.L'orientation et l'ensoleillement .....	24
II.6.7.Les vents .....	24

II.6.8.L'accessibilité.....	25
II.6.9.Les flux.....	25
II.7.Synthèse .....	25
CHAPITRE III : APPROCHE PROGRAMMATIQUE .....	27
III.1.Introduction.....	27
III.2.Objectif du programme .....	27
III.3.Définition du programme.....	27
III.4.Analyse du programme quantitatif .....	28
III.5.Analyse de programme qualitatif.....	29
III.6.Le programme quantitatif .....	36
SYNTHESE GENERALE .....	37
CHAPITRE IV : PARTIE ARCHITECTURALE.....	39
IV 1. Introduction.....	39
IV 1. 1-Le site Choix de l'assiette d'intervention .....	39
IV 1. 2Le terrain .....	39
IV 1.3-Le programme.....	40
IV2. Matérialisation de l'idée du projet .....	41
IV2.1Conception du plan de masse .....	41
IV 3. Matérialisation de l'organisation interne des espaces du projet .....	44
IV 3.1Dimension Fonctionnelle .....	44
IV 3.2Présentation des plans.....	45
IV.4. Conception des façades et résultat formel du projet : .....	51
CONCLUSION GENERALE .....	52
PARTIEi TECHNIQUE de confort thermique.....	53
REMERCIEMENT	
RESUME .....	53
Introduction genrale.....	54
1-Introduction .....	54
2-Problématique.....	54
3-Hypothèses.....	54
4-Objectifs .....	55
5-Méthodologie de la recherche .....	55

Chapitre I :recherche bibliographique .....	56
I.1-Introduction .....	56
I.1 .A- Le confort thermique dans l'approche de l'architecture bioclimatique.....	56
I.2-Les bases de conception d'ensemble.....	56
I.2.1.La localisation du bâtiment .....	56
I.2.2.La forme et la compacité.....	57
I.2.3.L'organisation intérieure .....	57
I.2.4.L'orientation .....	58
I.2.4.A.L'orientation et l'ensoleillement.....	58
I.2.5.L'ensoleillement et les revêtements extérieurs de l'enveloppe .....	59
I.2.6. Les protections solaires .....	59
I.3-Les bases de conception de détail .....	61
I.3.1. L isolation de l enveloppe.....	62
I.3.2. Les matériaux .....	62
I.4. Les ponts thermiques : .....	65
I.4.1. Les problèmes occasionnent par les ponts thermiques :.....	65
I.4.2. Types de pont thermique .....	65
I.4.3. Les ponts thermiques des liaisons.....	65
I.4.4. Les ponts thermiques intégrés .....	65
I.4.5. Liaison entre un mur en pierre et un plancher intermédiaire .....	65
I.4.6. Liaison entre un mur en pierre et un plancher bas sur terre-plein.....	66
I.4.7. Liaison entre un mur en pierre et un refend.....	67
I.5. Les ouvertures .....	67
I.5.1. Terminologie.....	68
I.5.2. Les types les plus performants .....	68
I.6. les serres et vérandas.....	68
II.NOTION DE CONFORT .....	70
II.1-Introduction partiel.....	70
II.2- Effet des courants d'air. ....	70
II.3-Effet de l'asymétrie d'un rayonnement thermique. ....	70
II.4- Effet de gradient thermique vertical de l'air.....	70
II.5- Effet de la température du sol. ....	70
II.6- Évaluation du confort thermique.....	71

II.7- Diagramme de givonie de Laghouat .....	72
II.7-1. Les recommandations .....	72
II.8- Synthèse des solutions .....	72
II.8-1. Solution consiste a la conception de l ensemble par .....	72
II.8-2. Solution consiste a la construction de détail par .....	73
Chapitre III : partie pratique .....	74
III.1.Introduction partiel .....	74
III.2.Présentation de logiciel énergie plus .....	74
III.3.Présentation de l'espace : .....	75
III.4.Présentation cas initial : .....	75
III.4.1.Résultat de simulation.....	75
III.4.2.Commentaire.....	76
III.5.Présentation cas amélioré.....	76
III.5.1.Résultat de simulation :.....	76
III.5.2.Commentaire :.....	77
III.6.Conclusion .....	78

## Introduction générale

### 1. Introduction

L'architecture doit développer l'être tout exigeance. Il lui faut être flexible, différenciée, adaptée à une grande variété de situations pédagogiques : enseignement collectif, travail de groupe, regroupements de classes etc. Donc tous se qui aide à révéler L'enfant et son être est notre primordial objectif.

Il faut donc une disposition souple et différenciée des locaux adaptés à chaque âge et à chaque enseignement, Les nouveaux plans d'étude ne disent mot de l'espace requis pour leur application ni de l'organisation de la classe qu'ils induisent. Leurs implications sont pourtant importantes car ils demandent de la place et une grande flexibilité d'utilisation des espaces.

Donc L'école doit être en harmonie avec la nature, exclure tout ce qui est faux, schématique et artificiel. et pour contribue a cette initiative qui est destinée à discerner, à évaluer et à inspirer de nouvelles idées susceptibles de rehausser les expériences d'apprentissage vécues par les adolescents dans les classes et les écoles. et pour chercher a une résolution de ce question qu' as-tu fait a l école aujourd'hui ? Et quel est la pratique de conception qui permet à tous les élèves d'obtenir des résultats élevés ?

Et comment sa marche Les caractéristiques d'une architecture éducative « intelligente » et comment réalisera ses caractéristiques :

- . Flexibilité.
- . Capacité de polyvalence.
- . Utilisation par la communauté.
- . Cadre symbolique favorisant l'inspiration.
- . Conception mettant en avant l'apprentissage innovant, adaptée à l'âge des enfants et pouvant accueillir  
Des élèves qui ont des besoins spéciaux.
- Durabilité (impact environnemental, économie d'énergie, bio-architecture, confort).
- Bon rapport coût-efficacité.
- . Sécurité et sûreté de l'environnement.

Et encore la société contemporaines devraient se fixer pour objectif de construire des bâtiments scolaires durable, bioclimatiques et respectueux de l'environnement. Une conception durable de l'école détermine la nature de l'infrastructure scolaire.

La mise en Œuvre de mesures bioclimatiques et l'utilisation de matériaux écologiques reflètent les tendances actuelles et devraient permettre d'atteindre les objectifs suivants :

- Economiser l'énergie.
- Améliorer le microclimat de l'école.
- Produire de l'énergie à partir de sources renouvelables, avec les avantages environnementaux et économiques qui en découlent.
- Améliorer la qualité de l'air en classe.

Ces objectifs deviennent une nécessité aux bâtiments scolaires sous le cadre de développement durable.

## 2. Problématique

Premièrement, l'architecture scolaire en Algérie subit à un intérêt où l'évolution de la méthode pédagogique a contribué à faire évoluer l'architecture des établissements d'enseignement, qu'ils doivent adapter aux besoins d'aujourd'hui.

« Construire à l'enfant », c'est-à-dire une architecture adaptée aux enfants, donc on cherche à offrir un environnement d'apprentissage de qualité avec nouvelle conception.

### **Mais quelle conception qu'il peut servir d'évoluer la qualité de l'apprentissage ?**

Deuxième, d'une architecture de qualité, doit penser à la qualité constructive de l'espace lui-même, où l'objectif d'offrir une qualité mais de façon durable, et ça c'est une priorité du thème ; « un projet durable ».

Un projet durable demande des choix adéquats aux conditions climatiques dans premiers lieux, où on a construit avec des conditions extrêmes du climat avec des matériaux très limités.

### **Quelle stratégie pour un projet durable ?**

Alors on abouti à un grand problème est comment réaliser un bâtiment scolaire qui s'adapte au tout 'orientation de développement durable et bioclimatique et contribue à améliorer le rendement sociale avec architecture éducative intelligente?

## 3. Les hypothèses

Dans le cadre de concrétisation de notre objectif, On a formulé les hypothèses comme suivantes ;

- ✓ afin d'évoluer la méthode d'apprentissage et offrir un environnement de qualité, on pense à enrichir les espaces scolaires à l'intérieur et revaloriser l'espace extérieur de façon stimuler la concentration et favoriser la détente.
- ✓ pour un projet durable, on a cherché une stratégie basée sur un système passif et économique adapté aux conditions de climat aride à travers un choix des matériaux et systèmes constructifs adéquat et disponible.

## 4. Méthodologie de travail

Nous avons opté comme démarche une série d'approches.

- **Approche thématique** : afin de comprendre le sujet d'avantage nous essayerons de dégager les concepts des exemples étudiés, et préciser le programme détaillé du sujet ainsi que ses exigences, et nous permet de dégager des recommandations spécifiques.
- **Approche programmatique** : elle permet de dégager le programme quantitatif et qualitatif.
- **Approche contextuelle** : c'est la lecture de la ville et du site, ce qui nous permettra de dégager les éléments qui assurent l'intégration et l'inscription du projet dans le site.
- **Approche architecturale** : cette phase sera l'aboutissement et la conclusion de tout le processus précédent ou il sera question de la mise en forme du programme adopté la concrétisation et la mise en forme du projet dans toute ces dimensions (formelle, spatiale, technique...).

## Introduction

Pour mieux cerner et maîtriser le projet dans toute sa dimension, nous procédons à l'étude des exemples éducatifs.

L'étude comprendra une présentation générale de l'équipement et une présentation détaillée sur les entités principales formant ce dernier, dans le but de déterminer un programme quantitatif et qualitatif, et aussi d'examiner les concepts architecturaux utilisés dans ces exemples surtout les techniques appliquées dans ces derniers.

### I.1 Ecole Nationale Supérieure Aux Philippines Au cours de réalisation.

#### Exemple avec système passive contre les vents et les eaux pluviales.

##### Présentation de projet

- **Architecture:** société MAT-TER.
- **la région:** particulière touchée par le typhon dans un site exposée au vent et eaux pluvial.
- **But:** conçu pour mieux résister aux forces des grandes tempêtes, doublant à la fois une école et un refuge d'urgence de la communauté.

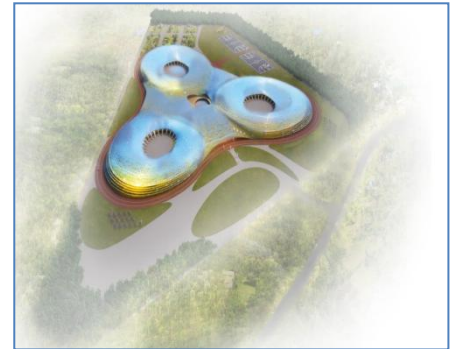


Figure01: Ecole philippine

#### Climat tropical

Les climats tropicaux caractérisés par une faible fluctuation saisonnière.

- ✓ La température de l'aire varie entre 27 et 32 °C le jour et entre 21 et 27 °C la nuit.
- ✓ -l'humidité relative tourne autour de 75 % toute l'année.
- ✓ -le rayonnement solaire est important même s'il est partiellement atténué par la couverture nuageuse.
- ✓ -les précipitations sont importantes.
- ✓ Le microclimat de site

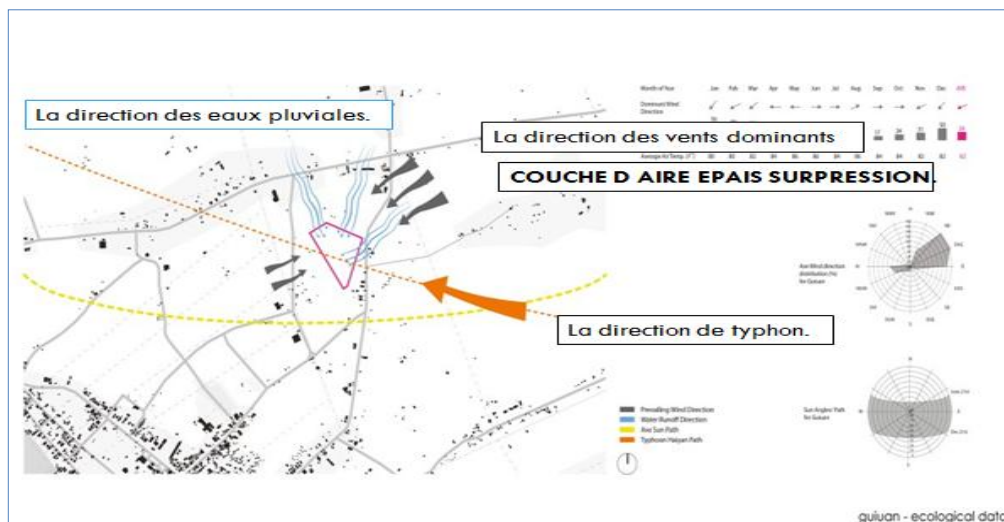


Figure02 : microclimat de l école de philippine

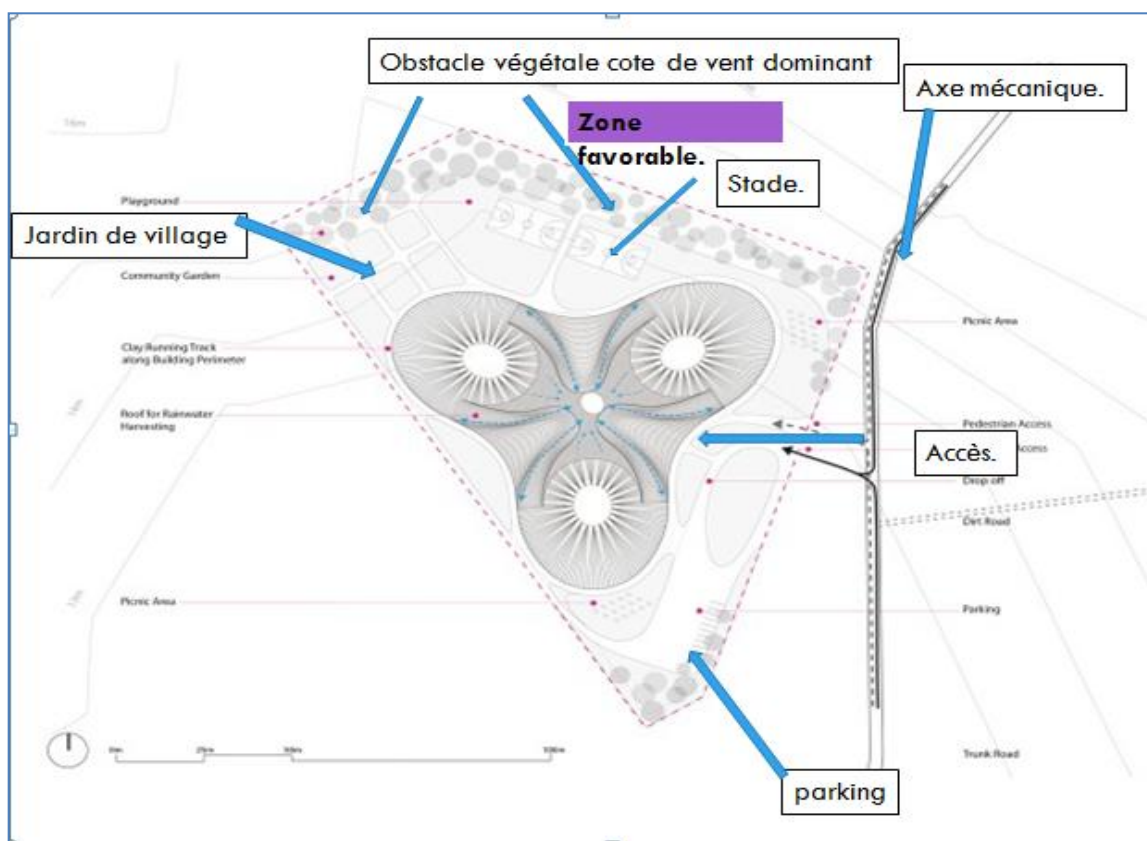


Figure03 : plan de masse de l école de philippine

### Etude de volumétrie

La conception est une structure compacte singulière conçue pour mieux résister aux forces des grandes tempêtes. Avec une méthode d agrégation.

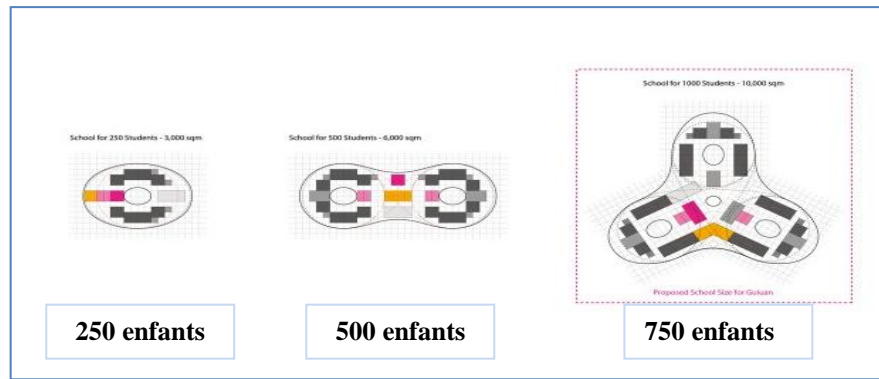


Figure04 : étude volumétrique

### Stratégies de système constructive intégrer au climat

- ✓ Construit en grande partie en bambou local, le bâtiment sera élevé au-dessus du sol sur une grille structurelle des pilotis en béton.
- ✓ Cela permettra de refroidissement passif, ainsi que la protection des eaux de crue. Le plan d'étage se compteront sur les modules de bambou de salles de classe, des bureaux, des cours et autres espaces d'échelle variable



Figure 05 : plombe

### Technique contre les vents

- ✓ Tous les systèmes structuraux dans le bâtiment seront vêtus d'une peau légère. La plupart de ces systèmes supportent le toit, une forme fluide unique conçu pour être aussi aérodynamique que possible pour éviter les dommages causés par des vents violents. Il est percé seulement par les cours logées au centre de la structure.

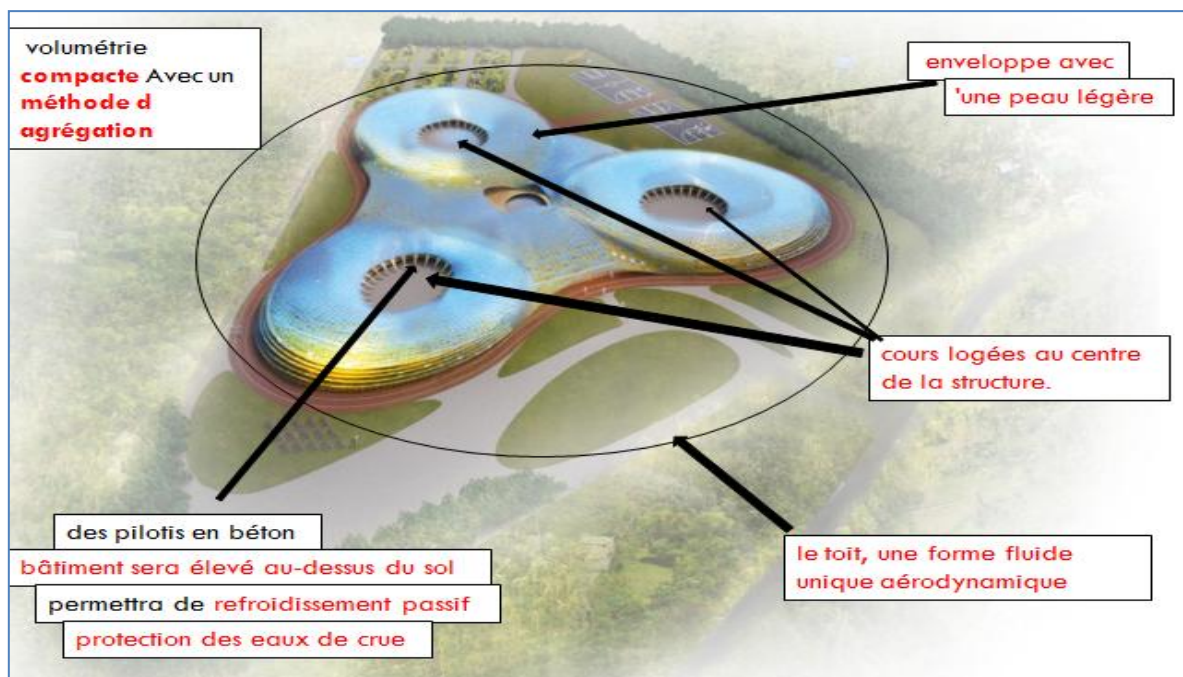


Figure06 : Enveloppe de l'école de philippine

### Section climat control

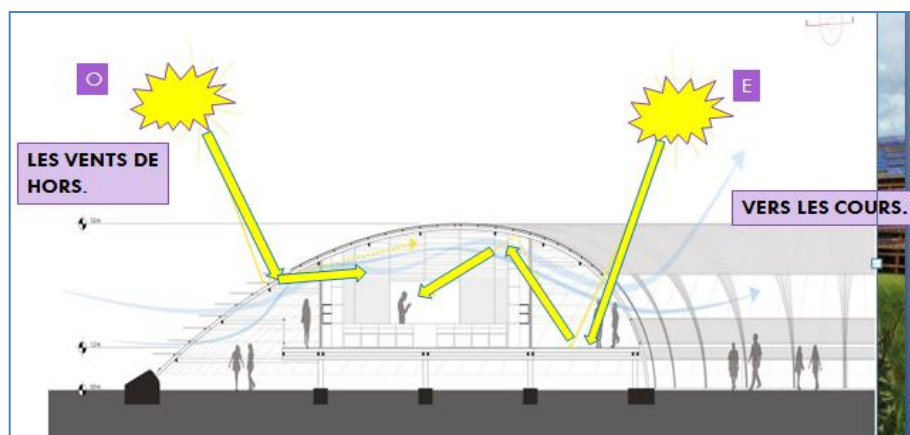


Figure07 : section climat de l'école de philippine

### Assainissement distainer au cours centrale ou existe un grand regard

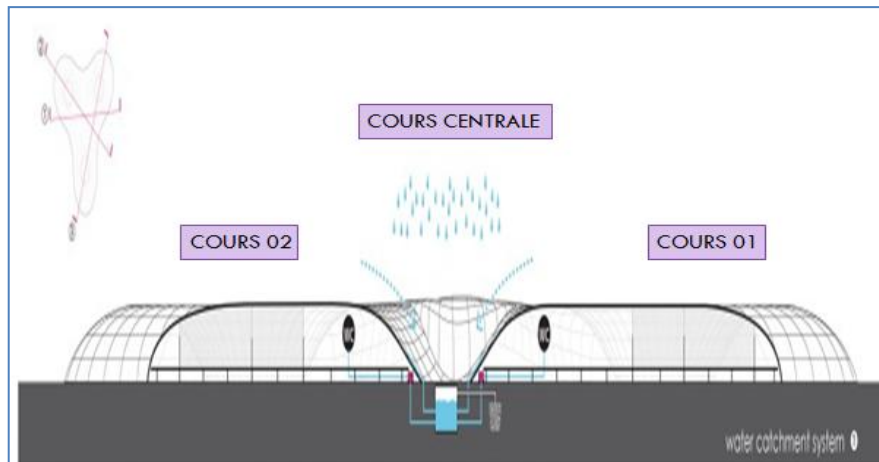


Figure08 : assainissement de l'école de philippine

## I.2. Exemple de khosla associates avec système passive qui intégré un système de diffusion de chaleur

### Présentation de projet

- Architectes: Khosla Associates
- Designers principaux: Sandeep Khosla et Amaresh Anand
- Lieu: Bangalore, Inde.
- Surface: 35000.
- Année: 2013
- ✓ Le microclimat de site



Figure 09 : Ecole India

Un site de climat sec caractérisé par:

- ✓ une saison chaude et une saison froide.
- ✓ -température de l'air entre 27 et 32c.
- ✓ -l'humidité est faible
- ✓ -rayonnement solaire intense.
- ✓ les vents souvent chauds.
- ✓ -précipitation faible.

Orientation d'implantation selon l'axe: E-O

### Plan de masse

Pour mieux bénéficie d'ensolleiment on construit aux axe E-O.

-oppose au axe d urbanisations pour évite le bruit

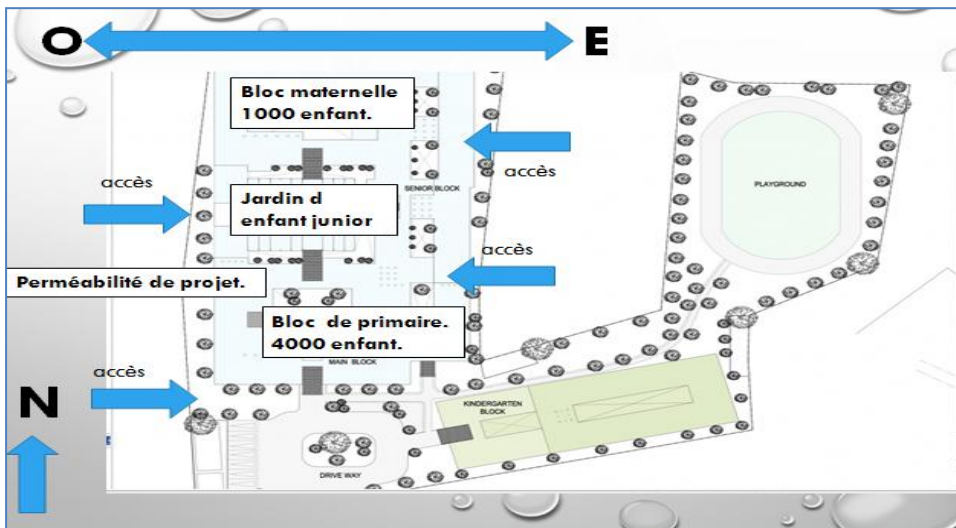


Figure10 : plan de masse de l école d inde

Plan Système passive : enveloppe respiratoire.

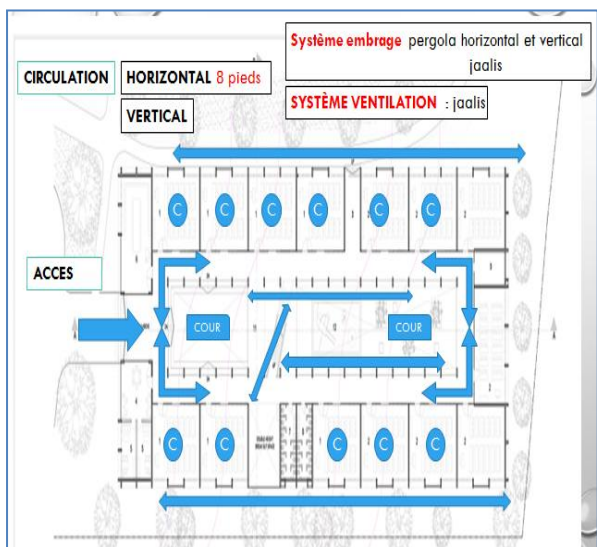


Figure11 : Plan RDC

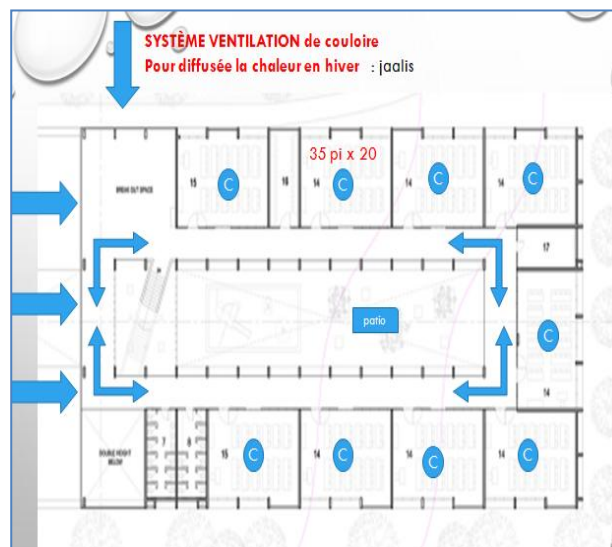


Figure12 : plan étage

### Distribution de système de Jaalis aux façades



Figure13 : façade et système de Jaalis



Figure 14 : jaalis école inde



Figure15 : pergola vertical



Figure16 : un mur de tôle ondulé brise soleil vertical et horizontal

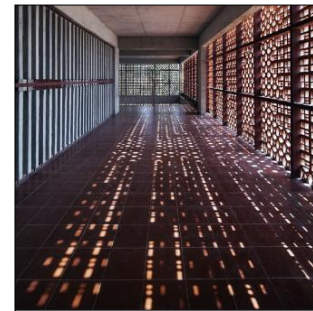


Figure 17: vue sur le couloir avec les Jaalis

### Synthèse:

La thermo circulation (circuit de ventilation forcée par migration Naturelle des masse d air chaud vers le haut) de l air est un mode De distribution de la chaleur du a L échauffement de l'air par l ensoleillement.

### I.3. Exemple lycée Albert Camus à Fréjus

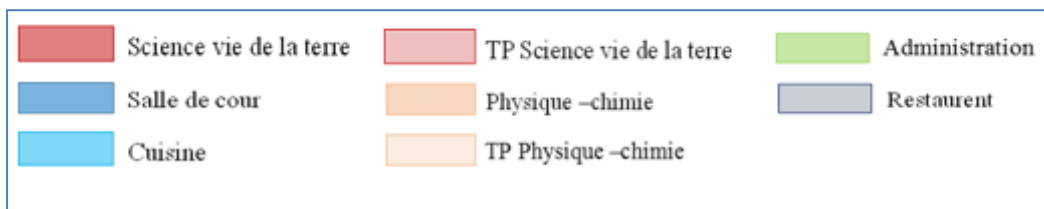
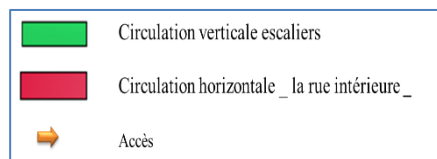
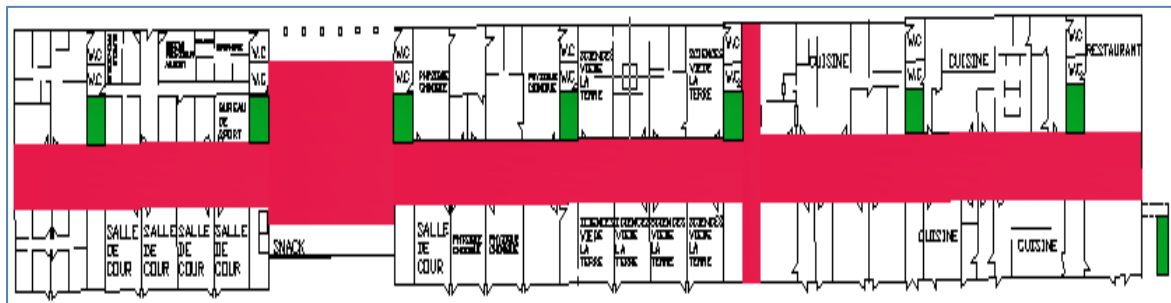
#### Présentation du projet

- **L'architecte :** Foster +Partner
- **Lieu :** Fréjus, France
- **Completion:** 1993
- **Area:** 14,500m<sup>2</sup>
- **Capacity:** 800
- **Structural Engainer :** Ove Arup &Partner

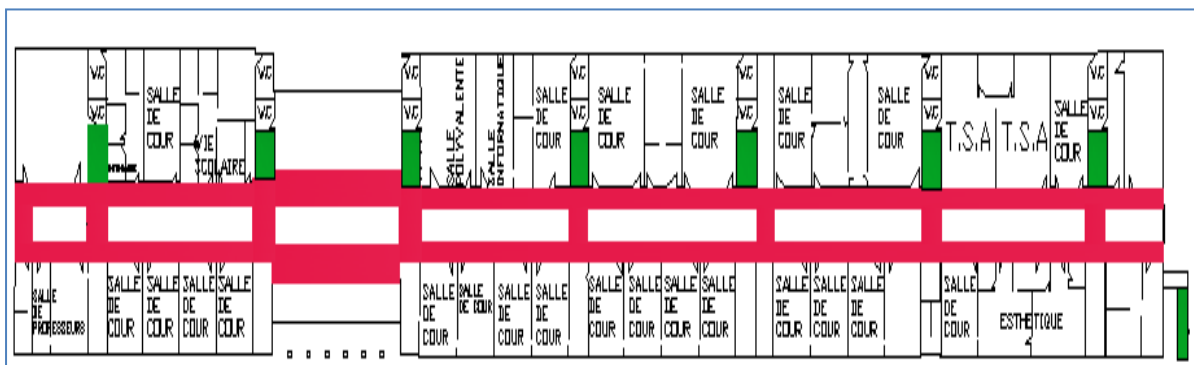
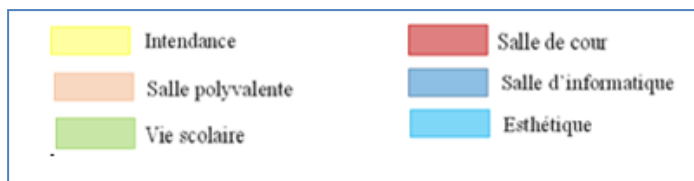
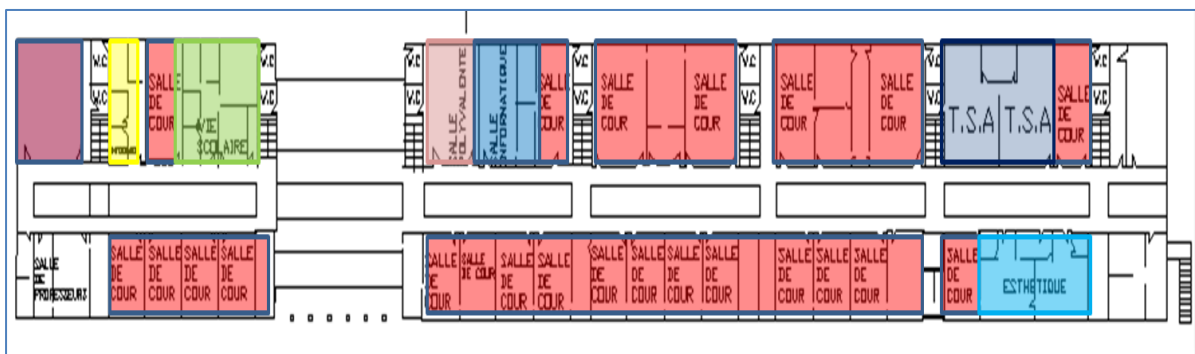


Figure 18: vue sur l'entrée lycée Albert camus

#### Les plans



### Plan de l'étage



### La circulation



Figure19: d'entrée



Figure20: la rue intérieure



Figure21: le hall d'entrée

- ✓ L'espace de circulation en double hauteur laisse pénétrer l'air frais et favorise la ventilation

### Le confort thermique



Figure 22 : les ventilles du verre réglables



Figure 23: les lamelles pivotantes

- ✓ L'axe est-ouest assure par lui-même une bonne protection contre le soleil, d'où une simplification des dispositifs externes de production d'ombre, conçus pour parer à l'élévation excessive de la température en été, et pour récupérer si nécessaire la chaleur fournie par l'ensoleillement plutôt faible en hiver

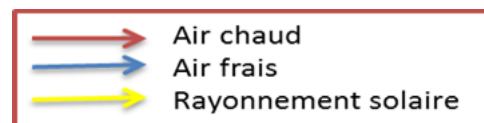
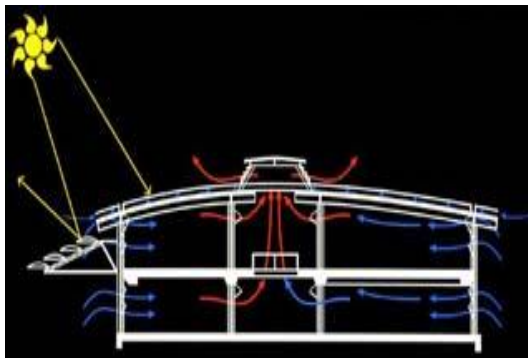


Figure 24 : système ventilation

- ✓ Sur la verrière, les lamelles pivotantes permettent de moduler la ventilation de façon que l'air de la rue intérieure soit chassé et renouvelé par l'effet de thermosiphon de la verrière ou par l'action du vent.

### La protection solaire



Figure 25 : brise soleil d'écoles de la France

- ✓ Les salles de classe sont orientées sud et nord. Les salles de classe et les autres espaces orientés sud sont protégés contre le rayonnement solaire direct par des brise-soleils métalliques perforés de 5 m de porte-à-faux

### L'éclairage

- ✓ L'ambiance lumineuse du lycée s'avère agréable dû d'une part de l'orientation du bâtiment et d'autre part du choix de matériaux notamment des surfaces importantes vitrées qui est en double vitrage.

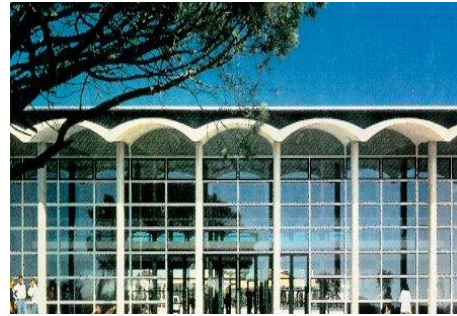


Figure26 : vue sur la façade de nord

### les matériaux de construction utilisés

La structure porteuse du bâtiment est une structure poteau-poutre en béton armée.

Toutes les cloisons sont en Plac -oplatre,  
Le sol est entièrement carrelé.



Figure27 : La structure porteuse

### II .1.Introduction

Avant un importe quel projet urbain et architectural ,l'architecte doit faire leur choix de terrain d'intervention à partir d'étude de potentialité et d'analyse des sites existant pour déduire les contrainte et trouver les solutions pour que le projet soit fonctionnel .

### II .2.But de l'étude

La ville et le site sont à la base de tout travail d un 'architecte, en effet, c'est à partir de l'analyse de la ville, du terrain mais aussi du climat que s'élaborent les premières esquisses de la stratégie utilisé.

### II .3.Présentation de la ville de Laghouat

Situation géographique : La ville de Laghouat est située au piémont de l'Atlas saharien du côté nord elle étend sur le plateau saharien du côté sud, elle est d'une superficie de 400km².



Figure28 : carte d'Afrique

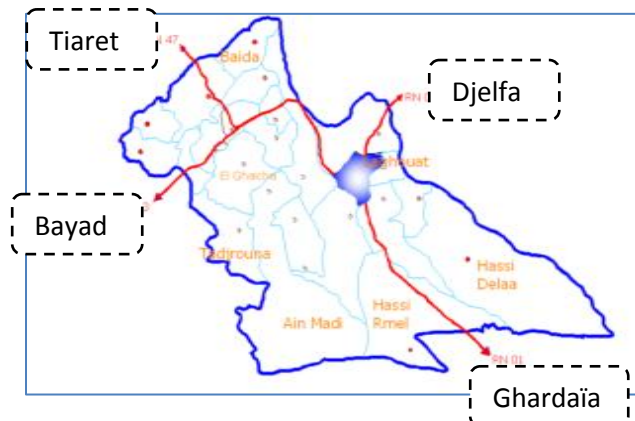


Figure29: carte de L'Algérie



Figure30:carte de Laghouat

#### II .3.1.Situation administratif



### II .4.Etude climatique sur la ville de Laghouat

- III .4.1Les coordonnées géographiques de Laghouat, Algérie

Latitude : 33°47'59" Nord

Longitude : 2°51'54" Est

L'altitude par rapport au niveau de la mer : 764 m

Caractéristiques Générales De La Zone Climatique :	
Variation Saisonnière	02 Saison, Chaude Et Froide.
Température	T Max 45o, T Moye (20o, 30o).
Précipitation	Pluies Faibles.
Les Vents	Généralement Locaux.
Condition céleste et rayonnement	Ciel clair pour une grande partie de l'année, mais les vents de sable sont fréquents.

### III .4.2.Données Climatiques De La Région :

#### III.4.2.A. La Température :

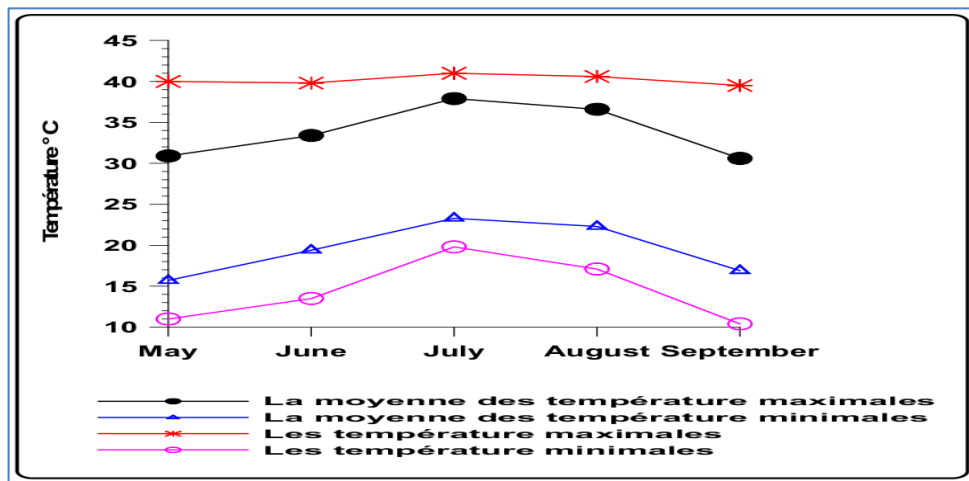
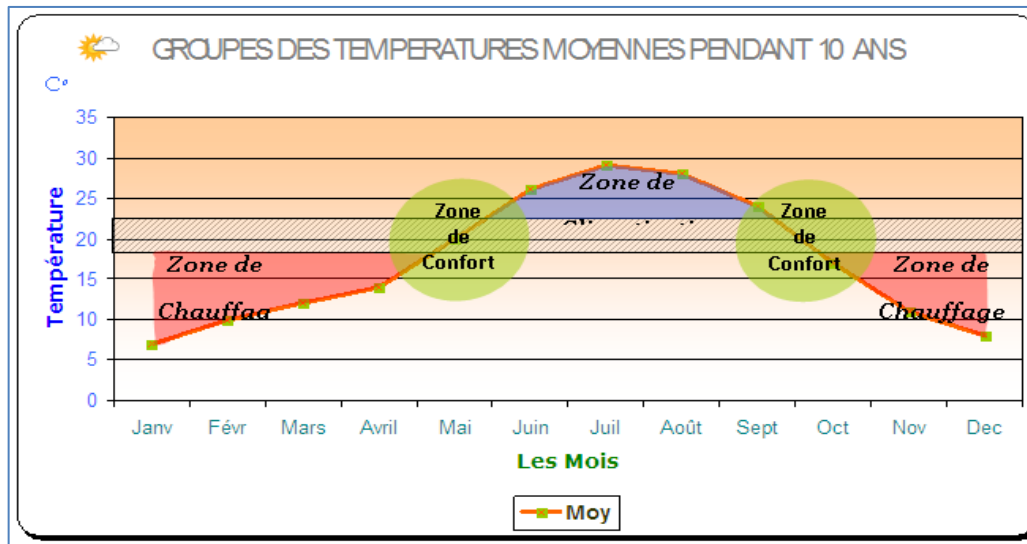


Figure31: température mensuelle minimale et maximale de mois de juin, juillet et Aout 2008

**Tableau 01:** température mensuelle minimale et maximale

LAGHOUAT	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUI	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	ANNEE
<b>MIN</b>	1,51	4,18	5,48	8,41	12,61	18,17	21,43	20,45	16,46	10,74	5,05	2,66	10,59
<b>MAX</b>	12,88	14,6	17,98	20,37	25,66	32,32	36,25	35,25	30,21	22,97	16,43	12,88	23,15
<b>MOY</b>	7,19	9,40	11,73	14,39	19,14	25,24	28,84	27,85	23,33	16,85	10,74	7,77	16,87



**Figure32:** groupes des températures moyennes pendant 10 ans

- D'après ce diagramme on distingue 03 zones à savoir :

### **II.4.2.B. La zone de confort**

- C'est la zone où les conditions de température pour lesquelles l'être humain est à l'aise et n'éprouve aucune sensation de gêne, comprise entre 18°C et 23°C, le confort y est sans recours aux recommandations, ressenti principalement en mois de MAI, OCTOBRE.

### **Les zones de contrôle thermique :**

### **II.4.2.C. - Zone de Sous Chauffe (Zone de Chauffage):**

- C'est au-dessous de 18°C, elle est la plus marquante, cette zone couvre presque la moitié de l'année à partir de novembre jusqu'à avril, on distingue deux parties de cette zone :

Le Chauffage Actif et Le Chauffage Passif

### II.4.2.D. - Zone de Sur Chauffe (Zone de Climatisation):

- C'est au-dessus de 23 °c, elle est apparente essentiellement à l'été (de la deuxième Moitié du mois de juin jusqu'au mois de septembre).

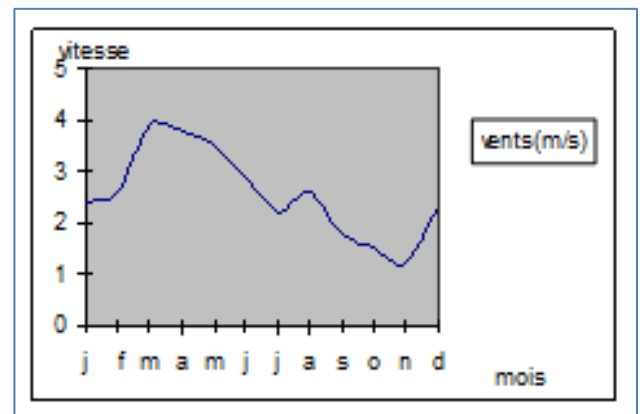
### II.4.2.E. Les vents

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2004	2.4	2.6	3.9	3.8	3.5	2.9	2.2	2.6	1.8	1.5	1.2	2.3

**Tableau02 : Vents mensuels moyens en m/s :**

Pour rétablir les conditions de confort, on a deux actions à prendre :

- Une ventilation transversale continue.
- Une grande masse thermique associée d'une ventilation nocturne.



**Figure33: les moyens des vents mensuels2004**

Les vents indésirables sont de direction variable durant les mois de l'année, ils sont frais en hiver et chaude en été.

Les vents dominants en hiver sont de directions Nord-Ouest, ceux de l'été sont de direction sud-est, sous forme de sirocco assèchent.

### II.4.2.F. L'Humidité

Elle est la vapeur d'eau en suspension dans l'air et se mesure en pourcentage de vapeur saturante de cet air. Le confort climatique dépend strictement de l'humidité.

**Tableau03 : humidité min et max**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2004												
H Min	44	40	33	25	22	19	17	16	30	40	42	45
H Max	90	85	79	64	62	48	42	39	61	85	85	88

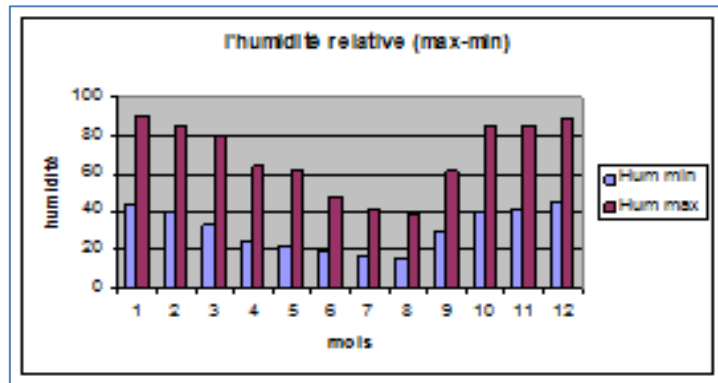


Figure34:l'humidité relative (min-max) 2004

L'humidité est faible, elle s'explique par la faiblesse des précipitations, Les maximums d'humidité varient entre 90en Janvier et de 88en Décembre Les minimums varient entre 17 en Juillet et 16 en Août.

### II.4.2.J. L'ensoleillement

Le nombre d'heures de soleil au Laghouat est de l'ordre de 3000 à 3500 heures Par ans.

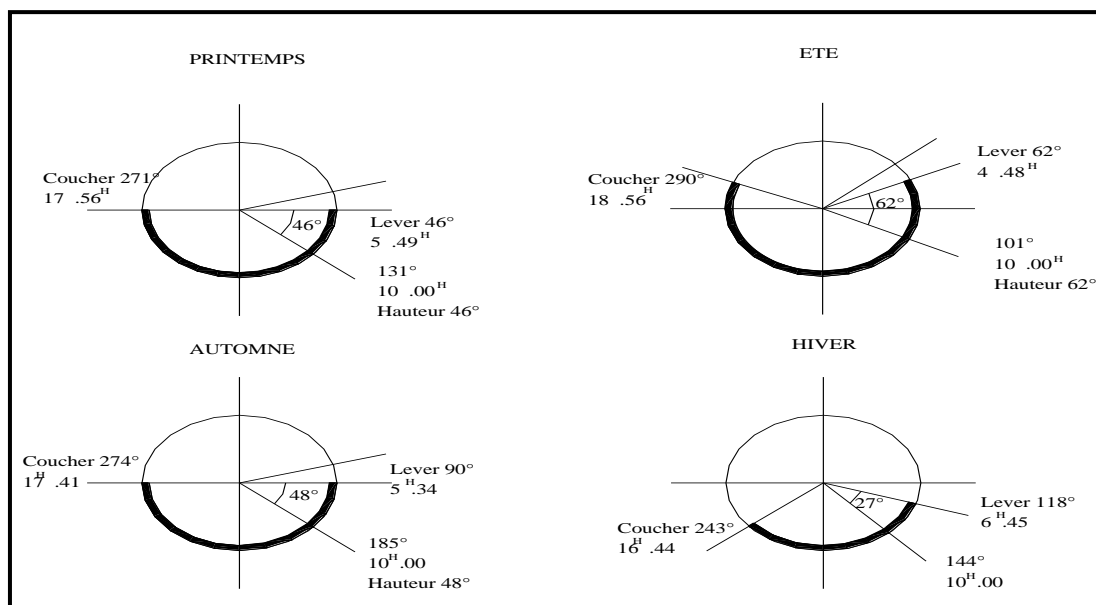


Figure35: l'angle solaire de la ville de

### II.4.3. Le diagramme psychométrique (Givoni)

C'est l'outil d'analyse le plus important, il prend en considération les différentes facteurs qui ont une influence directe sur le confort, à savoir : la température et l'humidité relative.

Dans cette carte on détermine une zone de confort représentée graphiquement par, abscisse pour la température : 20.30 et 26.40, en ordonnée pour l'humidité relative : 80% et 20% elle définit une période ou le confort est assuré naturellement.

Pour la zone hors la zone de confort, les recommandations propres à chacune (figurant sur le graphe) permettent d'énoncer des solutions pour la ramener aux conditions de confort.

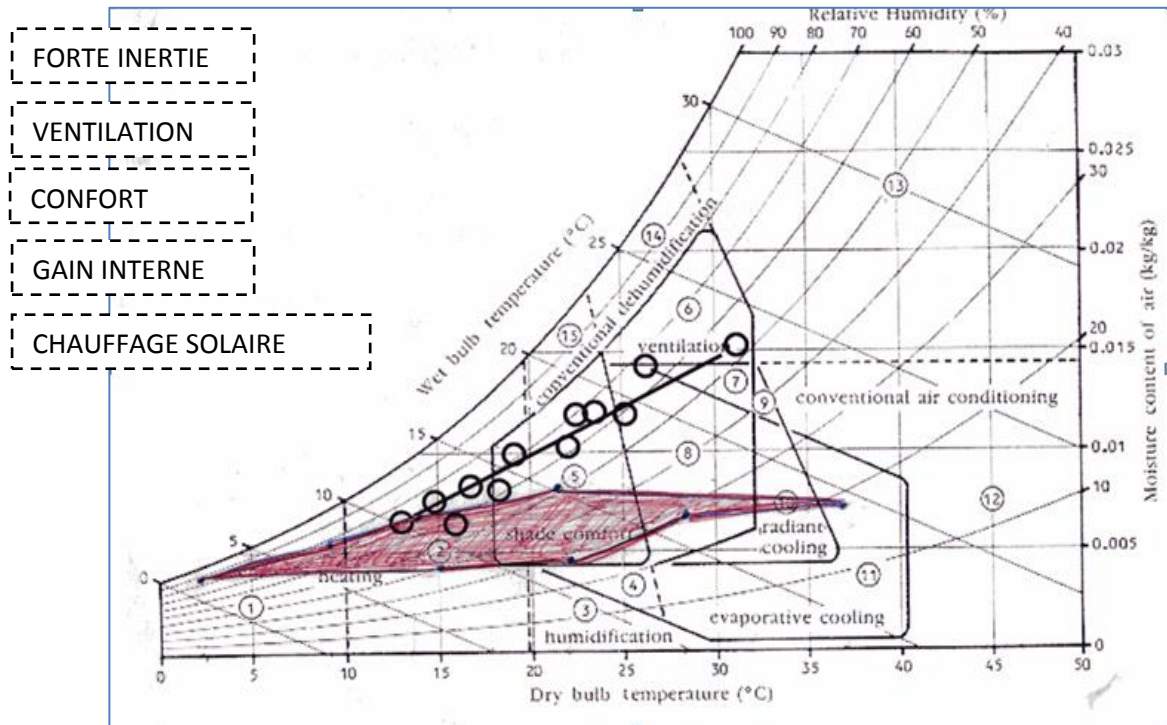


Figure36: diagramme de givonie.

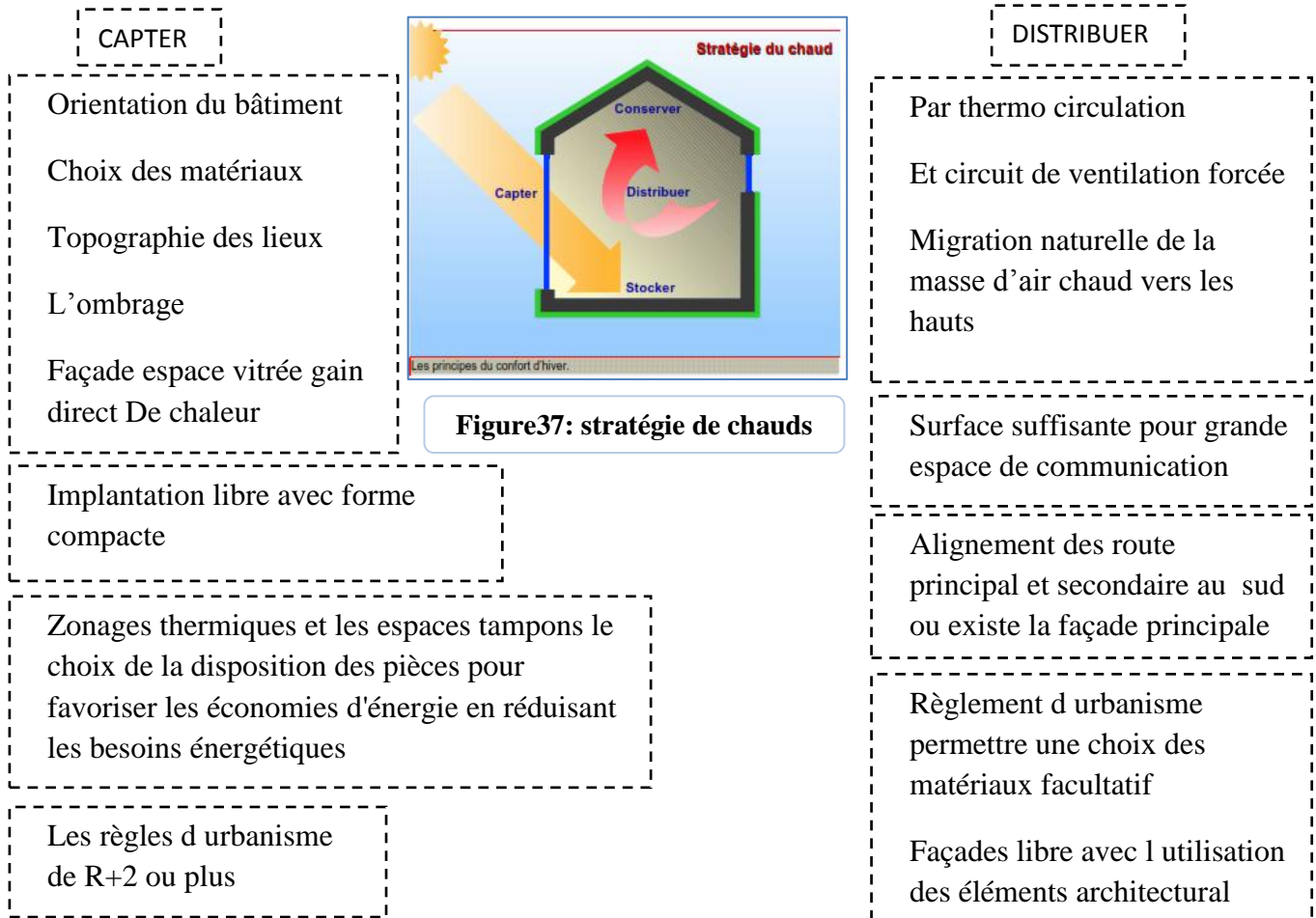
### II.4.3.A. Les recommandations

D'après le diagramme psychométrique, on peut dire que la grande partie du diagramme au sous chauffe :

- 1 - système solaire passif.
- 2 - grande masse thermique.

### II.5. Les critères de base de notre sélection des sites

#### ➤ II.5 .1.Confort d'hiver



### II.6. Analyse de site Boukanfousse.



**Figure38 : site Boukanfousse**

### II.6.1. Situation du site

Le terrain réservé au projet est situé dans la commune de LAGHOUAT partie ouest, il est situé BOUKHANFOUS.

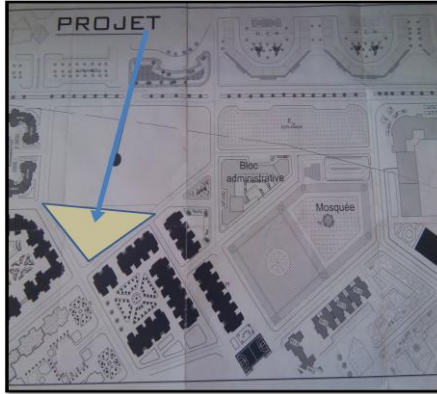


Figure39: plan de masse de



Figure40 : vue sur le site

### II.6.2. Plan de situation

Notre site est entouré par Logmt OPGI toutes au cours de réalisation

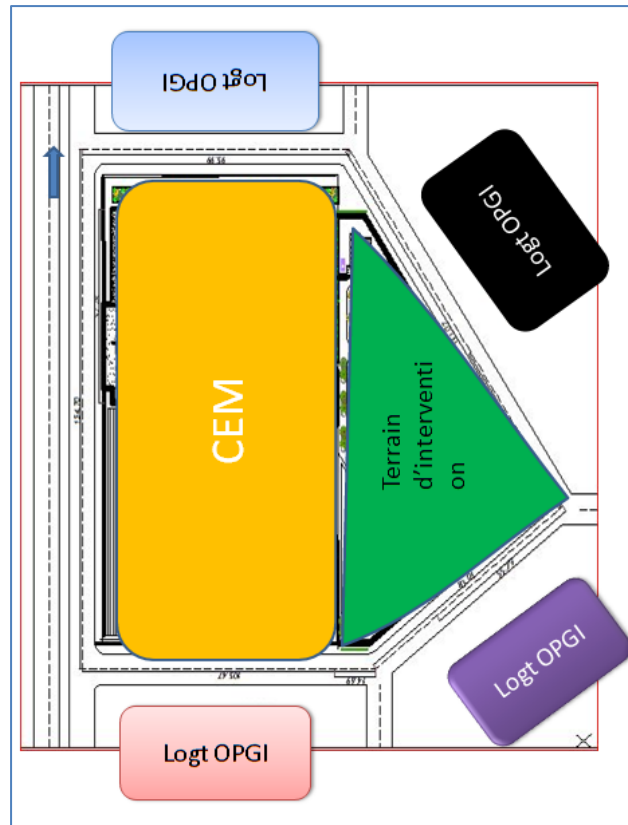


Figure41: plan de situation de site

### II.6.3.L'environnement immédiat toute au cours de réalisation

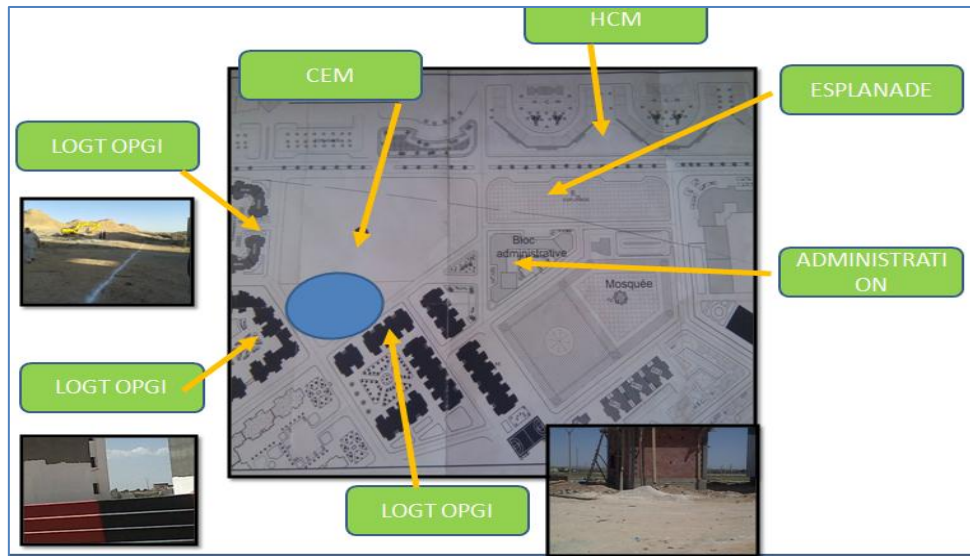
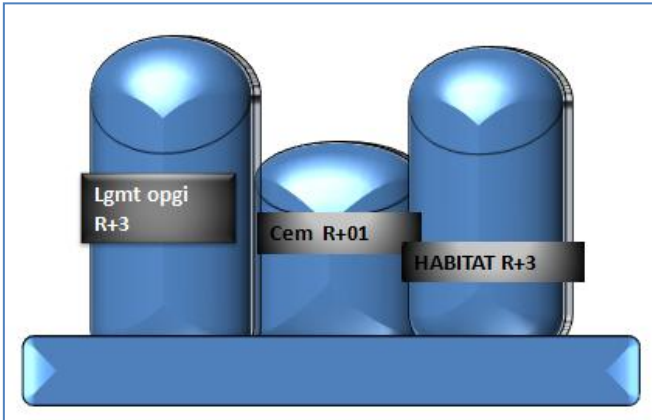


Figure42: environnement

### II.6.4.Le gabarit

Vue à partir de La route ouest

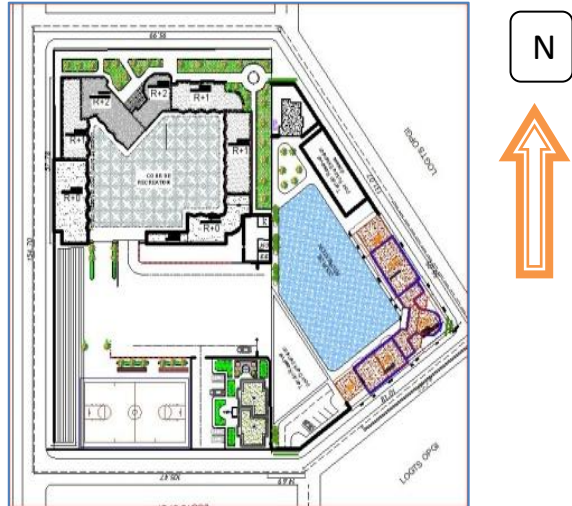
Notre site est construit horizontalement



### II.6.5.La morphologie de site

La forme de terrain est triangulaire d une superficie : 8790m<sup>2</sup>.

Le terrain du projet est caractérisé par une topographie accidentée et on remarque que le site est recouvert dans sa totalité par des tas de remblai.

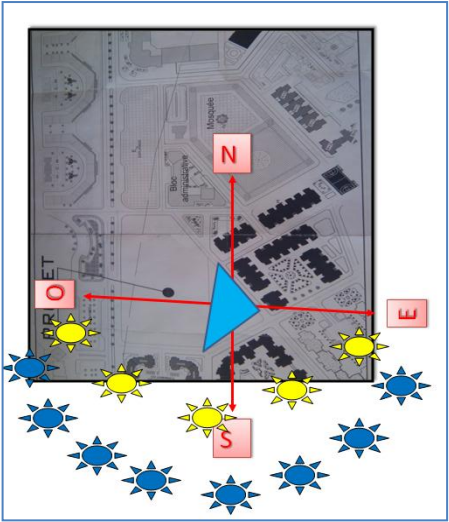


**Figure43: site boukanfousse**

### II.6.6.L'orientation et l'enseillement

Notre site est pas ensoleillé a cause de environnement immédiat

**Figure44: ensoleillement**



### II.6.7.Les vents

Les vents chaud sud est  
Les vent froid nord ouest

- Les vents chaud
- Les vents froid

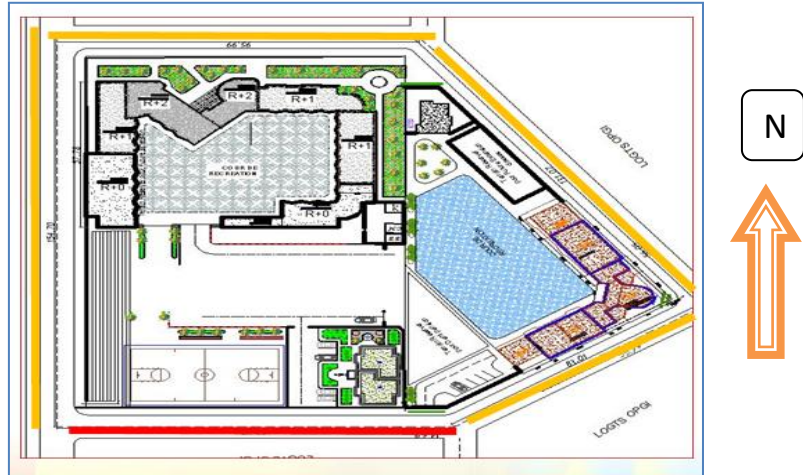
**Figure45: vent dominant**



### II.6.8.L'accessibilité

Le projet est en Touré par des axes mécaniques et piétons sont en cours de réalisation

Figure46: accessibilité



### II.6.9.Les flux

Les flux fort au deux cotées.

Les flux moyen a un seul coté

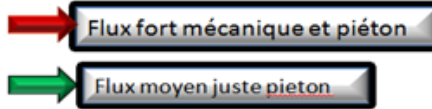
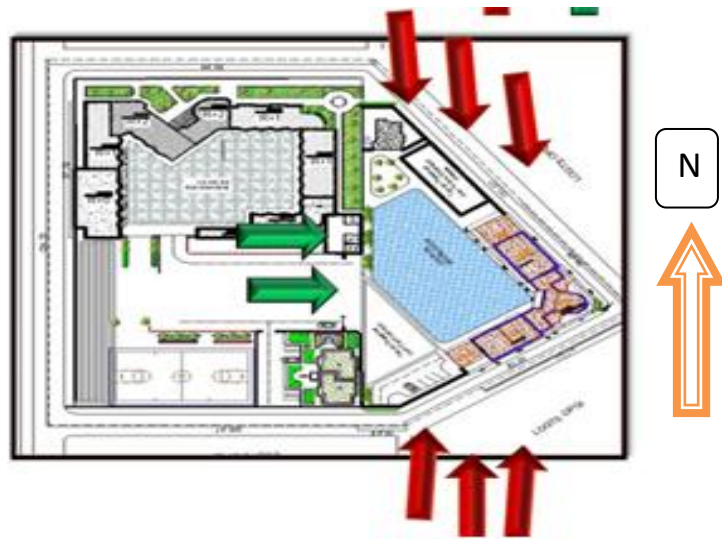


Figure47: flux.



### II.7synthese

Les conditions	vérifier	Ne pas vérifier	cause
Implantation libre avec forme compacte	✓		Surface grande
Rayon d influence	✓		Surface grande
Les règles d urbanisme de gabarit R+2 ou plus	✓		varie de R+2 à R+3
Surface suffisante pour grande espace de communication	✓		Surface petit
Alignement des route principal et secondaire au nord et sud ou existe les façades principale	✓		existante
Obstacle naturelle ou artificielle cote nord	✓		Existence d un log mt l OPGI
pas Obstacle naturelle ou artificielle cote sud		✓	Existence du bâtie log mt OPGI
Au milieu naturel	✓		Au périphérique de la ville

- Bonne accessibilité maitre l évidence de projet.
- L état des bâtiments existant préférable à cause de sa nouveauté.
- Diversité fonctionnelle de quartier (hôpital- mosquée).
- L'absence de la contrainte artificielle (voirie et réseaux divers).
- Au périphérique de la commune permettre une paysage naturelle sur jable l Ahmar.

**III.1.Introduction**

Cette démarche programmatique est un outil de travail qui permet de définir les grandes lignes du projet, ses fonctions et ses rôles.

« Le programme est une information obligatoire à partir de laquelle l'architecture va pouvoir exister, c'est un point de départ mais aussi une phase préparatoire ». Bernard Tschumi

« La programmation est un avant-projet à partir de laquelle l'architecture va pouvoir exister, c'est le point de départ d'une phase intimement liée aux conditions recommandés dans le programme ». P. Lagos : Les cahiers du CEI –volume 1-.

«Programmer, c'est qualifier plutôt que quantifier». (H.-Ch. Barnèdes)

**III.2.Objectif du programme**

\*La réponse aux exigences fonctionnelles, notamment en ce qui concerne les espaces pédagogique.

\*L'harmonisation des fonctions et des proportions surfaciques et spatiales entre les différentes activités du projet.

\*L'élaboration d'un programme caractérisé par la souplesse des rapports entre les espaces qu'il identifie.

\*L'offre des espaces diversifié et évolutif.

**III.3.Définition du programme**


1-locaux d'enseignement et d'apprentissage.

2- locaux administratifs.





3-locaux des services communs.

4-les espaces extérieurs.

### III.4. Analyse du programme quantitatif

Ex : l'Ecole Primaire Française D sur le site des « Charmilles » à Ivandry, Antananarivo				LE PROGRAMME OFFICIEL D'ETAT ALGERIEN Type C (la DLP)		
Les espaces		S unitaire	observation	Les espaces	S total	
Locaux administratifs	Accueil/Attente (1)	30 m <sup>2</sup>		Bureau (1)	12 m <sup>2</sup>	
	Bureau du directeur (1)	18 m <sup>2</sup>		Salle de classe (9)	578 m <sup>2</sup>	
	Salle des enseignants (1)	40 m <sup>2</sup>	12 à 15 enseignants	Dépôt (1)	9 m <sup>2</sup>	
	Salle de réunion (1)	40 m <sup>2</sup>	15 à 20 personnes	Salle polyvalente	70 m <sup>2</sup>	
	Local archives (1)	20 m <sup>2</sup>		Réfectoire (2)	140 m <sup>2</sup>	
	Sanitaires adultes (2)	20 m <sup>2</sup>	2wc.G/ 3wc.F	Cuisine (1)	150 m <sup>2</sup>	
Locaux d'enseignement et d'apprentissage	Salle de classe (8 salles)	60 m <sup>2</sup>	recevoir 30 élèves au maximum	Loge S. d'attente	5 m <sup>2</sup>	
	Salle de classe maternelle (4)	70 m <sup>2</sup>		Bloc sanitaire	42 m <sup>2</sup>	
	Salle d'enseignement spécialisé (langues) 4	35 m <sup>2</sup>	15 élèves au maximum	Circulation	116 m <sup>2</sup>	
	Salle d'arts (1)	60 m <sup>2</sup>		Logement (9)	642 m <sup>2</sup>	
	Salle de repos (1)	70 m <sup>2</sup>	soit 30 élèves au max	S total : 1764 m <sup>2</sup>		
	BCD	140 m <sup>2</sup>	pour 30 à 60 élèves	<u>Observation général</u> On constate que la surface des salles de classes presque les mêmes dans l'exemple et le programme officiel (entre 60 et 64) pour 30 élèves au maximum. On constate aussi que le programme de l'exemple est riche par différents espaces Qui sert d'améliorer la qualité de l'enseignement et de l'apprentissage.		
Locaux de services En communs	Amphithéâtre (1)	180 m <sup>2</sup>				
	Salle plurivalente (1)	120 m <sup>2</sup>	Casiers individuels			
	Vestiaire personnel (2)	20 m <sup>2</sup>				
	réfectoire	Salle de restaurant	170 m <sup>2</sup>			1.40m/élèves
		Office propre (1)	20 m <sup>2</sup>			1.40m/élèves
		Office sale (1)	20 m <sup>2</sup>			
		Local déchets (1)	8 m <sup>2</sup>			
	Sanitaires maternelle (4)	15 m <sup>2</sup>	5wc.F/5wc.G			
Sanitaires élémentaires (4)	15 m <sup>2</sup>	2(5wc.F) / 2(5wc.G)				
Local ménage (3)	15 m <sup>2</sup>	Répartis				
Groupe électrogène (1)	20 m <sup>2</sup>					
Espaces extérieurs	Cour de récréation maternelle	400 m <sup>2</sup>	Ratio 3 à 5 m <sup>2</sup> pour enfant			
	Cour de récréation primaire	900 m <sup>2</sup>	Ratio 4 à 6 m <sup>2</sup> pour enfant			

### III.5. Analyse de programme qualitatif

1/ <u>Locaux administratifs</u>		
<b>Accueil</b>		<b>Figure48 : accueil</b>
Fonction	L'accueil joue un rôle de « vitrine » de la vie de l'école, Cet espace doit en outre permettre d'assurer un contrôle des entrées et des sorties.	
Localisation	Son positionnement central permet d'assurer la distribution vers les différentes entités du groupe scolaire.	
Volumétrie	Un volume généreux et largement ouvert sur l'extérieur est souhaitable.	
Exigences particulière	d'un système de contrôle des accès, un sas permet d'améliorer le confort thermique de cet espace en hiver.	
Confort-ambiance	L'éclairage naturel doit être privilégié. L'ambiance acoustique doit être étudiée pour limiter les temps de réverbération.	
Equipement	Panneaux d'affichage, Affichage des consignes de sécurité, affichage du règlement intérieur de l'école, des comptes rendus du conseil d'école.	
<b>Bureau de direction</b>		<b>Photos11 :b .direction</b>
Fonction	P permet d'assurer la gestion administrative du groupe scolaire.	
Localisation	en relation proche avec l'espace d'accueil.	
Exigences particulières	cet espace, du fait de sa fonction singulière, doit être sécurisé € des enfants et de l'extérieur.	
Confort-ambiance	É éclairage naturel à privilégier. L'éclairage artificiel sera de qualité identique à celui des salles de classe.	
Équipement	1 bureau 80 x 150 cm au minimum (prévoir l'implantation avec 3 chaises visiteurs), 1 poste informatique, des rangements intégrés fermant à clef.	
<b>Secrétariat</b>		<b>Figure49 : secrétariat</b>
Fonction	La réception des visiteurs.	
Localisation	A proximité du bureau de directeur.	
Exigences	Espace sécurisé.	
Confort-ambiance	éclairage naturel à privilégier. L'éclairage artificiel sera de qualité identique à celui des salles de classe.	
<b>Salle de réunion</b>		<b>Figure50 : s réunion</b>
fonction	Travail des ASEM, réunion parents-enseignants...	
Localisation	en liaison directe avec le bureau directe.	
Confort-ambiance	Eclairage Naturel (300 lux en ambiance). Traitement acoustique Temps de réverbération inférieur à 1s. Ventilation naturelle Débit minimal 18m3/h.	















<b>Salle des enseignants</b>		<b>Figure51 : s enseignants</b> 	
Fonction	un lieu de détente et de travail pour l'équipe enseignante.		
Localisation	en relation courte avec le bureau de direction. Une liaison (visuelle au moins) avec la cour.		
Exigences	Espace plutôt réservé aux adultes.		
Confort-ambiance	Éclairage naturel à privilégier. Prévoir une bonne ventilation de ce local.		
Équipement	Grande table, Rangements intégrés (1 casier par enseignant au moins). Poste informatique et de la photocopieuse.		
<b>Archives</b>		<b>Figure52 : archive</b> 	
Fonction	Lieu de stockage des archives de l'école.		
Localisation	Indifférente.		
Exigences	Espace sécurisé.		
Confort-ambiance	une hygrométrie et d'une température régulière. Éclairage artificiel uniquement.		
Équipement	d'armoires à archives et petite table de consultation.		
<b>Sanitaires adultes</b>			
fonction	dédiée à l'équipe d'enseignement.		
Localisation	Proche de la salle des enseignants et de l'accueil.		
Volumétrie	Prévoir éventuellement une séparation hommes/femmes (pas forcément répartition 50/50).		
Exigences	Ce local doit être d'entretien aisé.		
Confort	Prévoir une bonne ventilation.		
Équipement	Au moins deux WC hommes et deux WC femmes. 1 lavabo + miroir dans chaque zone.		



Figure 1


<b>2/Locaux pédagogique</b>			
<b>Salle d'activités sportives</b>		<b>Figure53 :s sport</b> 	
Fonction	dédiée à la pratique d'exercices obligatoires au bon développement physique, intellectuel et nerveux des élèves.		
Localisation	Un accès direct sur la cour pour favoriser le développement d'activités intérieures et extérieures.		
Volumétrie	Une grande hauteur sous plafond est souhaitable pour permettre les jeux de ballons et pour faciliter le renouvellement d'air (4 m minimum ; plafond résistant aux ballons).		
Exigences particulières	un revêtement de sol sportif souple, non glissant et d'entretien aisé est souhaitable.		

Confort- ambiance	L'éclairage naturel doit être privilégié en contrôlant le rayonnement direct du soleil afin d'éviter le phénomène de surchauffe.	
<b>Rangements de la salle d'activités sportive</b>		
Fonction	Il s'agit de locaux de rangement liés directement à la salle d'activités sportives. Fractionnés en sous-espace	<b>Figure54 : rangement</b> 
Localisation	En liaison directe avec (salle d'activités sportives)	
Exigences	Les ouvrants doubles sont à préférer aux portes coulissantes.	
Confort ambiance	Éclairage artificiel uniquement, Bonne ventilation.	
Équipement	Étagères.	
<b>Vestiaires</b>		
Fonction	Les enfants y déposent leurs vêtements.	<b>Figure55 : vestiaire</b> 
Localisation	En liaison directe avec (salle d'activités sportives).	
Confort- ambiance	Privilégier l'éclairage naturel, La ventilation de ces locaux doit être correctement étudiée, Un chauffage approprié doit permettre le séchage rapide.	
Équipement	portemanteaux individuels à hauteur des élèves. Armoires individuel.	
<b>Bibliothèque</b>		
Fonction	Lieu de lecture, de recherche de documentation.	<b>Figure56 : bibliothèque</b> 
Localisation	Au « centre » de la vie scolaire.	
Volumétrie	La partie bibliothèque doit offrir 3 sous-espaces : Consultation, rencontre avec le (la) bibliothécaire, zone de lecture.	
Exigences	Espace sécurisé. Isolation phonique,	<b>Figure57 : rangement bibliothèque</b> 
Confort- ambiance	Éclairage naturel à privilégier. Le confort acoustique doit être étudié pour favoriser une ambiance propice à la lecture.	
Équipement	étagères pour le rangement des livres. Bureau de la bibliothécaire. Comptoir de prêt. Tables. Chaises.	
Fonction	Salles d'informatique	<b>Figure58 : s informatique</b> 
Localisation	A proximité de la bibliothèque.	
Exigences	La pose de stores ou de rideaux spéciaux favorisera aussi la rétroprojection.	
Confort- ambiance	l'éclairage naturel et artificiel. La salle doit pouvoir être facilement ventilée.	
Équipement	Des ordinateurs, Rayonnage	

Salle d'art		
Fonction	une salle pour donner des cours d'arts.	
Exigence	un espace de rangement spécialisé, des éviers et des armoires pour soutenir les cours.	
Confort-ambiance	identique à celui des salles de classe.	
Équipement	Tables et chaises.	
Salle de science		
Fonction	une salle de grande superficie pour donner des cours de sciences et de technologie.	
Exigence	un espace de rangement spécialisé, des éviers et des armoires pour soutenir les cours.	
Confort-ambiance	identique à celui des salles de classe.	
Équipement	Tables et chaises.	
Amphithéâtre + (loge, hall d'accueil)		
Fonction	pour recevoir des réunions, conférence, fêtes, spectacle et des projections.	
exigence	la bonne visibilité. La pente est nécessaire pour la visibilité.	
Confort-ambiance	Acoustique ; doit utiliser des matériaux ou des revêtements avec absorbant phonique en revanche. Eclairage différent concentré sur la scène. Assurer la ventilation.	
Équipement	Scène, des sièges.	
Salle de Primaire		<b>Figure59 : amphithéâtre</b>
Fonction	est un espace d'enseignement devant être flexible, pour faciliter l'organisation d'activités diverses.	
Dimensions	maximum d'élèves par salle : 30 élèves par salle La distance entre les fenêtres et la paroi opposée ne doit pas dépasser 9 m. hauteur libre des salles de classe et des locaux destinées à recevoir des élèves doit être de 3,5 m.	
localisation	Une liaison directe vers la cour est envisageable et liaison très proche ou directe avec les sanitaires. Liaison directe avec l'atelier. Peuvent être installées en étage.	
Confort-ambiance	confort acoustique, Éclairage naturel à privilégier venant de la gauche des élèves, L'éclairage artificiel doit être homogène et favoriser le confort de travail (Confort visuel 500lux). Consignes d'hiver : la température intérieure ne devra pas descendre en dessous de 20 °C sous - 4 °C de température extérieure.	
Equipement	bureau et 1siège pour l'enseignant€.	<b>Figure60:salle de primaire</b>
équipement	20 table-bancs à deux places. 1 armoire de rangement. 2 tableaux de 2m40 de long, de hauteur 1m20 placé à 60 cm du sol.	
Ateliers		
Fonction	pour les travaux en demi-groupes : peinture.	
Localisation	Un atelier partagé par deux salles de classes et une	

	liaison directe avec chaque classe.	<b>Figure 61 : atelier</b> 	
Exigences	Espace d'entretien aisé.		
Confort-ambiance	L'ambiance acoustique et lumineuse doit être similaire à celle d'une salle de classe.		
Équipement	un plan de travail fixe, doté d'un revêtement particulièrement résistant, sur un côté de la pièce (travail debout), les placards de rangement. 1 lavabo adapté à la taille des enfants.		
Sanitaires enfants			
Fonction	Zone de sanitaires dédiée aux enfants de la partie primaire.		
Volumétrie	Prévoir une séparation filles/garçons.		
Exigences	Espace facile d'entretien, un sanitaire par niveau pour les personnes à mobilité réduite.		
Confort	Prévoir une bonne ventilation.		
Équipement	Blocs essuie-mains : 1 jet pour 20 élèves (à 70 cm du sol) 1 poubelle fixée au mur.		
Classe maternelle			
fonction	Ensembles des activités différentes Un coin jeux, un coin lecture, l'espace peinture, l'espace musique	<b>Figure62 : c .maternelle</b> 	
localisation	A proximité du hall et des sanitaires maternels. Il est nécessaire de localiser au rez-de-chaussée).		
Confort-ambiance	Les mêmes avec les classes primaires.		
Équipement	Prévoir de nombreux rangement. (L.120 cm, l. 60 cm, h. 200 cm), grande table d'activités créatrices, table pour l'enseignant, 1 tableau mural et fixe pour les élèves, L. env. 4 mètres d'un seul tenant, h. env. 90 cm. 1 lavabo rigole hauteur du lavabo 70 cm, hauteur des robinets 85 cm.		
Sanitaires enfants			
Fonction	Zone de sanitaires dédiés aux enfants de la maternelle.	<b>Figure 63 :sanitaires</b> 	
Localisation	A proximité des salles de classes maternelles.		
Volumétrie	ouvert sur les circulations mais doit préserver un maximum d'intimité au niveau des WC, les cloisons peuvent donc être à faible hauteur (jusqu'à 6 ans, 120 cm semblent suffisants).avec porte battante.		
Confort	Prévoir une bonne ventilation.		
Équipement	le lavage des mains, il est souhaitable de disposer de lavabos assez profonds.		

3/Locaux de services		
Salle à manger sur la base de 0,80 m <sup>2</sup> par place		
Fonction	Une salle principale avec comptoir Pour les élèves prendre leurs repas.	<b>Figure 64 : refectoire</b> 
Localisation	en liaison directe avec la cuisine.	
Exigences	Le mobilier et le sol doivent être faciles à nettoyer.	
Equipement	tables doivent être juxtaposables. Chaises. 1 comptoir.	
Cuisine		
Localisation	La cuisine sera attenante au dépôt de nourriture Le dépôt possède des entrées sur l'extérieur pour la livraison des denrées	
exigences	La cuisine est bien aérée, bien ventilée pour éviter la chaleur matériaux imperméables, imputrescibles, faciles à nettoyer, de couleurs claires, résistants aux chocs, lavables et non toxiques.	
Equipement	un plan de cuisson cuisinière (gaz, avec four incorporé, un plan de travail L. 338 cm à 368 cm, l. 60 cm, h. 90 cm et un plan de lavage (égouttoir + 2 bassins). Les plans de travail (légumière, table de préparation ou de dressage, plans de cuissons et laverie). Des placards de rangement. Un placard fermé à clés pour le stockage des produits d'entretien.	
	Dépôt de nourriture et chambre froid	
Localisation	En relation directe avec la cuisine.	
Exigences	rayonnages et si possible d'un réfrigérateur avec congélateur pour entreposer les denrées.	
Local poubelle		
exigences	une ouverture directe sur l'extérieur. Il doit être correctement ventilés et muni d'un poste de lavage	
Appartement et loge de gardien		
Localisation	Prévoir un accès de service Avec vues sur l'entrée Le logement du gardien est pourvu d'un accès indépendant et doit réserver à ses utilisateurs une intimité normale. Un logement de <u>70 à 80 m<sup>2</sup></u> . La loge est un local placé en contact avec l'entrée principale de l'école.	
Locaux techniques		
4/Espaces extérieurs		
Préaux		
Fonction	Espace couvert inscrit en continuité des cours de récréation.	<b>Figure 65 :preaux</b> 
Localisation	Les préaux font partie intégrante des cours de récréation.	
Volumétrie	(4 mètres au minimum, sans obstacles).	
Confort	Espace abrité des vents dominants.	

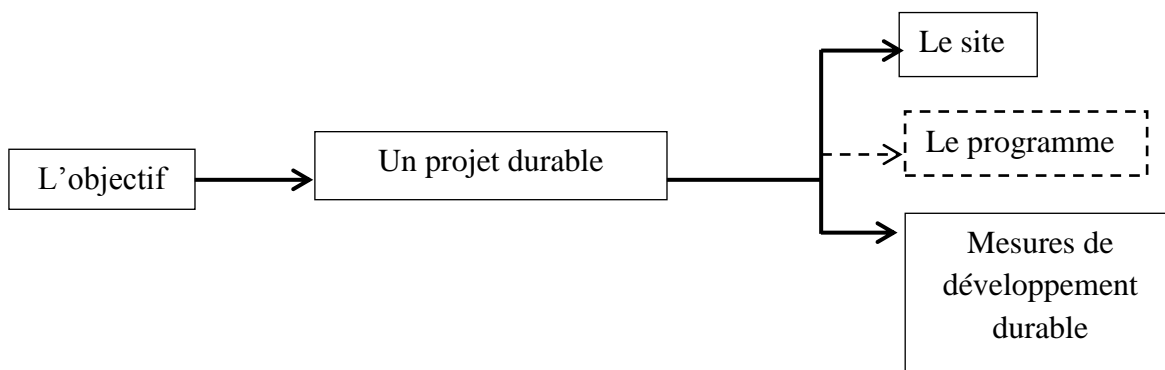
Équipement	Bancs fixes.	
<b>Cours de récréation</b>		<p><b>Figure 66</b> :cours de recreation</p> 
Fonction	Elle permet aux enfants de « décompresser » et de s'aérer chaque demi-journée.	
Localisation	En liaison directe avec les espaces majeurs du groupe scolaire.	
Volumétrie	séparation des cours maternelle et primaire	
Exigences	La surveillance visuelle doit être possible en tout point.	
Confort	Espace abrité des vents dominants la plantation d'arbres à feuilles caduques en périphérie des cours.	

### III.6. Le programme quantitatif

	Espace	S unitaire		Espace	S unitaire	
Locaux administratifs	Hall d'accueil	60m <sup>2</sup>	Locaux de services communs	réfectoire	Salle principal (1)	138m <sup>2</sup>
	Bureau directeur	17m <sup>2</sup>			cuisine	60m <sup>2</sup>
	Bureau secrétariat	14m <sup>2</sup>			Bureau de gestion	09 m <sup>2</sup>
	Salle de réunion	24m <sup>2</sup>			Chambre froide	08 m <sup>2</sup>
	archive	11m <sup>2</sup>			Dépôt (1)	15m <sup>2</sup>
	sanitaire (1F/1 H)-2wc-	5.3m <sup>2</sup>			Local poubelle (1)	6m <sup>2</sup>
	Salle d'enseignant	36m <sup>2</sup>			Salle de sport (1)	280 m <sup>2</sup>
	garderie	08m <sup>2</sup>		Rangement (1)	20 m <sup>2</sup>	
Locaux d'enseignement et d'apprentissage	Salle de classe primaire(9)	60m <sup>2</sup>		Vestiaire (1 F/ 1G)	20 m <sup>2</sup>	
	Salle de classe maternelle	200m <sup>2</sup>		Salle polyvalente	120 m <sup>2</sup>	
	Salle d'art (1)	58 m <sup>2</sup>		Loge (1)	18 m <sup>2</sup>	
	Salle de science (1)	80 m <sup>2</sup>		Sanitaire (2wc)	3.5 m <sup>2</sup>	
	Atelier (4 ateliers)	30m <sup>2</sup>		Dépôt général (1)	48 m <sup>2</sup>	
	Salle d'informatique (1)	85 m <sup>2</sup>		Local technique	32 m <sup>2</sup>	
	Bibliothèque	200m <sup>2</sup>		Logement de fonction (2)	70 m <sup>2</sup>	
	Dépôt (1)	24 m <sup>2</sup>		Sanitaire primaire 1F/1G (4wc avec 1wc pour les handicapés)	27 m <sup>2</sup>	
	Espaces extérieurs	Cour de récréation (1)		840 m <sup>2</sup>	Sanitaire maternelle 2(2wc)	7 m <sup>2</sup>
Cour maternelle (1)		150 m <sup>2</sup>				
Jardin potager		230 m <sup>2</sup>				
Surface de circulation		526 m <sup>2</sup>	Surface bâti: 2310m <sup>2</sup> / surface non bâti : 1220 m <sup>2</sup>			

Un projet durable demande des choix judicieux, donc on a agréé une stratégie qui sert de faire ces choix dans le but d'économie de l'énergie dans le premier lieu où les bâtiments scolaires, qui forment à eux seuls le plus gros groupe de bâtiments dans les pays avec une consommation énergétique des écoles correspondent à 70 % au chauffage et à 30 % à l'éclairage.

L'économie de l'énergie ce n'est pas le seul objectif mais aussi la qualité environnementale c'est une priorité pour un projet durable.



La nécessité d'économiser l'énergie, de protéger l'environnement et d'améliorer les conditions de vie des usagers des locaux scolaires a conduit à appliquer les principes de la planification bioclimatique qu'il distingue de l'architecture conventionnelle par le fait que l'exploitation de l'énergie solaire est intégrée dans la conception du bâtiment ;

- L'implantation avec une forme relativement compacte pour minimiser les déperditions énergétiques.
- Une orientation Nord –Sud, pour l'apport solaire passif avec un vitrage simple avec une protection solaire par des prises -soleils horizontaux, et l'orientation de l'enveloppe de façon protégée contre les vents de sable et les vents dominants, et d'utiliser la végétation autour du bâtiment pour une protection du vent et de la surchauffe d'été (végétation persistante au Nord et caduque au Sud).
- Le choix des matériaux est un élément capital de la conception bioclimatique pour l'économie de l'énergie mais de faible impact sur l'environnement, soit les matériaux de construction soit les matériaux d'isolation ; les blocs à isolation répartie offrent des

performances thermiques très intéressantes et un impact environnemental réduit par rapport

- aux matériaux traditionnels (la brique a alvéole pour des épaisseurs de 30 cm au moins ne nécessite pas d'isolation complémentaire), et des matériaux isolants possèdent une faible conductivité thermique  $\lambda$  (autour de  $0.04 \text{ W / m .K}$ ).
- Pour le confort hygrothermique, Le puits canadien ou provençal est un système efficace et écologique qui permet de chauffer ou de refroidir l'air de renouvellement en utilisant la température du sol.
- une optimisation de l'éclairage naturel soit latérale soit zénithale, en évitant l'éblouissement, Grâce à un aménagement adéquat (des brises soleil ou des stores extérieurs).
- Assurer la qualité de l'air par le choix des produits écologiques (matériaux d'isolation et les peintures).

Confort acoustique : est assurée par des solutions architecturales (disposition des espaces par rapport eux et par rapport l'extérieur) et des techniques d'isolations (matériaux d'isolation).

Et d'autres choix concernant ;

Gestion de l'énergie :

- l'utilisation d'énergies renouvelables : solaire thermique, photovoltaïque (les panneaux doivent être orientés au sud selon une inclinaison de  $30^\circ$  pour obtenir un rendement maximal).
- un système de régulation de l'éclairage et de détection de présence humaine.

Gestion de l'eau :

Avec le manque des eaux pluvial on a traité les eaux usées par un système de phyto-épuration et un système de détection de présence humaine et des fuites.

Gestion des déchets :

- l'utilisation des déchets pour le compostage du jardin de l'école.

## Chapitre IV : partie architecturale

### IV 1. Introduction

Le projet architectural est le résultat de combinaison entre les différentes données obtenues au préalable à savoir : l'analyse contextuelle, thématique et programmatique, à ce fait la composition formelle de notre projet doit obéir à la synthèse des approches précédente.

« Faire de l'architecture n'est pas la synthèse des contraintes ! Mais c'est composer, combiner, permuter » JOSEPH BELMON

« Dans une organisation formelle, plusieurs facteurs entrent en jeu simultanément »

OSWALD MATHIAS UNGERS

Ces facteurs sont : le site, le programme et l'aspect architectural.

-**Le contexte** : c'est les potentialités du site et ses contraintes.

-**Le programme architectural** : c'est les fonctions et les activités déterminantes dans l'espace.

-**L'aspect architectural** : c'est le langage et le mouvement conceptuel. Nous devons donc établir des principes et concepts, qui constitueront la base et la fondation de la conception.

#### IV 1. 1-Le site Choix de l'assiette d'intervention

Le choix est basé sur l'ensemble des critères. En premier lieu une situation au milieu d'un quartier résidentiel qui favorise un marché domicile des élèves, et assure les conditions de sécurité sanitaire avec l'absence des activités nuisibles par la santé des élèves, en plus des conditions de confort acoustique et olfactif, et d'autres critères concernant le terrain lui-même.

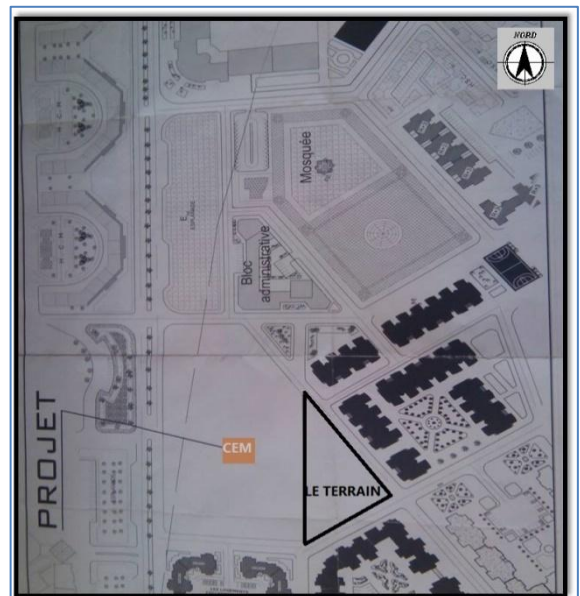


Figure 67 : plan de masse

### IV 1. 2Le terrain

Le terrain d'intervention sous forme triangulaire.

L'accessibilité au terrain se fait par deux axes mécaniques qui limitent le terrain aux côtés Sud-Est et Nord-Est.

### IV 1.3-Le programme

Suivant les exigences du programme de l'école primaire on distingue les entités suivantes :

a- locaux d'enseignement et d'apprentissage.

b- locaux administratifs.

c- locaux des services communs.

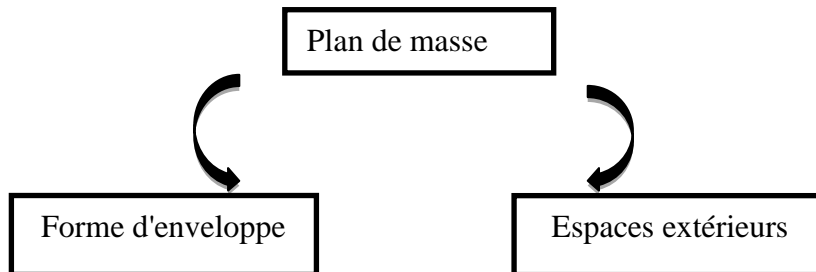
d- les espaces extérieurs.

### - Concepts Architecturaux :

- ✓ Concept de continuité: Elle assure la relation de l'équipement avec son environnement à travers ses différents accès (piétons et mécaniques) et les relations fonctionnelles entre les entités.
- ✓ Concept de lumière : Pour un meilleur éclairage naturel et avoir un gain de rayonnement solaire pour le réchauffement des espaces par des baies vitrées ou un éclairage zénithal.  
« La lumière et l'ombre sont les haut-parleurs de cette architecture de vérité, de calme et de force » Le Corbusier et la méditerranée.
- ✓ Concept de hiérarchie : il faut créer une hiérarchie entre les espaces de telle manière que chaque catégorie trouve sa place dans le projet. La hiérarchie sera utilisée aussi bien sur plan formel, que fonctionnel ; à la fois par la distinction des volumes, et par l'organisation des espaces suivant un schéma cohérent, allant du public vers le privé.
- ✓ Concept de compacité : concept bioclimatique afin de réduire les déperditions énergétiques.
- ✓ Concept de flexibilité spatiale : C'est la possibilité d'organiser des espaces selon l'évolution et le déroulement des activités, et ainsi possibilité d'extension et de modification des espaces d'exposition. Ces espaces sont indépendants de la structure de support.

### IV2. Matérialisation de l'idée du projet

#### IV2.1 Conception du plan de masse :



#### IV2.1.A.L'enveloppe

La conception passe par les étapes suivantes :

##### a- Le zonage

La localisation de chaque partie soumit à des conditions concernant par la nature de son activité qu'il demande certaines conditions spécifiques oblige une réorganisation sur le plan spatial.

En premier lieu, on a déterminé les accès principaux du projet :

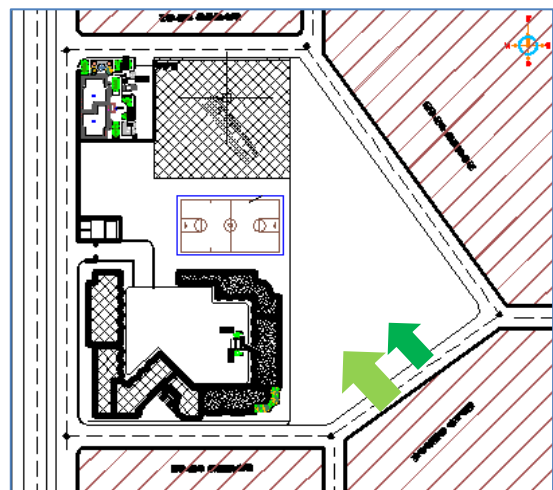
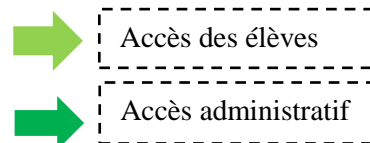


Figure 68: plan de masse et

L'accès des élèves et l'accès individuel (accès administratif).



On préfère la proximité des deux accès pour faciliter le contrôle.

L'installation de l'entrée des élèves soumit à deux facteurs essentiels : le flux (les élèves) et la sécurité routière.

Donc, selon les deux conditions précédentes, on a d'installer l'accès aux côtés Sud-est (accessibilité facile pour les élèves et éloigner par rapport le point de convergence des axes mécaniques).

Deuxièmes, l'implantation des différentes parties du projet : en prendre en compte la hiérarchisation de différentes parties.

\* La partie administrative : c'est la partie d'accueil qui nécessite un accès direct depuis l'extérieur.

\* La partie d'enseignement et d'apprentissage

(Primaire et maternelle) :

Les deux parties sont séparées ; la partie maternelle en proximité de l'administration pour le contrôle et

La partie primaire dans un endroit plus intime et

Calme.

La partie de service commun : c'est la partie

D'articulation entre la partie maternelle et primaire

et se représenter essentiellement dans le réfectoire,

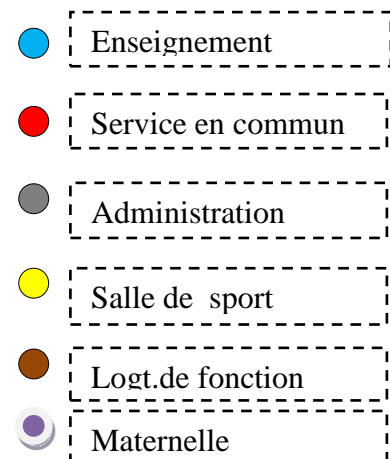
Sauf la salle de sports qui a été placée en endroit loin par

rapport les salles d'enseignements, et pour le logement de fonction a été éloigné totalement par rapport la vie scolaire, pour préserver son intimité.

Concernant l'amphithéâtre a été l'intégrer à l'étage de partie maternelle qu'il permet une relation directe avec le hall d'accueil pour l'évacuation du flux direct à l'extérieur.



Figure69 : plan de site et grand entité



### IV2.1.B. l'aspect formel

La Conception est basée sur l'enveloppe compacte.

Les différentes parties sont regroupées autour la cour, qu'il présente l'élément vivant de la vie scolaire (organisation centrale). ce qu'il permet de protéger la cour des vents dominant venant du côté Nord-Est.



La composition se fait selon 03 axes :

L'axe Nord- Sud; orientation favorable

Pour la partie qui abrite les salles d'enseignement et d'éducation, avec une orientation intérieure vers la cour (côté sud) et orientation nord sur le jardin potager et ça permet de préserver l'intimité des salles. Cette partie de gabarit R+1

L'axe Est -Ouest ; cette partie pour les locaux de service en commun (réfectoire) avec une partie qu'il forme un prolongement pour la partie d'enseignement.

L'axe Sud-Est / Nord-Ouest ; orientation favorable.

Cette partie (maternelle, administration, salle de sport), est allongée sur l'axe mécanique aux côtés Sud-Est avec une forme curviligne afin de maximiser l'apport solaire passive (en suivant la trajectoire du soleil).

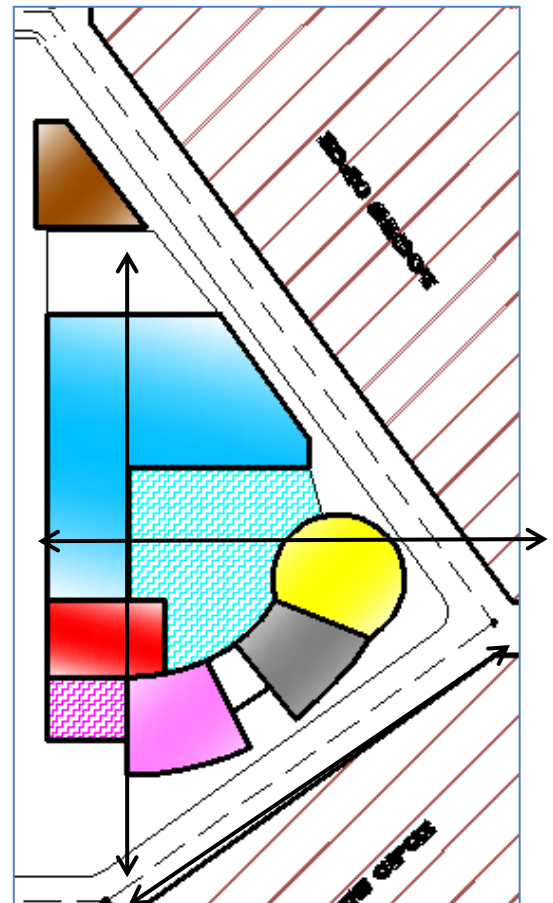


Figure 70 : volumétrie final

Un parvis a été créé pour l'entrée des élèves et l'entrée administrative.

Une cour spéciale pour la maternelle avec l'entrée.

La fermeture de cette partie se fait par la salle de sport de forme circulaire dynamique qui représente l'effet vital et énergétique de sport.

L'amphithéâtre a été intégral à l'étage.

L'amphi de forme trapézoïde (relation forme-fonction).

### IV 2.1.C. Conception des espaces extérieurs

- Le parvis d'entrée :

Un retrait pour marquer l'entrée (il abrite l'entrée des élèves et l'entrée individuelle), permet une évacuation des élèves en toute sécurité.

- Création d'un axe mécanique de service pour le réfectoire et la bibliothèque.
- Aire de stationnement : pour les bus scolaires et les véhicules.
- La végétation : L'espace vert, c'est un élément très important pour améliorer l'espace extérieur, en plus rafraîchir l'air et l'ombrage.

Axe mécanique

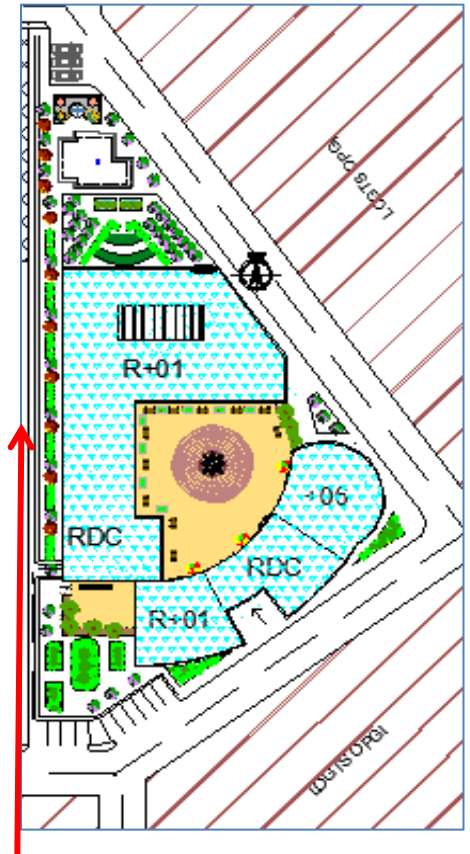


Figure 71 : plan de masse

## IV3. Matérialisation de l'organisation interne des espaces du projet

### IV 3.1 Dimension Fonctionnelle

Selon les concepts de la hiérarchisation des espaces trois types d'espaces :

Espaces identitaires : les espaces qui caractérisent le projet (activité mère d'une fonction donnée).

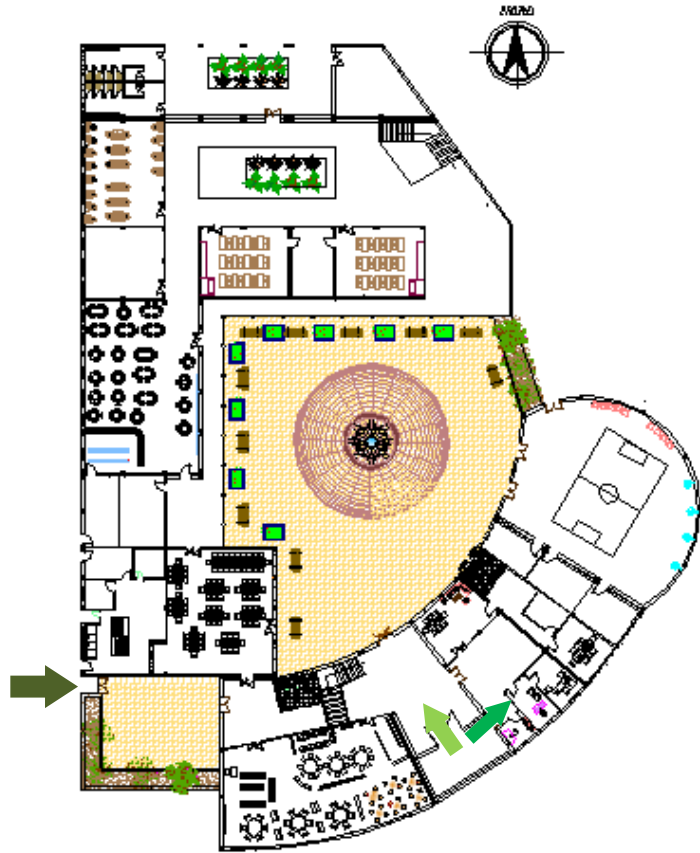
Espaces de convergence: espaces servants de l'espace identifiés.

Espaces de support: espace qui complète les deux premiers.

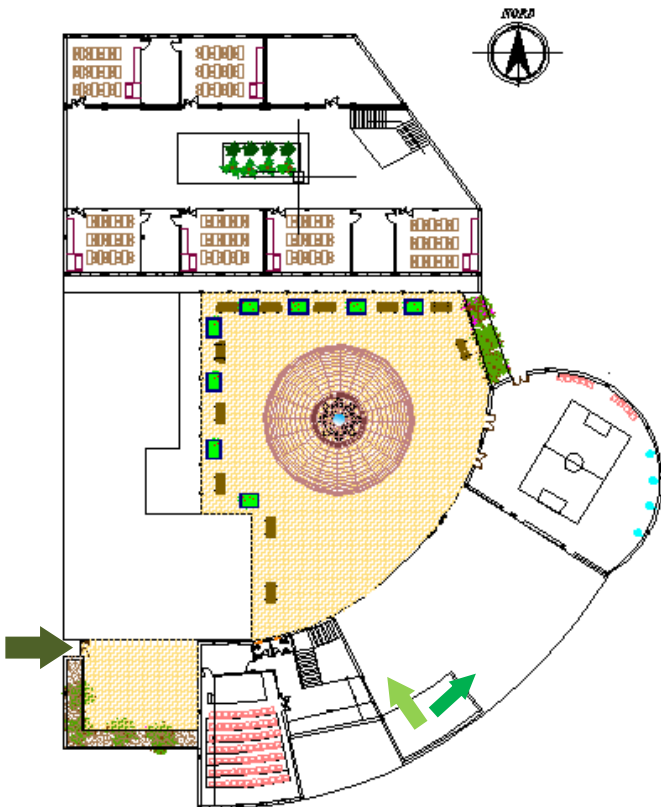
### IV3.2 Présentation des plans

PLAN DE RDC









- ➔ Accès des élèves
- ➔ Accès administratif
- ➔ Entrée de maternelle



PLAN ETAGE



### IV3.2.A. Partie administratif

-  Hall de distribution
-  Bureau de directeur
-  Bureau de secrétariat
-  Salle de réunion
-  Archive
-  Salle des enseignants
-  Loge de gardien
-  Sanitair

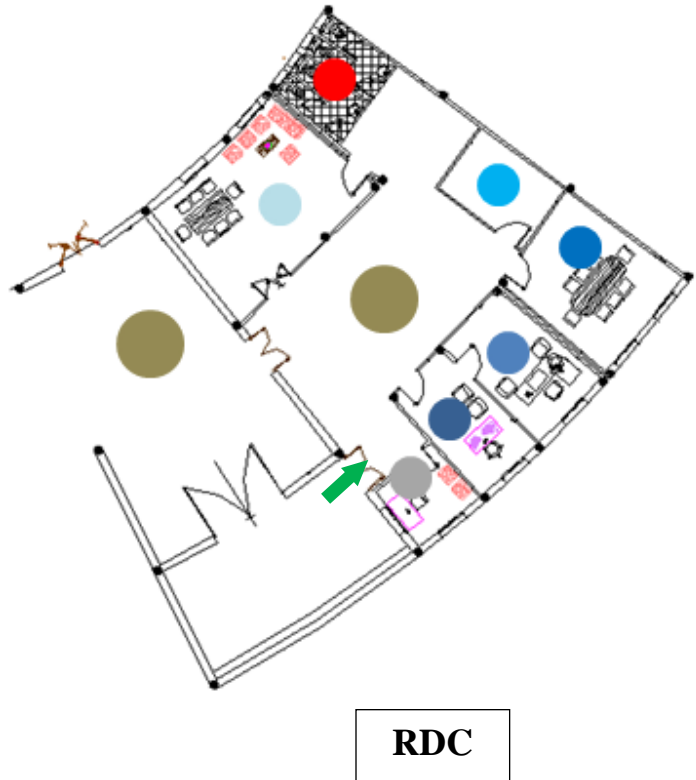


Figure72 : plan d'administration

#### Entrée administrative

- L'entrée administrative à partir le parvis.
- L'accessibilité aux autres parties de l'école est assurée par une porte intérieure.
- Les espaces sont regroupées autour le hall.
- La localisation de l'ensemble de ces espaces se fait selon la relation fonctionnelle entre eux.
- La salle d'enseignants est donnante sur la cour pour assurer le contrôle des élèves.

### 3.2.b. Partie maternelle

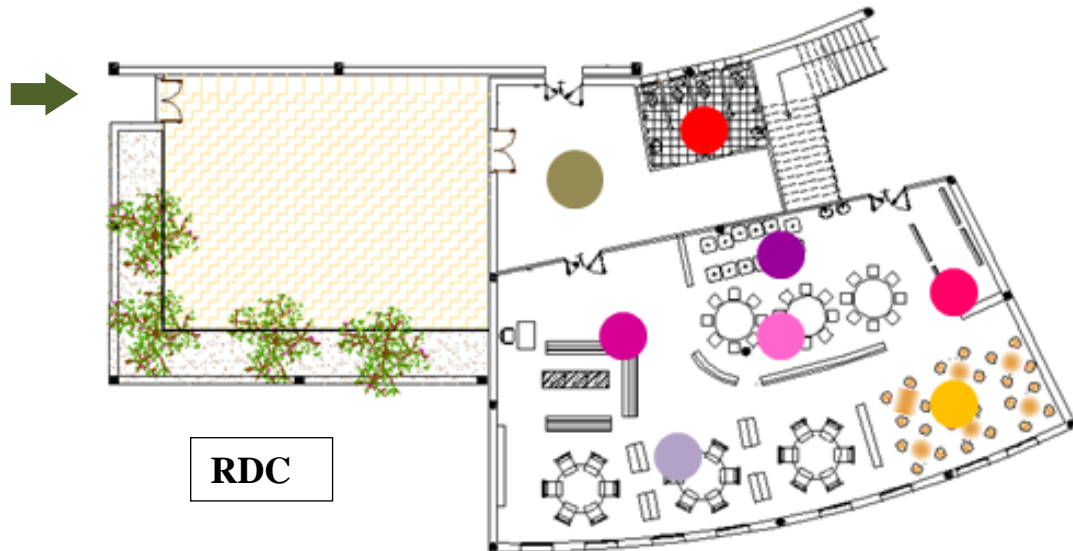
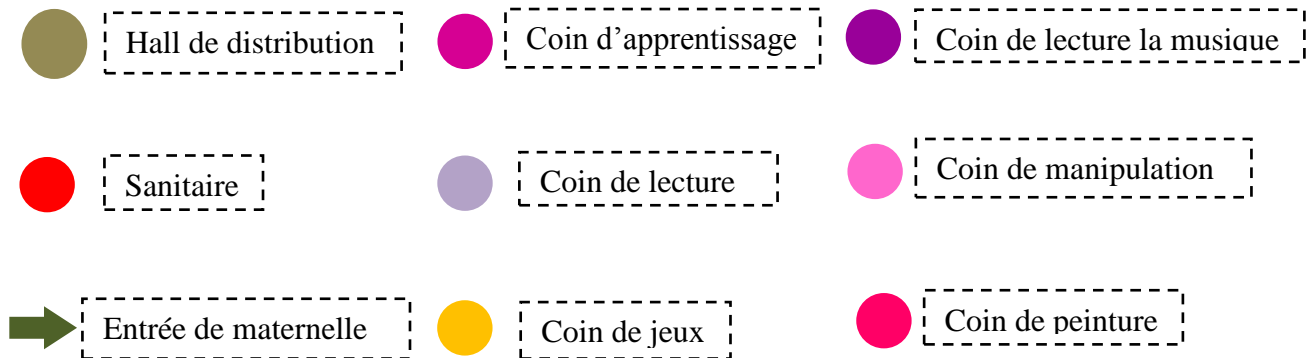


Figure 73 : plan et bloc maternelle



-l'accès à la maternelle est assuré par une entrée spéciale à travers la cour.





-une grande salle maternelle où elle regroupe tous les activités (enseignement, lecture, jeu, peinture), pour minimiser le déplacement.

-l'ensemble des activités sont organisées sous des coins.

- les séparations entre les différents coins se font par les meubles (les rangées).

-un accès au réfectoire à partir le hall qu'il permet aux enfants de prendre leurs repas facilement.

- des sanitaires à proximité avec des conditions adéquates aux petits enfants.

-  Amphithéâtre
-  Loge
-  Hall de distribution
-  Sanitaire

-l'accès à l'amphithéâtre se fait à partir le hall d'entrée principale de l'école.

-un hall à l'étage permet d'exposition temporaire des travaux des enfants.

- l'amphi de 70 places, est accompli par une loge et des toilettes.

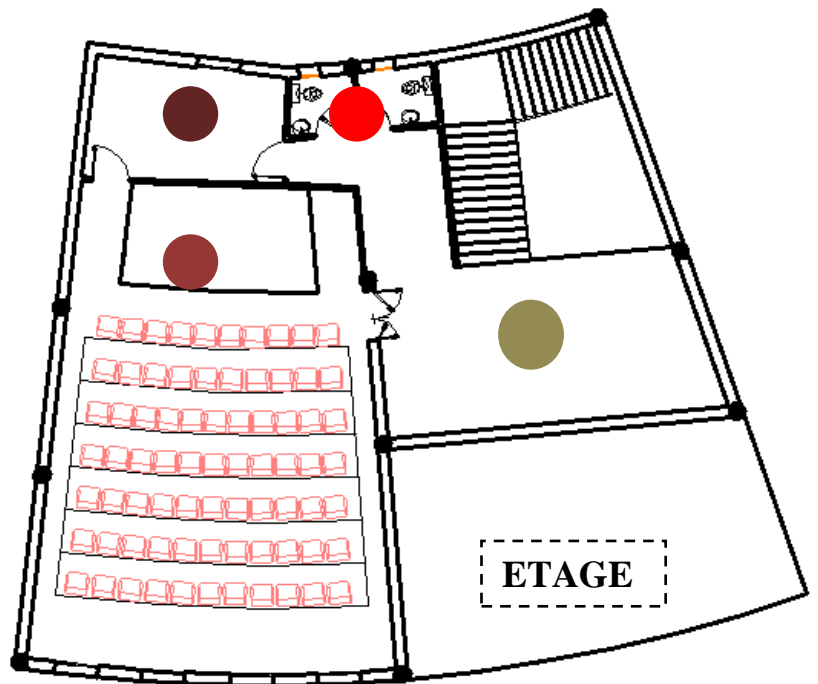




Figure 74 : plan d'étage

### IV3.2.c. Les locaux de primaire

-  Salle de classe
-  Atelie
-  Salle d'art
-  Salle de lecture
-  Salle d'informatique
-  Dépôt de bibliothèque
-  Dépôt général

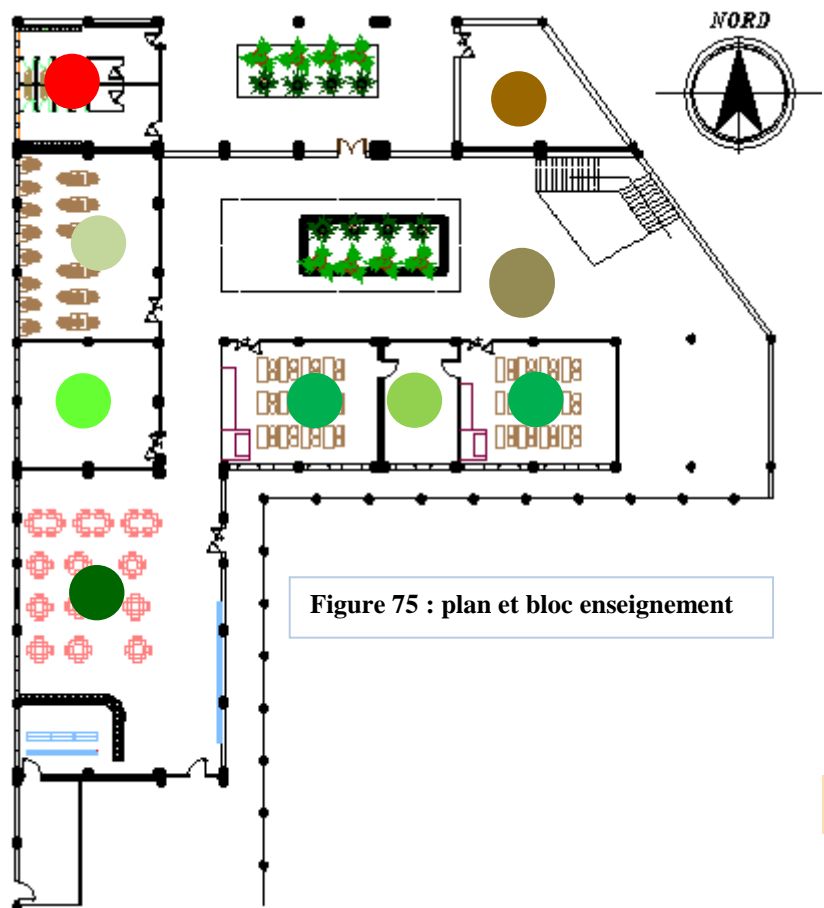
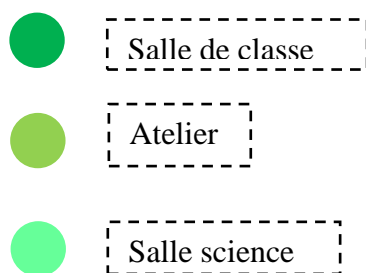
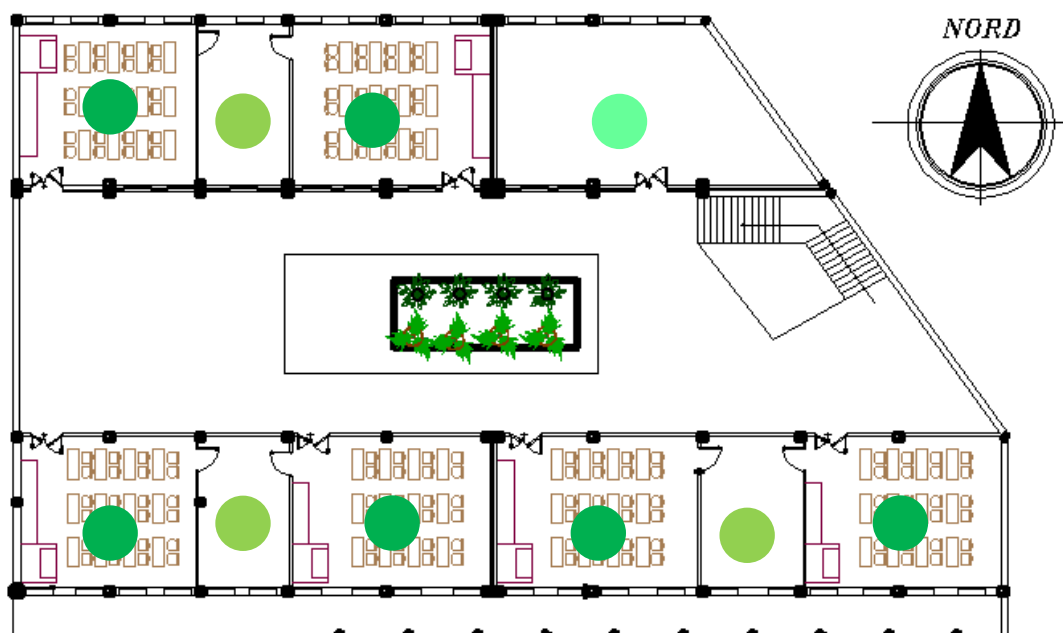


Figure 75 : plan et bloc enseignement

- L'accès à cette partie se fait par un grand hall qu'il regroupe toutes les salles d'enseignement et d'éducation, pour assurer la fluidité de circulation des élèves.
- Au rez-chaussé, il y a 2 salles de classe pour les niveaux premiers année avec un petit atelier comme espace commun entre eux, en plus les locaux d'éducation (en juxtaposition).
- l'accès au jardin potager à travers le hall avec un sas qui abrite les sanitaires et le dépôt général.
- à l'étage ; le hall regroupe les salles de classe avec des ateliers communs entre chaque deux salles, et une salle scientifique.
- pour assurer l'éclairage des salles de côté nord ; un atrium surmonte le hall permet un éclairage des salles de côté Sud.

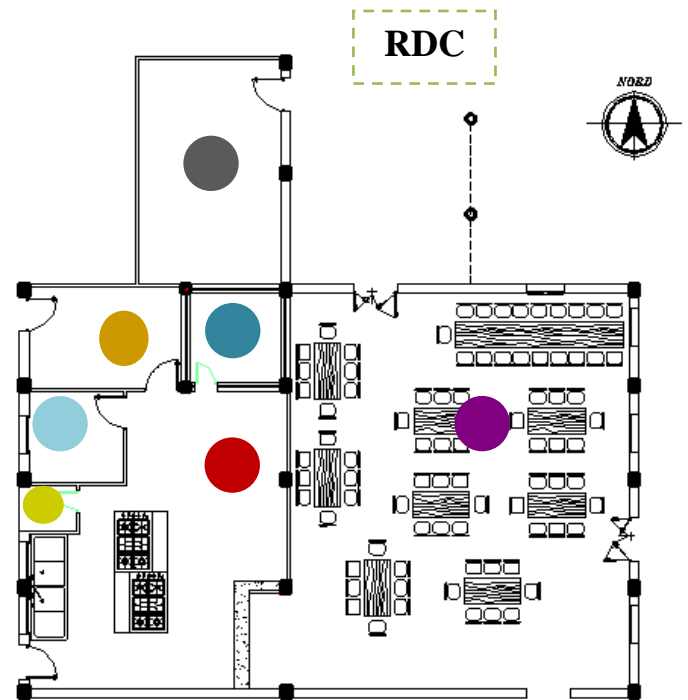


**ETAGE**

Figure 76 : plan bloc d'enseignement étage

### IV3.2.d. Partie de service

- Réfectoire
- La cuisine
- Bureau gestionnaire
- Dépôt
- Chambre froide
- Local de poubelle
- Locaux techniques

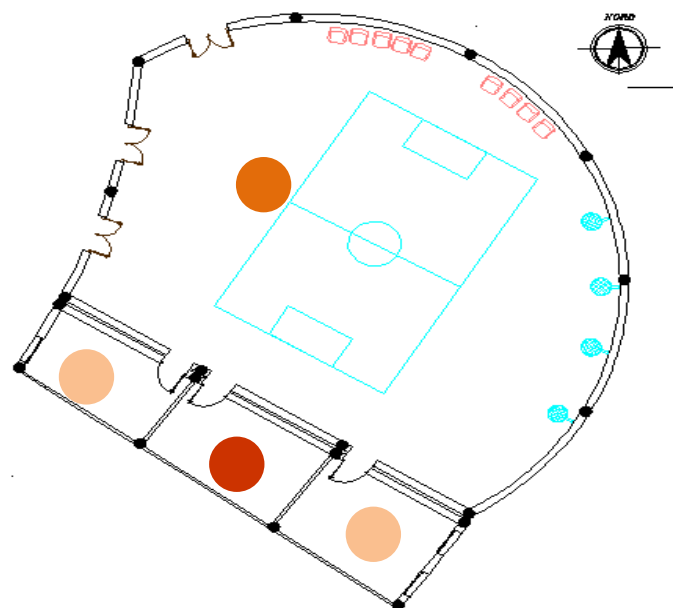


Figures77 : plan bloc de service

- Pour la salle principale a 3 accès (un e pour la maternelle et l'autre pour le primaire afin d'évacuer facilement les élèves).
- Un accès direct depuis l'extérieur pour la cuisine et ces annexes.

### IV3.2.E. Salles de sport

- Salle de sport
- Vestiaires F/ G
- Rangement les affaire de sport



- On a deux accès intérieurs depuis la cour et un accès depuis l'extérieur.

### IV.4. Conception des façades et résultat formel du projet :

La façade principale (sud-est) : l'élément principal c'est l'entrée (un parvis couvert par plate-forme métallique qui assure la protection contre les intempéries.

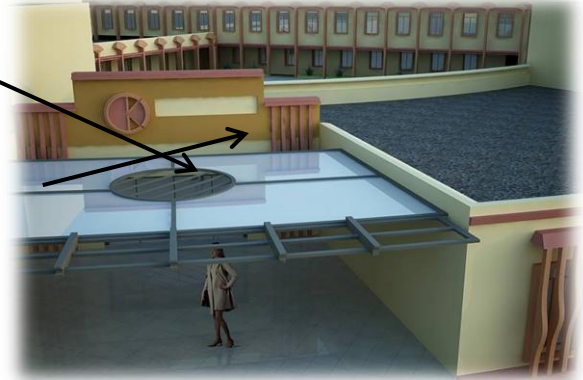
L'utilisation d'un logo pour l'école où il représente une idée philosophie ;( le savoir c'est le bateau de NOUH).

Le rapport plein /vide : pour un climat chaud, on a réduit la surface vitrée mais de façon assurer l'éclairage et le captage des rayons solaires suffisants.

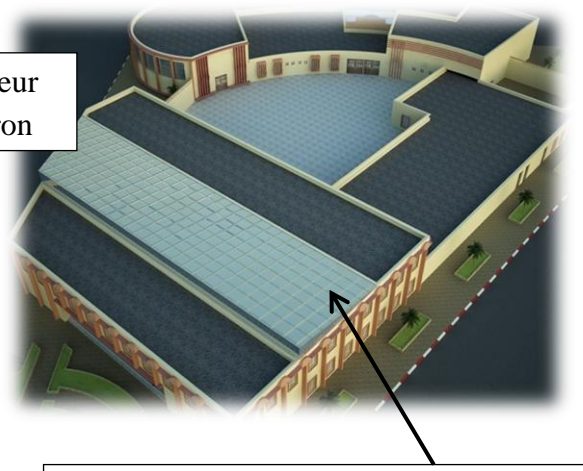
Les éléments de protection solaire : sont des éléments verticaux et horizontaux en maçonnerie

Un grade surface vitrée pour la salle de sports protégés par Les brise-soleil verticaux (côtéEst)

Figure78 : façades de projet



Couleur marron



Des brise-soleils verticaux sont disposés de façon protégée l'intimité des espaces intérieurs.

Surface vitrée pour l'éclairage (atrium) Avec les panneaux photovoltaïques.

## Conclusion générale

Dans le cadre d'un projet scolaire durable dans un climat aride, on a d'essayer de concrétiser notre objectif "projet durable et de qualité d'apprentissage», en face l'ensemble des problématiques liées en premier lieu par les conditions climatiques et la disponibilité des matériaux de construction, donc on a suivi une stratégie qu'il base sur les principes de l'architecture bioclimatique qu'il utilise les données climatiques comme des outils de conception pour une construction intégrée avec ces facteurs afin d'assurer un confort intérieur.

Aussi avec la démarche HQE qu'il répond à un double objectif : améliorer le confort et la santé des usagers et limiter l'impact sur l'environnement, on a d'essayé tout a long de travail d'intégrer les dimensions disponibles aux différents niveaux : de construction, gestion de l'énergie, gestion de l'eau, gestion des déchets, et au niveau de l'environnement intérieur pour assurer une ambiance intérieure confortable.

Sans oublier la dimension éducative où on a intégré des espaces extrascolaires (maternelle, salle polyvalente, jardin potager), pour une école agréable à vivre, aérée, ornée d'arbres, avec un nouvel esprit.

À travers ce projet, on a su l'importance de l'architecture et son influence sur la qualité de l'apprentissage et qu'il doit la mise en considération par le développement afin l'adapte aux besoins aujourd'hui des enfants ou bien des élèves.

Enfin, nous espérons que nous réussissons avec nos différents choix pour concrétiser l'objectif « un projet scolaire durable et de qualité d'apprentissage ».

**Résumé**

Le confort thermique constitue une demande reconnue et justifié dans le bâtiment public du fait de son impact sur la qualité des ambiances thermiques intérieures ; il est donc considéré comme un élément important de la qualité globale d'usage de ce type de bâtiments. Ce confort ne peut être assuré que par l'optimisation de l'isolation thermique, du critère de l'inertie thermique et bien sur la prise en considération des paramètres de l'architecture bioclimatique lors de sa conception.

Par une évaluation du point de vue confort thermique et énergétique, d un classe dans notre bâtiment scolaire.

**Summary**

Thermal comfort is a request accepted and justified in the public building because of its impact on the quality of indoor thermal environment; therefore it is considered as an important part of the overall quality of use of such buildings. It can only be achieved by optimizing the thermal insulation of the criterion of thermal inertia and of course taking into account the parameters of bioclimatic architecture in the design stage.

By an assessment in terms of thermal comfort and energy of a class room in our project.

**ملخص**

إن الراحة الحرارية أمر مطلوب و مبرر في البناء العام و هذا راجع إلى أثره على نوعية الراحة الحرارية الداخلية و بالتالي فهو يعتبر جزءا هاما في استخدام هذا النوع من المباني لا يمكن أن تتحقق هذه الراحة إلا عن طريق استعمال العزل الحراري الأخذ بعين الاعتبار الطاقة الكامنة الحرارية و بالطبع الأخذ بمعايير الهندسة المحترمة للبيئة في مرحلة التصميم و لتقييم قسم من مشروعنا المأخوذ كدراسة تطبيقية و يهدف إلى دراسة الراحة الحرارية من خلال مواد البناء

## **1-Introduction**

**Pour quoi on fait l'isolation ?**

**De nombreuses raisons d'isoler notre bâtiment :**

L'isolation thermique permet à la fois de réduire nos consommations d'énergie de chauffage et ou de climatisation et d'accroître notre confort. Mais ce n'est pas tout : l'isolation est également Bénéfique pour l'environnement car, en réduisant les consommations, elle permet de préserver les ressources énergétiques et de limiter les émissions de gaz à effet de serre.

Ainsi, l'isolation thermique est intéressante en termes de protection de l'environnement, de confort et d'économies financières.

Une maison bien isolée vieillit mieux et nécessite moins de travaux d'entretien. En effet, l'isolation, avec une ventilation Efficace, supprime les risques de condensation qui causent souvent de nombreux désordres (peinture, huisserie...). De plus, elle offre un meilleur confort et une meilleure qualité de vie.

## **2-Problématique**

Notre travail s'inscrit dans une optique globale de recherche sur l'amélioration de l'aspect qualitatif, notamment le confort thermique dans les bâtiments publics et particulièrement les bâtiments d'enseignements. A travers cette recherche, nous allons essayer de répondre aux préoccupations suivantes :

Comment fait une base essentielle du confort thermique? Et comment l'appliquer ?

Quelles sont les stratégies de conception à adopter, les dispositifs architecturaux à utiliser pour assurer le confort thermique à l'intérieur du bâtiment?

## **3-Hypothèses**

**On l'applique :**

Avec 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 édifices à caractère public

Avec la stratégie d'hiver conserver qui pratique une meilleure isolation de l'enveloppe en prend en considération :

- Les matériaux
- Les ponts thermiques
- Les ouvertures
- Et la stratégie de capter qui exploite les rayons solaires en hiver et recueillir l'énergie et le transformer appliqué par des systèmes comme

Les serres et vérandas      mur trombe      façade double peaux

L'isolation transparente      les capteurs solaires      les capteurs à air

- Et la stratégie de stocker qui applique par capacité d'accumulation des matériaux avec le bon choix d'inertie thermique des matériaux
- la bonne distribution de la chaleur par des systèmes comme la thermo circulation

On va préciser sur les plus utilisables à toutes les régions

#### **4-Objectifs**

pour objectif de chercher les stratégies de conception à adopter, les dispositifs architecturaux à utiliser pour assurer un niveau de confort thermique acceptable en étudiant l'influence de l'enveloppe du bâtiment sur les ambiances intérieures et comment intégrer le concept bioclimatique afin d'apporter des solutions aux exigences du confort thermique

#### **5-Méthodologie de la recherche**

Mon travail est composé d'un chapitre introductif et de trois parties :

-Le chapitre introductif comporte la problématique, les hypothèses, l'objectif.

-Le premier chapitre, il découle d'une recherche bibliographique sur le confort thermique et est réparti en deux grands titres Les bases de conception d'ensemble Et Les bases de conception de détail.

-Le deuxième chapitre, intègre les normes de confort et les solutions adoptées selon le diagramme de bioclimatisme.

-Le troisième chapitre pratique, intègre la simulation d'une classe de notre projet afin d'obtenir les performances des matériaux d'isolations en comparaison d'une classe référençait non isolée.

Et une conclusion partielle de chaque partie.

**I.1-Introduction**

**I.1 .A- Le confort thermique dans l’approche de l’architecture bioclimatique**

Architecture Bioclimatique est basée sur la recherche d’une stratégie de réconciliation entre la forme, la matière et l’énergie ».

Cette architecture permet de réduire les besoins énergétiques et de créer un climat de bien-être dans les locaux avec des températures agréables, une humidité contrôlée et un éclairage naturel abondant. Ces principes sont sur un choix judicieux de la forme du bâtiment, de son implantation, de la disposition des espaces, des matériaux utilisés et de l’orientation en fonction des particularités du site : climat, vents dominants, qualité du sol, topographie, ensoleillement et vues. Nous présentons d’abord les bases de conception d’ensemble qui conditionnent le choix d’un parti architectural, pour ensuite nous intéresser aux bases de détail.

**I.2-Les bases de conception d’ensemble**

**I.2.1.La localisation du bâtiment**

Pour David Wright ; le processus de conception des bâtiments bioclimatiques, consiste en la recherche d’une méthode de création qui intègre tous les éléments importants de l’environnement, du site et du climat que nous résumons dans le tableau

Environnement	Climat	Autre
type de région	L’enseillement	Le contexte urbain
nature de sol	Température	Législation
végétation	Type de temps	Matériaux locaux
profil du terrain	Luminosité	Eau, gaz, électricité
altitude et la latitude	Précipitations	Alimentation en
vue	Humidité	eaux...etc.
bruit	Vent .....etc.	
.....etc.		

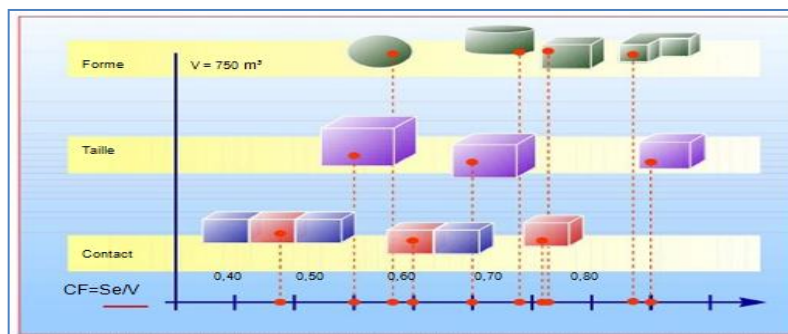
**Tableau 01 : principe localisation de bâtiment**

Une bonne implantation recherche à bénéficier au maximum :

- De protections naturelles au vent et au soleil estival par la topographie du terrain Naturel et la végétation existante ;
- De l’enseillement hivernal en évitant les masques portés par la végétation, le relief et L’environnement bâti.

### I.2.2. La forme et la compacité

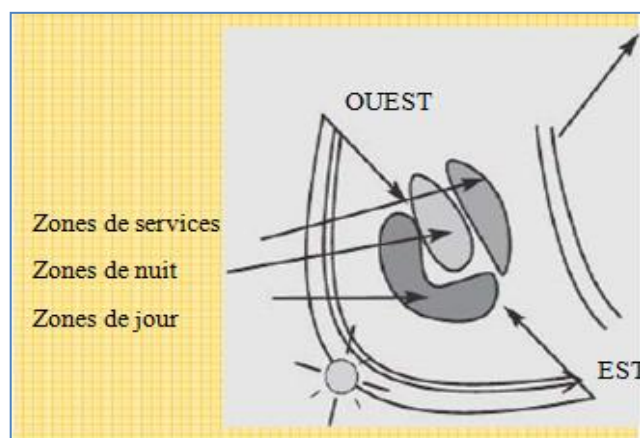
La compacité d'un bâtiment ou le coefficient de forme (Cf.) est défini comme le rapport entre la surface de déperdition de l'enveloppe extérieure et le volume habitable ( $m^2/m^3$ ). Il indique le degré d'exposition du bâtiment aux conditions climatiques ambiantes. Plus la surface de déperditions est grande, plus les pertes de chaleur augmentent, Une forme compacte est souhaitable pour réduire le coût du confort thermique pour le chauffage et la climatisation du bâtiment, mais un bâtiment hyper compact n'est pas souhaitable du point de vue architectural et éclairage naturelle, donc un compromis doit être trouvé lors de la conception du projet.



**Figure79: Impact de la forme, la taille et la proximité sur la compacité**

### I.2.3. L'organisation intérieure

L'élaboration de zoning climatique permet suivant le type d'activité et le taux de fréquentation de l'espace de disposer les espaces suivant les besoins énergétique. Suivant que l'espace est chauffée, chauffant ou tampon, cela permet de réduire les besoins calorifique et frigorifique des bâtiments et d'en augmenter le confort.



**Figure80 : principes du zonage thermique**

### I.2.4.L'orientation

Le choix d'une orientation est soumis sous :

La vue, dans différentes directions, la position du bâtiment par rapport aux voies, la topographie du site, la position des sources de nuisances, le rayonnement solaire et ses effets d'échauffement, ainsi que la ventilation en rapport avec la direction des vents dominants

#### I.2.4.A.L'orientation et l'ensoleillement

L'ensoleillement est caractérisé par la trajectoire du soleil et la durée de l'ensoleillement. Les conditions géométriques du système terre-soleil déterminent la position relative du soleil, qui est repéré par son azimut (c'est l'angle horizontal formé par un plan vertical passant par le soleil et sa hauteur angulaire (c'est l'angle que fait la direction du soleil avec le plan de l'horizon)

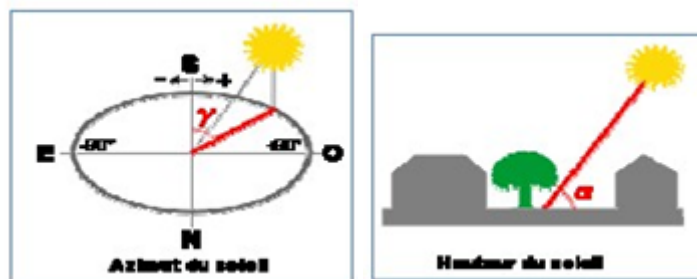


Figure81 : azimute du soleil

Au plan énergétique, l'orientation d'une paroi par rapport au rayonnement solaire influe sur l'énergie solaire incidente, Le tableau ci-dessous donne les pourcentages de rayonnement intercepté par une surface en fonction de l'angle d'incidence

Angle d'incidence (en degré)	Rayonnement intercepté (en pourcentage)
0	100.0
5	99.6
10	98.5
15	96.5
20	94.0
25	90.6
30	86.6
35	81.9
40	76.6
45	70.7
50	64.3
55	57.4
60	50.0
65	42.3
70	34.2
75	25.8
80	17.4
85	8.7
90	0.0

a : angle d'incidence  
b : hauteur angulaire

Tableau82 : Pourcentage du rayonnement

### I.2.5.L'enseiement et les revêtements extérieurs de l'enveloppe

on devrait choisir des qualités de revêtement où des couleurs de parois opaques dans des gammes qui atténuent les gains solaires (facteur d'absorption faible) et favorisent l'émission de chaleur par rayonnement infrarouge (facteur d'émission élevé). Pour limiter la surchauffe, seul le revêtement des faces exposées au soleil est sensible.

La figure II.389 qui suit, donne le coefficient d'absorption pour différents matériaux et différentes couleurs.

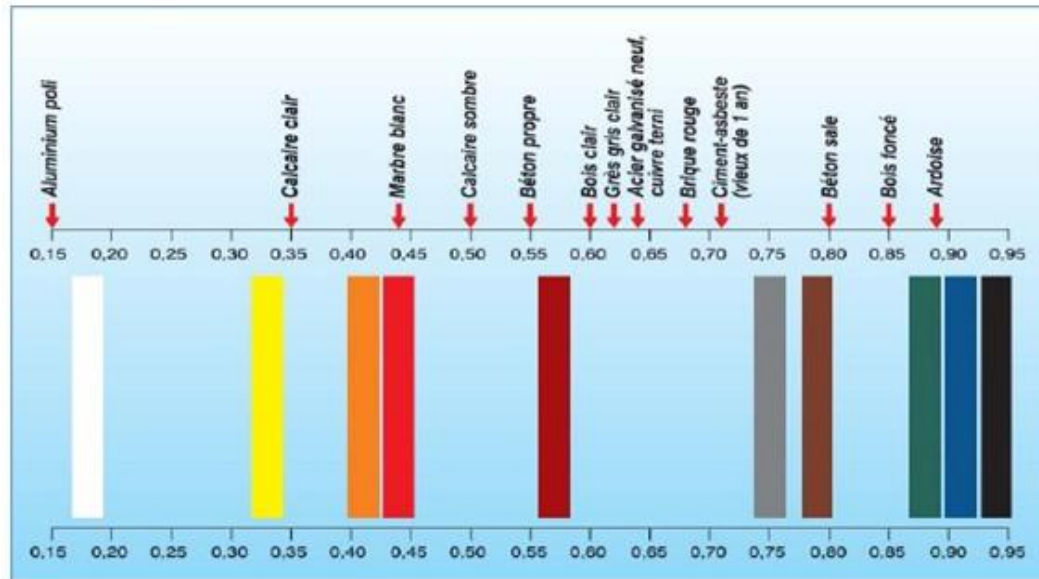


Figure83 : Coefficients d'absorption pour différents matériaux et couleurs

### I.2.6. Les protections solaires

La protection solaire des parois vitrées peut se faire à la fois par le vitrage lui-même (caractérisé notamment par son facteur solaire, FS) et par les différentes protections, Extérieures ou intérieures, fixes ou mobiles, et aussi les baies doit être conçue en fonction de leur orientation que l'on peut leur associer.

La conception des protections solaires doit répondre à une multiplicité d'objectifs : la limitation des surchauffes et de l'éblouissement ainsi que la gestion de l'éclairage naturel dans les pièces. Elle peut également contribuer à l'intimité des occupants et l'esthétique de la façade. De nombreux types de dispositifs de protection solaire existent, ils peuvent être structurales, fixes (porche, véranda, brise soleil) ou appliquées, mobiles (stores, persiennes volets...), extérieurs ou intérieurs, verticaux ou horizontaux. Ils peuvent aussi être liés à l'environnement comme la végétation. L'efficacité des protections solaires est fonction de sa typologie, de son orientation et la période de l'année.

### I.2.6.A. Les protections fixes



Photos84 : Différents Types de protections

### I.2.6.B. Les protections mobiles



Figure 85: protections solaires extérieurs mobiles

### I.2.6.C. Les protections intérieures mobiles

Protections intérieures laissent en effet pénétrer le soleil dans la pièce, bénéficiant ainsi des apports solaires en hiver, mais elles ne sont pas très efficaces en été, puisque ce rayonnement solaire se transforme après en chaleur

### I.2.6.D. La protection végétale



Figure 86 : La végétation à feuillage caduc comme protection solaire  
Terrasse avec Pergolas en Hiver Terrasse avec Pergolas en été

### I.3-Les bases de conception de détail

#### La stratégie d hiver conservé

##### I.3.1. L isolation de l enveloppe

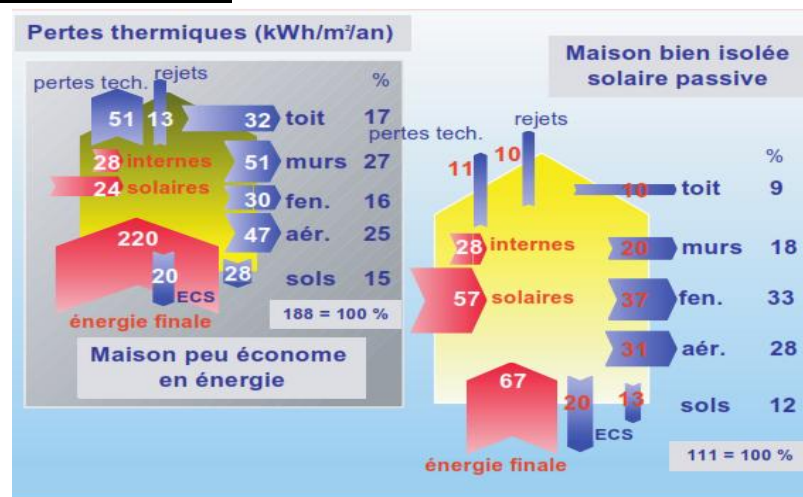


Figure 87 : déperdition de l'enveloppe

##### I.3.2. Les matériaux

Les matériaux conventionnels et les matériaux bio-sources peuvent être utilisés dans le cadre de la RT.

- Il faut privilégier des matériaux bénéficiant de certifications ( La certification et le DPE diagnostique de performance énergétique:...).
- Il faut respecter les techniques de mise en œuvre définis par les règles professionnelles.

**I.3.2. A. Qualité des isolants thermiques :**

- Conductivité thermique
- Résistance mécanique (traction et compression)
- Etanchéité à l'air
- Résistance à la diffusion de vapeur d'eau
- Faible absorption d'eau
- Stabilité dimensionnelle
- Résistance au feu
- Comportement à la chaleur
- Qualités acoustiques
- Prix

**I.3.2. B.L'inertie thermique**

L'inertie thermique d'un matériau mesure sa capacité à accumuler de la chaleur et à en différer la restitution après un certain temps : c'est le temps de déphasage.

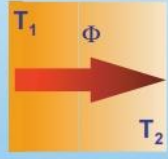
- si le matériau a une très « bonne » (valeur faible) diffusivité thermique, il atteindra cet équilibre au bout d'un temps long ;
- si le matériau a une très « mauvaise » (valeur élevée) diffusivité thermique, il atteindra cet équilibre au bout d'un temps bref.

### I.3.2. C. Des valeurs pour quelque matériau :

types	matériaux	Conductivité Thermique $\lambda$ W /m .K	Température De fusion $\square$ C	Résistance a la diffusion de vapeur comparativement a l'air	Protection contre les animaux et le micro organismes
Isolants minéraux	Laine de roche	0,036	1200	1a2	+
	Laine de verre	0,040	700	1a2	+
	Verre cellulaire	0,042	600	infinie	+
	Perlite expansé	0,050	120	5 a10	+
Mousses synthétiques	polyuréthane	0,025	120	50	-
	Polystyrène expansé	0,036	80	20a150	-
	Polystyrène extrudé	0,028	80	150 a300	-
végétaux	chanvre	0,040	120	1a2	+

Tableau03 : quelques matériaux isolants

	Conductivité thermique $\lambda$ des matériaux en W/m.K		
	sec	hum.	
Matériaux isolants	0,028		polyuréthane
	0,040		laine minérale, liège
	0,058		vermiculite
	0,065		perlite
Bois et dérivés	0,17	0,19	feuillus durs
	0,12	0,13	résineux
Maçonneries	0,27	0,41	bricks 700-1 000 kg/m <sup>3</sup>
	0,54	0,75	bricks 1 000-1 600 kg/m <sup>3</sup>
	0,90	1,1	bricks 1 600-2 100 kg/m <sup>3</sup>
Verre	1,0	1,0	
Béton armé	1,7	2,2	
Pierres naturelles	1,40	1,69	tuft, pierre tendre
	2,91	3,49	granit, marbres
Métaux	45		acier
	203		aluminium
	384		cuivre



Valeurs de la conductivité thermique pour quelques matériaux du bâtiment.

Figure 88:valeurs de la conductivité des matériaux



		Brique	Parpaing béton	Béton Cellulaire
<b>Lambda (λ)</b>		0,40	2	0,16
	<b>Matériau</b>	20 cm	20 cm	20 cm
<b>RT 2012</b>	<b>Isolant</b>	21 cm	22 cm	18 cm
	<b>Ep. tot.</b>	41 cm	42 cm	38 cm

Figure89 : valeurs de lambda de maçonnerie

Les épaisseurs d'isolant sont calculées pour un isolant de lambda :  $y = 0.035W/m. °C$

**I.4. Les ponts thermiques :**

Les ponts thermiques sont des défauts dans l'enveloppe isolante, responsables de problèmes d'inconfort, de consommations supplémentaires et de dégradations dans le bâtiment.

**I.4.1. Les problèmes occasionnent par les ponts thermiques :**

Les moisissures se produisent la condensation qui est inesthétique et présentent un risque sanitaire et dégrade tous les états de surface peinture plafonnage. L'humidité engendrée par la condensation modifie les caractéristiques d'isolation de la paroi.

La perte de chaleur supplémentaire, considérée de manière relative pour un moyennement isolé constitue 10% des déperditions totales, par contre plus les défauts sont isolés, l'isolation induit des déperditions relatives jusqu'à 25% du total.

➤ **I.4.2. Types de pont thermique**

**I.4.3. Les ponts thermiques des liaisons**

Ils se trouvent à la jonction de deux parois de l'enveloppe du bâtiment.

**I.4.4. Les ponts thermiques intégrés**

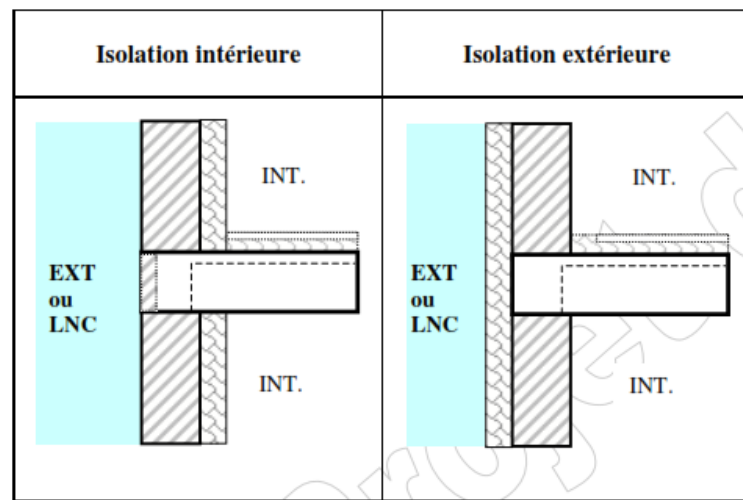
Ils se trouvent au niveau de la surface d'une paroi à chaque interruption ou

Dégradation de l'isolation thermique. Dans les parois maçonnées en pierre par

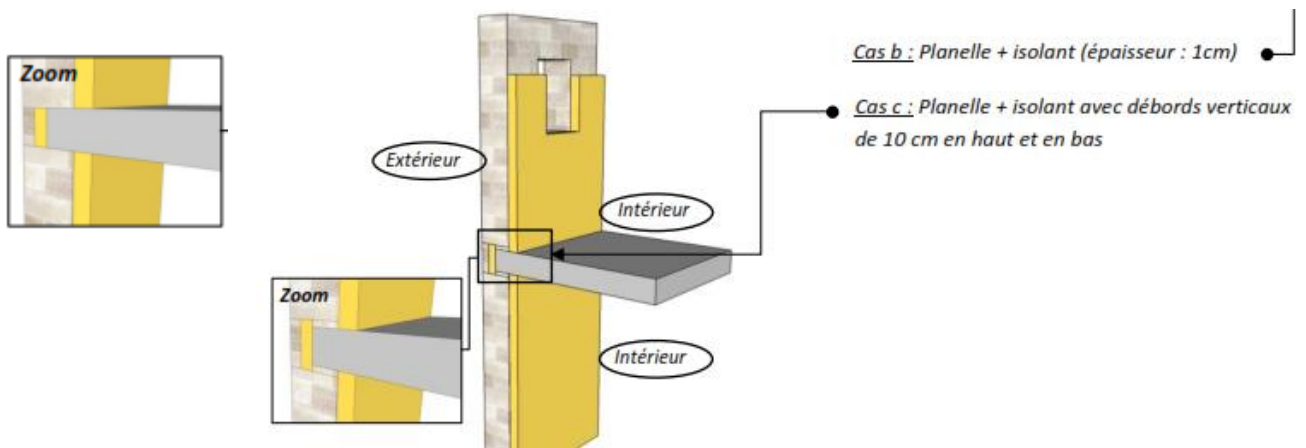
Exemple, ils se trouvent au niveau des joints de mortier.

**I.4.5. Liaison entre un mur en pierre et un plancher intermédiaire**

La planelle caractéristique de la maçonnerie en pierre naturelle constitue déjà un traitement du pont thermique (réduction d'environ 5% min. des déperditions thermiques)



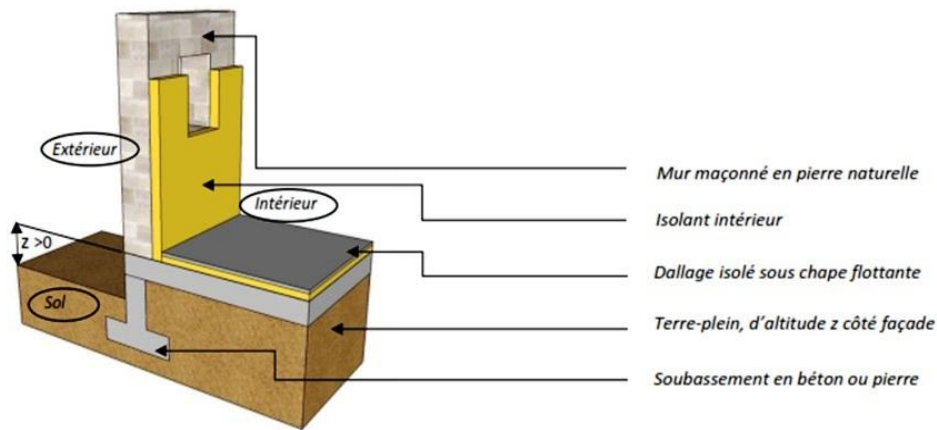
**Figure 90: planelle de planchers intermédiaire**



**Figure91 : schémas des deux liaisons étudiées entre Un mur en pierre isole par l'intérieur et un plancher entrevous et un plancher en béton plein**

**I.4.6. Liaison entre un mur en pierre et un plancher bas sur terre-plein**

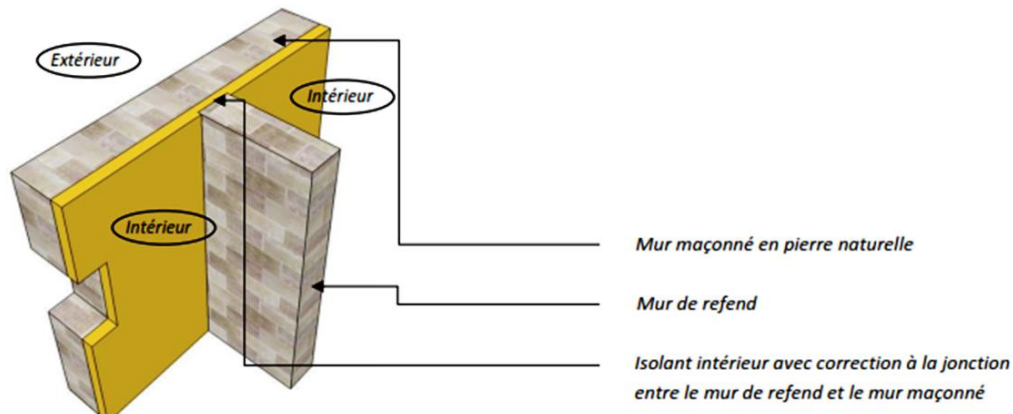
Le pont thermique peut être réduit par l'utilisation d'une chape flottante sur isolant. Le pont thermique est ainsi traité par la continuité de l'isolation entre le mur et le planche.



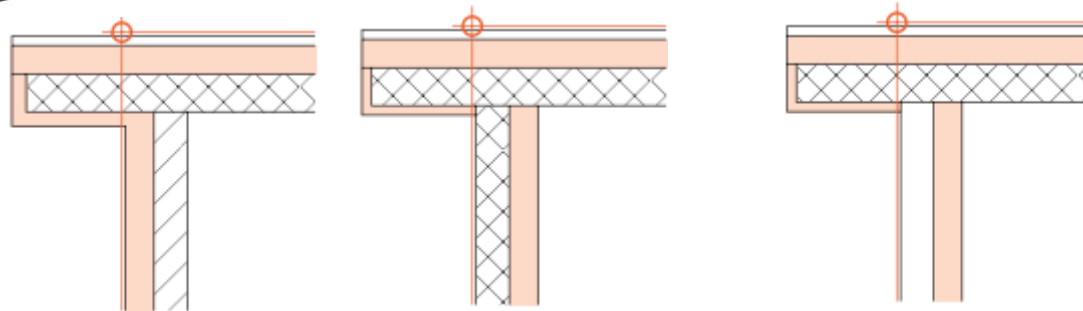
**Figure92 : schéma de la liaison entre un dallage en béton isole sous chape et un Soubassement en béton ou maçonnerie courante avec ou sans planelle**

**I.4.7. Liaison entre un mur en pierre et un refend**

Le pont thermique peut être traité par l'ajout d'un isolant thermique disposé entre le refend et le mur. La continuité de l'isolant assure ainsi un traitement efficace du pont thermique.



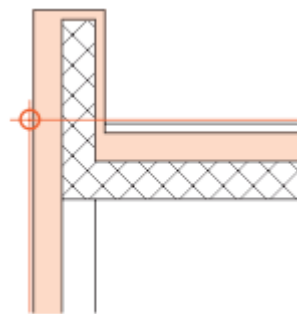
**Figure 93 : schéma de la liaison entre un mur en maçonnerie courante et un Refend en maçonnerie courante avec correction par un isolant de résistance R**



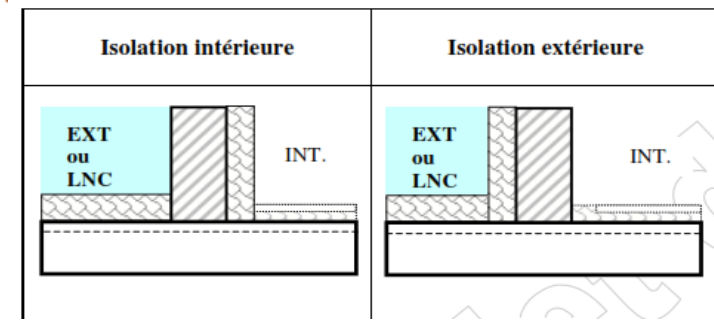
Isolé, façade avec isolation extérieure.

Isolé, mur en béton armé.

Isolé, mur en brique.



Béton armé isolé, façade avec isolation extérieure



Plancher haut

Figure 94 : schémas des liaisons des différents cas de pont thermique

### I.5. Les ouvertures

Les ouvertures des baies vitrées représentent en moyenne 15% des déperditions thermiques d'une maison et jusqu'à 40% pour un appartement.

Le verre étant un très mauvais isolant il est important de bien prendre en compte les performances thermiques d'une fenêtre pour améliorer la sensation de confort (paroi froide, condensation) et baisser ses consommations d'énergie (fuites d'air...).

#### I.5.1. Terminologie

**Le vitrage :** la ou les différentes vitres composant la fenêtre.

**Le châssis :** (cadre) : sur une fenêtre avec ouvrant le châssis est la partie en bois, pvc, ou aluminium qui encadre la ou les vitres.

**Le dormant :** la menuiserie supportant le châssis et qui fait la jonction avec les murs.

**Plus le coefficient U est petit, plus le vitrage est isolant.**

Type de vitrage	Coefficient de déperdition Ug en W/m2. °K
Simple vitrage (4mm)	5.8
Double vitrage lame d'air 12mm, (4-12-4)	3.0
Double vitrage à faible émissivité, lame d'air 12mm, (4-12-4)	1.9
Double vitrage à faible émissivité, lame d'argon 12mm, (4-12-4)	1.6
Double vitrage à faible émissivité, lame d'argon 16mm, (4-16-4)	1.1
Triple vitrage à faible émissivité, lame d'argon (4-12-4-16-4)	Entre 0.5 et 0.8
Mur isolé RT 2005	0.4

**Tableau04 : déperdition selon type de vitrage**

**I.5.2. Les types les plus performants**

**I.5.2. A. Double vitrage performant à faible émissivité**

Les vitrages faibles émissivité sont des vitrages sur lesquels on a ajouté un film d'oxyde métallique afin de contenir le rayonnement infrarouge (chaleur) à l'intérieur du bâtiment. Pour encore renforcer l'isolation d'un double vitrage, on peut remplacer l'air entre les deux vitres par un gaz rare (argon) afin de diminuer la convection entre celles-ci.

**I.5.2. B. Triple vitrage**

La solution idéale pour l'isolation thermique des maisons basse consommation ou passives

Le triple vitrage est composé de 3 vitres espacées par 2 lames remplies d'air, d'argon ou de krypton. Cet assemblage lui confère une excellente performance thermique.



**Figure95 : triple vitrage**

**I.6.Serres et vérandas :**

Les serres et vérandas offrent un espace tampon qui favorise le captage du rayonnement solaire. Ce rayonnement est transformé en chaleur par effet de serre.

Fonctionnent comme des espaces servant l'habitation qui distinguer la surface vitrée.

Capacité de stockage dus de sol et interface entre serre et intérieur (parois).

L'habitation puisse la chaleur par : conduction (interface et parois opaque) et convection de l'air réchauffe dans serre.

Le fonctionnement de ces espaces en hiver comme en été.

**En hiver** ; le rayonnement solaire est le bienvenu pour Réchauffer l'air de la serre et préchauffer l'air frais. Celle-ci peut offrir un lieu de séjour occasionnel (grand variation des températures) et constitue un espace tampon qui réduit les déperditions thermiques vers l'extérieur. Permettent de limiter la surchauffe.

L'orientation préférentielle de la doit être le sud (+-30°).

Sa volumétrie idéale est celle d'un corps mince et élevé : profondeur intérieure à 2.50metres et hauteur sur 2 niveaux. Il existe actuellement une variété de système constructifs : profils en aluminium avec coupure thermique ; bois ; pvc ; etc... Le vitrage doit impérativement être double (sauf pour les vérandas dont la surface est inférieure à 8m) ; alors qu'un simple vitrage avec protection infrarouge suffira pour les parties vitrées de l'interface. Les protections solaires seront de préférence mobiles et extérieures ; et la conception devra permettre d'assurer une ventilation estivale (ouvrant en partie haute).le cout de construction d'une serre est parfois plus élevé que les économies de chauffage

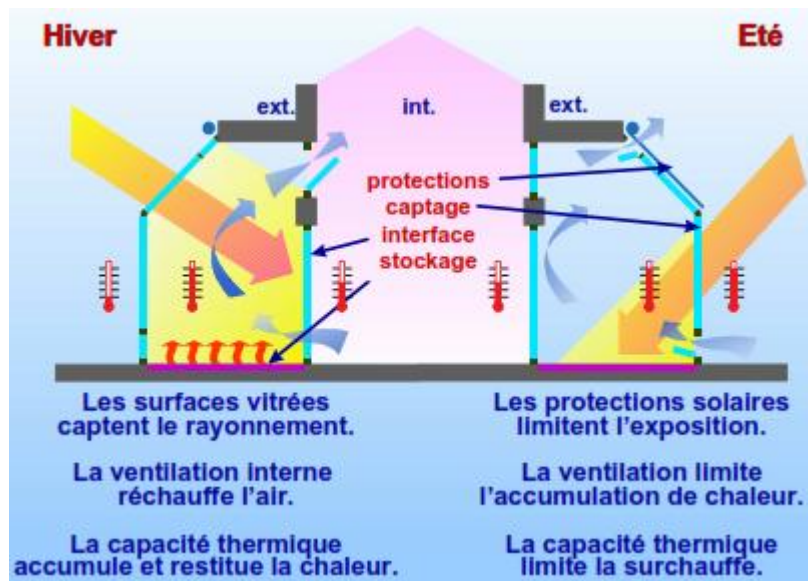


Figure96 : serre en été et hiver

**II.1-Introduction partiel**

Le confort thermique peut être affecté par plusieurs facteurs, citons : Le courant d'air local, l'asymétrie de la température de rayonnement, la différence verticale de la température de l'air et la température des planchers

**II.2- Effet des courants d'air.**

Cette perception du courant d'air dépend de la vitesse de l'air, de la température de l'air, souvent les occupants à augmenter la température intérieure pour contrecarrer la sensation de froid. La norme recommande une vitesse d'air moyenne inférieure à 0,15 m/s en hiver et à 0,25 m/s en été lors d'un travail sédentaire.

**II.3-Effet de l'asymétrie d'un rayonnement thermique.**

Les asymétries du rayonnement sont dues, à la présence d'une paroi chaude ou froide telle qu'un plafond ou un plancher chauffant, un vitrage chaud ou froid. En outre, le gradient vertical de température est aussi une source d'inconfort. On conclut que l'asymétrie de température radiante doit être inférieure à 10°C pour une paroi verticale froide (baie vitrée en hiver), et 5°C pour un plafond chaud (plafond chauffant)

**II.4- Effet de gradient thermique vertical de l'air.**

En général, les températures sont plus élevées en hauteur donc au niveau de la tête, La norme admet une différence de température d'air maximum de 3°C entre 0,1 m du sol (niveau des chevilles) et 1,1 m du sol (niveau de la tête chez une personne assise)

**II.5- Effet de la température du sol.**

Les températures optimales de sol pour les personnes chaussées et à la neutralité thermique sont de 23 °c pour les personnes debout et de 25°c pour les personnes assises, avec un minimum de 6% d'insatisfaits.

Ne peut exister de règles de confort universelles du fait de grandes variations géographiques et intra-individuelles sauf que Les médecins de l'habitat sain proposent les valeurs suivantes pour chaque facteur du confort

- Température des murs :  $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$
- Humidité relative entre 30 et 70%
- Température du sol : 19 à 24°C
- Vitesse de l'air : inférieure à 0,20 m/s ;

- Différence de température entre deux murs d'une même pièce doit être inférieure à 10°C
- Différence de température entre le sol et le plafond doit être inférieure à 5°C

### II.6- Évaluation du confort thermique

Le PMV (Vote Moyen Prévisible) et le PPD (Pourcentage Prévisible D'insatisfaits). Le premier prédit la sensation thermique moyenne d'un large groupe d'individus et le second, le pourcentage d'occupants insatisfaits de l'environnement thermique.

Valeurs de l'indice PMV	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3
Sensation thermique	chaud	tiède	Légèrement tiède	neutre	Légèrement frais	frais	froid

Tableau05: INDICE PMV

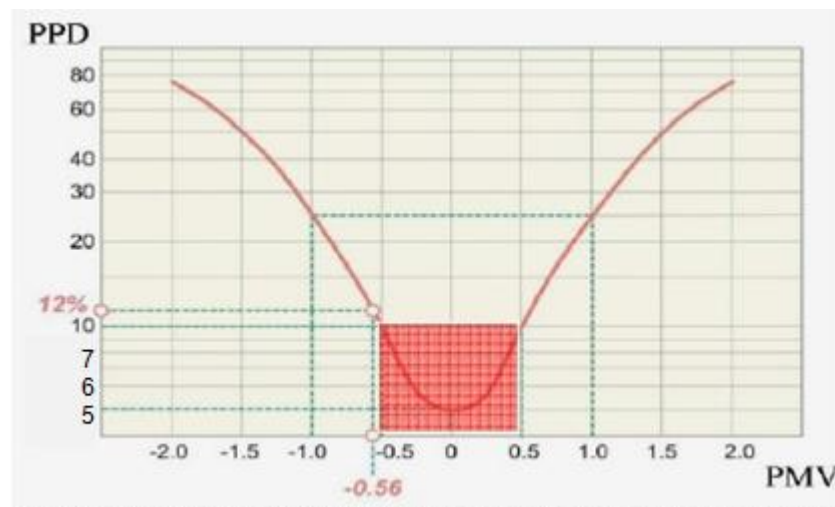


Figure 97: courbe de PPD

Pour se situer dans la zone de

Confort thermique, il faut que :

$-0,5 < PMV < 0,5$  soit  $PPD < 10 \%$

### II.7- Diagramme de givonie de Laghouat

Tout concepteur a besoin de connaître le climat du site où il doit construire ; c'est-à-dire le régime de température et de l'humidité de l'air, l'ensoleillement, le régime et la nature des vents.. Ces paramètres climatiques avec le soleil constituent des

éléments essentiels à considérer lors de toute phase en amont de la conception architecturale

Et qui représenté par le diagramme de givonie de Laghout.

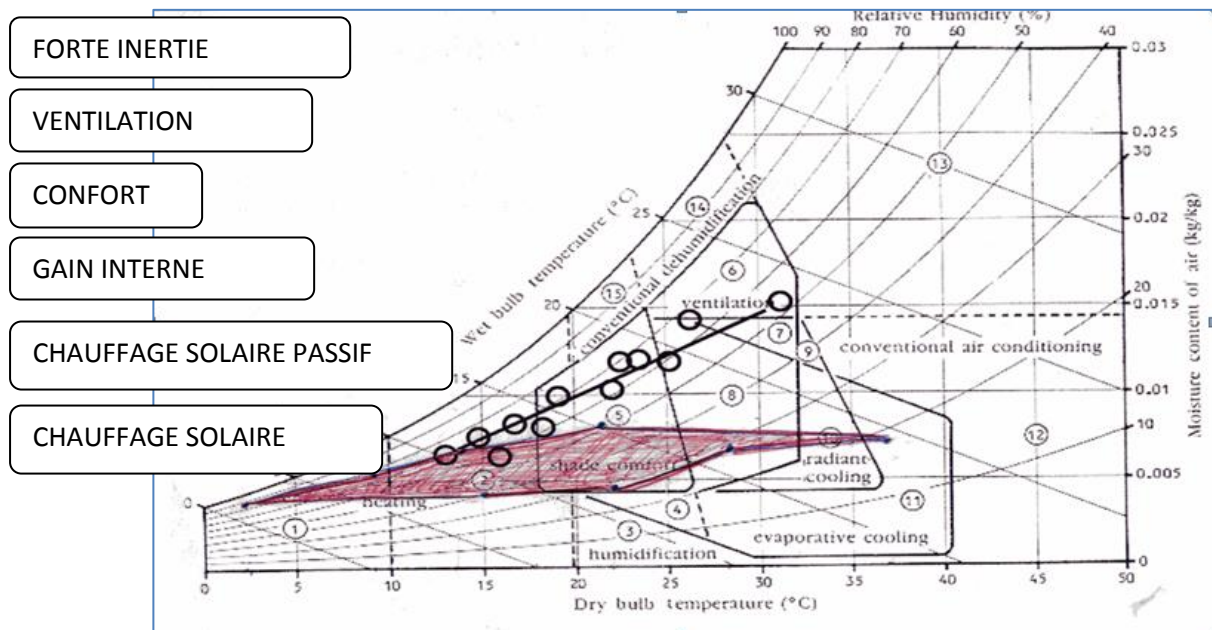


Figure 98: diagramme de givonie de Laghout

### II.7-1. Les recommandations

D'après le diagramme psychrométrique, on peut dire que la grande partie D hiver du diagramme :

- 1 - système solaire passif.
- 2 - grande masse thermique.

### II.8- Synthèse des solutions

A cet effet l'architecture bioclimatique a notre projet insiste sur l'optimisation de la relation qui entre le bâtiment et le climat en vu de créer des ambiances « confortables » par Deux Solutions :

#### II.8-1. Solution consiste a la conception de l ensemble par

- ✓ Favoriser l'orientation sud afin d'augmenter l'exposition des façades au soleil.
- ✓ Conception compacte des constructions pour limiter les surfaces déprédatives.
- ✓ Prévoir des ouvertures moyennes (60 % à 40%) sur la façade sud, pour profiter des apports du soleil bas pendant la saison froide.
- ✓ Prévoir des murs extérieurs et intérieurs massiques dans le but de retarder la transmission de la froids des surfaces extérieures vers les surfaces intérieures.

- ✓ Opter pour des toitures lourdes.
- ✓ L utilisation d un système de serre avec une profondeur de 2 m et a un double hauteur de 7 mètre

**II.8-2. Solution consiste a la construction de détail par**

- ✓ Plusieurs ouvertures de 50% de la surface de la façade ;
  - ✓ Les ouvertures doivent êtres positionnées la plus part au Sud,
  - ✓ Murs et planchers lourds avec caractéristiques constructives des bâtiments de :
1. Le système constructif (structure poteaux, poutres)
  2. Utilisation de la brique creusé comme matériaux de construction pour les murs extérieurs et intérieurs.
  3. L isolation de l'enveloppe est en double cloison de briques de 10 cm séparées par polystyrène d'épaisseur 5 cm pour les murs extérieur.
  4. La toiture : c'est une toiture terrasse en poutrelles et hourdis ; avec isolant de 12 cm de polystyrène.
  5. utilisation du double vitrage pour les fenêtres avec de 0.4 cm de verre lame d'aire 4cm.
  6. protection solaire extérieure au niveau des baies vitrées pour éviter l'éblouissement.
  7. Limiter les ponts thermiques poteaux poutres, ouvertures murs.

### III.1.Introduction partiel

Nous avons étudié une salle de classe construite avec des matériaux classiques sans prendre en compte les règlements de l'isolation et en le prend comme un référence d'une salle de classe qui consiste a une isolation performante et un système de serre.

Le site choisi est: au Laghouat

Le point important à traiter dans cette démarche ;  
- L'isolation de l'enveloppe, le système de serre

### III.2.Présentation de logiciel énergie plus

- ✓ Bilan thermique pour la construction de charges thermiques qui permet de calcul simultané des effets rayonnement et par convection à la fois à l'intérieur et surface extérieure au cours de chaque intervalle de temps.



Figure99 : logo énergie plus

- ✓ Texte base des fichiers météo, entrée et sortie qui incluent horaire ou sous-horaire les conditions environnementales, et des rapports définissables standards et utilisateur, respectivement.
- ✓ EP-lancement est le principal répertoire / dossier pour EnergyPlus. , afin Le fonctionner, ou on organise toutes les données de caractéristique de construction et son environnement.

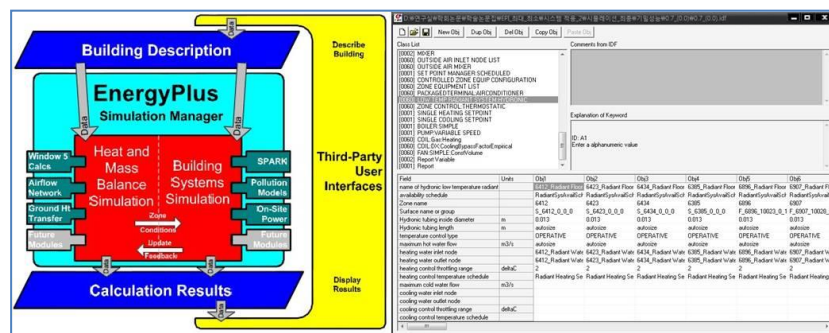


Figure100:EP-lancement

### III.3. Présentation de l'espace :

Salle de classe orienté sud dimension 7 ,00 X 9 ,00 X 3 ,50 de hauteur 4fenetres cotés sud de dimension 1,20X2, 00m

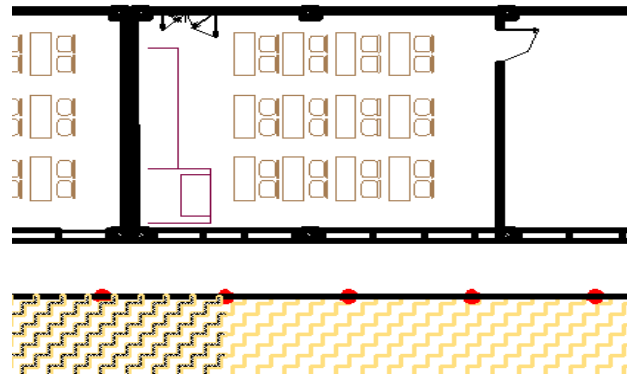


Figure 101: plan de classe étudié.

### III.4. Présentation cas initial :

Une présentation d'une construction classique :

1. Le système constructif (structure poteaux, poutres)
2. Utilisation de la brique creusé comme matériaux de construction pour les murs extérieurs et intérieurs.
3. L isolation de l'enveloppe est en double cloison de briques de 10 cm séparées par l'âme d air.
4. utilisation du simple vitrage pour les fenêtres avec de 0.4 cm de verre.

#### III.4.1. Résultat de simulation au jour d été et hiver

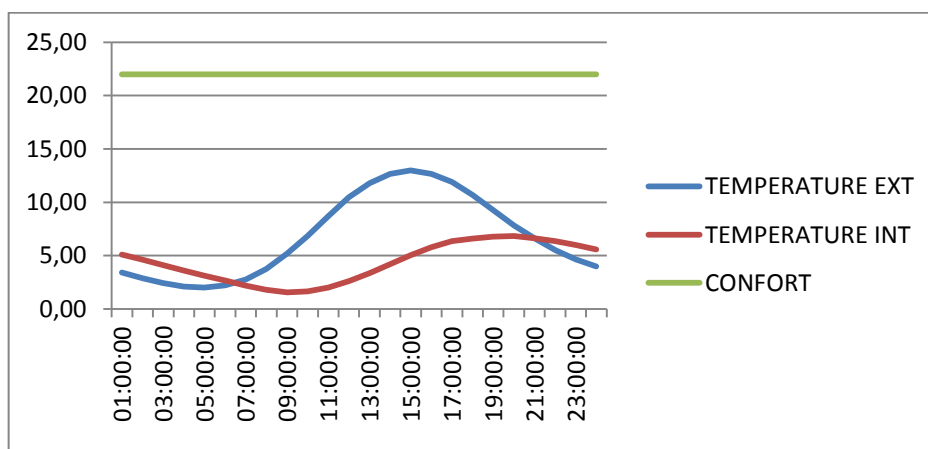


Figure102 : courbe de température en fonction de temps de cas classique hiver.

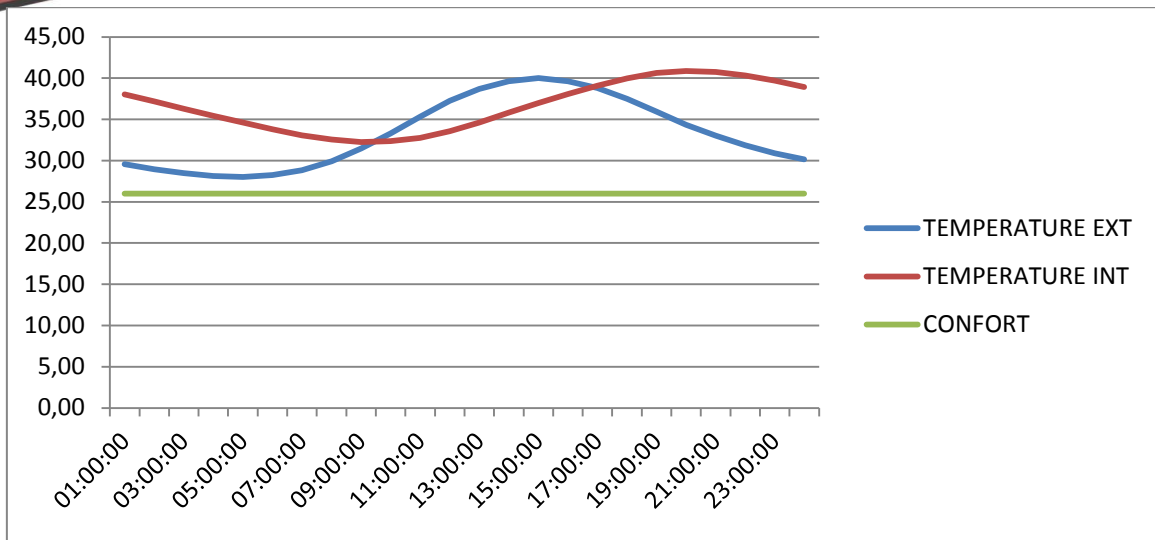


Figure103 : courbe de température en fonction de temps de cas classique été

### III.4.2.Commentaire

On étudie la courbe hiver ou le départ et le fin de journée scolaire à partir 8 :00 jusqu'à 5 :30 et en remarque que :

À 8 :00 la température est min avec 1,92 c en suite il augmente jusqu'à

La température max : 5c et pour l'été min 32c et max 38c

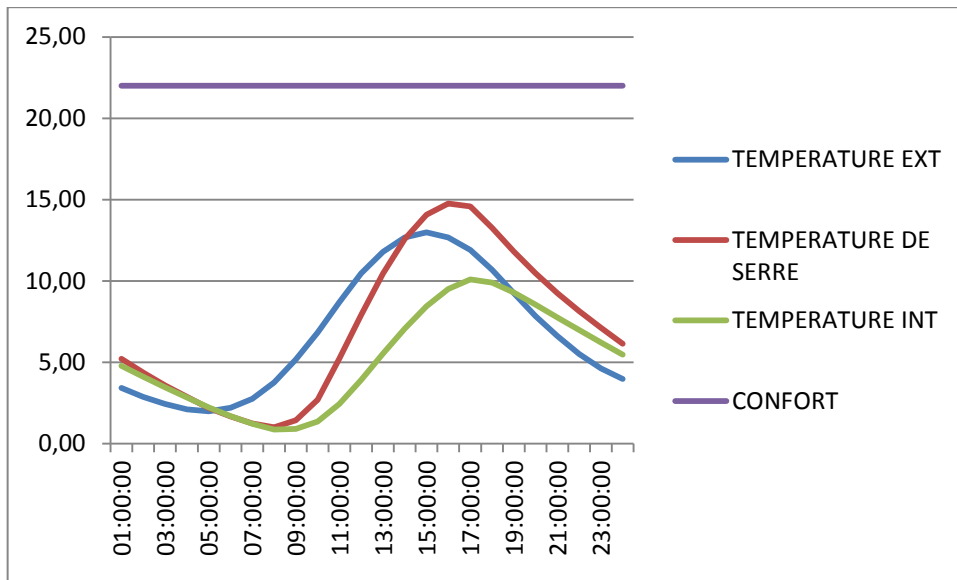
Il est plus éloigné de la zone de confort qui est 22c à l'hiver et 26c à l'été par pourcentage de

Hiver : 22,72 % été : 68 %

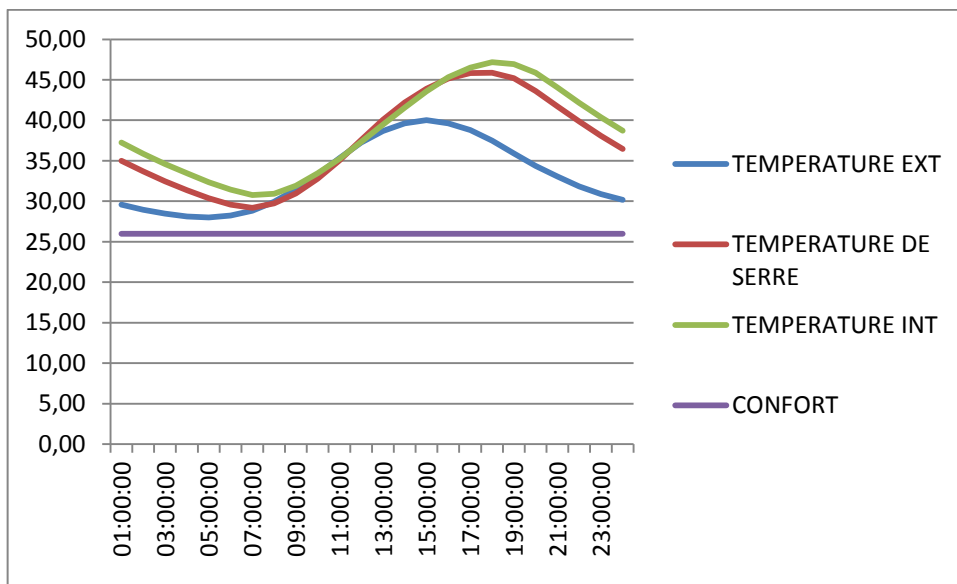
### III.5.Présentation cas amélioré

5. Le système constructif (structure poteaux, poutres)
6. Utilisation de la brique creusée comme matériaux de construction pour les murs extérieurs et intérieurs.
7. L'isolation de l'enveloppe est en double cloison de briques de 10 cm séparées par polystyrène d'épaisseur 5 cm pour les murs extérieurs.
8. La toiture : c'est une toiture terrasse en poutrelles et hourdis ; avec isolant de 12 cm de polystyrène.
9. utilisation du double vitrage pour les fenêtres avec de 0.4 cm de verre lame d'air 4cm. De la serre et simple vitrage pour le bâtiment
10. système serre de profondeur 2 :00 m et double hauteur 7 :00m

### III.5.1.Résultat de simulation cas amélioré été et hiver:



**Figure 104 : courbe de température en fonction de temps de cas amélioré hiver.**



**Figure105 : courbe de température en fonction de temps de cas amélioré**

### III.5.2.Commentaire :

On étudié la courbe hiver ou le départ et le fin de journée scolaire apartir 8 :00 jusqu'a 5 :30 et en remarque que :

À 8 :00 la température est min avec 1 ,22 c en suite il augmente jusqu'a

La température max : 10c et pour l été min 32c et max 45c

Il est plus éloigner de la zone de confort qui est 22c a l hiver et 26c a l été par pourcentage de

Hiver : 45,45 %      été : 57 %

**III.6.Conclusion**

Le Système serre et l'isolation de l'enveloppe peut arriver à la moitié de confort thermique en été et hiver.

Alors on peut dire que cette solution passive doit être accompagnée de système actif à la région de Laghouat.

### Les PDF

- ✓ **Fiches thématiques des locaux répertoires** .M. Dominique dherissard (département de l'inspection académique de l'Yonne), hygiène et sécurité à l'usage des écoles primaires
- ✓ **Guide de l'éco-construction**. Oïc marchetto, Arel Michaël Clémente, Arel, document édité par l'agence régionale de l'environnement en lorraine, l'ademe et l'agence de l'eau Rhine-meuse, février 2006.

### Les livres

- ✓ **Traite d architecture bioclimatique**. Alain lie bard André de hard
- ✓ **Concevoir, édifier et aménager avec le développement durable**. (ouvrage).

### Site internet

- ✓ <http://www.onisep.fr/ressources/univers-lycee/lycees/provence-alpes-cote-d-azur/var/lycee-albert-camus>.
- ✓ <http://www.dezeen.com/2013/11/04/movie-dps-kindergarten-school-by-khosla-associates/>
- ✓ météo Laghouat.
- ✓ agence pour l'enseignement français a l'étrangers, relocalisation de l'école primaire française d (epf d) sur le site des « charmilles » à ivandry, Antananarivo, construction d'une nouvelle école primaire, version 1.0 décembre 2013.pdf (revue)
- ✓ [[www.terrevivante.org](http://www.terrevivante.org)]
- ✓ [www. archdayli.com](http://www.archdayli.com)

### Référence d'étude technique :

#### Les PDF

- ✓ **Guide des ponts thermiques.** centre technique de matériaux naturels de construction.
- ✓ **Choix des matériaux et technique de mise en œuvre.** institue de formation a l'ecoconstruction.
  
- ✓ **Catalogue des ponts thermiques.** Auteurs: Infomind Sarl, 2004 Zurich éditeur: office fédéral de l'énergie ofen.
- ✓ **Vitrages performants** .agence locale de l'énergie de l'agglomération lyonnaise.
- ✓ **Etude et évaluation du confort thermique des bâtiments a caractère public.** mazari Mohammed .septembre2012 .
  
- ✓ **Confort thermique.** Melle Hamel kha lissa.
  
- ✓ **Notion de confort thermique.** jacques Teller université de liège.

#### Les livres

- ✓ **Traite d architecture bioclimatique.** Alain lie bard André de hard.

#### Site internet

- ✓ **Alter clim.**