



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 : Bensalem Rahma**

**DOMAINE : Science et technologie**

**FILIERE : architecture**

**OPTION : architecture et environnement**

### **Thème**

**GROUPE SCOLAIRE DURABLE) VENTILATION  
NATURELLE)  
A LAGHOUCAT) ZONE ARIDE)**

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

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

**Promotion : juin - 2015**

# *Remerciement*

*Nous tenons à remercier sincèrement et profondément en  
Premier lieu notre Dieu « ALLAH »  
Qui nous donne la vie.*

*Nous remercions notre encadreur M<sup>er</sup> « BEN CHEIKH .H » pour son  
Aide et ses orientations efficaces et positifs.*

*Nous remercions Messieurs les membres de jury de nous faire l'honneur de juger  
notre modeste travail.*

*Nous tenons aussi à remercier tous ceux qui nous ont aidés de près  
Ou de loin pour réaliser ce travail.*

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

PARTIE TECHNIQUE de LA VENTILATION NATURELLE .....	
RESUME .....	
Introduction generale.....	
1-Introduction .....	53
2-Problématique.....	54
3-Hypothèses.....	54
4-Méthodologie de la recherche .....	55
I. recherche bibliographie	
I.1. Définition et Objectif .....	56
I.2. Les principes .....	56
I.3. Les mécanismes de la ventilation naturelle .....	57
I.4. Conclusion .....	63
II : les normes de ventilation	
1. Les normes de ventilation (norme française).....	65
III : simulation	
1. la simulation .....	66
Conclusion général .....	69

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

## الملخص:

الإستدامة 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 ensures 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.

## 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 l'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 pluviales.
- **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'air 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

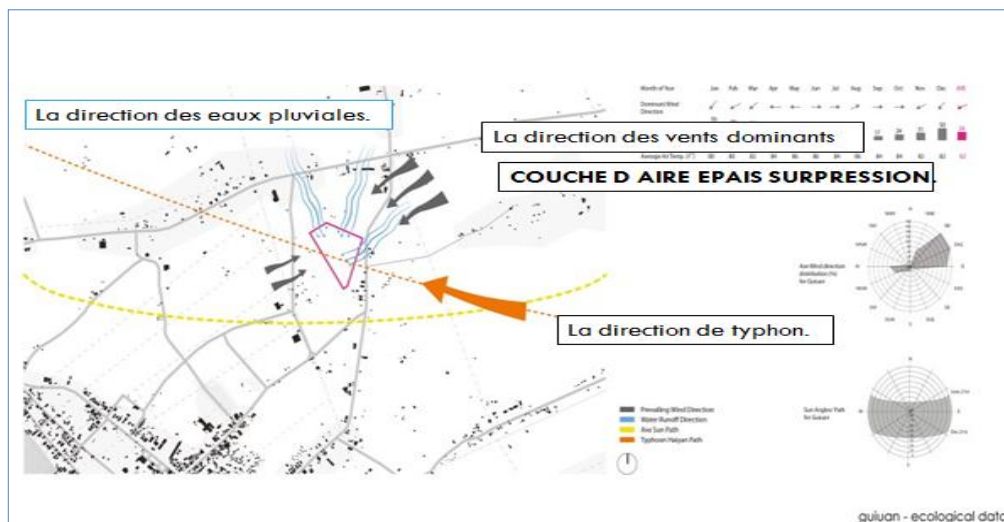


Figure02 : microclimat de l'école de philippine

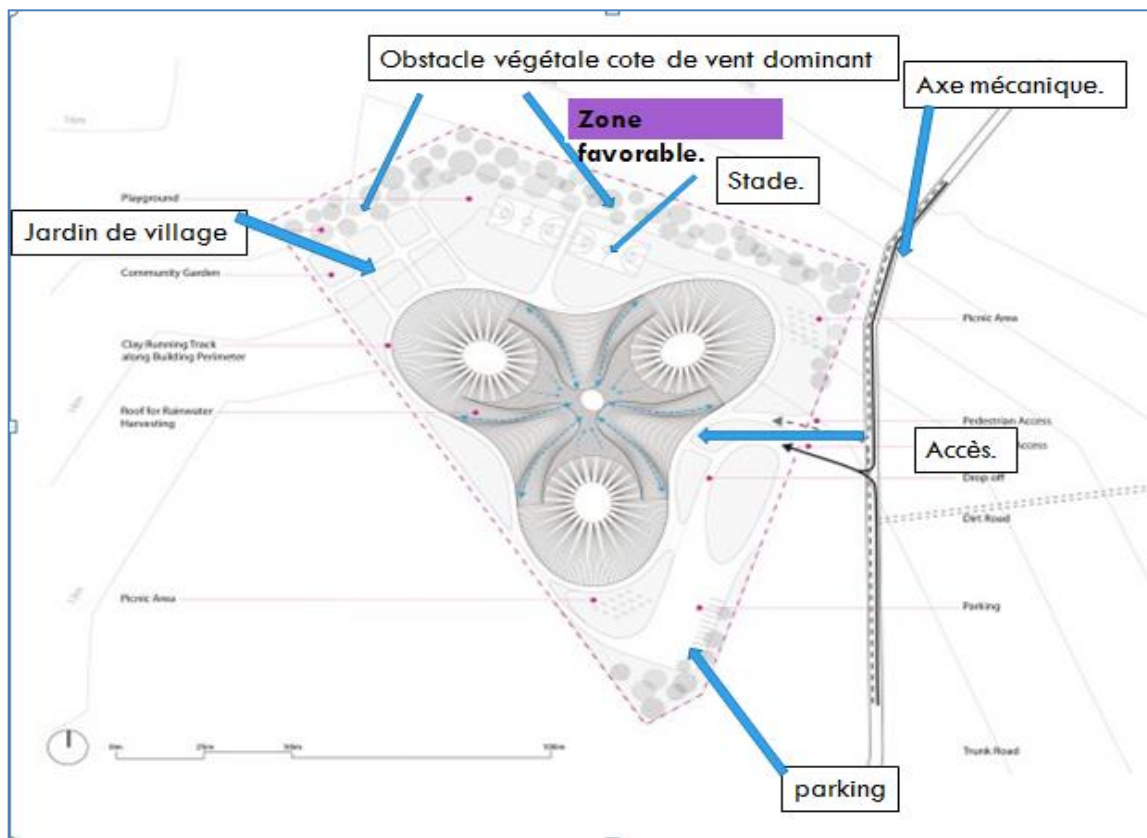


Figure03 : plan de masse de l'école de philippine

### Etude de volumétrie

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

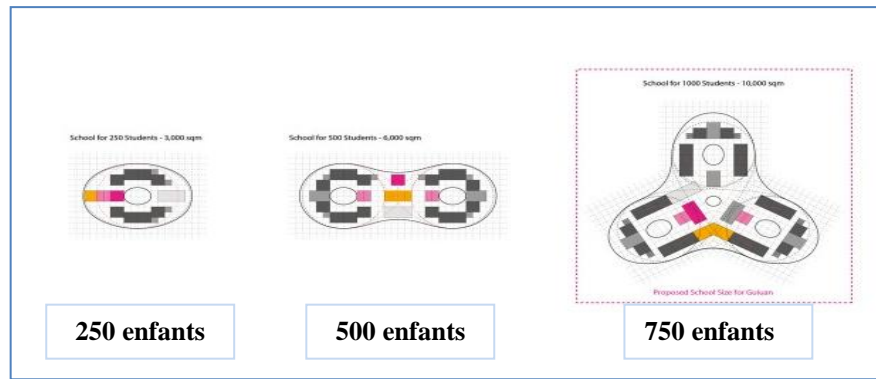


Figure04 : étude volumétrique

### 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.

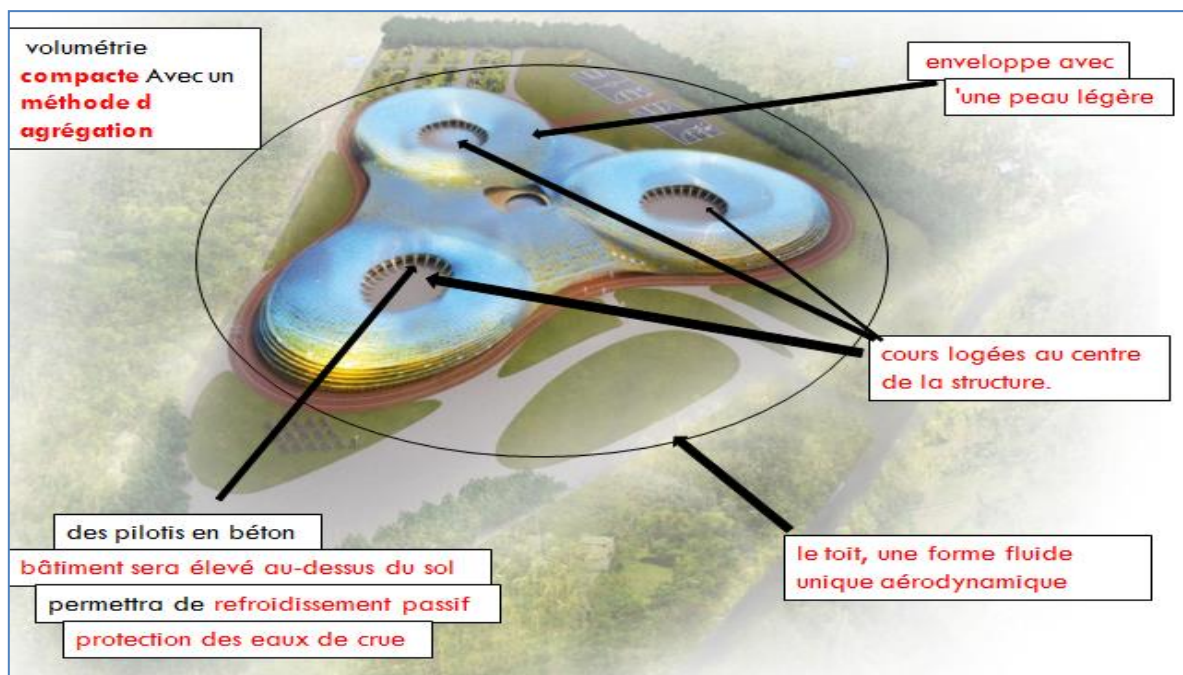


Figure06 : Enveloppe de l'école de philippine

### Section climat control

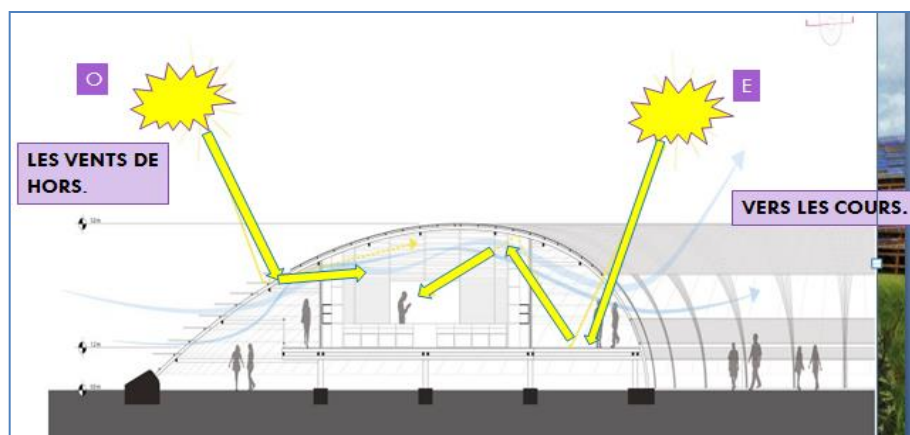


Figure07 : section climat de l'école de philippine

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

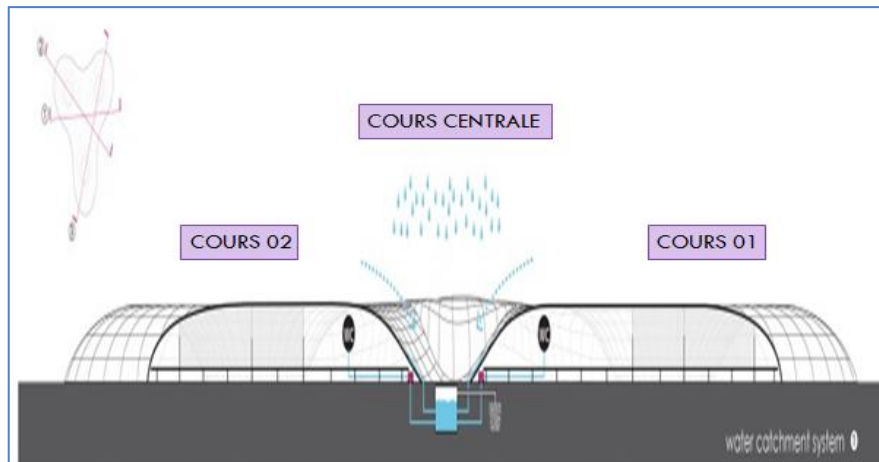


Figure08 : assainissement de l'école de philippine

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

#### Présentation de projet

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



Figure 09 : Ecole India

#### ✓ Le microclimat de site

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

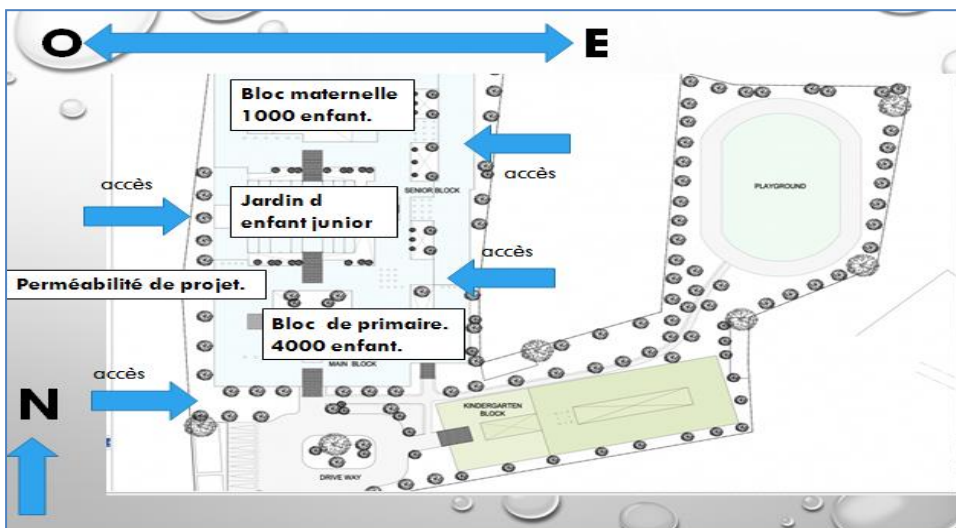


Figure10 : plan de masse de l'école d'inde

Plan Système passive : enveloppe respiratoire.

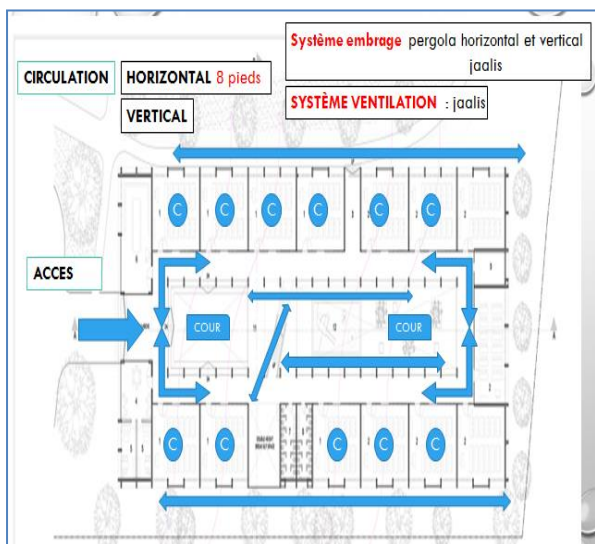


Figure11 : Plan RDC

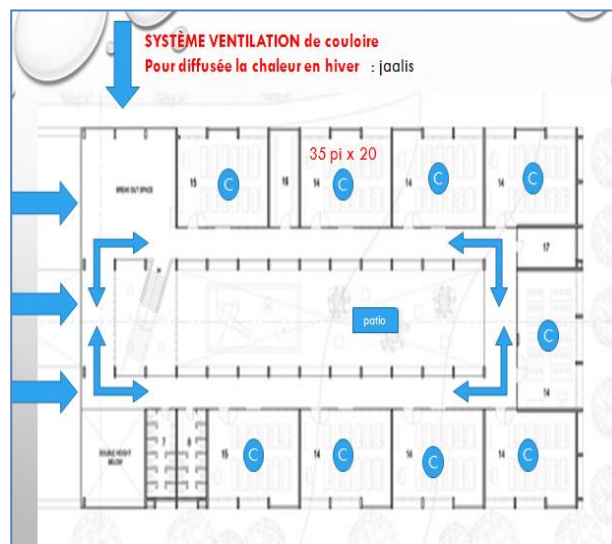


Figure12 : plan étage

### 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

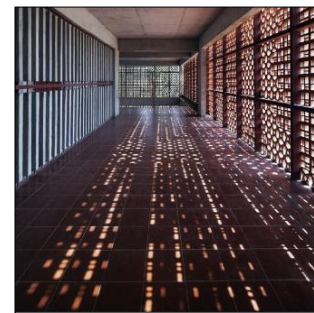


Figure 17: vue sur le couloir avec les Jaalis

### Synthèse:

La thermo circulation (circuit de ventilation forcée par migration Naturelle des masses 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 : source [3]

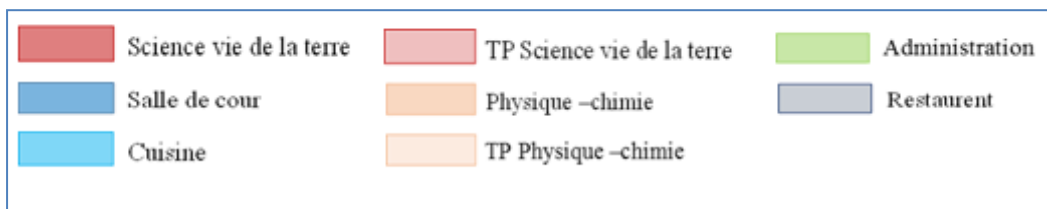
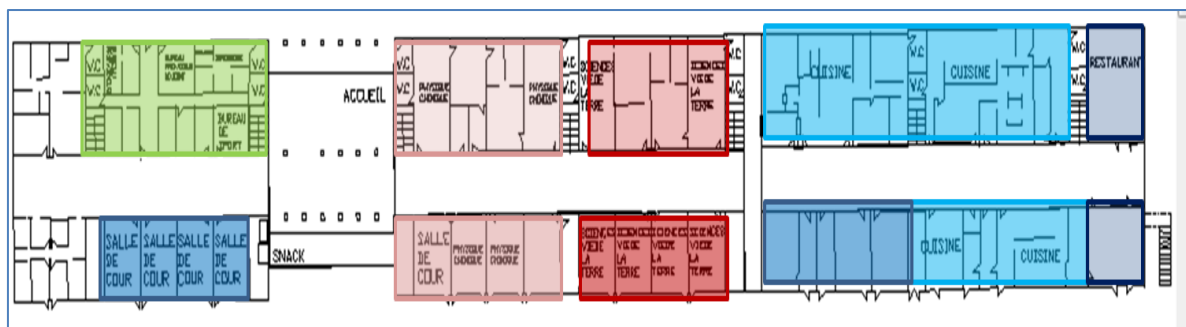
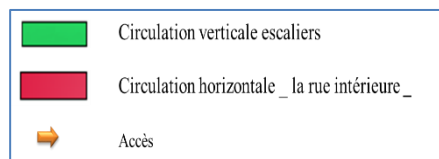
#### Présentation du projet

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

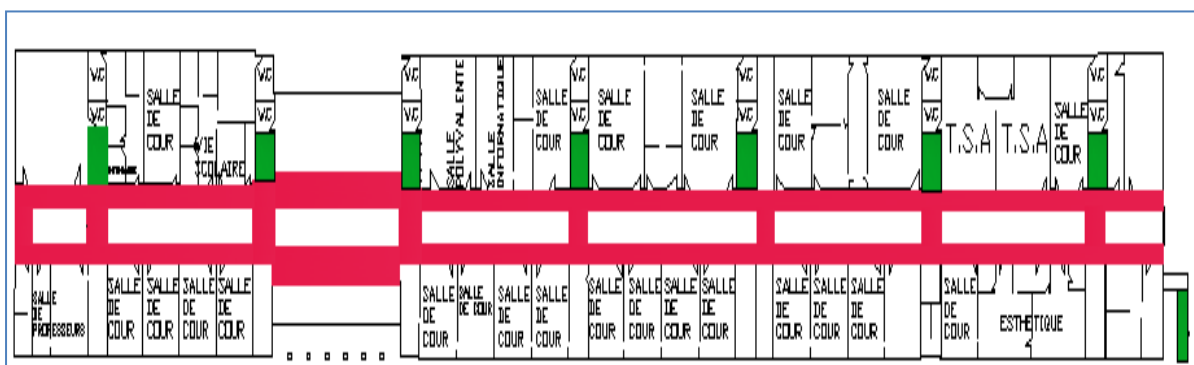
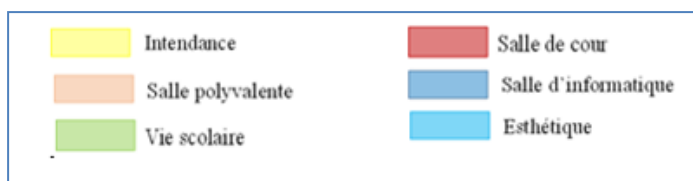
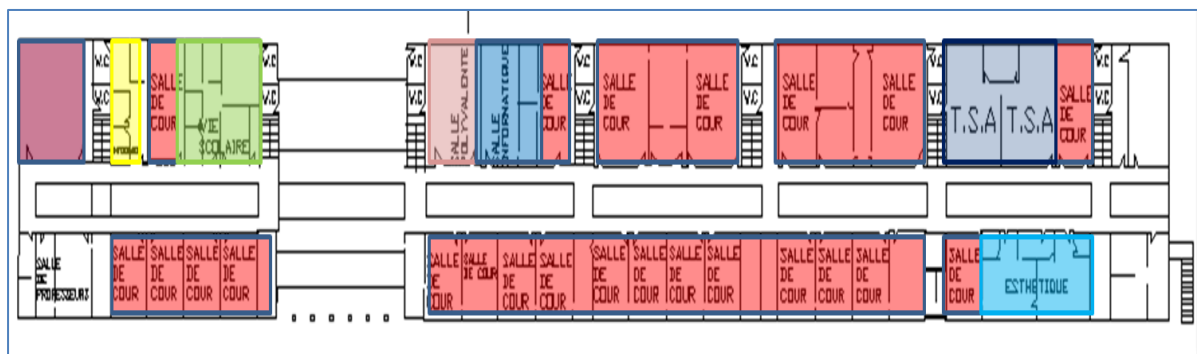


Figure 18: vue sur l'entrée lycée Albert camus

#### 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

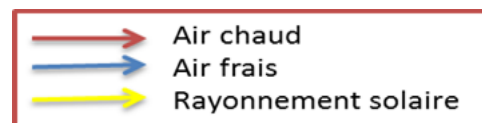
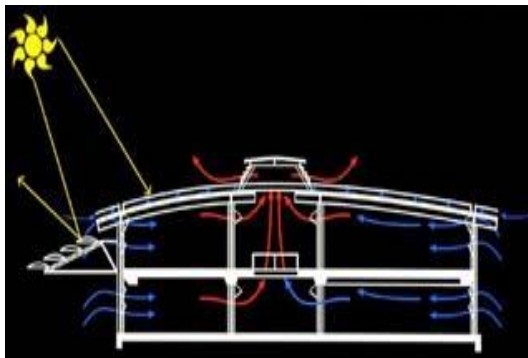


Figure 24 : système ventilation

- ✓ 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

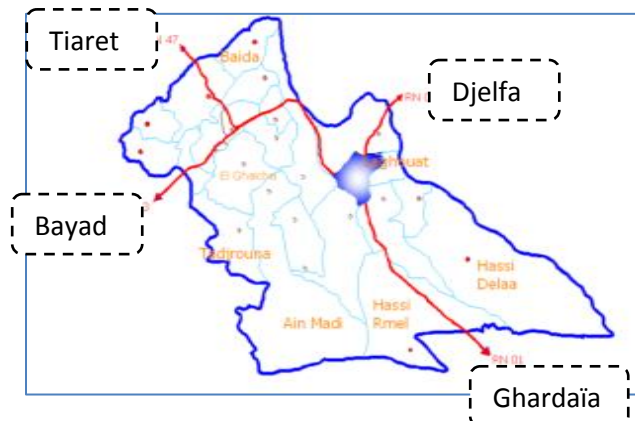


Figure29: carte de L'Algérie



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 :

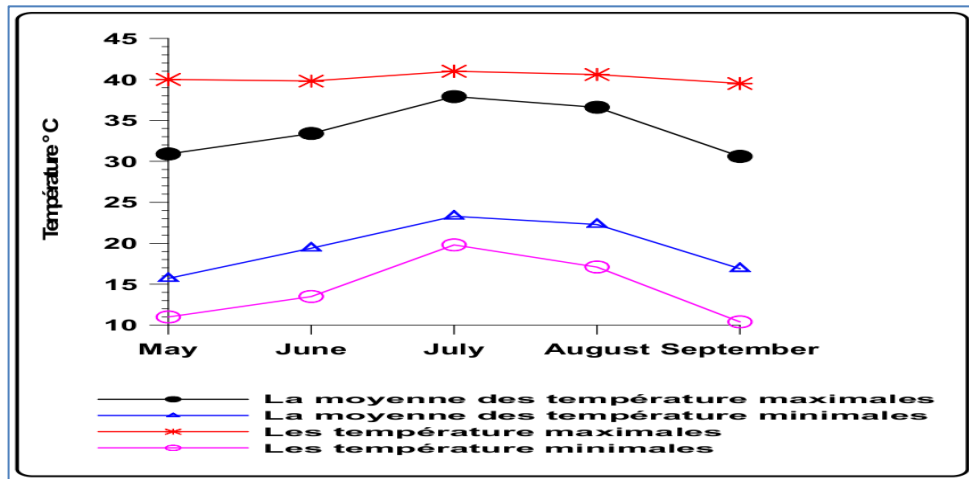
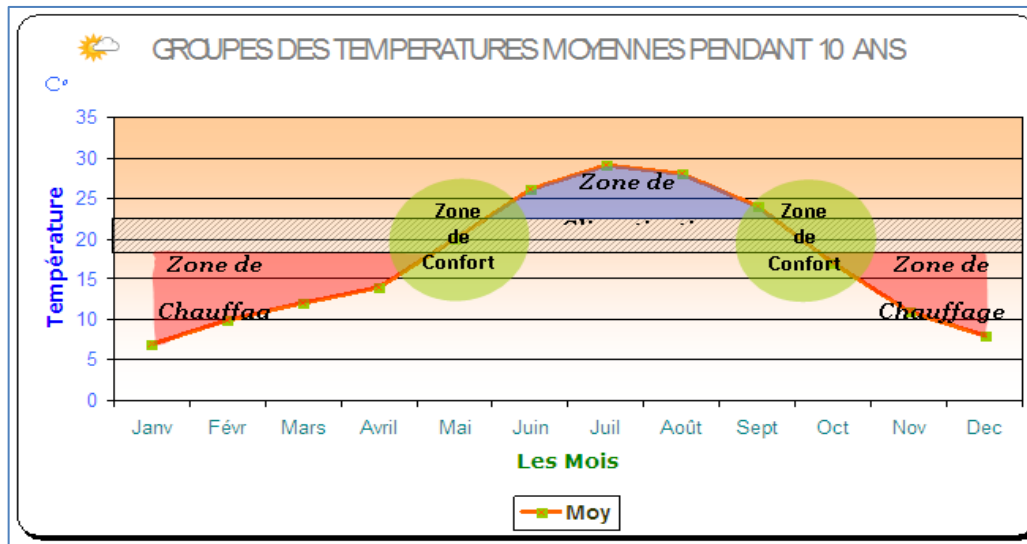


Figure31: température mensuelle minimale et maximale de mois de juin, juillet et Aout 2008

**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 ou 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).

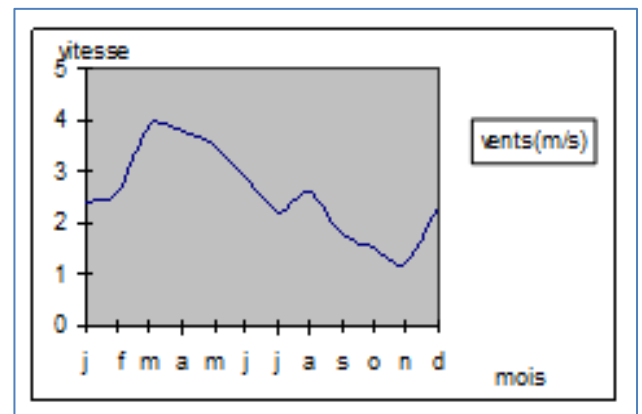
### II.4.2.E. Les vents

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

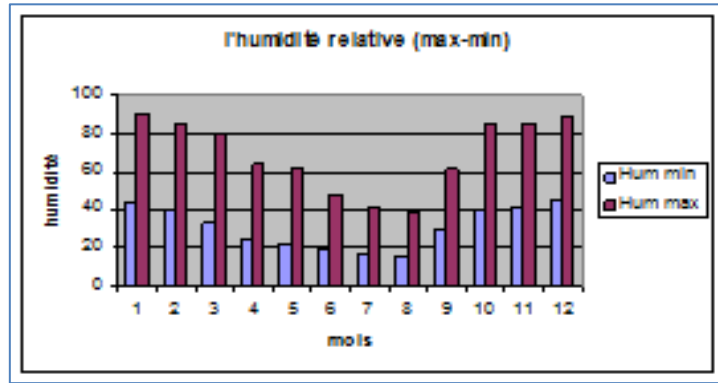


Figure34:l'humidité relative (min-max) 2004

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.

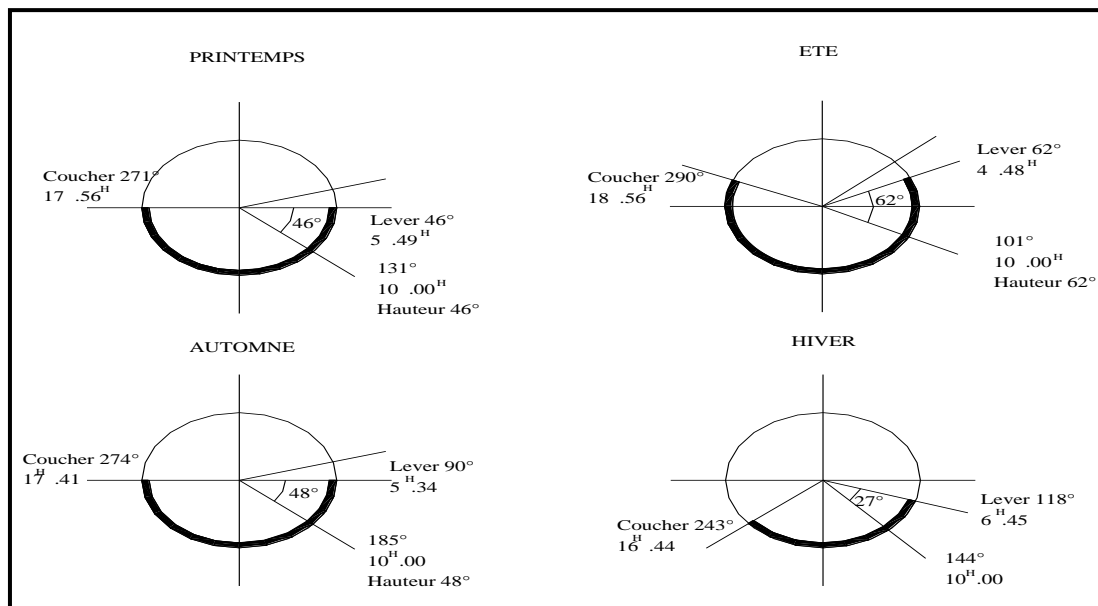


Figure35: l'angle solaire de la ville de

### 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.

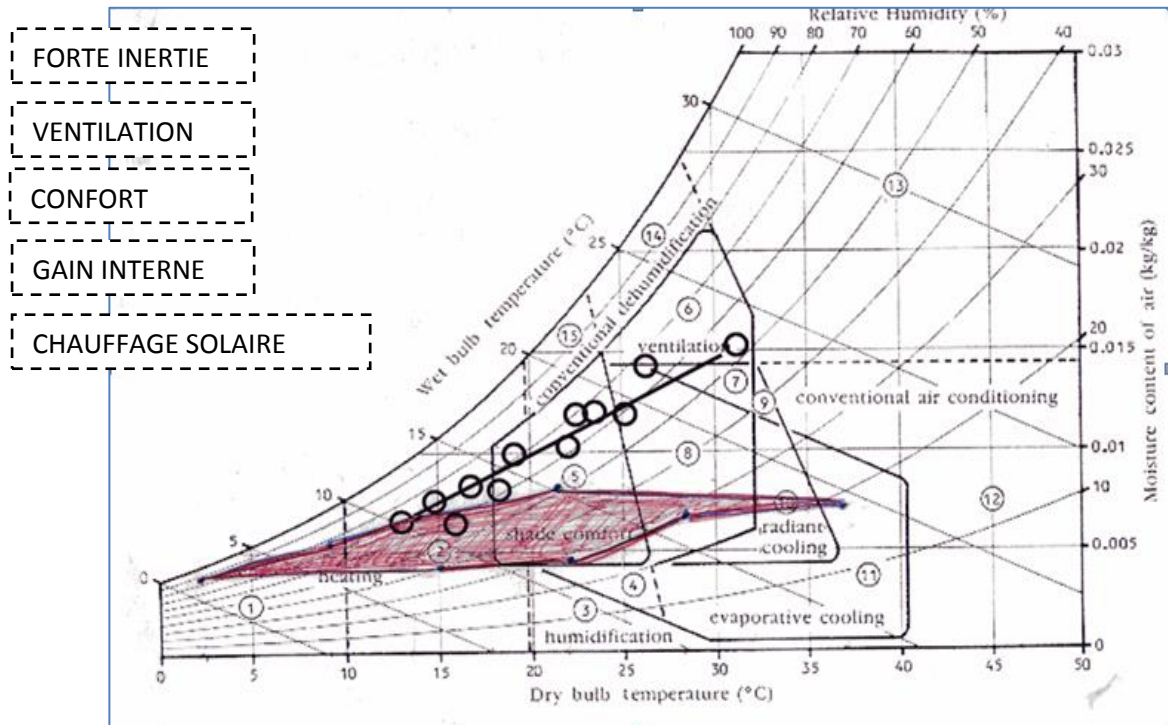


Figure36: diagramme de givonie.

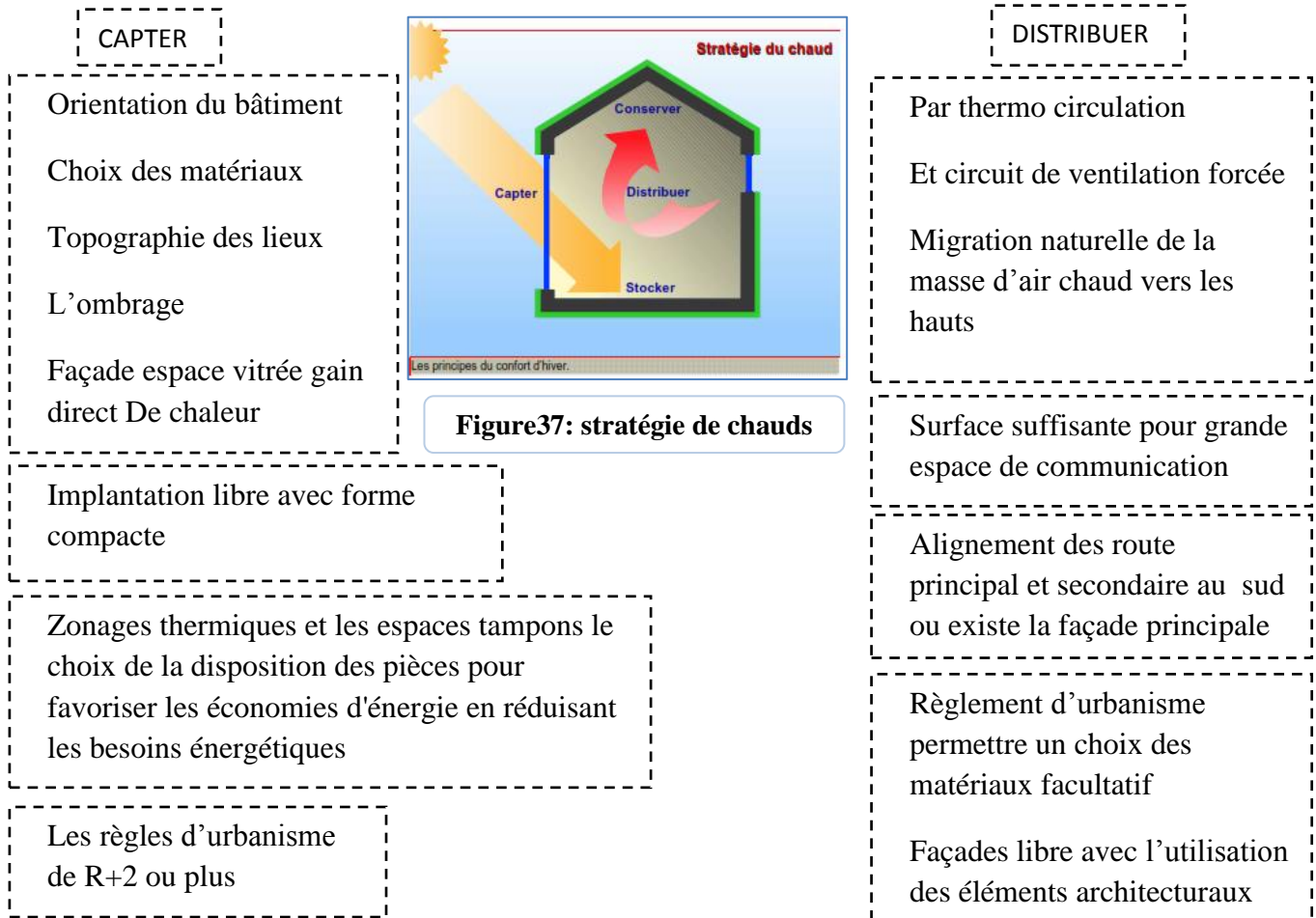
### II.4.3.A. Les recommandations

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.

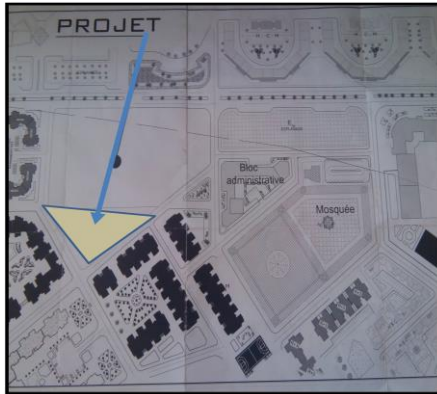


Figure39: plan de masse de



Figure40 : vue sur le site

### II.6.2. Plan de situation

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

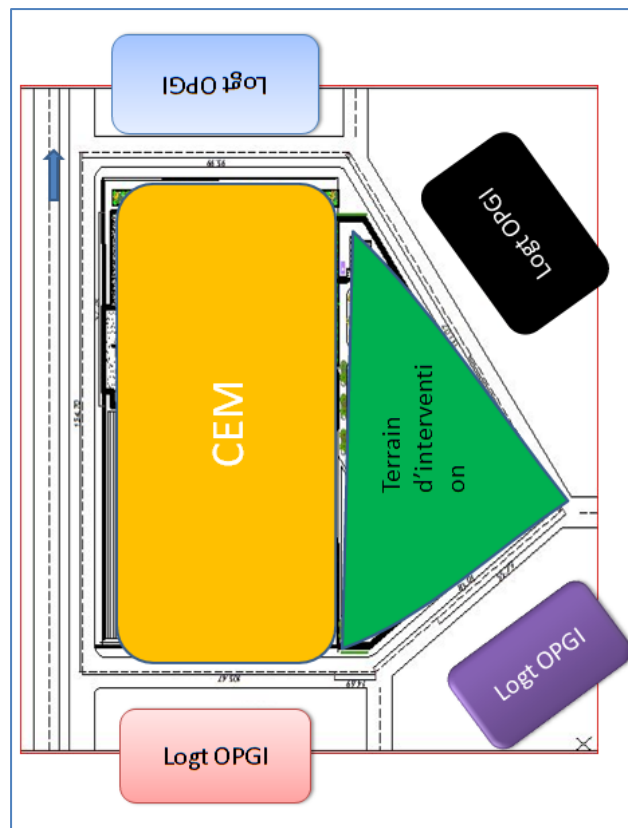


Figure41: plan de situation de site

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

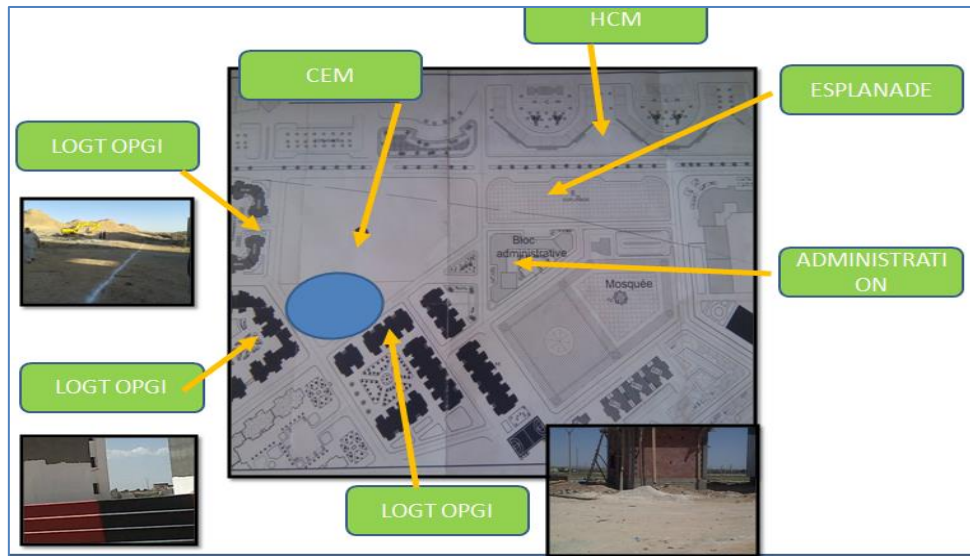
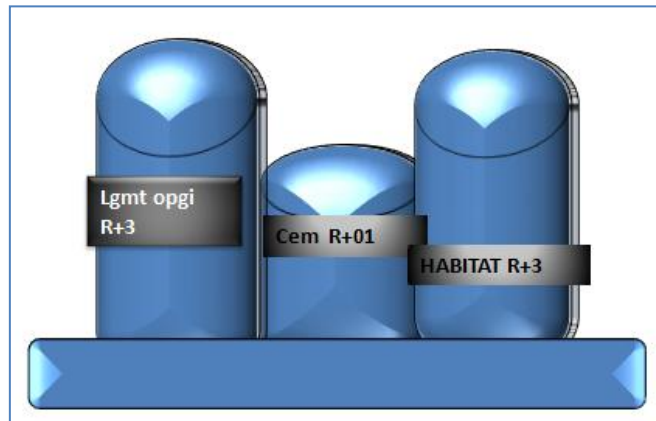


Figure42: environnement

### II.6.4.Le gabarit

Vue à partir de La route ouest

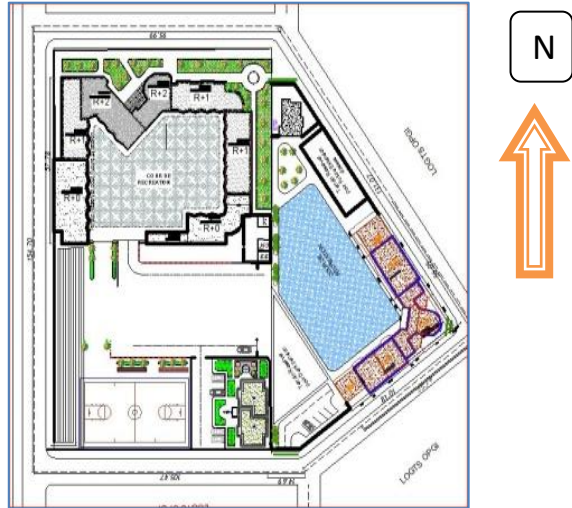
Notre site est construit horizontalement



### 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.

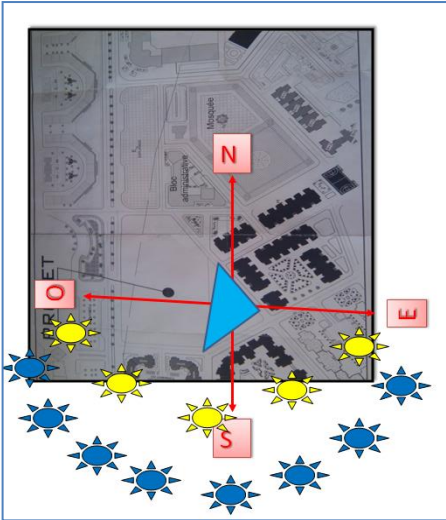


**Figure43: site boukanfousse**

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

Notre site est pas ensoleillé à cause de environnement immédiat

**Figure44: ensoleillement**



### II.6.7.Les vents

Les vents chaud sud est  
Les vents froids nord-ouest

- Les vents chaud
- Les vents froid

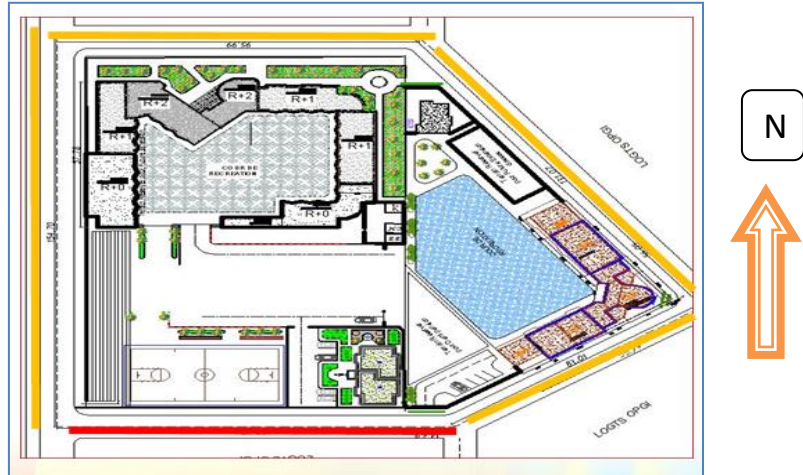
**Figure45: vent dominant**



### 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 cotés.

Les flux moyen à un seul coté

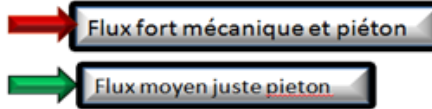
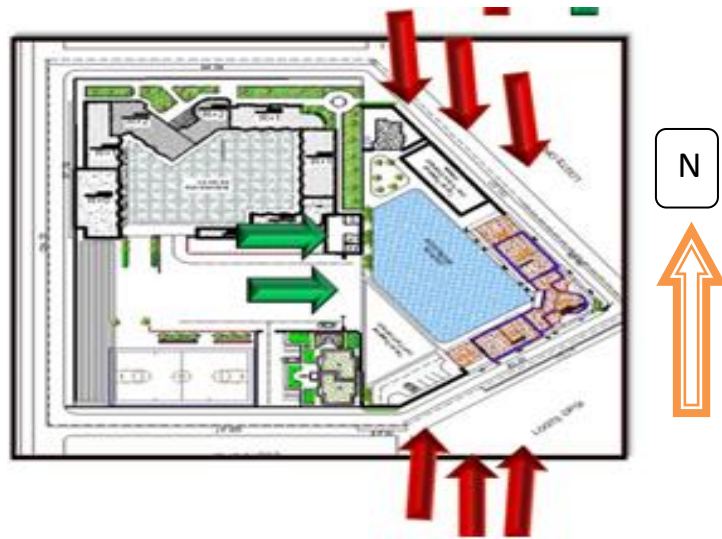


Figure47: flux.



### 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 côte nord	✓		Existence d'un log mt 1 OPGI
pas Obstacle naturelle ou artificielle côte 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

<p>Ex : l'Ecole Primaire Française D sur le site des « Charmilles » à Ivandry, Antananarivo</p>				<p>LE PROGRAMME OFFICIEL D'ETAT ALGERIEN Type C (la DLP)</p>		
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			
Locaux de services En communs	Amphithéâtre (1)	180 m <sup>2</sup>		<u>Observation général</u>		
	Salle plurivalente (1)	120 m <sup>2</sup>	Casiers individuels	<p>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.</p> <p>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.</p>		
	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.	
















Salle des enseignants		<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.	
Archives		<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.	
Sanitaires adultes		
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


2/Locaux pédagogique			
Salle d'activités sportives		<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.	
		<b>Figure59 : amphithéâtre</b>
Salle de Primaire		
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€.	
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.	
Localisation	Les préaux font partie intégrante des cours de récréation.	
Volumétrie	(4 mètres au minimum, sans obstacles).	
Confort	Espace abrité des vents dominants.	
		<b>Figure 65 :preaux</b> 

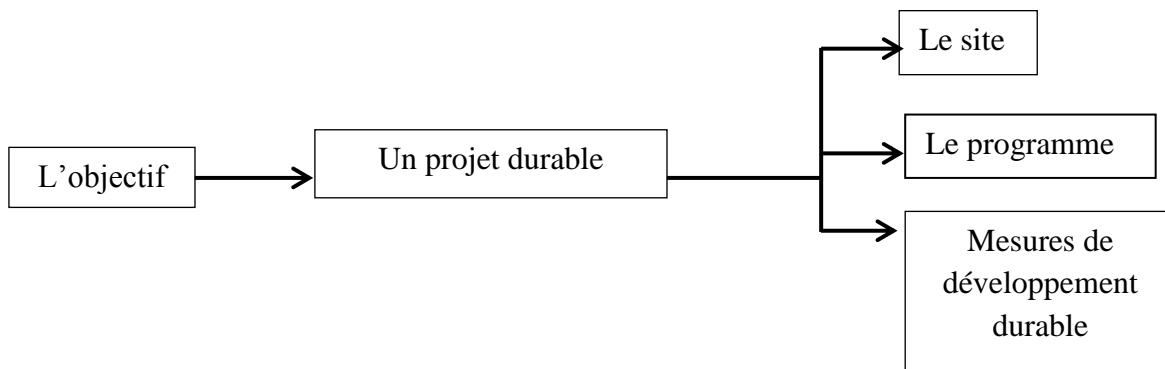
Équipement	Bancs fixes.	
Cours de récréation		<p><b>Figure 66</b> :cours de recreation</p> 
Fonction	Elle permet aux enfants de « décompresser » et de s'aérer chaque demi-journée.	
Localisation	En liaison directe avec les espaces majeurs du groupe scolaire.	
Volumétrie	séparation des cours maternelle 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.

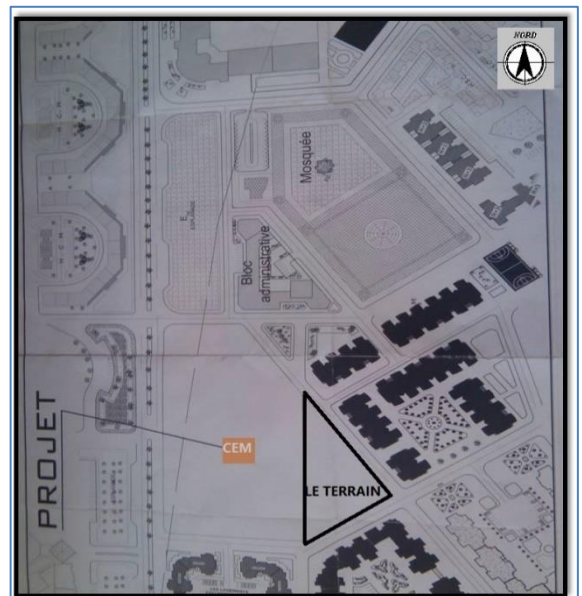


Figure 67 : plan de masse

### 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.

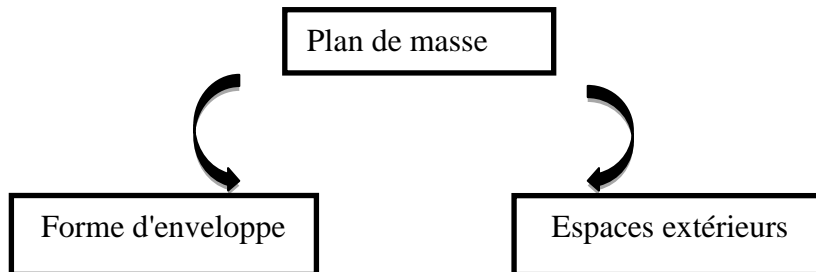
d-les espaces extérieurs.

### - 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 :

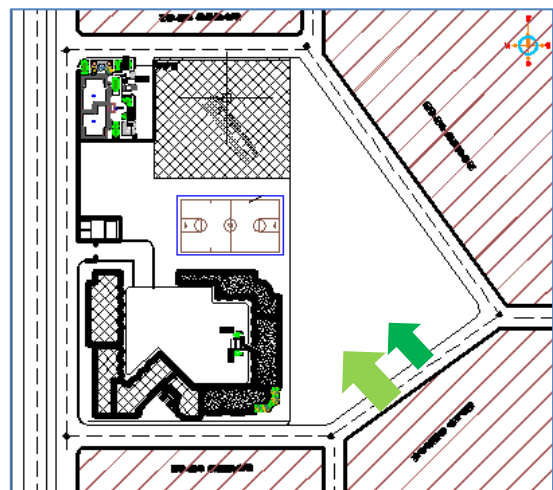
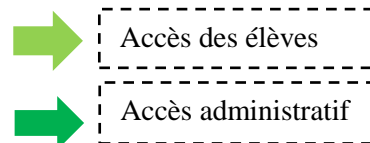


Figure 68: plan de masse et

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 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,

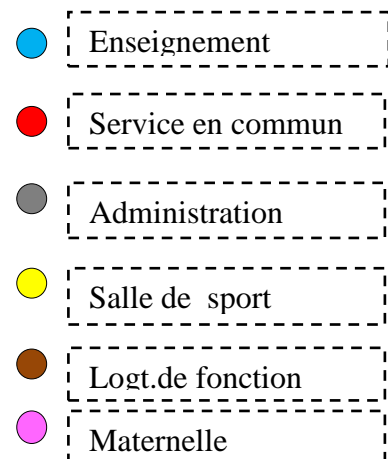
Sauf la salle de sports quel été placé en endroit loin par

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).

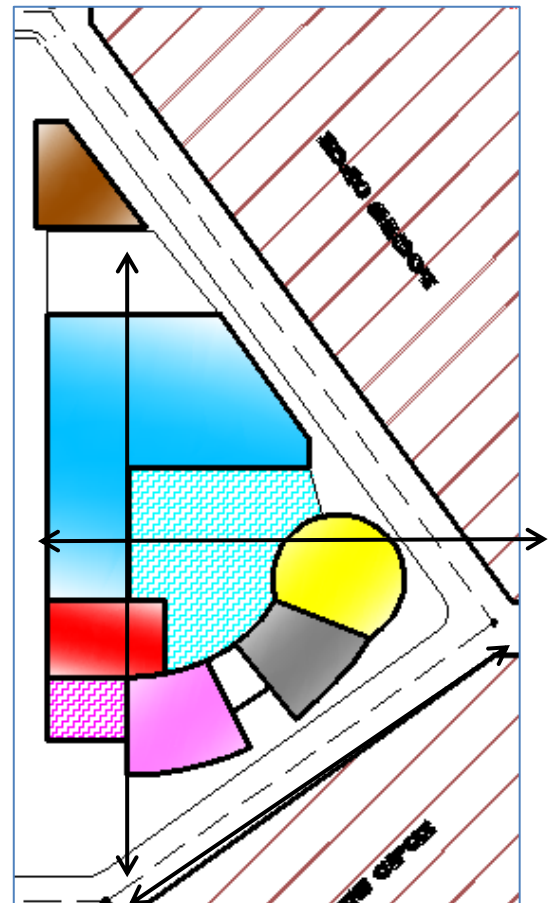


Figure 70 : volumétrie final

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

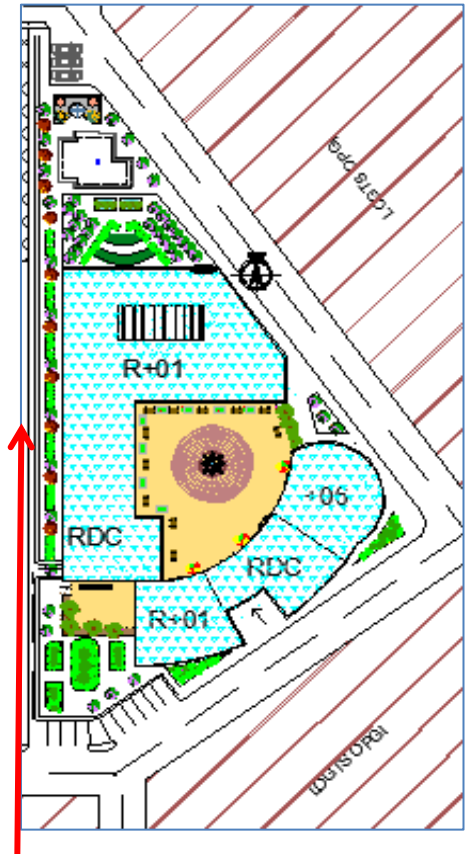


Figure 71 : plan de masse

## 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).

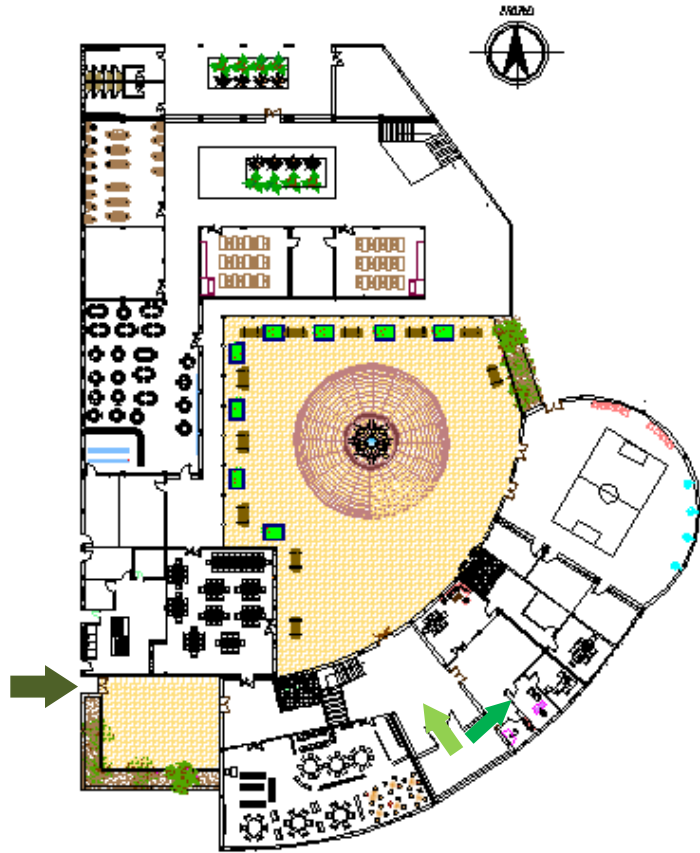
Espaces de convergence: espaces servants de l'espace identifiés.

Espaces de support: espace qui complète les deux premiers.

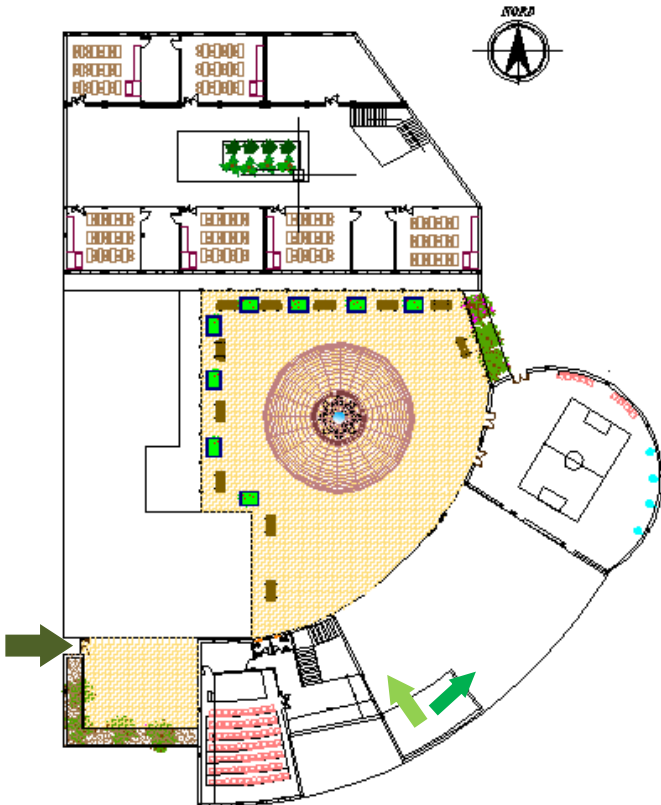
### IV3.2 Présentation des plans

PLAN DE RDC

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



PLAN ETAGE



### IV3.2.A. Partie administratif

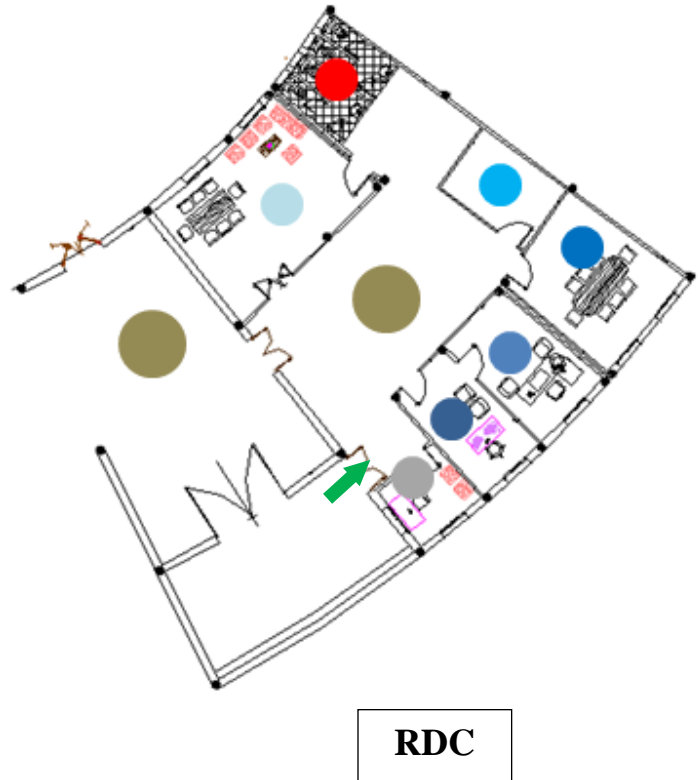
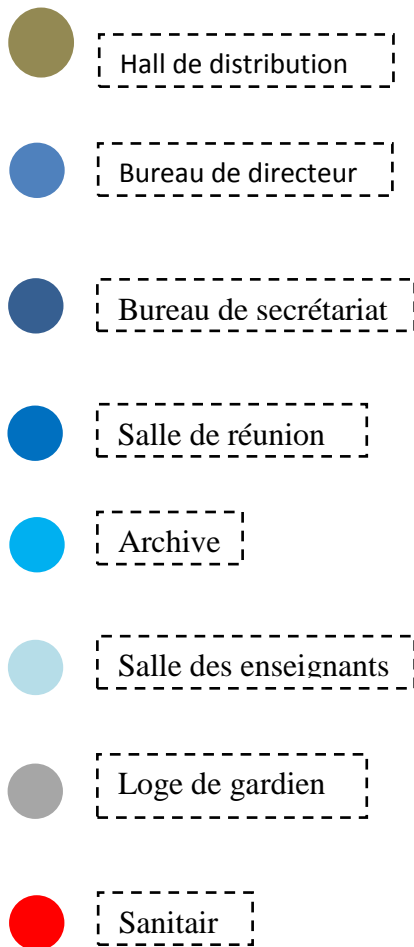


Figure72 : plan d'administration

#### 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

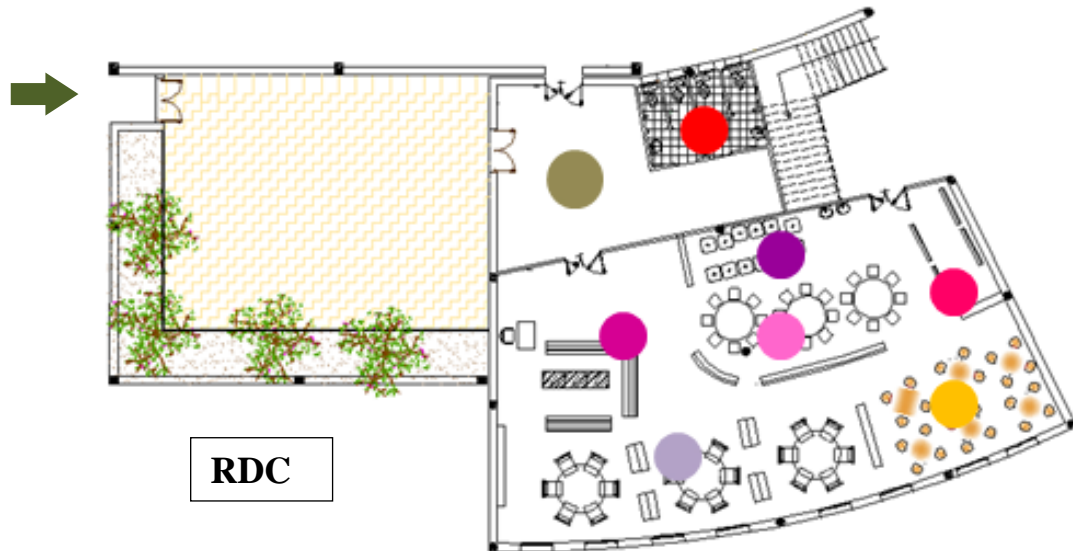
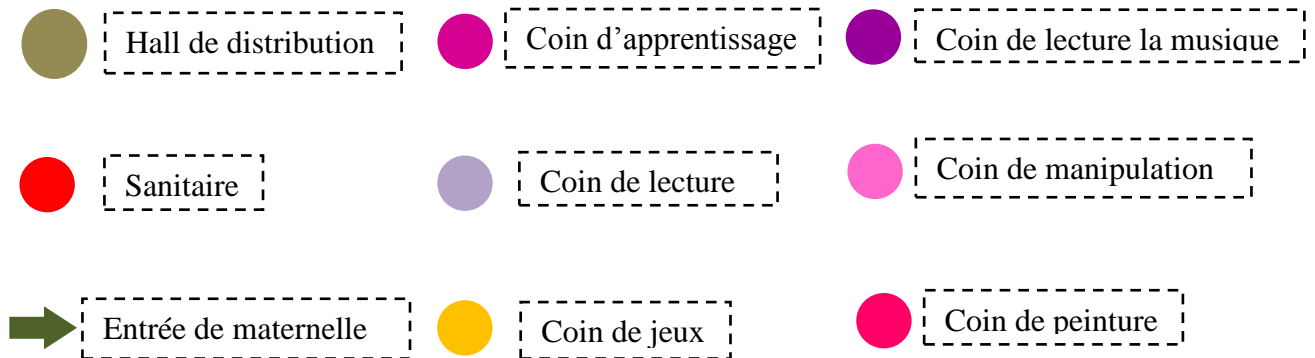


Figure 73 : plan et bloc maternelle



-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

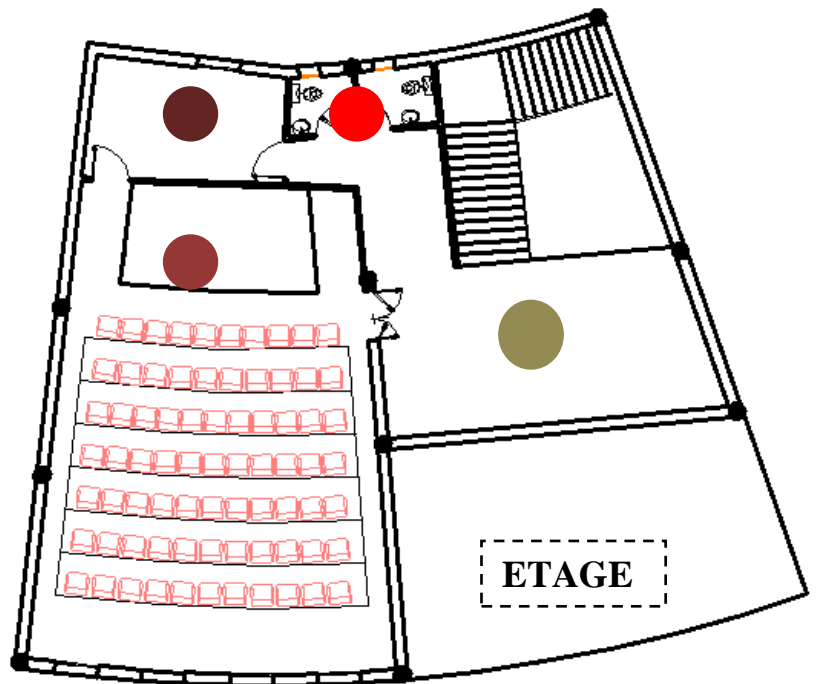









Figure 74 : plan d'étage

-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.

### 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

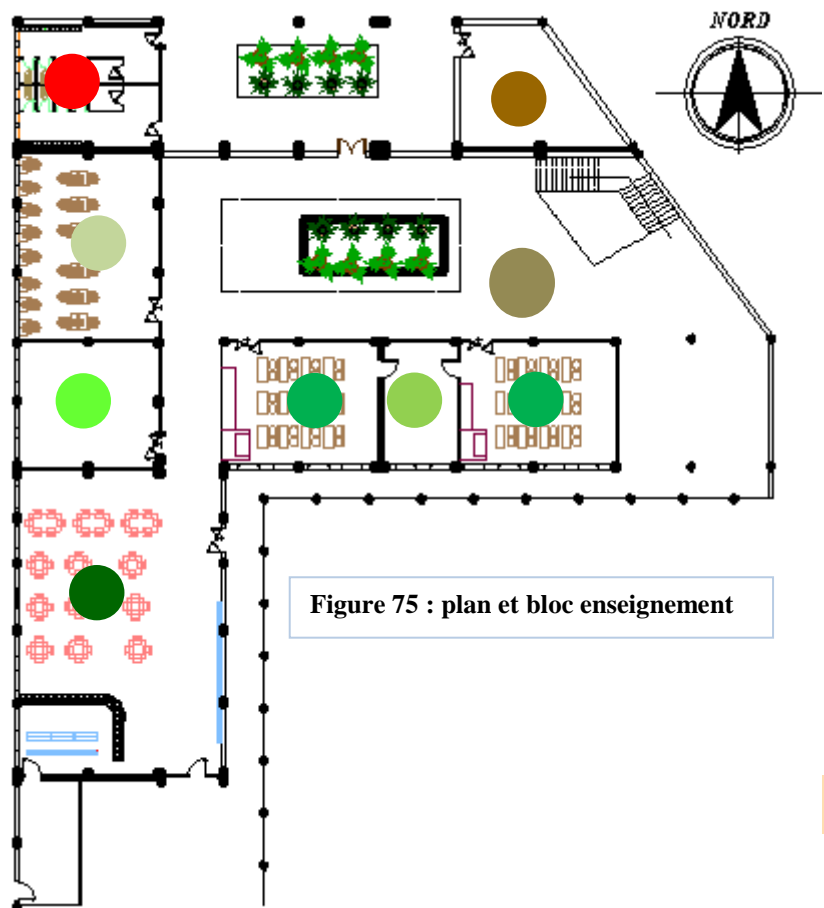
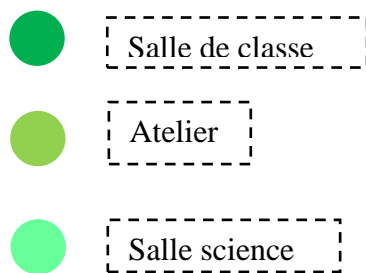
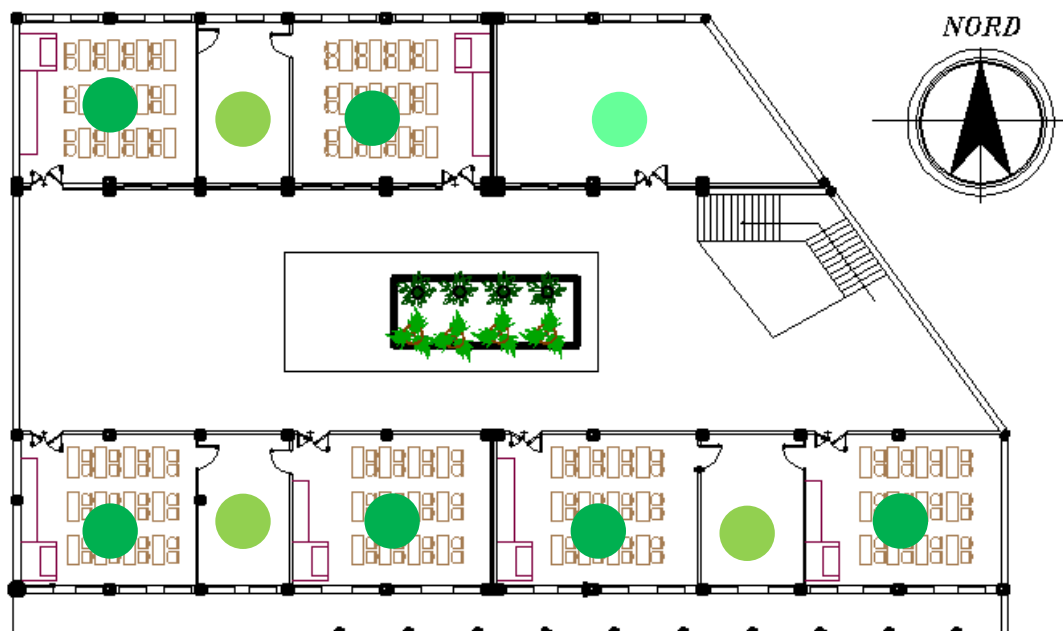


Figure 75 : plan et bloc enseignement

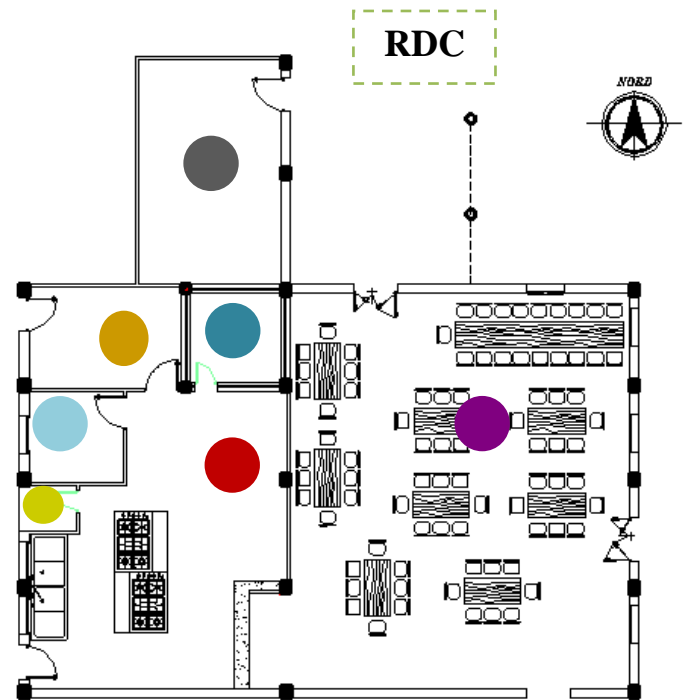
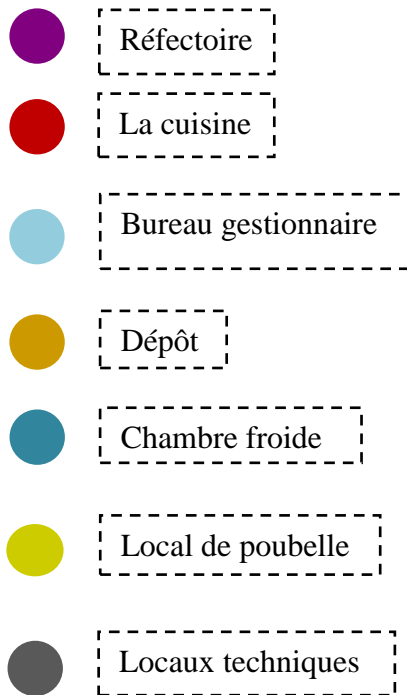
- L'accès à cette partie se fait par un grand hall qu'il regroupe toutes les salles d'enseignement et d'éducation, pour assurer la fluidité de circulation des élèves.
- Au rez-chaussé, il y a 2 salles de classe pour les niveaux premiers année avec un petit atelier comme espace commun entre eux, en plus 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

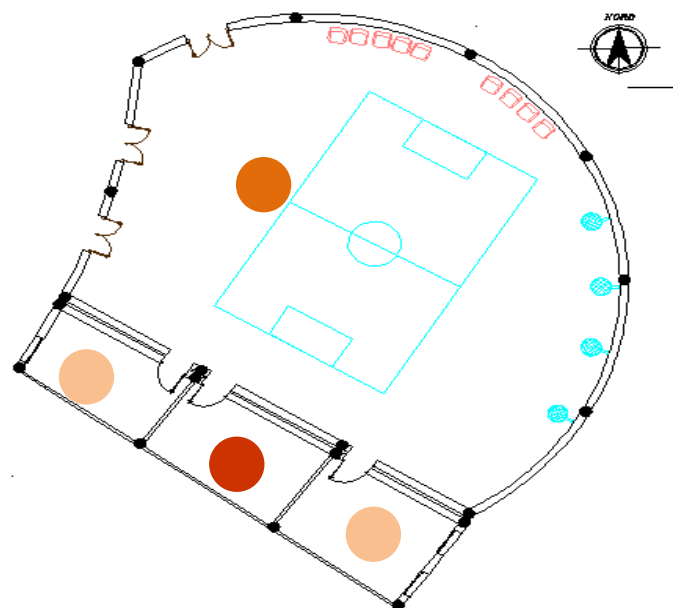
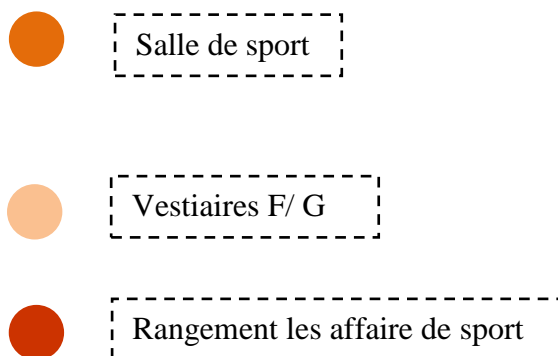
### IV3.2.d. Partie de service



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



- 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.

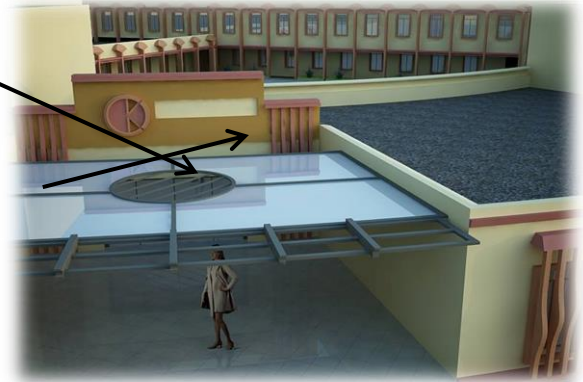
L'utilisation d'un logo pour l'école où il représente une idée philosophie ;( le savoir c'est le bateau de NOUH).

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.

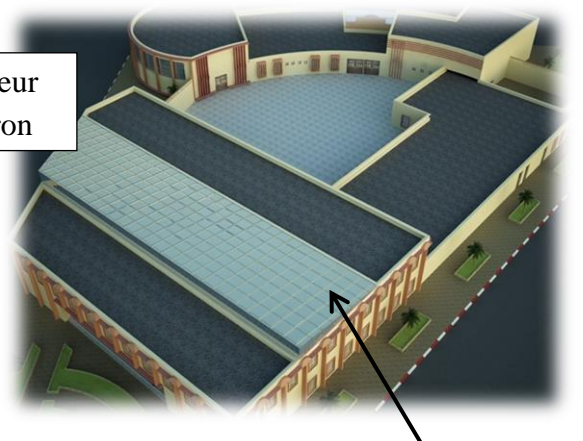
Les éléments de protection solaire : sont des éléments verticaux et horizontaux en maçonnerie

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 ».

**PARTIE TECHNIQUE**

**LA VENTILATION NATURELLE**

## **Résume :**

La ventilation naturelle c'est une nécessité comme solution durable pour assurer le confort intérieur et la bonne qualité de l'air intérieur où les données climatiques c'est le facteur qui a un impact sur le choix du mécanisme de la ventilation.

Dans notre cas la ville de Laghouat (climat aride), on a appliqué une ventilation par les fenêtres et déterminer l'impact sur le confort intérieur et on a proposé un autre mécanisme de ventilation qui permet d'assurer la ventilation avec une performance énergétique et acoustique en exploitant les données climatiques qui favorise l'utilisation des mécanismes qui basé sur le tirage thermique tel que le cheminée solaire qu'il peut être la solution plus favorable.

## **Les mots clés :**

**Ventilation naturelle, durable, le confort, qualité de l'air, mécanisme de ventilation, performance énergétique et acoustique.**

## **ملخص :**

التهوية الطبيعية هو ضرورة كحل مستدام لتوفير الراحة في الأماكن المغلقة وذات نوعية جيدة الهواء في الأماكن المغلقة حيث البيانات المناخية هي العوامل التي لها تأثير على اختيار آلية التهوية

في حالة مدينة الأغواط (الجافة)، تم تطبيق التهوية من خلال النوافذ وتحديد أثرها على الراحة الداخلية، وتم اعتماد آلية تهوية أخرى لضمان التهوية مع إمكانية الحفاظ على الطاقة والراحة الصوتية استغلال البيانات المناخية التي تشجع على استخدام الآليات القائمة على مشروع الحراري مثل المدخنة الشمسية التي يمكن أن تكون الحل الأكثر ملاءمة

## **الكلمات المفتاحية:**

التهوية الطبيعية, مستدام, نوعية الهواء, آلية التهوية, الحفاظ على الطاقة والراحة الصوتية.

## 1. Introduction

La préservation de l'environnement en général suscite un intérêt croissant ; la qualité de l'environnement intérieur des bâtiments et son impact sur la santé et sur le bâti est une préoccupation de plus en plus forte.

Les établissements qui accueillent les élèves et le personnel scolaire doivent être sains et sécuritaires. Il est reconnu qu'une bonne qualité de l'air intérieur rend l'environnement plus propice à l'apprentissage, ce qui favorise la poursuite des études et la réussite scolaire.

« Le manque de ventilation peut être l'origine d'une baisse de productivité pouvant aller jusqu'à 15% et être l'origine de symptômes tel que l'irritation des yeux, des maux de têtes ou encore des troubles de la concentration. » David Peter Wyon, 1996.

La faculté d'apprentissage des enfants augmente de 15% avec une bonne qualité d'air intérieur.

« Imaginez que nos enfants puissent acquérir les mêmes connaissances en 7 ans au lieu de 8 ».

Pawel Wargocki, Dr., Dtu Maître de conférence

Donc Pour assurer ces conditions doit être résoudre Les problèmes par l'usage d'un système de ventilation adapté.

Lors du choix d'un système de ventilation, il faut tenir compte de plusieurs critères, à savoir :

Le climat local, L'environnement, Le rendement à long terme de l'installation, Le coût global.

Un système de ventilation naturelle c'est un gain pour :

-L'environnement (des ressources naturelles telles que la poussée thermique et la pression naturelle du vent sur les constructions, ce qui en fait une solution plus durable que les solutions d'aérations plus mécaniques

- L'architecture (Une solution de confort intérieur avec ventilation naturelle donne une grande liberté d'action et de conception à l'architecte), L'économie (un coût d'investissement et un coût de fonctionnement plus bas que les systèmes conventionnels comparables. C'est un autre avantage de la ventilation naturelle).

## 2. Problématique

La maîtrise de la ventilation s'inscrit dans le contexte d'une réduction des consommations d'énergie, d'une amélioration de la qualité de l'air intérieur des bâtiments et d'une amélioration du confort hygrothermique.

Donc il est important de faire un choix technico-économique vis-à-vis du compromis entre qualité Sanitaire de l'air et consommation d'énergie. Cela sera en particulier le cas sur le type du système de ventilation qu'il doit être adapté aux conditions climatiques (en particulier les vents; direction, vitesse et fréquence - notre cas le problème de vent de sable) optimisant toute l'année les performances de la ventilation naturelle surtout en hiver doit être garantie sans Créer des problèmes acoustiques de natures diverses.

Les Ecoles sont des bâtiments comprenant différentes catégories de locaux, aux destinations particulières (salles de classe, bureaux, cuisine, restaurant, ...), d'où émergent des besoins " variés, des pollutions " particulières ". ou le choix de ventilation aussi doit être adapté à ces besoins variés.

Donc, l'ensemble des contraintes doit être résolu :

- **comment arriver à concrétiser un compromis entre la qualité sanitaire de l'air et consommation d'énergie avec une performance acoustique.**
- **quelle solution on peut l' afin de résoudre le problème des vents sable.**
- **quel choix qu'il peut répondre aux différents besoins des locaux scolaires.**

### 3. Les hypothèses

Devant cette problématique, on propose l'ensemble des solutions afin de les résoudre :

- pour une performance énergétique et acoustique, on cherche un mécanisme qu'il sert d'abandonné la ventilation par les fenêtres.
- On utilise un système qu'il régule en fonction des conditions climatique afin de réduire les déperditions énergétiques.
- L'utilisation des dispositions permet de filtrer l'air chargé de sable et de poussière.
- Une ventilation par des locaux séparées afin d'assurer les besoin de chaque local.

### 4. Méthodologie de recherche

Pour vérifie les hypothèses et atteindre les objectifs fixées, la réalisation de cette étude s'est faite en 3 étapes :

Etape 1 : une recherche bibliographie sur la ventilation naturelle et ces mécanismes avec des exemples qu'il sert à la compréhension et déterminer le choix.

Etape 2 : connaitre les normes de ventilation dans les bâtiments scolaires.

Etapes 3 : la simulation avec le logiciel « ENERGYPLUS », dans le but de vérifie d'atteindre l'objectif de confort de ventilation.

### I.1. Définition

La ventilation naturelle consiste simplement à créer des courants d'air dans le local afin de renouveler l'air intérieur.

#### Objectif

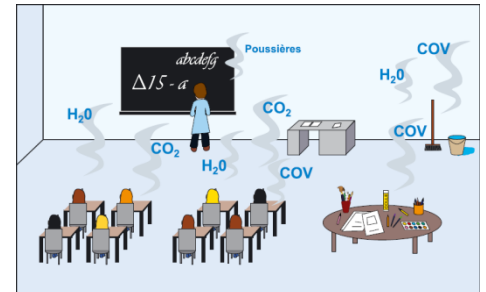
La ventilation a pour but d'éviter les dégradations du bâtiment

Et de préserver la qualité de l'air intérieur, Elle permet d'évacuer

L'humidité produite par les occupants et leurs activités, les gaz et

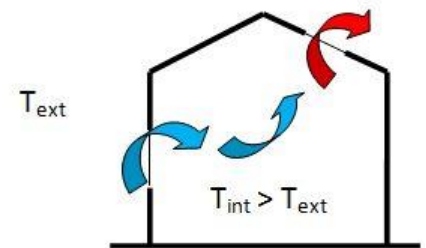
Les particules volatils et autres polluants qui pourraient stagner.

Figure 1: les produits évacués par les occupants



Source : [www.ibgebim.be](http://www.ibgebim.be)

Figure 2: tirage thermique



Source: [www.blog-habitat-durable.com](http://www.blog-habitat-durable.com)

### I.2. Les principes de ventilation naturelle

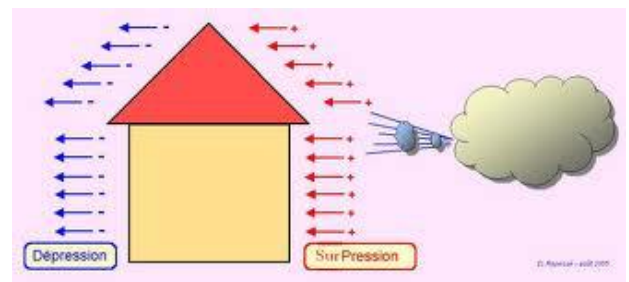
#### a. Le tirage thermique :

Le tirage thermique repose sur une différence importante entre l'air intérieur et l'air extérieur qui fait monter l'air chaud et humide et descendre l'air froid et sec.

#### b. La pression éolienne (effet du vent) :

Quand le vent rencontre un bâtiment, il comprime l'air sur les parois qui lui font face et crée, en général, des dépressions sur les autres.

Figure 3: pression éolienne



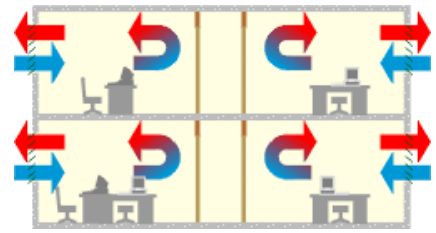
Source: [www.gramme.be](http://www.gramme.be)

### I.3. Les mécanismes de la ventilation naturelle

#### A. Mono exposé :

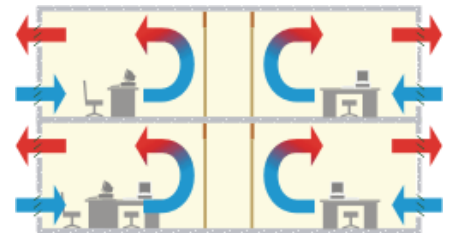
\*Ouverture unique en façade ; L'efficacité de cette configuration étant faible, il faut se limiter.

Figure 4 : ouverture unique en façade



Source : app.bruxellesenvironnement.be

\*Deux ouvertures en façade ; Quand le vent rencontre un bâtiment, Il comprime l'air sur les parois qui lui font face et crée, en général, des dépressions sur les autres.



Source : www.energieplus-lesite.be

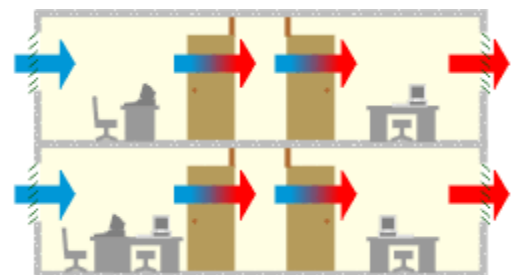
#### B. Ventilation transversale :

La ventilation transversale correspond au cas où l'air entre par une façade du bâtiment et ressort par une façade différente, généralement du côté opposé.

-Comme le vent est le moteur de la ventilation transversale,

Les obstacles en amont comme la végétation et les bâtiments des voisinages sont à prendre en compte, de même la hauteur des locaux à ventiler est un facteur important.

Figure 6 : ventilation transversale



Source : app.bruxellesenvironnement.be

Les fenêtres sont le moyen le plus couramment utilisé pour la ventilation transversale.

-Il est important que les fenêtres automatiquement contrôlées Soit placées aussi haut que possible dans l'espace.

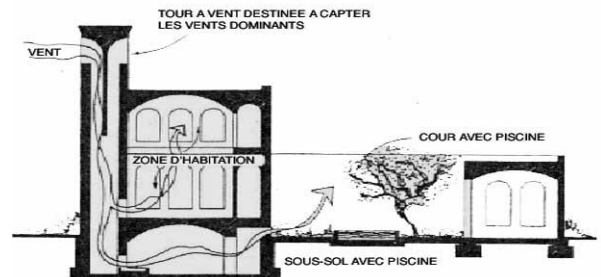
Figure 7 : Principe d'une tour à vent pour une maison d'habitation

**C. Capteur de vent**

**Définition :**

C'est une sorte de cheminée montée en toit qui capture le vent à 360°. Et à grande hauteur, où la vitesse du vent

Principe de fonctionnement :



Source : [www.crit.archi.fr](http://www.crit.archi.fr)

La pression dynamique du vent, est généralement plus élevée Il faut tout de même prêter attention au tirage thermique qui peut jouer contre cet effet, et donc l'inverser si la vitesse du vent est faible.

Il peut être intéressant d'utiliser des dispositifs permettant de fermer les ouvrants en sortie ou en entrée d'air.

**Des Exemples :**

**Exemple 01 : Les tours des vents (la ville de Yazd de l'Iran).<sup>1</sup>**

Figure 10 : vue sur la ville de Yazd



Figure 9 : axonométrie montre le principe de fonctionnement

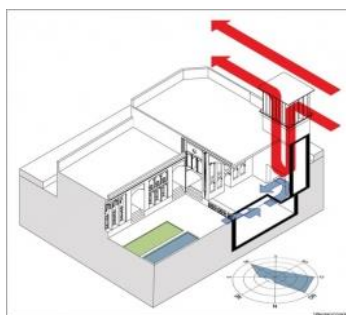


Figure 8 : le tour de vent



**Le principe de fonctionnement :**

Le principe des tours est de capter les vents qui circulent au-dessus des toits. L'air chaud circule ainsi dans la tour, descendant et remontant par des canaux verticaux. Cela crée un mouvement d'air qui va aspirer l'air frais des sous-sols afin de rafraîchir la pièce (effet Venturi).

<sup>1</sup> [www.habitat-eco-responsable.fr](http://www.habitat-eco-responsable.fr)

**Exemple 02 : Tours à vent de la bibliothèque Lancaster.<sup>2</sup>**

**Le principe de fonctionnement**

L'air frais arrive au niveau du sol extérieur par un plénum de 1,5 m. d'hauteur, qui le distribue en bas de chaque puits périphérique.

Figure 11 : les pléniums



Figure 12 : tours à vent



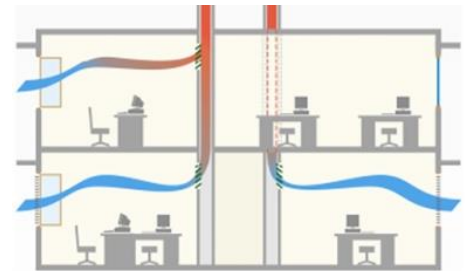
L'extraction de l'air vicié est déclenchée par le puits central, 4 cheminées d'angle et 4 cheminées de façade. L'agencement des écailles métalliques au sommet des cheminées a été étudié pour augmenter le tirage.

**D. Ventilation par cheminées :**

**Définition :**

C'est une ventilation qui repose sur l'effet de tirage thermique. La ventilation se fait dans l'espace ciblé, puis est extraite le long de conduits verticaux.

Figure 13 : ventilation par cheminée



Source : [guidebatimentdurable.bruxellesenvironnement.be](http://guidebatimentdurable.bruxellesenvironnement.be)

**Des exemples :**

**Exemple 01 : Le bâtiment de la société Iveg à Hoboken.<sup>3</sup>**

Figure 14 : façade avant du bâtiment



Figure 15 : les tours de ventilation



Figure 16 : l'intérieur du tour



<sup>2</sup> [outilssolaires.com](http://outilssolaires.com)

<sup>3</sup> [www.energieplus-lesite.be](http://www.energieplus-lesite.be)

**Le principe de fonctionnement :**

L'utilisation de deux tours de ventilation séparées pour des raisons de sécurité incendie.

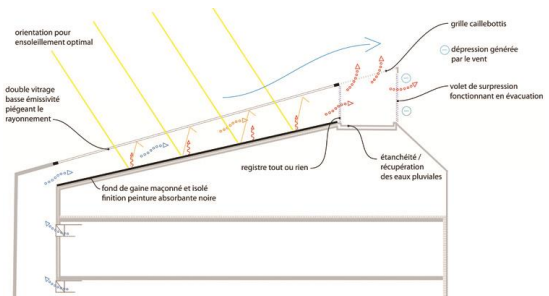
Le rez-de-chaussée et le premier étage forment un premier compartiment relié à la grande cheminée tandis que le deuxième étage est un compartiment séparé, ventilé par sa propre cheminée. Les clapets qui permettent la sortie de l'air au sommet des tours

Figure 17 : principe de fonctionnement de la cheminée

**\*Les cheminées solaires**

L'air dans la cheminée soit plus chaud que l'air ambiant.

Les cheminées solaires sont une bonne solution à cette problématique.



Source : franck-boutte.com

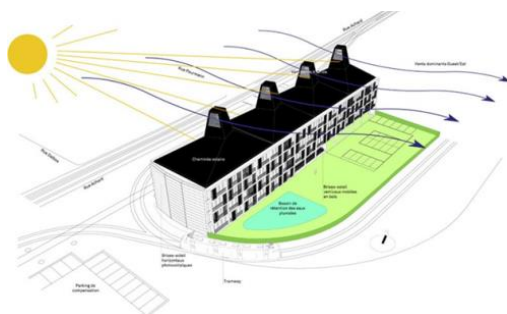
Dans le but de maximiser cette température, on peut utiliser des éléments vitrés pour augmenter les apports. Idéalement, il faut qu'une grande hauteur reçoive des apports

solaires pour augmenter au maximum l'effet de tirage thermique.

**Des exemples : Exemple 01 : l'ANMA (Agence Nicolas Michelin & Associés)<sup>4</sup>**

Figure 18 : une vue sur le bâtiment montre les cheminées

Figure 19 : schéma clarifier le principe de fonctionnement



<sup>4</sup><http://www.pss-archi.eu/>

**Le principe de fonctionnement:**

La toiture comporte 4 grandes cheminées solaires dont le principe consiste à utiliser l'échauffement solaire pour créer un tirage d'air et assurer la ventilation naturelle des locaux et leur rafraîchissement durant la nuit.

**D'autres exemples :**

Figure 21 : lycée français du Caire

Les cheminées solaires



Source : [www.lfcaire.org](http://www.lfcaire.org)

Figure 20 : Le bâtiment environnemental du BRE (British Research Establishment)

Les cheminées solaires



Source : [www.energieplus-lesite.be](http://www.energieplus-lesite.be)

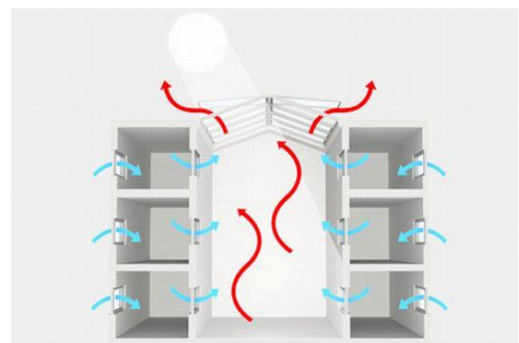
Figure 22 : principe de ventilation par l'atrium

**E. Ventilation par atrium :**

**Définition :**

L'atrium permet de remplir de nombreuses fonctions, en amenant de la lumière naturelle notamment. Il joue également un rôle dans la ventilation naturelle, car il agit comme une cheminée solaire géante.

La stratification de l'air sur la hauteur de l'atrium est et doit être très importante, afin que le tirage thermique soit maximal



**Exemple : Le centre administratif de "Powergen".<sup>5</sup>**

Figure 23 : une coupe schématique clarifier le principe de ventilation

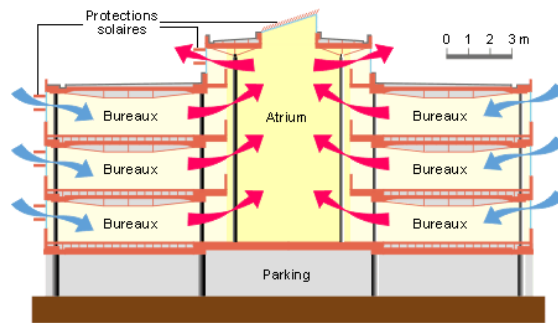


Figure 24 : l'intérieur de l'atrium



**Le principe de fonctionnement :**

Le principe de ventilation combine la ventilation transversale, d'une façade à l'autre (à partir d'une vitesse de vent de 2.5 à 3 m/s), et la ventilation par effet de cheminée utilisant l'atrium.

L'air est introduit par les fenêtres des bureaux, et L'air est extrait par les fenêtres hautes de l'atrium

Il est possible d'incorporer des éléments dans la partie supérieure de l'atrium:

- \* Installer plusieurs sorties d'air contrôlées, actionnées automatiquement.
- \* Concevoir la sortie d'air de manière à ce que la pression induite par le vent favorise la ventilation pour toute direction de vent.

**F. Ventilation par puits canadiens**

Le système est basé sur le simple constat que la terre à une certaine profondeur. A deux mètres -t environ,-elle-se maintient autour de 15°C pendant l'été et de 5°C pendant l'hiver.

La ventilation par puits canadien peut fonctionner naturellement ou à l'aide d'un tirage par ventilateur.

Figure 25 : principe de fonctionnement le puits canadien

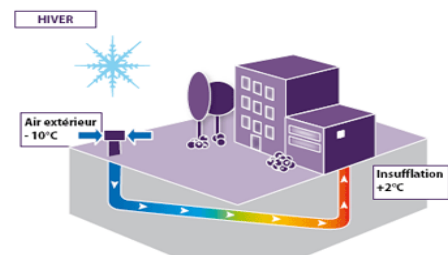


Figure 26 : lycée de [illegible] est plus ou m  
Les bouches de captage de l'air extérieur

<sup>5</sup> app.bruxellesenvironnement.be

## I.4. Conclusion

 <p>ventilation par les fenêtres</p>	<p>le débit d'air n'est pas contrôlé et la qualité ne peut, elle aussi, être contrôlée.</p> <p>Ouvrir les fenêtres peut provoquer des courants d'air froid très inconfortables.</p>
 <p>ventilation par des tours de vent</p>	<p>C'est une approches plus sophistiquées peuvent être employées avec succès.</p> <p>si la vitesse du vent est faible, le tirage thermique qui peut jouer contre cet effet.</p> <p>la seule contrainte de conception des conduits est la limitation des pertes de charge.</p>
 <p>ventilation par cheminée</p>	<p>L'utilisation d'une cheminée solaire peuvent bénéficier ventilation naturelle et de stratégies passives de refroidissement des bâtiments ainsi contribuer à réduire la consommation d'énergie, émissions de CO2 et la pollution en général.</p>
 <p>ventilation par atrium</p>	<p>en amenant de la lumière naturelle, Il joue également un rôle dans la ventilation naturelle.</p> <p>Il est très probable que les températures dans les niveaux supérieurs de l'atrium soient inconfortables pour les occupants.</p>
 <p>ventilation par puits canadien</p>	<p>la ventilation est assurée sans pertes énergétiques trop importantes.</p> <p>système est à la fois efficace, très écologique et peu coûteux.</p>

Les avantages de ce système (ventilation naturelle) sont qu'il ne coûte pas cher, qu'il nécessite peu d'entretien et qu'il est facile à installer. L'inconvénient est que la plupart des systèmes économiques ne sont pas ou peu réglables, ce qui entraîne beaucoup de pertes d'énergie par grand vent. Cependant, il existe des systèmes qui se règlent automatiquement en fonction de la vitesse du vent, au moyen de grilles auto réglables.

### I.3.1. Les normes de ventilation

La qualité de l'air nécessaire pour atteindre la notion de confort est subjective et dépend des circonstances, de la densité d'occupation et du type d'utilisation du bâtiment.

Afin de garantir une bonne qualité de l'air intérieur dans un bâtiment, il faut amener de l'air neuf dans les locaux afin de diluer les polluants qui y sont émis ; cette ventilation hygiénique doit s'opérer de façon à respecter le confort thermique de l'utilisateur.



**\*selon le Règle générale: 3,6 m<sup>3</sup>/h par m<sup>2</sup> de surface au sol.**

Destination des locaux	Débit d'air neuf en m <sup>3</sup> /h et par occupant
Salle de classe maternelle, primaire	15
Salle d'informatique	20
Bibliothèque	18
Bureaux	18
Salle de réunion, des professeurs	18
Cuisine	50
salles à manger	22
Salle de spectacle	18
ateliers	18
Toilettes isolées	30
Toilettes collectives	30 + (15 m <sup>3</sup> /h/toilette)

[Règlement Sanitaire Départemental, Titre III, Section II : "Ventilation des locaux", article 64].

### 3. La simulation

#### Objectif

Les outils de simulation permettent l'étude de l'impact de choix architecturaux et solutions techniques (orientation, géométrie, choix des matériaux, de systèmes énergétiques...) sur les consommations d'énergie d'un bâtiment et le confort des usagers. L'utilisation fine de ceux-ci permet d'orienter maitrise d'œuvre et/ou maitrise d'ouvrage tout au long du projet. Ces outils facilitent ainsi la prise de décision pour aboutir à la solution la plus efficace possible.

**Logiciel ENERGY PLUS** : est outil de simulation thermique dynamique développé par le département à l'énergie des USA. Il est particulièrement complet notamment pour la prise en compte des équipements énergétiques des bâtiments mais aussi de phénomènes complexes comme la ventilation naturelle, l'impact d'une toiture végétalisée ou de l'utilisation de matériaux à changement de phase. Il est aussi ouvert permettant l'utilisation de logiciel tiers de saisie et d'exploitation.



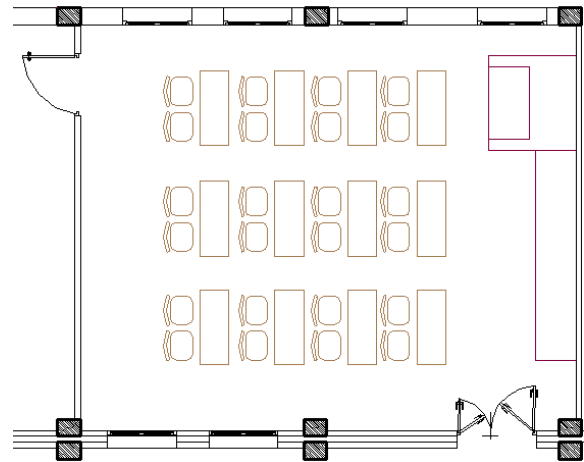
#### Présentation de l'espace simulé

La salle de classe

Dimension : 8.5m\*7m

Nombre des occupants : 25

Débit de l'air nécessaire : 15m<sup>3</sup>/h



#### Résultat de la simulation

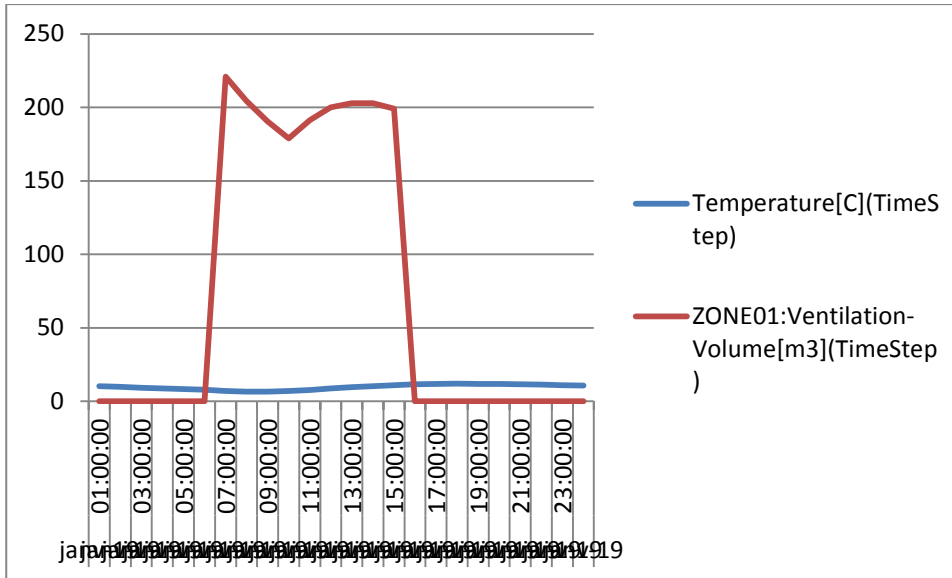
##### le cas initial

Le cas d'hiver (21 décembre)

Ventilation par les fenêtres qui donnent sur le nord.

Les données concernant les vents

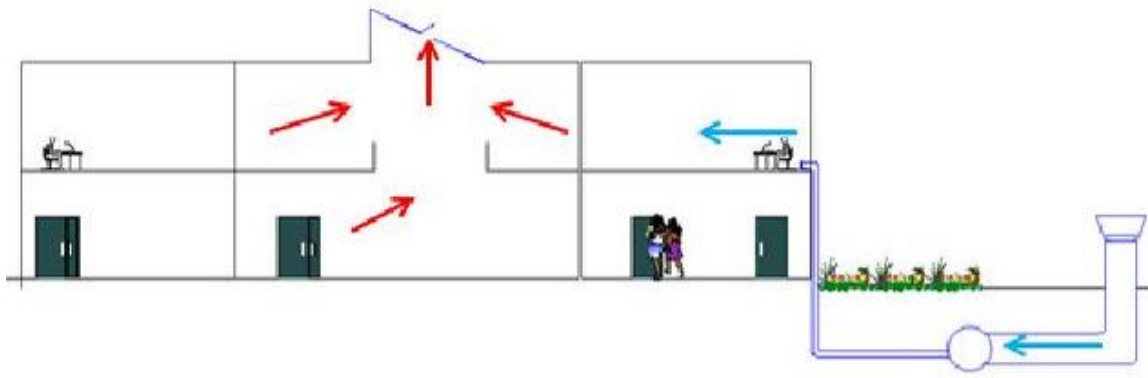
Dans ce cas une seule fenêtre ouverte.



D'après le tableau, le débit de l'air assez insuffisant, avec un abaissement de la température  
 Donc l'utilisation des fenêtres est déconseillée pour augmenter la ventilation

### Recommandation

Afin à arriver de concrétiser l'objectif d'assurer une ventilation confortable, on utilise d'autre mécanisme plus favorable.

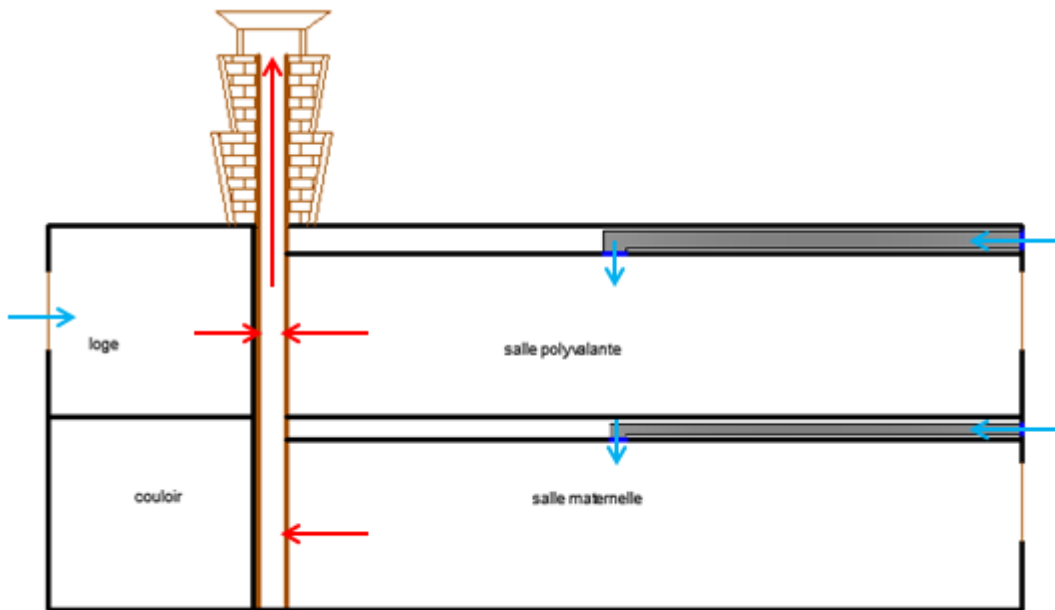


Coupe schématique clarifie le principe de ventilation

Principe de fonctionnement :

L'air tiédi par les puits canadiens.

L'atrium est utilisé comme élément passif de circulation de l'air.



Coupe schématique clarifie le système de ventilation

L'air de ventilation parcourt des conduits intégrés dans le plafond, à température ambiante, avant de pénétrer le local au niveau du plafond. Il est donc légèrement réchauffé.

Les cheminées d'extraction d'air de ventilation : la paroi en briques de verre favorise le réchauffement de l'air à extraire, et améliore le tirage.

## **Conclusion**

Les conséquences sanitaires sur les enfants peuvent être liées à une mauvaise qualité de l'air intérieur. Pour se prévenir de tels problèmes, la ventilation doit être entretenue régulièrement tout au long de la vie du bâtiment.

Afin d'assurer une qualité d'air, il doit faire le choix du mécanisme de ventilation adéquat avec les conditions climatiques et les besoins de local ventilée.

Aussi il est nécessaire de penser à améliorer le confort hygrothermique et le confort acoustique pour offrir un environnement intérieur confortable.

Dans le cas de la zone aride (la ville de Laghouat), les conditions climatiques favorise l'utilisation les cheminées solaires au lieu la ventilation par les fenêtres avec l'existence les vents de sable qui représente un grand problématique pour la ventilation.

La ventilation c'est une nécessité pour la sécurité sanitaire de l'enfant dans le premier lieu mais de façon garantie avec une performance énergétique et acoustique sont des objectifs qui doivent le prendre tous en considération.

# Annexe

## 1. L'énergie solaire photovoltaïque : [9]

La production d'électricité à partir de l'énergie solaire s'effectue par l'intermédiaire de capteurs équipés de cellules photovoltaïques à base de silicium. Elle varie en fonction de l'orientation des panneaux, de l'ensoleillement, de l'heure de la journée et de la période de l'année.



Comment orienter les panneaux solaires ?

<i>SUD</i>	93%	100%	91%	68%
<i>SUD-EST</i>	93%	96%	88%	66%
<i>EST OUEST</i>	93%	90%	78%	55%

Qu'ils soient indépendants ou incorporés, les panneaux doivent être orientés au sud selon une inclinaison de 30° pour obtenir un rendement maximal.

On a fait intégrer les panneaux dans notre projet au niveau de toit sur l'atrium en profitant sa forme incliné.

### Le dimensionnement d'un système photovoltaïque

Etape1 : Détermination des besoins de l'utilisateur

Etape2 : Energie solaire récupérable selon l'emplacement et la situation géographique

Etape3 : Dimensionnement du générateur solaire

Etape 4 : Définition de la capacité de la batterie

Etape 5 : Choix des câbles.

## 2. le chauffage solaire : [9]

Le chauffage est une part importante des dépenses en énergie et une grande part de ces besoins peut être couverte par des énergies renouvelables.

Les systèmes solaires thermiques convertissent le rayonnement solaire en chaleur. Ils sont composés d'un ensemble de capteurs, d'un système de régulation et d'un ballon de stockage. Les panneaux fonctionnent comme une serre. Un fluide caloporteur (eau glycolée en général) s'échauffe dans le capteur et restitue la chaleur emmagasinée à un système de chauffage ou de production d'Eau Chaude Sanitaire.

### **3. le puits canadien/provençal : [9]**

Il s'agit d'un système dit géothermique qui utilise l'énergie présente dans le sol à proximité de sa surface pour chauffer ou refroidir l'air neuf de ventilation des bâtiments en s'appuyant sur le constat tout au long de l'année alors que la température du sol à quelques mètres de profondeur reste plus stable, entre 5 et 15°C en moyenne suivant les saisons.

Le principe du puits canadien/provençal ; est de faire circuler l'air neuf de ventilation dans un conduit enterré grâce à un ventilateur, avant de l'insuffler dans le bâtiment. En hiver, l'air se réchauffe au cours de son parcours souterrain.

#### **Les principaux éléments d'un puits ;**

- Entrée d'air neuf
- Conduit
- Système d'évacuation des condensats
- Ventilateur et système de régulation du puits



#### **Dimensionnement et mise en œuvre :**

##### **Entrée d'air neuf ;**

-D'un plénum pour le secteur tertiaire nécessitant de plus gros volumes de renouvellement

-la hauteur doit être supérieure à 1,10 m pour limiter l'encrassement.

- les dispositions : Chapeau de protection, Grille de protection à fin maillage, des filtres,

Positionnement de l'entrée d'air neuf doit être implantée loin des sources de pollution (voirie, parking, poubelles) et loin de toute végétation pouvant produire des pollens allergisants.

## Conduit :

Elle est habituellement de l'ordre de 30 à 50 m afin de limiter les pertes de charge. La longueur totale du conduit est calculée en fonction du débit d'air souhaité, de la nature du sol.

- Pour optimiser les transferts thermiques sol/air, la vitesse de l'air au sein du puits doit être comprise entre 1 et 3 m/s. En fonction des débits d'air requis, le diamètre du conduit du puits est alors calculé pour respecter ces conditions de vitesse d'air.

## - Profondeur d'enfouissement des tubes :

La profondeur préconisée est souvent comprise entre 1,5 et 3 m.

## - Espacement entre les tubes :

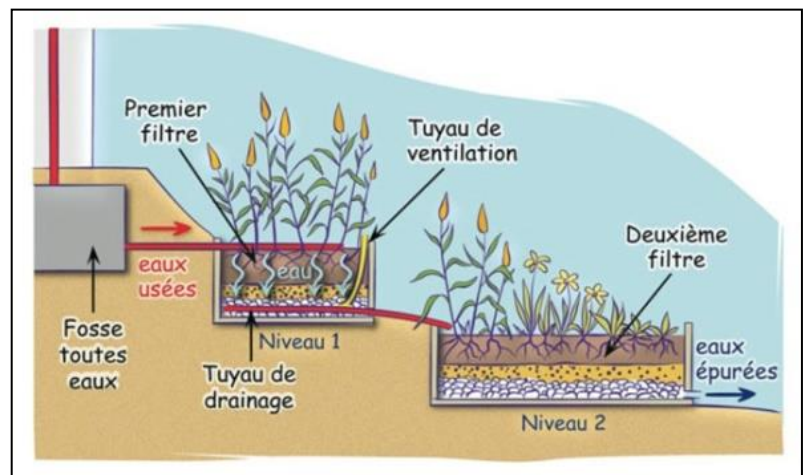
il est préférable qu'il soit supérieur à 3 fois le diamètre des tubes afin de garantir un bon échange thermique de chaque tube avec le sol

## 4. Le système de phytoépuration : [10]

La phytoépuration fait appel aux bactéries présentes dans les systèmes racinaires des plantes pour épurer l'eau.

### Comment ça marche ?

- Le prétraitement se fait soit dans un lit vertical planté de roseaux, soit dans une fosse toutes eaux.



- Pour le traitement, il faut ensuite prévoir un bassin à écoulement horizontal planté d'espèces végétales capables d'absorber les charges polluantes (bambous, massettes, iris des marais, laïches...), suivi d'une mare ou d'un fossé planté d'espèces semi-aquatiques ou ornementales gourmandes.

Si vous optez pour le lit vertical planté de roseaux en prétraitement, prévoyez un dénivelé d'environ 90 cm avec le second bassin.

### Les revues

- ✓ **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 à l'étranger, relocalisation de l'école primaire française d (epf d) sur le site des « charmilles »à ivandry, Antananarivo, construction d'une nouvelle école primaire, version 1.0décembre 2013.pdf (revue)
- ✓ [[www.terrevivante.org](http://www.terrevivante.org)]
- ✓ [www. archdayli.com](http://www.archdayli.com)