



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



## **Université Amar Thelidji- Laghouat**

**FACULTE : TECHNOLOGIE**

**DEPARTEMENT : ARCHITECTURE**

### **MEMOIRE DE MASTER**

**Présenté par :  
BAHAZ Zakia**

**DOMAINE : SCIENCES ET TECHNOLOGIES**

**FILIERE : ARCHITECTURE ET URBANISME**

**OPTION : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT**

### **Thème**

**Conception d'un Cem base 7 durable à LAGHOUCAT**  
**La hauteur minimale des fenêtres d'entrée d'air pour un**  
**débit d'air optimal dans une salle de classe**

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

| <b>Nom et Prénom</b>        | <b>Grade</b> | <b>Qualité</b>   |
|-----------------------------|--------------|------------------|
| <b>Mr. SACI Mohamed</b>     | <b>MCA</b>   | <b>Président</b> |
| <b>Mr. LAROUÏ Mohamed</b>   | <b>MAA</b>   | <b>Examineur</b> |
| <b>Mr MEBARKI Ammar</b>     | <b>MAB</b>   | <b>Examineur</b> |
| <b>Mr.ZEGGAR Abderezzak</b> | <b>MAB</b>   | <b>Encadreur</b> |
| <b>Mr.BEN HOUHOU Naim</b>   | <b>MAB</b>   | <b>Encadreur</b> |

**Promotion : juin2015**

# REMERCIEMENT

*On remercie Dieu du plus profond de notre cœurs pour tout et pour aboutir à la fin de ce projet sans oublier nos encadreurs MR: ZEGGAR ABD EL RAZZAK et MR: BENHOUHOU NAIME pour tous leurs conseils et renseignements durant toute la période de l'étude de ce projet.*

*On tient également à remercier Messieurs : MEZAOUKH LAKHDAR, Nous aimerons aussi de remercier les membres du jury pour nos avoir fait l'honneur d'examiner et d'évaluer ce travail, et pour avoir accepté d'apporter leurs précieuses remarques et leurs orientations qui seront déterminantes dans la suite de notre travail.*

*On tient enfin à exprimer nos remerciements à toutes personnes qui ont contribué à la réalisation de ce travail, et tous ce qui a participé de près ou de loin à notre formation.*

# DEDICACE

*Je dédie ce modeste travail*

*A Mes chères parents, qui sont ma plus grande source d'inspiration, sans eux je n'aurais pas pu arriver là où je suis maintenant, qui m'ont soutenu et m'ont escorté durant les moments les plus pénibles de se long chemin.*

*A mes sœurs : Imane – Maroua – Ikram sans oublier Warda, à mon petit frère Abd El Moumen et à toute les membres de la famille BAHAZ et KEDDICI.*

*A mes binômes : Hakima Et Naziha et a toutes mes chères amis.*

*A mes encadreurs MR: Zeggar Abd El Razzak et MR: Ben Houhou Naime*

*A tous mes enseignants.*

*A tout qui m'a donné le point de départ pour mes études supérieures,  
Et la main d'aide durant ma formation.*

*A tous les étudiants du département d'architecture et  
Spécialement l'ensemble de la promotion d'année architecture 2015.*



*- Zakia -*



# Sommaire

## Résumé

## Listes des figures

## Listes des tableaux

### Introduction générale

|  |    |
|--|----|
| 1-Introduction .....                     | 01 |
| 2-Problématique .....                    | 02 |
| 3- Objectifs .....                       | 02 |
| 4- l'hypothèse.....                      | 02 |
| 4-Structure de Mémoire .....             | 02 |
| 5- méthodes et outils de recherche ..... | 03 |

### Chapitre I : approche thématique : définitions de thème et analyse des exemples éducatifs internationaux

|  |    |
|--|----|
| Introduction .....                                       | 04 |
| I-1- Définitions des notions de concepts éducatifs ..... | 04 |
| I- 2- type de l'éducation.....                           | 05 |
| I-3- Le Système éducatif Algérien .....                  | 06 |
| I-4- Analyse des exemples éducatifs internationaux.....  | 07 |
| I-5- synthèse.....                                       | 16 |

### Chapitre II : approche programmatique : pierre angulaire de la conception d'un CEM durable

|   |    |
|---|----|
| Introduction .....                                | 18 |
| II-1- Programme quantitatif d'un Cem base 7 ..... | 18 |
| II-2- Normes et recommandations.....              | 19 |
| II-3- Synthèse.....                               | 23 |

### **Chapitre III : approche environnementale : la durabilité dans les établissements scolaires**

|   |           |
|---|-----------|
| Introduction.....                               | 25        |
| <b>III-1-Le Choix De Site .....</b>             | <b>25</b> |
| <b>III-2- La Conception Architecturale.....</b> | <b>26</b> |
| <b>III-3- Le Choix Des Matériaux.....</b>       | <b>26</b> |
| <b>III-4- Les Conforts.....</b>                 | <b>26</b> |
| <b>III-5-Eco Gestion .....</b>                  | <b>28</b> |
| <b>III-6- La végétation .....</b>               | <b>29</b> |
| <b>III-7-Synthèse.....</b>                      | <b>29</b> |

### **Chapitre IV : approche contextuelle : présentation de la ville et choix de site**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>IV-1- Présentation de la ville de LAGHOUAT.....</b>                      | <b>30</b> |
| <b>IV- 2- Les caractéristiques climatiques de la ville de LAGHOUAT.....</b> | <b>30</b> |
| <b>IV-3- Analyse de site d'intervention .....</b>                           | <b>33</b> |
| <b>IV-3-1-Présentation de la zone haute.....</b>                            | <b>33</b> |
| <b>IV-3-2- Présentation de site .....</b>                                   | <b>33</b> |
| <b>IV-3-2-1- Situation.....</b>   | <b>33</b> |
| <b>IV-3-2-2- Morphologie de terrain.....</b>                                | <b>33</b> |
| <b>IV-3-2-3- Accessibilité.....</b>   | <b>34</b> |
| <b>IV-3-2-4-Limites et environnements immédiats de site .....</b>           | <b>34</b> |
| <b>IV-3-2-5-Etude climatique de site .....</b>                              | <b>35</b> |
| <b>IV-4- synthèse .....</b>   | <b>35</b> |

### **Chapitre V : approche architecturale : formulation de l'idée de projet**

|  |    |
|--|----|
| Introduction.....  | 36 |
| V-1-Les étapes de formalisation de projet .....          | 36 |
| V-2- Les plans, principe d'organisation des espaces..... | 40 |

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| V-3- traitements des façades..... | 41 |
| V-4- la durabilité du projet..... | 43 |

## **Chapitre VI : La ventilation naturelle**

|  |    |
|--|----|
| Introduction.....                                  | 48 |
| VI.1. Définition Des Notion De Base .....          | 48 |
| VI.2. Le Rôle De Ventilation.....                  | 48 |
| VI.3. Les Différentes Systèmes De Ventilation..... | 49 |
| VI.4. la fenêtre et la ventilation naturelle ..... | 54 |
| VI.5. Le Débit D'air.....                          | 54 |
| VI-6-Conclusion.....                               | 55 |

## **Chapitre VII : Simulation numérique de cas d'étude**

|  |           |
|--|-----------|
| -Introduction.....                       | 56        |
| VII.1. Présentation de cas d'étude ..... | 56        |
| VII.2 Simulation numérique.....          | 57        |
| VII.2.1. Résultat de simulation .....    | 58        |
| VII.3. Conclusion.....                   | 64        |
| <b>Conclusion générale .....</b>         | <b>65</b> |

## **Références bibliographiques**

## ملخص

تعتبر المؤسسات التعليمية المؤسسات التي يقضي فيها التلاميذ وقتا طويلا لهذا يجب أن تكون اماكن بيداغوجية فعالة و تؤدي الوظيفة التي من اجلها صممت و كما انها ملزمة بان توفر لهم الراحة النفسية و الصحية المطلوبة .

وزيادة عن ذلك ان المؤسسات التعليمية احدى اهم مجالات المباني المستهلكة للطاقة لهذا تعتبر إحدى الرهانات البيئية في القرن الواحد و العشرون .

انطلاقا من هذا المنظور كان الهدف من دراستنا هو تجسيد مشروع لمتوسطة بيئية مستدامة , صحية و مريحة ليس لها انعكاسات سلبية على البيئة و اقتصادية من ناحية استهلاك الطاقة .

و لتجسيد هذا الهدف قمنا بطرح السؤال التالي:

كيف يمكن تصميم مشروع تعليمي بيئي مستدام (متوسطة قاعدة 7) في مدينة الاغواط

و للإجابة على التساؤل المطروح قمنا بتقسيم عملنا الي قسمين

اولا قمنا بمقاربة نظرية اعتمدنا فيها على دراسة تتعلق بالمراجع, تناولنا مختلف المعارف حول الموضوع (المنهاج , الدراسة البيئة في المؤسسات التعليمية ) و ايضا قمنا بدراسة امثلة لمباني تعليمية بيئية حول العالم للتعرف على مختلف الحلول المعمارية و التقنية لتحقيق جانب الاستدامة في هذه المشاريع .

ثانيا المقاربة التطبيقية و ذلك بتصميم مشروع لإكاديمية قاعدة 7 مستدامة بيئية, بداية باختيار ارضية المشروع و حاولنا دمج بعض الحلول المعمارية و التقنية في مختلف مراحل تكوين المشروع للوصول للهدف المسطر للدراسة .

و من خلال محاكاة رقمية قمنا بدراسة اقل ارتفاع لنوافذ دخول الهواء لتحصل على تدفق الهواء المطلوب و المناسب في قاعة الدراس ، وكان الهدف من الدراسة هو تحديد الارتفاع المناسب لنوافذ دخول الهواء داخل قاعة الدراسة في مشروعنا \_ إكاديمية مستدامة قاعدة 7 \_

كما تستند الدراسة على المحاكاة الرقمية (البرامج) ، هذه الأخيرة تسمح بالحصول على نتائج أقرب و أدق من تلك المعدة يدويا و التي تكون أكثر إفادة للحصول على راحة تنفسية للتلميذ.

### كلمات مفتاحية :

تربية ، استدامة ، الرفاهية ، الطاقة ، تسيير عقلائي، إكاديمية مستدامة ،الراحة التنفسية ، نوافذ دخول

الهواء ،تدفق الهواء

## Résumé

Les établissements scolaires représentent l'établissement où les élèves passent de très nombreuses heures, c'est pour cette raison il faut être des espaces pédagogiques efficaces et de remplir leur mission, ces bâtiments, ils doivent offrir les performances intellectuels des élevés et leur santé.

Les établissements scolaires est l'un des secteurs consommateur d'énergie, c'est pour cette raison représente l'un des grands enjeux environnementaux au XXIème siècle.

L'objectif de notre étude est la conception d'un projet d'un CEM durable, confortable et sain, respect l'environnement et économe en énergie.

Pour atteindre cette objectif on a posé la question comment concevoir un projet éducatif durable (CEM base 7) à la ville de Laghouat.

Pour répondre au question posé en a divisé notre étude en deux partie, premièrement approche théorique à travers une recherche bibliographique on a prend les différents connaissances sur le thème (programme, l'aspect environnementale dans les établissements scolaires ) et en plus une analyse des exemples des bâtiments éducatifs internationaux dans le but d'apprendre les solutions architecturales et techniques utilisée pour assurer la notion du durabilité .

Le deuxième approche pratique représente le projet d'étude, consiste sur la conception d'un Cem base 7 durable, au début on a choisis le site d'intervention et on essayée d'intégré quelque solutions architecturales et techniques dans les différents phases de formalisation de projet , pour le but d'atteindre l'objectif soulignée .

A travers une simulation numérique, on a étudié la hauteur minimale des fenêtres d'entrée d'air pour obtenir un débit d'air nécessaire dans une salle de classe, notre objectif de cette étude est de déterminer la hauteur minimal des fenêtres d'entrée d'air pour un débit optimal dans une salle de classe de notre CEM base7.

Cette étude appuie sur une simulation numérique ( le logiciel énergie plus , cette dernier permet d'obtenir des résultats rapprochés de ceux de calcul manuel et très intéressantes par rapport au confort visuel des élevés.

**Les mots clés :**

Education, durabilité, confort, énergie, éco gestion ,Cem durable ,confort respiratoire , fenêtres d'entrée d'air , débit d'air.

Listes des figures

Chapitre I

**Fig. (I.1)** : Définition d'éducation.....5

**Fig. (I.2)** : Schéma présente la structure d'enseignement en Algérie.....6

**Fig. (I.3)** : Schéma représentatif la méthode d'analyse des exemples .....6

Chapitre II

**Fig. (II.1)** : Schéma représente les différents types de classes.....19

**Fig. (II.2)** : Les Normes de passage entre les tables dans les classes.....19

**Fig. (II.3)** : Mobiliers et dimensions dans les salles de classe .....22

**Fig. (II.4)** : Schéma représente les différentes activités du CEM.....23

**Fig. (II.5)** : Schéma représente les normes de confort, d'hygiène et de sécurité dans l'établissement.....24

Chapitre III

**Fig. (III.1)** : Les paramètres du confort visuel .....27

Chapitre IV

**Fig. (IV.1)** : Situation géographique de la ville de Laghouat.....30

**Fig. (IV.2)** : Découpage des zones climatique .....30

**Fig. (IV.3)** : Le diagramme psychométrique (Givoni) a Laghouat.....32

**Fig. (IV.4)** : Plan de situation de site.....33

**Fig. (IV.5)** : Accessibilités de site .....34

**Fig. (IV.6)** : Les Limites De Site.....34

**Fig. (IV.7)** : Ensoleillement, orientation et vents de terrain.....35

## Listes des figures et Tableaux

### Chapitre V

|   |    |
|---|----|
| <b>Fig. (V.1)</b> : Les limites de terrain.....   | 36 |
| <b>Fig. (V.2)</b> : Implantations des activités et organisation des espaces.....                  | 37 |
| <b>Fig. (V.3)</b> : La circulation dans le projet.....  | 38 |
| <b>Fig. (V.4)</b> : Vue en plan de plan de masse (1) et vue 3D de projet(2).....                  | 39 |
| <b>Fig. (V.5)</b> : Organisation des espaces rez de chaussé.....                                  | 40 |
| <b>Fig. (V.6)</b> : Organisation des espaces de premier étage.....                                | 40 |
| <b>Fig. (V.7)</b> : Organisation de deuxièmes étage.....  | 41 |
| <b>Fig. (V.8)</b> : Façade principale de projet.....  | 41 |
| <b>Fig. (V.9)</b> : Schéma représente les solutions de la durabilité utilisée dans le projet..... | 42 |

### Chapitre VI

|   |    |
|---|----|
| - Fig. (VI.1) : schéma représente les types de VMC.....   | 50 |
| - Fig. (VI.2) : ventilation d'une salle de classe par tirage thermique.....   | 51 |
| - Fig. (VI.3) : illustrations de la ventilation naturelle par conduits verticaux ...  | 52 |
| - Fig. (VI.4) : Schématisation de la ventilation mono façade (a).....   | 52 |
| - Fig. (VI.5) : Schématisation de la ventilation traversant (b).....  | 53 |
| - Fig. (VI.6) : solutions architecturales favorisant la ventilation traversant (a) cheminée,(b) atrium,(c) double peau..... | 53 |

### Chapitre VII

|  |    |
|--|----|
| - Fig. (VII.1) : représente la ventilation traversant dans notre classe.....     | 56 |
| - Fig. (VII.2) : représente la situation de notre salle de classe.....           | 57 |
| - Fig. (VII.3) : représente le dimensionnement de notre salle de classe.....     | 57 |
| - Fig. (VII.4) : le dimensionnement des fenêtres d'entre d'aire cas initial .... | 59 |
| - Fig. (VII.5) : représente des vue de notre salle de classe cas initial.....    | 59 |
| - Fig. (VII.6) : Débit d'air dans la salle de classe cas initial.....            | 59 |

## Listes des figures et Tableaux

- Fig. (VII.7) le dimensionnement des fenêtres d'entre d'aire cas 01.....60
- Fig. (VII.8) : représente des vue de notre salle de classe cas amélioré 0....60
- Fig. (VII.9) : Débit d'air dans la salle de classe cas ameliore01.....61
- Fig. (VII.10) : le dimensionnement des fenêtres d'entre d'aire cas 02.....61
- Fig. (VII.11) : représente des vue de notre salle de classe cas 02.....62
- Fig. (.VII12) : débit d'air dans la salle de classe cas améliore 02.....62

### Liste des tableaux :

#### Chapitre I

**Tableau (I.1)** : les types d'éducation.....6

#### Chapitre II

**Tableau (II.1)** : le programme proposé par DEP d'une CEM base7.....18

**Tableau (II.2)** : les besoins les espaces dans CEM.....21

**Tableau (II.3)** : les critères de choix de mobilier.....22

#### Chapitre IV

**Tableau (IV.1)** : extrait des caractéristiques de la zone .....31

**Tableau (IV.2)** : Données climatique de la ville de Laghouat l'année 2008.....31

#### Chapitre VI

- **Tableau (VI.1)** : représente le rôle de ventilation sur le confort/sante/bâtiment.49

#### Chapitre VII

- **Tableau (VII.1)** Données climatique de la ville de Laghouat pour l'année 2008 (ONM, Laghouat) .....58

-**Tableau (VII.2)** tableau comparative des différents résultats de débit d'air 63

## Introduction générale :

Les changements climatiques planétaires ont placé la protection de l'environnement au premier plan des préoccupations actuelles et constituent, dans une perspective de développement durable, le défi majeur de ce 21<sup>ème</sup> siècle.

L'architecture durable est un concept global qui regroupe l'occupant, le constructeur et le bâtiment. Dès le processus de la conception et la construction, il est nécessaire de penser à préserver l'environnement et améliorer la qualité de vie, et cela durant l'ensemble du cycle de vie du bâtiment jusqu'à sa destruction. C'est dans ce but qu'a été créé la démarche HQE (haute qualité environnementale) en France, les labels « habitat basse énergie » et « habitats passif » en Allemagne, le standard Suisse « minergie » et la méthode BREEAM (building research establishment environmental assessment method) en Angleterre.

Le secteur du bâtiment est l'un des secteurs responsable du changement climatique, il est aussi une activité où le potentiel d'économie d'énergie est important, C'est pourquoi il est nécessaire, depuis quelques années, les questions d'environnement, d'écologie et de développement durable prennent une place incontournable dans le domaine du bâtiment. En Algérie, d'après le rapport de sonatrach le secteur du bâtiment est le plus énergivore. Sa consommation représente plus de 42% de la consommation finale.

Une consommation irrationnelle et excessive des énergies conventionnelles fossiles et non renouvelables dans les établissements scolaires (chauffage, climatisation, électricité...), nous conduisent à mener une réflexion autour d'un projet durable.

-La ventilation de nos bâtiments est indispensable pour assurer une qualité de l'air suffisante pour notre confort thermique. Bien plus que d'apporter l'oxygène nécessaire à la vie pour obtenir un air sain et confortable.

- Notre projet de CEM est conçu dans une zone semi-aride (la ville de Laghouat) qui est caractérisée par des longues périodes de surchauffe. ce qui doit nous conduire à la recherche d'une stratégie de ventilation adaptée pour ce bâtiment

scolaire et en particulier les salles de classe, afin d'améliorer la qualité de l'environnement intérieur (QEI) et donc les conditions d'enseignement.

### **Problématique :**

D'après les remarques qu'on a observées à l'introduction, nous allons essayer de répondre aux questions suivantes :

\_ Qu'est-ce un projet architectural durable ? comment le concevoir et dans quelle but ?

\_ Comment concevoir un collège d'enseignement moyenne durable base 7 à LAGHOUAT ?

Quelle est la hauteur minimale des ouvrants d'entrée d'air pour assurer un débit d'air optimale (recommandé et suffisant) dans les salles de classe ?

### **Objectifs :**

Notre objectif principale est de concevoir un projet confortable et sain, et qui respect l'environnement et qui est économe en énergie.

L'objectif de cette étude consiste aussi à déterminer la hauteur minimale de la fenêtre d'entrée d'air pour obtenir un débit d'air optimale dans les salles de classe.

### **-L'hypothèse :**

Ce travail de recherche est basé sur l'hypothèse suivante :

L'ouvrant d'entrée d'aire avec une hauteur minimale de 1m assure un débit d'air nécessaire et recommandé dans les salles de classe.

### **Structure de mémoire :**

Notre mémoire est composé d'un introduction générale et de sept chapitres et a la fin une conclusion générale.

**Introduction générale :** qui contient une introduction, il comporte aussi la problématique de travail, les objectifs ainsi que la méthode de recherche.

Le premier chapitre : il portera sur la définition des concepts liés aux secteurs de l'éducation et de l'architecture des établissements scolaires avec une analyse des exemples liés à notre thème.

le deuxième chapitre : nous nous intéressons dans ce chapitre à l'approche programmatique qui est une phase importante dans l'élaboration dans notre projet.

Le troisième chapitre : nous allons essayer de développer la notion du durabilité des établissements scolaires.

Le quatrième chapitre : concerne l'approche contextuelle .on à étudier le contexte de la ville de Laghouat et une analyse approfondie du site d'intervention.

Le cinquième chapitre : consacré à l'approche architecturale, nous le présentons comme suit :

- les principes et les concepts et les différentes techniques sur lesquels se basé notre composition ; prenant en compte à la fois les éléments du programme de base et les principes directeurs liés aux aspects de durabilité et le rapport du projet avec son environnement.

Le sixième chapitre : il comporte la définition des concepts liées au thème de ventilation ainsi que son rôle et ses différents procédés (naturelle et mécanique).

Le septième chapitre : c'est la partie de simulation.

## **Conclusion générale.**

### **Méthodes et outils de recherche :**

nous allons suivre la démarche suivante :

D'abord nous allons entamer la première partie par une recherche bibliographique, cette dernière va nous permettre en premier temps d'identifier les différentes connaissances de base sur le thème éducation ainsi et une programmation qui nous permettrons de définir la manière d'organiser les activités et de déterminer les besoins en surfaces et leurs mode de distribution et les notions liée au ventilation.

Dans la deuxième partie concernant le projet : on a analysé des exemples des bâtiments éducatifs durable a travers des documents et l'étude de différentes systèmes et matériaux de construction, en suite nous analysons le site d'intervention a partir d'une visite de terrain, la consultation les outils d'urbanisme (PDAU-POS) .et après nous faisons a fait une étude détailler sur le terrain et une simulation numérique de cas d'étude- d'une salle de classe.

*APPROCHE THEMATIQUE*

**Définition de thème/ Analyse Des  
Exemples éducatifs**

## Introduction :

L'éducation est un processus continue d'acquisition de - connaissances de tous ordres, l'école demeure l'étape cruciale et fondamentale de l'apprentissage.

## I - Définitions des notions de concepts éducatifs :

A travers une recherche bibliographique sur le thème éducation, Dans cette partie on essayée de définir quelque concepts telle que :

### I-1 Education :

#### -Définition 1 :

\_ «Éducation» vient du mot latin <EDUCATIO>.

\_ Adapter Action d'éduquer, de former, d'instruire quelqu'un ; manière de comprendre, de dispenser, de mettre en œuvre cette formation, alors que dans l'encyclopédie [ENCARTA, 2007]

\_L'éducation est l'enseignement des règles de conduite sociales et formation des facultés physiques, morales et intellectuelles qui président à la formation de la personnalité  
Selon le dictionnaire [LAROUSSE, 2005]

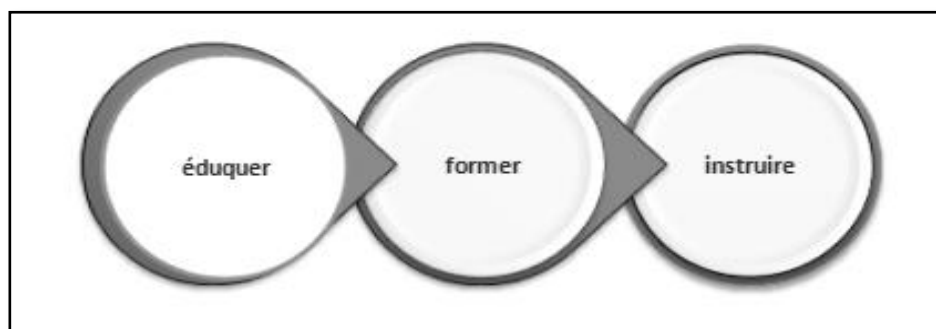
#### -Définition 2 :

L'éducation est l'action exercée par les générations adultes sur celles qui ne sont pas encore - mûres pour la vie sociale. Elle a pour objet de susciter et de développer chez l'enfant un certain nombre d'états physiques, intellectuels et moraux que réclament de lui et la société politique dans son ensemble et le milieu spécial auquel il est partiellement destiné.

Selon [DURKHEIM, 1968]

**Définition 3 : L'éducation en général :**

On peut synthétiser l'éducation sous les trois actions suivantes :



**Figure 1** : définition d'éducation source auteur

elle consiste également en la mise en œuvre de l'ensemble des moyens humains et matériels nécessaires à rendre opérationnelles les stratégies éducatives afin d'assurer la formation et le développement de l'individu, à le conduire et l'accompagner dans ses apprentissages cognitifs, techniques, artistiques, sociaux et comportementaux dans un cadre cohérent et adéquat tout en lui assurant une vie scolaire dans les meilleures conditions environnementales.

**I -2 -C.E.M: collège d'enseignement moyen**

Le collège est un établissement qui a pour mission d'assurer le premier niveau de l'enseignement secondaire, entre l'école primaire et le lycée.

**I -3 - Types de L'éducation :**

L'éducation aujourd'hui est beaucoup plus structurée par rapport aux antan, quand il n'y avait pas un tel concept d'un système d'éducation formelle.

Il y'a trois grands type d'éducation on , le présentons comme suivants :

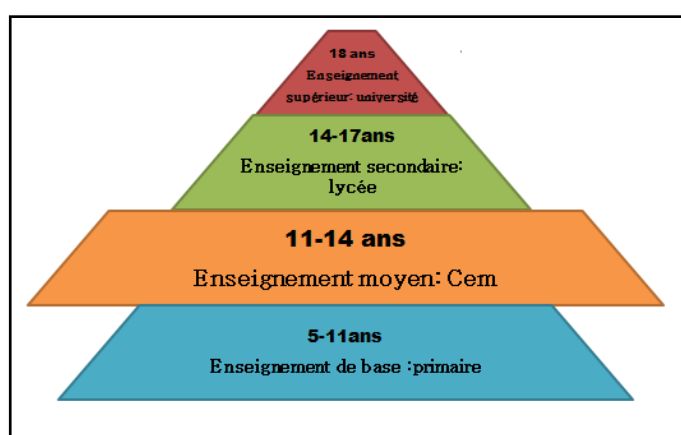
|  |   |
|--|---|
| <p><b>L'éducation formelle</b></p>       | <p>Appelée également « scolaire », l'éducation formelle a pour cadre une organisation Institutionnelle relevant du domaine de l'Etat. Elle est dispensée et reçue dans des cadres fixes, publics ou privés, comme les écoles, les collèges les lycées et les universités ou Instituts, et dans d'autres établissements à vocation éducative, selon un processus pédagogique prédéterminé</p>  |
| <p><b>L'éducation non formelle :</b></p> | <p>L'éducation non formelle correspond à toute activité éducative organisée en dehors du système d'éducation formel, qui répondent aux besoins d'éducation et de formation de groupes spécifiques. elle s'effectue dans des institutions, organismes ou systèmes non scolaires ou académiques ayant cependant l'objectif explicite d'une fonction d'éducation d'une partie de l'éducation comme la famille, l'éducation populaire, les centres spécialisés les musées, les conservatoires, et les centres de formation.</p> |
| <p><b>L'éducation informelle</b></p>     | <p>L'éducation informelle désigne pour sa part les pratiques éducatives et formatrice qui ne sont ni structurées ni régulière</p> <p>Elle se situe dans des cadres ou activités n'ayant pas de finalité éducative.</p> <p>particulière explicite comme les clubs, les associations, les médias, les entreprises ainsi que rue et les cafés.</p>   |

Tableau 1 : les types d'éducation source (HOCINE TEBBOUCHE 2010)

#### I -4 Le Système Educatif Algérien :

C'est l'ordonnance du 16 avril 1976 qui organise l'éducation et la formation en Algérie. L'enseignement En Algérie Est Structure de La Façon Suivante :

Figure 2 : schéma présente la structure d'enseignement en Algérie



### I-5 Analyse des exemples éducatifs internationaux :

- On a essayé dans cette partie de chercher les différentes solutions architecturales et techniques utilisée pour une conception architecturale d'établissement scolaire – collège- durable à partir de l'analyse de 4 exemples différents : (Le lycée Albert Camus à Fréjus- en France, Lycée François du Caire Egypte, Public Middle School Of Labarthe-Sur-Lèze -en France, Groupe Scolaire Français Jean-Mermoz- Dakar- Sénégal).

#### II-1- Critères du choix des exemples éducatifs internationaux :

L'analyse des exemples est une étape très importante qui nous donne une idée sur le fonctionnement d'un établissement scolaire (sa forme, système constructif et les principes conceptuels) et on citer quelques critères pour le choix des exemples : thème (éducation)-l'aspect du durabilité- l'aspect social.

#### La méthode d'analyse : Comment analyser les exemples choisis ?

On a analysé les exemples éducatif internatioanx selon le schéma suivant :

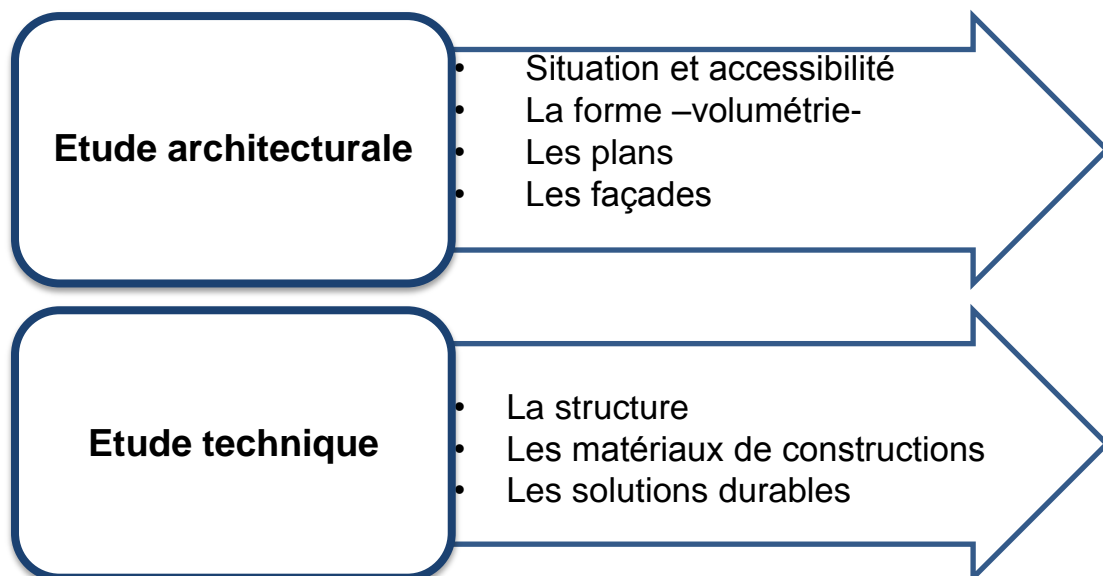

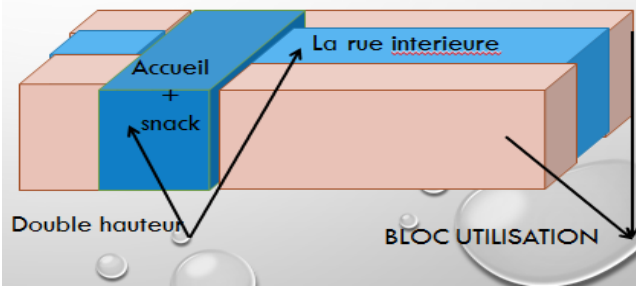
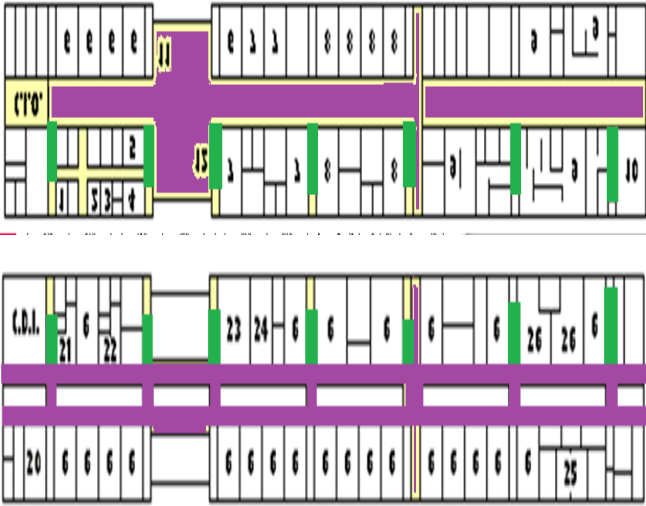




Figure 3: schéma représentatif la méthode d'analyse des exemples source :  
auteur

E  
T  
U  
D  
E  
  
A  
R  
C  
H  
I  
T  
E  
C  
T  
U  
R  
A  
L  
E

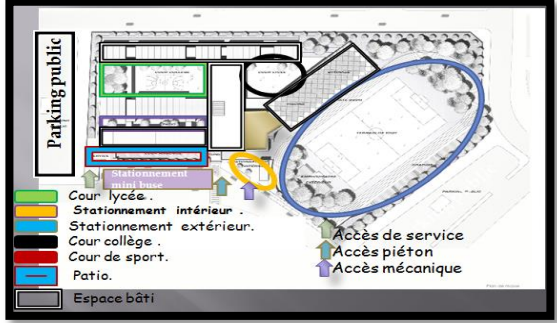
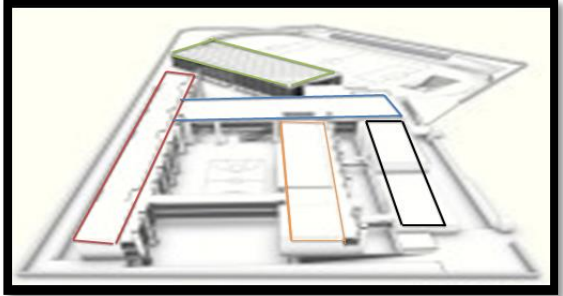
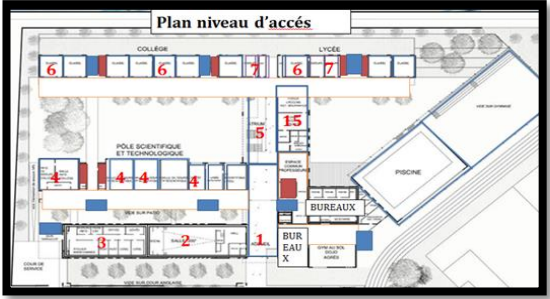

|  |                      |   |
|--|----------------------|---|
|  | <b>L'exemple</b>     | <u><b>Le lycée Albert Camus à Fréjus</b></u>  |
|  | <b>Situation</b>     | Situé à Fréjus en France, surmonte une colline offrant une belle vue panoramique sur la mer, Dans une zone d'habitation.  |
|  | <b>Plan de masse</b> | <p>- Le projet possède un seul accès piéton séparé de celui mécanique</p> <p>Parking avec nombre de place suffisant.</p>    |
|  | <b>La Forme</b>      | <p>Utilisation des volumes simple et Fonctionnel parallélépipède</p> <p>- Le volume simple avec 2 niveau (R+1) s'adapte aux habitations individuelles justes à côté.</p>                                |
|  | <b>Les plans</b>     | <p>Un plan très linéaire, s'organise autour d'un long couloir axial</p> <p>Bonne organisation des espaces sur les deux cotés de la rue intérieure</p> <p>la plupart des espaces sont bien éclairés</p>  |


|  |                           |  |   |
|--|---------------------------|--|---|
|  | <p><b>Les façades</b></p> | <p>La transparence de la façade assure le contact directe des visiteurs à l'intérieur du bâtiment avec l'environnement</p> <p>Protéger de la lumière directe. par les brise-soleils métalliques perforés de 5 m de porte-à-faux.</p> |   |
|--|---------------------------|--|---|


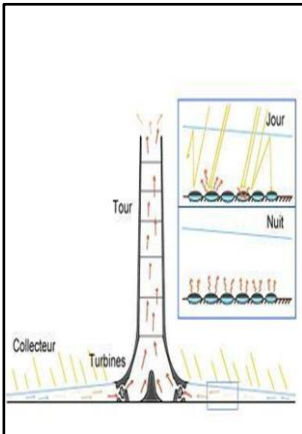

|  |                             |   |   |
|--|-----------------------------|---|---|
| <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">E<br/>T<br/>U<br/>D<br/>E<br/>T<br/>E<br/>C<br/>H<br/>N<br/>I<br/>Q<br/>U<br/>E</p> | <p><b>La structure</b></p>  | <p>une structure poteau-poutre en béton armé coulé in situ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Des modules sont couverts d'une voûte en béton de portée maximale, soutenue directement par des piliers.</li> </ul> |   |
|  | <p><b>Les matériaux</b></p> | <p>cloisons sont en Placoplâtre</p> <p>Le sol est entièrement carrelé</p>   |  |

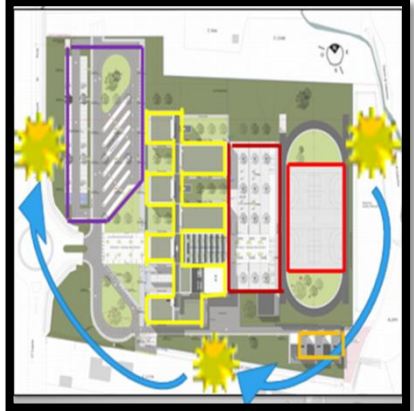
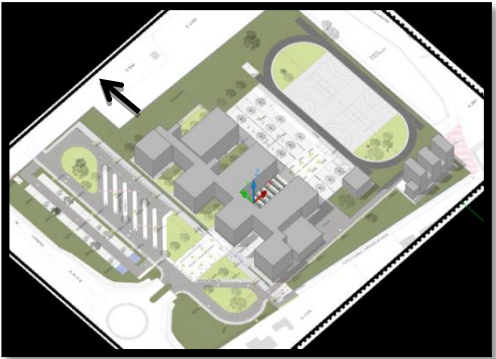
|  |                          |  |   |
|--|--------------------------|--|---|
|  | <p><b>Le Confort</b></p> | <p><b>Thermique:</b> Au niveau de la rue intérieur trouvent les ventailles du verre réglables face à l'ouest et à l'est qui permettent d'extraire de l'air chaud des salles de classe et de l'évacuer grâce à l'effet de cheminée. L'air de la rue intérieure soit chassé et renouvelé par l'effet de thermosiphon</p> <p><b>Visuel:</b> Les faces intérieures et extérieures des salles de classe et les autres espaces laissent pénétrer la lumière à l'intérieur des espaces une fois par la double hauteur de l'espace de circulation et une fois par les façades extérieures exposées à la lumière directe</p> <p><b>Acoustique</b> Des plafonds acoustiques, spécifiques selon les usages, permettent d'atteindre de bonnes performances acoustiques</p> |   |
|--|--------------------------|--|---|

E T U D E A R C H I T E C T U R A L E

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>L'exemple</b>     | <b>Lycée François du Caire</b>   |
| <b>Situation</b>     | Le projet est situé à proximité du Carrefour de Maadi, et la corniche du Nil ; dans un milieu urbain (zone résidentiel), Caire Egypte  |
| <b>Plan de masse</b> | <p>_ Le projet possède 03 accès à la façade principale,<br/>_02 accès mécaniques<br/>01 accès piéton.</p> <p>L'espace bâti (38%) est composé de plusieurs blocs qui sont implanté du côté nord-ouest</p>   |
| <b>La Forme</b>      | <p>_ Le bâti est constitué des volumes parallélépipède simple et Fonctionnel</p>    |
| <b>Les plans</b>     | <p>L'organisation des espaces est linéaire<br/>Toutes les salles de classe sont éclairées au nord et desserve en façade sud par des coursives ombragées rythmées par les cheminées solaires<br/>la distribution horizontale se fait à partir d'une coursive</p>    |
| <b>Les façades</b>   | <p>L'entrée est bien marquée par des colonnes et matérialisée par une passerelle<br/>_ des brises soleil verticaux et inclinés à la façade principale<br/>_ Le sky-line est Diversifie la texture est riche avec une forte horizontalité et une polychrome<br/>les couleurs sont beiges (couleur de sable) pour donner la référence au site(le désert)</p>  <p style="text-align: right; font-size: small;">Fig. façade nord de bloc pédagogie</p> |

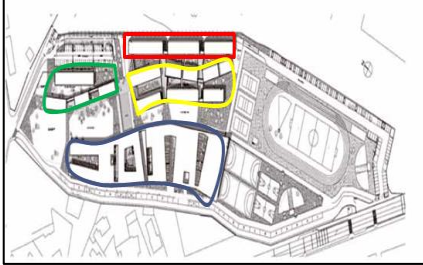

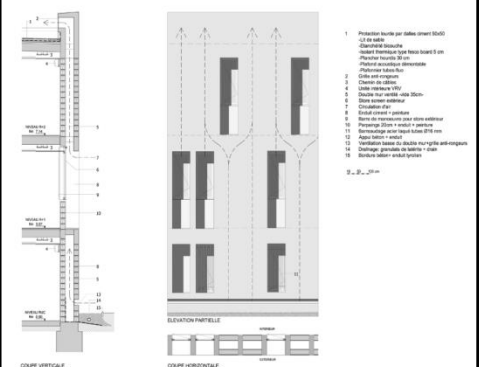
|  |                      |  |   |
|--|----------------------|--|---|
|  | <b>La structure</b>  | -une structure poteau-poutre en béton armé coulé in situ   |  |
|  | <b>Les matériaux</b> | des pierres polychromes locales (un clin d'œil aux architectures Mamelouk du Egypte)<br>_ un système de pergolas en structure acier supportant des nattes constituées de roseaux du Nil. |   |


|  |                     |   |  |
|--|---------------------|---|--|
| E<br>T<br>U<br>D<br>E<br>T<br>E<br>C<br>H<br>N<br>I<br>Q<br>U<br>E | <b>Le Confort</b>   | <p>*arbres de haute tige limitant les vues des voisinages.</p> <p>*arbres de type "ombrelle", couvrant les espaces de récréation et de cheminement</p> <p>*ouvertures sont équipées de protections solaires intégrées à l'architecture, auvents, brise-soleil</p>   |    |
|  | <b>Energie, eau</b> | <p><b>choix énergétiques:</b></p> <p>Le chauffage et climatisation sont assuré par des cheminées solaires et puits canadiens. le jour les cheminées solaires assurent le renouvellement d'air et le balayage aéraulique</p> <p>Le système de cheminée solaire est simple. Le soleil réchauffe un conduit de tirage, ce qui provoque une aspiration naturelle. Plus le soleil est intense et plus le débit obtenu est important.</p> <p><b>Gestion de l'eau:</b></p> <p>un système d'arrosage automatique sera mis en place : le goutte-à-goutte</p> |   |

|   |  |  |   |
|---|--|--|---|
| E<br>T<br>U<br>D<br>E<br><br>A<br>R<br>C<br>H<br>I<br>T<br>E<br>C<br>T<br>U<br>R<br>A<br>L<br>E | <b>L'exemple</b>   | <b>Public Middle School Of Labarthe-Sur-Lèze</b>   |   |
|   | <b>Situation</b>   | 1047 Route du Plantaurel, 31860 Labarthe-sur-Lèze , France   |   |
|   | <b>Plan de masse</b>   | <p>— Zone de sport pour les activités sportives</p> <p>— Zone de cour et jardin espaces pour détente</p> <p>Entités pédagogique et administration</p> <p>Logements de fonction</p> <p>Parking extérieur (bus/vélos/voiture)</p>  |    |
| <b>La Forme</b>   | <p>Le collège résulte de la convergence de deux axes:<br/>Le premier est l'accès du rond-point, l'axe transversal qui dirige fortement toute organisation fonctionnelle,<br/>Le second, perpendiculaire, joue un rôle de séparation tout en assurant en même temps une connexion</p> | <p>La volumétrie de Public Middle School Of Labarthe-Sur-Lèze : fragmenté alignée sur axe N-S</p> <p>Utilisation des volumes simple et fonctionnel : cube et parallélépède : limité la consommation d'énergie il n'y a pas des décrochements</p> <p>Présence d'un vide entre blocs et blocs pour profiter de l'éclairage naturelle</p> |  |

|   |               |   |  |
|---|---------------|---|--|
| E<br>T<br>U<br>D<br>E<br><br>A<br>R<br>C<br>H<br>I<br>T<br>E<br>C<br>T<br>U<br>R<br>A<br>L<br>E | Les plans     | <p>programme qualitatifs : RDC<br/>Bâtiments<br/>A,B,D :enseignement générale<br/>Bâtiments C,G :administration<br/>Bâtiments F : salle polyvalente<br/>Niveau de R+1<br/>Bâtiments A,C,D :16salles de classes<br/>Bâtiment B : les laboratoires<br/>Bâtiment E:CDI –bibliothèque-<br/>Bâtiment F : la restauration<br/>bâtiment G : entités pour les professeurs</p> |  |
|   | Les façades   | <p><b>façades est et ouest</b><br/>équilibre entre plein et vide besoins d'éclairage naturelle pour les salles de classe et les laboratoires.<br/><b>Façade nord</b> : façade horizontal contraire à la façade sud et presque totalement vitrée pour valoriser la lumière diffusée uniforme</p>   |  |
| E<br>T<br>U<br>D<br>E<br><br>T<br>E<br>C<br>H<br>N<br>I<br>Q<br>U<br>E                          | La structure  | <p>La structure utilisée pour réaliser le Public Middle School Of Labarthe-Sur-Lèze c'est la structure mixte Béton armée pour fondation et les planchers<br/>Structure métallique : barres en aluminium et panneaux de cuivre</p>   |  |
|   | Les matériaux | <p>Il a été effectué dans le plus grand respect des normes HQE (haute qualité environnementale) :<br/>Le volume créé par verre et d'aluminium barres à côté de bardage en cuivre semble jouer un jeu d'étirement.<br/>Le cuivre, un matériau qui est naturel et vivant</p>  |  |

E T U D E A R C H I T E C T U R A L E

|                      |  |   |
|----------------------|--|---|
| <b>L'exemple</b>     | <b>Groupe Scolaire Français Jean-Mermoz</b>  |   |
| <b>Situation</b>     | Le lycée Mermoz est implanté dans le quartier de Ouakam, le long de la corniche ouest de la presqu'île de Dakar .Sénégal   |   |
| <b>Plan de masse</b> | <p> <span style="border: 1px solid yellow; display: inline-block; width: 15px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Collège<br/> <span style="border: 1px solid blue; display: inline-block; width: 15px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Administration<br/> <span style="border: 1px solid red; display: inline-block; width: 15px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Lycée<br/> <span style="border: 1px solid green; display: inline-block; width: 15px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Ecole primaire+ maternelle         </p> <p>_ Comme dans la ville, la variété des espaces vides, obtenue par la fragmentation</p> <p>L'implantation des corps de bâtiments en lanières resserrées, dont les entre-deux forment des îlots intérieurs arborés et ombragés,</p> <p>- l'organisation spatiale s'appuie sur les vides pour offrir des parcours différenciés.</p> |    |
| <b>La Forme</b>      | <p>_ Volumétrie simple composée de formes primitives de grandes masses</p> <p>- bâtiments quadrangulaires (uniformité constructive.) de R+1 (pour l'école) et R+2 (pour le lycée)</p>  |  |
| <b>Les façades</b>   | <p><b>Façade double-mur</b></p> <p>En façade arrière, des doubles murs ventilés évitent aux parois intérieures de chauffer, et forment des murs et des tableaux de fenêtres épais, limitant l'ensoleillement direct.</p>   |  |

|  |                   |  |   |
|--|-------------------|--|---|
| E<br>T<br>U<br>D<br>E<br>T<br>E<br>C<br>H<br>N<br>I<br>Q<br>U<br>E | <b>Le confort</b> | <p><b>Le confort visuel :</b><br/>les salles de classe bénéficient de la lumière naturelle. Les apports solaires sont contrôlés grâce au réglage des stores extérieurs à lames orientables.<br/>L'éclairage électrique est commandé manuellement dans les salles de classe</p> <p><b>Le confort acoustique :</b><br/>L'implantation du collège l'éloigne d'un rond-point et diminue ainsi l'impact sonore des véhicules.</p> <p><b>Gestion de l'eau de pluie :</b><br/>_ La totalité de la surface de la cour est perméable ainsi que l'ensemble des zones de stationnement</p> <p><b>Gestion des déchets d'activité :</b><br/>Le tri sélectif (papiers, piles, cartouches d'encre) est pratiqué au collège.<br/>Une toiture métallique protège le local à vélos porche d'accès.</p> |  |
|--|-------------------|--|---|



## B- Etude Technique

### Les solutions passives de rafraîchissement et de protection solaires

|   |   |   |
|---|---|---|
| <p>- les bâtiments sont réalisés en maçonnerie de blocs béton et planchers poutrelles hourdis</p> | <p>La répétition de modules a (le rythme)<br/>Passerelle comme élément de liaisons</p>                                  | <p>Des patios étroits et allongés, ouverts aux extrémités et rafraîchis par les plantations, favorise la</p>          |
|                |                                     |                                  |
| <p>L'exploitation des savoir-faire locaux dans les seconds œuvre.</p>                             | <p>le choix de couleur est basé sur une gamme dense et rougeâtre, inspiré des terres locales, notamment la latérite</p> | <p>L'entrelacement des vides et des pleins génère de nombreux espaces de transition entre les différentes entités</p> |

### Les solutions durables utilisées dans le projet

Confort thermique hiver/été et choix énergétiques

|  |  |  |
|--|--|--|
|   |  |   |
| des coursives de distribution extérieure<br>En façade avant des locaux d'enseignement, galeries et auvents empêchent le soleil d'impacter les façades aux heures les plus chauds | Brise soleils verticaux en aluminium<br>Brise-soleil horizontaux en béton          | La ventilation des salles se fait par convection naturelle: fenêtres épis ouvrants à la française, jalousie côté coursives, qui assurent également l'anti-intrusion et permettent le rafraîchissement nocturne des locaux ou par l'action du vent. |

### 1-2-3) Synthèse

D'après cette recherche bibliographique on a essayé d'identifier les différentes connaissances de base et les notions fondamentales sur le thème éducation.

A partir de l'analyse de ses différents exemples on a conclu que :

#### Au niveau de non bâti :

- ✓ Le choix des accès : est un point qui offre l'accessibilité facile de projet.
- ✓ Les parkings : doivent être proches des accès de projet et mode de déplacement doux –vélos-.
- ✓ La présence des espaces verts et la végétation pour créer l'ombre et le micro climat.

#### Au niveau de l'enveloppe (bâti) :

- ✓ Le projet doit être intégré dans son environnement immédiat.
- ✓ L'implantation et l'orientation des blocs pédagogiques selon l'axe E-O.
- ✓ Zone de sport est éloignée des blocs pédagogiques.

- ✓ Marquée l'entrée par un traitement spécifique.
- ✓ Répartitions des ouvertures.
- ✓ Circulation horizontale linéaire (la galerie couverte).
- ✓ Circulation vertical intérieur (cage d'escalier).
- ✓ Forme des blocs simple et fonctionnel.
- ✓ Choix des matériaux locaux et durables.
- ✓ Utilisation du couleur clair.
- ✓ Eco gestion des déchets le tri sélectifs.

*APPROCHE PROGRAMMATIQUE*

**Pierre Angulaire Du la Conception d'un CEM  
durable**

## Introduction

La programmation est un outil indispensable pour répondre aux critères d'efficacité et de rentabilité du projet.

Le rôle de la programmation consiste à définir les objectifs généraux du projet c'est-à-dire la manière d'organiser les activités et de déterminer leurs corrélations, leurs besoins en surfaces, et leurs modes de distributions.

**II-1-Programme quantitatif d'un Cem base 7 :** le programme proposé par le DEP (direction de l'équipement public).

| locaux               | nombre             | Surface unitaire (m2) | Surface total (m2) |
|----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|
| <b>Enseignements</b> |                    |                       |                    |
| Salle de classe      | 20                 | 62                    | 1240               |
| Laboratoire          | 3                  | 48                    | 144                |
| Salle de préparation | 1                  | 26                    | 26                 |
| Atelier avec magasin | 2                  | 120                   | 240                |
| Salle polyvalente    | 1                  | 80                    | 80                 |
| Bibliothèque         | 1                  | 80                    | 80                 |
| Salle de professeur  | 1                  | 62                    | 62                 |
| sanitaire            | 1                  | 94                    | 94                 |
| Circulation 15%      | Total              |                       | 1966+280           |
|                      | Total enseignement |                       | 2228               |

|                         |   |    |    |
|-------------------------|---|----|----|
| <b>Administration</b>   |   |    |    |
| Bureaux                 | 6 | 16 | 96 |
| Loge/salle d'attente    | 1 | 9  | 9  |
| Atelier factotum/dépôts | 1 | 30 | 30 |

| locaux                       | nombre                 | Surface unitaire (m2) | Surface total (m2) |
|------------------------------|------------------------|-----------------------|--------------------|
| <b>Logements de fonction</b> |                        |                       |                    |
| F5                           | 1                      | 90                    | 90                 |
| F4                           | 2                      | 80                    | 160                |
| F3                           | 2                      | 70                    | 140                |
|                              | <b>TOTAL LOGEMENTS</b> |                       | <b>390M2</b>       |

**Tableau 1 :** le programme proposé par DEP d'une CEM base7

Source : direction de l'équipement public

## II-2- Normes et recommandations :

### - La salle de classe :

La classe est l'unité pédagogique la plus importante dans un établissement scolaire, il en existe plusieurs types selon les activités qui s'y déroulent comme la prise de cours et examen, il existe aussi des salles pour les travaux pratiques.

### -Les types de classes :

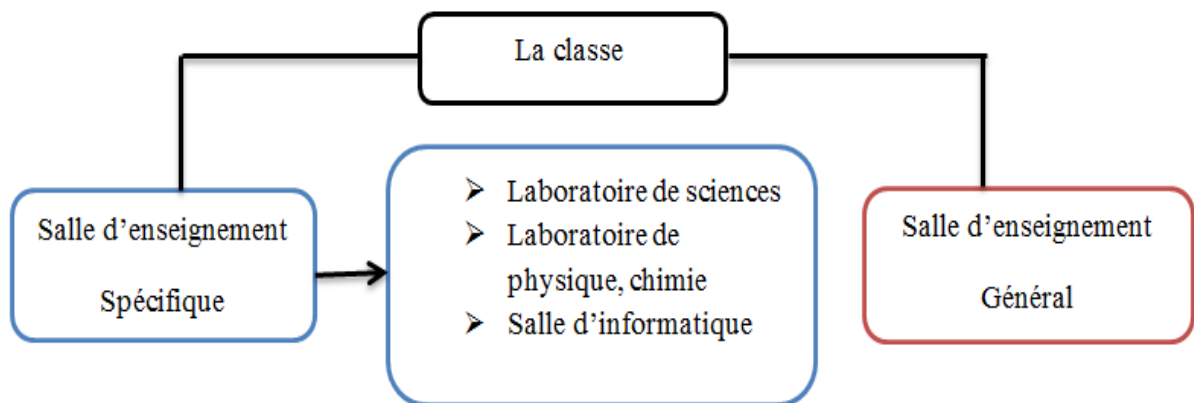


Figure 1 : schéma représente les différents types de classes -source : auteur -

### -Les normes de passage :

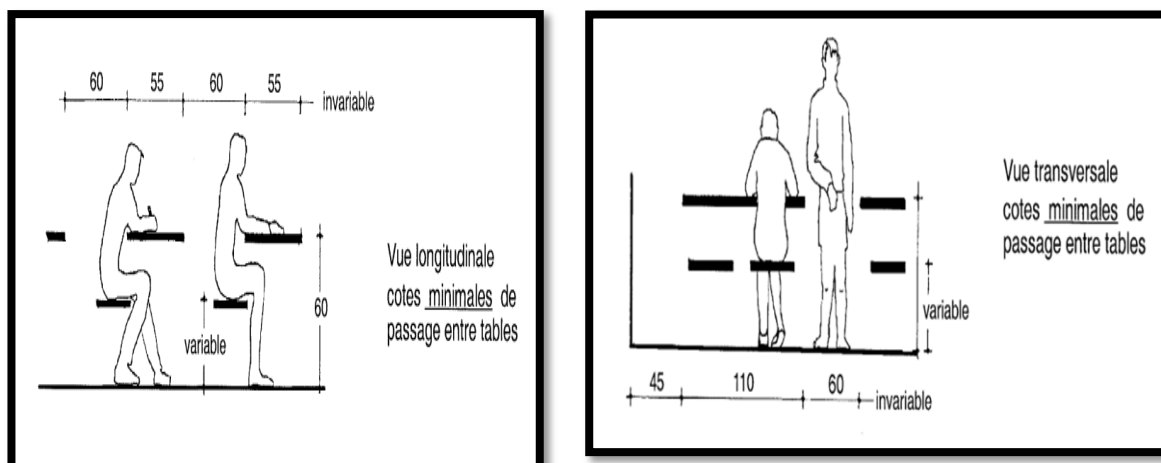


Figure 2 : les normes de passage entre les tables dans les classes

Source : les éléments des projets de constructions

On présente dans ce tableau les espaces scolaires et leurs recommandations :

| Espaces                               | recommandation   |
|---------------------------------------|--|
| Salle de classe                       | <ul style="list-style-type: none"><li>*En règle générale, les dimensions de 9 x 7 m sont à recommander.</li><li>*La hauteur libre des salles de classe et des locaux destinées à recevoir des élèves doit être de 3 m au moins.</li><li>*Toute salle de classe doit être pourvue d'excellentes conditions acoustiques.</li><li>*la lumière dont disposent les élèves soit suffisante, bien répartie dans toutes les parties de la salle et non éblouissante.</li><li>*Les locaux scolaires sont soumis à une aération suffisante pour assurer l'évacuation de l'air vicié et l'introduction de l'air neuf, sans que les élèves ne soient exposés à des courants d'air.</li></ul> |
| Les ateliers de travaux pratiques     | <ul style="list-style-type: none"><li>*Ils sont à installer de préférence au rez-de-chaussée de façon ne pas déranger le travail des autres classes.</li><li>*Les machines dangereuses doivent être installées de manière à ce que les élèves n'y aient pas accès.</li><li>*Il sera utile de prévoir également une salle annexe pouvant servir à la partie théorique en rapport avec les travaux pratiques.</li></ul>  |
| Toilettes et installations sanitaires | <ul style="list-style-type: none"><li>*Les toilettes doivent être adaptées à la hauteur des enfants<ul style="list-style-type: none"><li>*Les toilettes des garçons doivent être séparées de celles des filles.</li><li>*Les toilettes sont précédées d'un sas équipé de lavabos en nombre suffisant et d'un déversoir avec prise d'eau. Un cas où de l'eau chaude serait souhaitable, il est indiqué, par mesure de précaution, de prévoir un thermostat.</li></ul></li></ul>   |

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Cours de récréation         | <p>*La cour de récréation doit avoir la plus grande surface possible et au minimum 5 m<sup>2</sup> par élève.</p> <p>*Le revêtement des aires de récréation doit être compact, lisse, antidérapant, libre d'obstacles et d'aspérités dangereuses et de dénivellements importants</p> <p>*La cour d'école peut être ornée de quelques plates-bandes, de pelouses et d'aires de verdure plantées de haies, d'arbustes et de plantes grimpantes. Elle peut encore être plantée d'arbres.</p> |
| Salles d'éducation musicale | <p>*une salle spéciale destinée à l'éducation musicale et rythmique.</p> <p>*La surface d'une telle salle sera à peu près le double de celle d'une salle de classe normale</p>  |
| Logements de service        | <p>*Ce logement, d'une superficie d'au moins 120 m<sup>2</sup>, sera indépendant de la partie du bâtiment servant aux besoins de l'école. Il aura notamment des entrées et des escaliers séparés de ceux de l'école.</p>  |

**Tableau 2** : les besoins les espaces dans CEM -source : Règlement ministériel 1990 établissant les directives en matière de constructions scolaires .

### - Le mobilier scolaire :

Le mobilier scolaire et le matériel pédagogique en général, sont des éléments fondamentaux de l'ambiance intérieure par leur nombre, leurs formes, leurs matières, leurs couleurs, leurs encombrements, leurs possibilités d'évolution, leurs mobilités...etc. Ils doivent répondre au mieux à toutes les fonctions pour lesquelles ils ont été conçus et choisis.

Un bon mobilier scolaire doit être solide, polyvalent et d'un entretien facile, et il doit répondre aux critères suivants:

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>mobilité</b>      | il doit être facile à déplacer pour être utilisé à des usages variés.   |
| <b>compatibilité</b> | les dimensions des différentes pièces de mobilier doivent être coordonnées pour permettre le regroupement.<br><br>Il serait souhaitable de prévoir en outre un compatibilité entre le mobilier et le bâtiment, consistant dans la possibilité d'inclure dans les arrangements les surfaces verticales de la construction. |
| <b>couleurs</b>      | les couleurs doivent être choisies de manière à éviter tout à la fois l'ennui de la neutralité et l'agressivité, mais à garder la chaleur et la gaïté.  |
| <b>sécurité</b>      | le mobilier doit être exécuté de façon que tout le monde puisse l'utiliser sans risque de se blesser,<br><br>conformément aux directives en matière de sécurité dans les écoles. Le mobilier détérioré ou fortement endommagé doit être retiré et remplacé.   |

**Tableau 3** : les critères de choix de mobilier, source : Règlement ministériel 1990 établissant les directives en matière de constructions scolaires Luxembourg

|  |   |   |  |  |
|--|---|---|--|--|
| <p>La table</p>  <p>1.2/0.8/1</p> | <p>La chaise</p>  <p>0.45/0.40/1.3</p> | <p>Le tableau</p>  <p>2.20/1.2</p> | <p>Les palliasses</p>  <p>1.82/0.53/0.8</p> | <p>Les tabourets</p>  <p>0.30/0.8</p> |
|--|---|---|--|--|

**Figure 3** : mobiliers et dimensions

Source auteur

### II-3-Synthèse :

Répartition d'établissement scolaire les CEM selon leur activités.

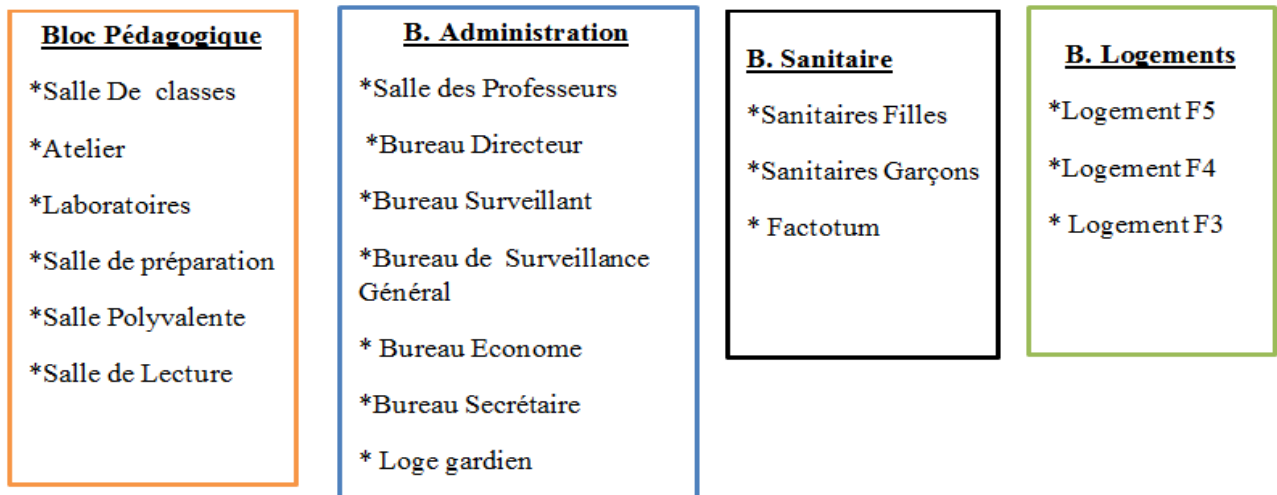


Figure 4 : schéma représente les différentes activités du CEM

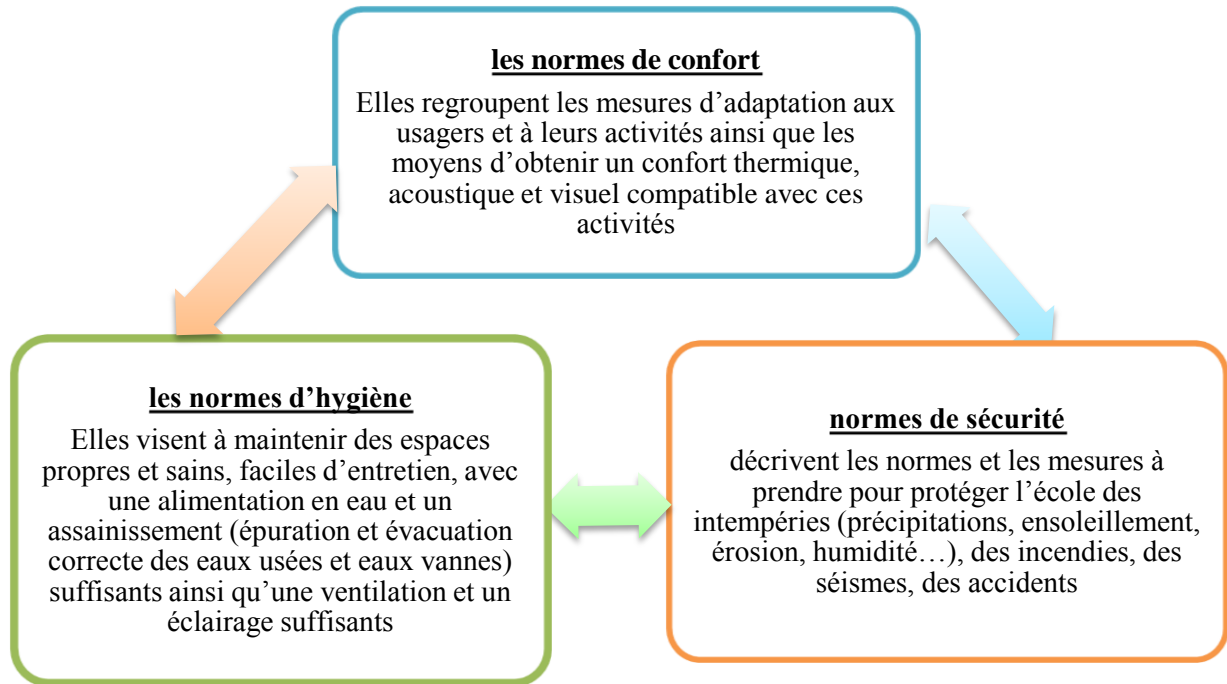
#### Remarque :

D'après l'étude de programme de construction des CEM on propose de Créer d'autre espaces peut améliorer la qualité de l'environnement à l'intérieur comme à l'extérieur des établissements scolaires :

-espaces annexe de l'activité pédagogique permet de pratiquer les connaissances théoriques pour atteindre le niveau de culture environnementale et aussi influe positivement sur le rendement scolaire des élèves (serre).

-Locaux pour collecte et le tri des déchets.

-Les espaces scolaires et leur implantation au sein des établissements devront respecter un certain nombre d'impératifs destinés à améliorer l'environnement, la sécurité et le confort des écoles. Le détail des normes de confort, d'hygiène et de sécurité, se résume comme suit :



**Figure 5** : schéma représente les normes de confort, d'hygiène et de sécurité dans l'établissement scolaire, source : guide de conception des constructions scolaire Aout 2008

*APPROCHE ENVIRONNEMENTALE*

**La durabilité dans les établissements scolaires**

## **Introduction**

L'architecture scolaire environnementale consiste en l'intégration de l'ensemble des paramètres environnementaux techniques, qu'ils soient climatiques, sanitaires, énergétiques, ou qu'ils concernent les confort, l'entretien, les aspects architecturaux et socioéconomiques, durant les différentes phases du processus global de conception et de réalisation des bâtiments éducatifs.

la durabilité dans notre Cem base7 est assuré par le choix du site, la conception architecturale, le choix des matériaux, les confort, éco gestion, la végétation.

### **III- 1-le choix du site :**

« la localisation de l'équipement scolaire par rapport à la ville, ses accès, les proximités avec d'autres équipements peuvent être bénéfiques ou nuisibles, la topographie dont l'architecture doit tirer parti, la climatologie, en particulier le régime des vents, les réseaux (assainissement, électricité, gaz, eau), la végétation, l'orientation, la nature du sol..., une bonne architecture peut se fondre dans le site ou s'affirmer par rapport à lui, mais elle ne peut pas le nier » [BOZON, 1983].

Le site qui accueil notre CEM durable choisis en fonction d'un certain nombre de critères de qualité, dans le but d'assurer le bien-être des enfants et du corps enseignant et de permettre le bon déroulement des activités pédagogiques.

\*Le terrain doit bénéficier d'un bon ensoleillement. Il devrait être à l'écart des sources de bruit et de pollution de toute nature, ainsi qu'à l'abri des vents violents

\*L'orientation est fonction des conditions climatiques, des vues, de l'ensoleillement, de l'éclairage. Elle doit correspondre à la conformation architecturale et à l'affectation des salles (classes normales, classes spéciales, services)

\*Les implantations de bâtiments engendrant des perturbations réciproques (bruit, relations visuelles directes gênantes, etc.) doivent être évitée .

### **III-2- la conception architecturale :**

« Comme règle générale, la conception de l'école devrait pouvoir fournir un environnement éducatif approprié pour apprendre. Ainsi le rapport des différents éléments de l'école devrait être clairement défini. La conception d'école est la conséquence de l'organisation de ces éléments sur un emplacement donné selon le type du rapport entre les différents éléments. Un bon environnement éducatif peut être obtenu par une bonne organisation organique de l'espace [AICHE, 1987].

Dans le but d'assurer le confort intérieur, et une très faible consommation d'énergie au moyen de notre conception on a respectons les principaux éléments conceptuels suivantes:

- \* L'organisation spatiale.
- \* L'insertion du projet dans son environnement.
- \* L'orientation des constructions.
- \* La flexibilité des espaces.

### **III-3- le choix des matériaux :**

Le choix des matériaux de construction dans notre projet est basé sur les critères architecturaux suivantes : fonctionnels, techniques, esthétiques, de durabilité ou de coût.

Pour notre choix de matériaux on a privilégié d'utilisé des matériaux qui respect l'environnement, locaux, peu énergivores (économies en énergie durant la fabrication, le transport, l'entretien jusqu'à la démolition).

**III-4- Les confort :** dans les établissements scolaire il faut assurée les différents confort, permet ses derniers :

#### **III-3-1- le confort visuel :**

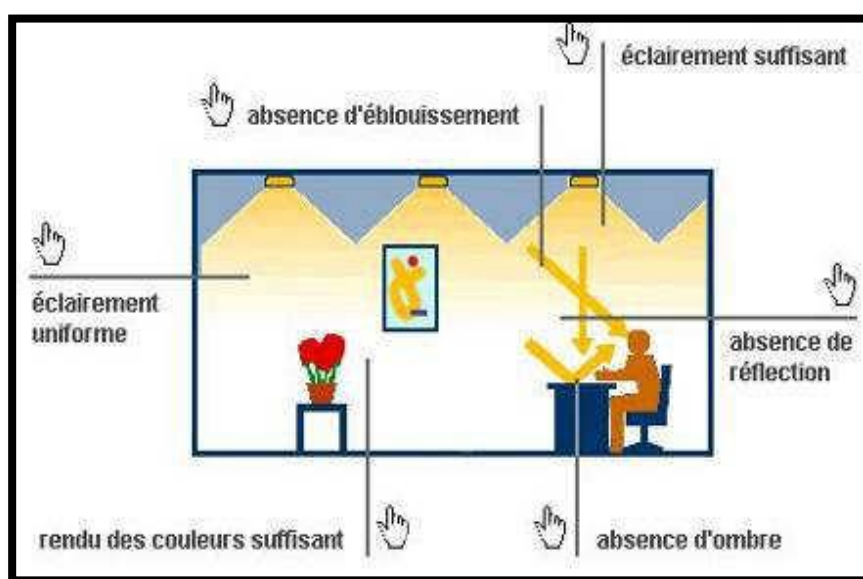
Le confort visuel, est une condition très importante pour un établissement d'enseignement, est à prendre en compte dès l'amont du projet, son principal

objectif est de fournir des conditions d'éclairage suffisantes pour exercer les activités scolaires, tout en offrant un environnement lumineux confortable, stimulant et attrayant.

Dans notre projet on a essayé de profiter de l'éclairage naturel qui se considéré comme un atout très important, non seulement par les économies d'énergie qu'il dégage en limitant la couverture des besoins par de l'éclairage électrique, mais aussi et surtout, par la qualité de la lumière, le rendu des couleurs et l'agrément des vues sur l'extérieur qu'il fournit.

Les paramètres qui assurée un confort visuel confortable (**Figure 1**) :

-éclairage suffisant, absence d'éblouissement, éclairage suffisant et uniforme, rendu du couleur suffisant, absences d'ombres et absences de réflexion.



**Figure 1** : Les paramètres du confort visuel Source : De HERDE, 2004

### III-3-2-le confort hygrothermique :

Le confort hygrothermique se caractérise par la sensation que ressent l'individu par rapport à la température et à l'humidité ambiante du local où il se trouve.

Pour assure un confort hygrothermique favorable dans notre projet on a utilisé des solutions architectural passif tel que l'orientation, l'implantation, l'organisation spacial....et actif par l'installation des équipements.

**III-5-Eco gestion :** pour maîtriser l'impact sur l'environnement extérieur il faut concevoir une bonne gestion des ressources

**III-4-1- la consommation énergétique :**

La gestion de l'énergie est un paramètre très important de la politique énergétique des établissements scolaires s'inscrivant dans une démarche de développement durable. Elle concerne à la fois le chauffage, la climatisation, la ventilation et l'éclairage Il ne s'agit pas d'économie des consommations et de l'amélioration de la qualité énergétique uniquement, mais aussi d'encourager le recours aux énergies renouvelables et favorables à l'environnement :

(Les panneaux solaires ...).

Les actions qui peuvent être limités les besoin en énergie dans notre projet :

- \*De l'implantation et de l'orientation de projet.
- \*Du dimensionnement et de l'emplacement des ouvertures.
- \*De la volumétrie et de la profondeur des locaux.
- \*De la composition des parois et des planchers (inertie thermique).

**III-4-2-la gestion des déchets**

La problématique « gestion des déchets » au niveau des établissements scolaires est une forte préoccupation de l'approche environnementale, son objectif est d'en réduire la production, limiter la nocivité, et prévoir leur recyclage éventuel à travers le tri et la collecte sélective.

Il existe plusieurs types de déchets, classés selon leurs effets possibles sur l'environnement et la santé, les plus dangereux sont appelés déchets toxiques, Les déchets d'activités suivants, produits par les établissements scolaires sont en général des déchets domestiques. Bien qu'ils soient en majorité recyclables, ils peuvent eux aussi polluer les sols, l'eau et l'air.

Les déchets de papier, carton, plastiques, verre.

Les déchets végétaux.

Les déchets organiques.

Les déchets alimentaires provenant des réfectoires.

Les déchets chimiques émanant des laboratoires.

### **III-4-3-la gestion de l'eau**

En matière de gestion des ressources en eau dans les établissements scolaires on a assuré une gestion efficace par :

#### **L'économie de l'eau potable**

\* Limiter les fuites et éviter le gaspillage (des robinets temporisé et réducteur de débit

\* Réserver son utilisation uniquement aux usages pour lesquels elle est indispensable (pourboire, préparer les aliments, laver la vaisselle et pour l'entretien corporel).

### **III-6-la végétation :**

On a intégré des espaces végétalisés importants à l'intérieur et l'extérieur dans le but de protéger notre projet de nuisance (bruit, vent ....) et l'amélioration des différents confort du Cem. Les critères de choix de ces implantations sont liés à la nature du sol, au climat de la région(Laghouat) et au microclimat régnant sur le site.

### **III-7-Synthèse :**

Dans ce chapitre on a présenté les différents paramétrés environnementaux, qui ont un impact sur les performances intellectuelles. C'est pour cette raison que la santé et le bien être des utilisateurs des équipements scolaires.

Aujourd'hui, l'approche environnementale est important dans les établissements scolaires, elle doit être appliquée durant le processus de conception, de réalisation et de gestion des bâtiments scolaires.

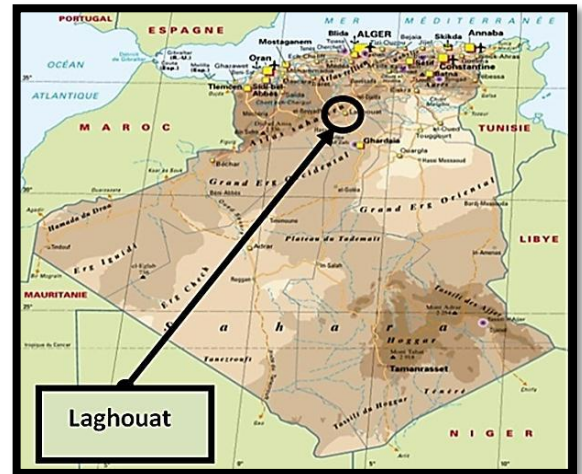
Cette nouvelle approche joue un rôle sur le comportement, le rendement des élèves et l'amélioration des systèmes éducatifs.

# *APPROCHE CONTEXTUELLE*

## **Présentation de la ville et choix de site**

## 1-Présentation de la ville de LAGHOUAT :

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



**Figure 1** : Situation géographique de la ville de Laghouat : (Microsoft Encarta)

## IV-2-Les caractéristiques climatiques de la ville de Laghouat :

Les conditions climatiques :

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



**Figure 2** : Découpage des zones climatique (Mazouz. S., 2004)

| Zone D : pré Sahara et Sahara       |   |
|-------------------------------------|---|
| Variations saisonnières             | 02 saisons, chaude et froide  |
| Températures                        | T° Moy.Max : 45° et entre 20-30° en hiver variation saisonnière de 20°. L'effet de la latitude les hivers deviennent de plus en plus froids |
| Précipitations                      | Pluies rares, torrentielles par moments   |
| humidité                            | Humidité réduite entre moins de 20% après midi à plus de 40% la nuit  |
| Conditions célestes et rayonnements | Ciel clair pour une grande partie de l'année, rayonnement solaire intense augmenté par les rayons réfléchis par le sol                      |
| Végétations                         | Extrêmement clairsemées   |
| Vents                               | Généralement locaux, les vents de sable et les tempêtes sont fréquents observé généralement pendant les après midi.                         |

**Tableau 1** : extrait des caractéristiques de la zone D : (Mazouz, S., 2004)

| Mois      | T° absolu Max | T° absolu Min | Humidité % | Précipitations Mensuelle (mm) | Insolation heures | Vitesse du vent m/s max |
|-----------|---------------|---------------|------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------|
| Janvier   | 23.5          | -1.6          | 72         | 6,0                           | 247               | 12/NE                   |
| Février   | 26.0          | 0.5           | 63         | 9.0                           | 195               | 24/N                    |
| Mars      | 27.1          | 00            | 49         | 8.0                           | 263               | 37/NNO                  |
| Avril     | 31.3          | 3.4           | 54         | 28.1                          | 213               | 22/ESE                  |
| Mai       | 36.2          | 9.4           | 42         | 3.1                           | 315               | 22/NNO                  |
| Jun       | 42.0          | 9.9           | 28         | Nt                            | 338               | 18/SO                   |
| Juillet   | 34.4          | 19.0          | 30         | 5.0                           | 360               | 30/SO                   |
| Aout      | 41.4          | 16.2          | 34         | 6.0                           | 385               | 28/SSO                  |
| Septembre | 37.2          | 22.6          | 48         | 7.2                           | 99                | 22/OSO                  |
| Octobre   | 36.9          | 12.5          | 56         | 13.0                          | 119               | 16/S                    |
| Novembre  | 24.1          | 00            | 62         | 12.1                          | 176               | 12/NNE                  |
| Décembre  | 22.6          | -6.0          | 63         | 14                            | 152               | 18/NNE                  |

**Tableau 2** : Données climatique de la ville de Laghouat pour l'année 2008 : (ONM, Laghouat)

La situation de la ville de Laghouat entre deux zones à climats distincts, la nature géomorphologique de la zone et le caractère semi désertique ont confié à la ville de Laghouat un climat rigoureux. Son climat est caractérisé par :

- **Température** : Des hivers très froids et des étés très chauds et secs; Les écarts de températures sont élevés et brusques.
- **L'humidité relative**: réduite entre moins de 20% après-midis à plus de 40% la nuit.

- **les précipitations:** La pluviométrie est très réduite (inférieur à 200 mm en moyenne)

- **L'insolation:** un ciel clair règne pendant toute l'année. Elle bénéficie d'une très grande quantité d'énergie solaire tout au long de l'année.

- **Les vents :** Les vents dominants sont de direction Nord-Ouest ; le SIRICO, est plus fréquent dans les hauts plateaux du côté Est, Le maximum de fréquence sur l'atlas saharien, a eu lieu généralement en juin et juillet.

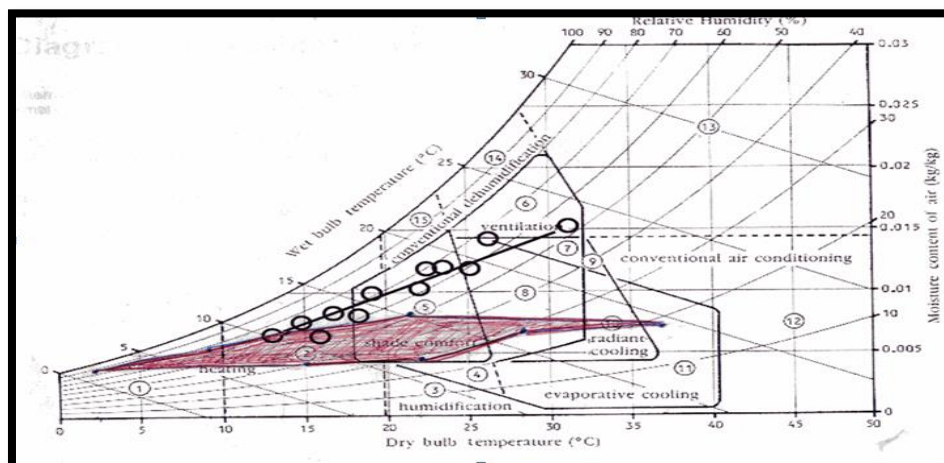
Pour déterminer la zone de confort de la ville de Laghouat on a utilisé Le diagramme psychométrique (Givoni).

### 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 : **20.3<sup>0</sup>** et **26.4<sup>0</sup>**, 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.



**Figure 3 :** Le diagramme psychométrique (Givoni) a Laghouat

### IV-3-Analyse de site d'intervention :

Le site est situé dans une zone appelé la **zone haute** -. destinée à l'extension-

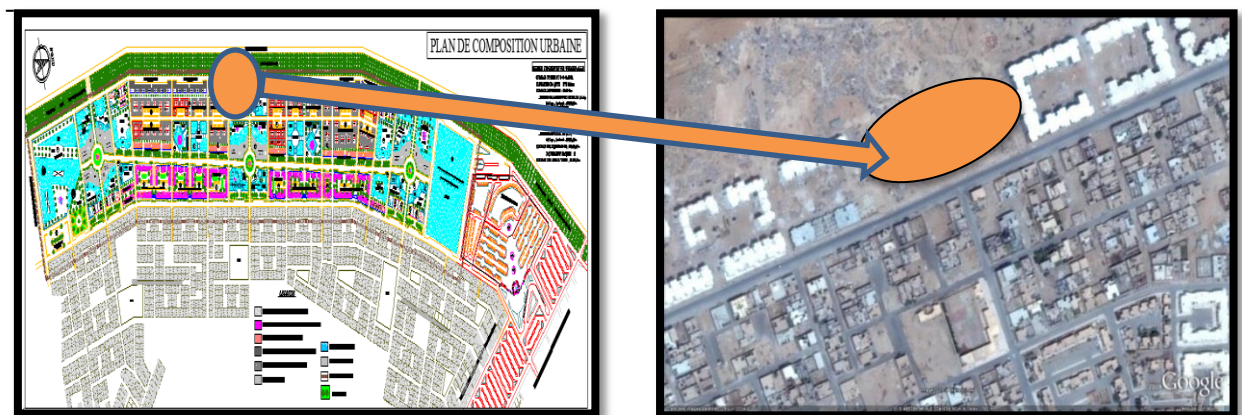
Le site est affectué par la DEP (la direction d'équipements publics) à pour implantation d'un établissement scolaire un Cem base7.

#### IV-3-1-Présentation de la zone haute :

- la zone a une superficie de 85 ha, situé à l'ouest de l'agglomération chef-lieu de Laghouat, sur la zone destinée à l'extension.

#### IV-3-2-Présentation de site :

**IV-3-2-1-Situation** : notre site d'intervention est situé dans le côté nord – ouest de la zone haute.



**Figure 4** : plan de situation de site

#### IV-3-2-2- Morphologie de terrain :

Le terrain est caractérisé par une topographie plate.

La forme de terrain : une forme rectangulaire de dimension 100 X 60 m, et une surface de 6000m<sup>2</sup>.

#### IV-3-2-3- Accessibilité :

Le terrain bénéficie d'une bonne accessibilité assurée par une voie principale et voie secondaire.

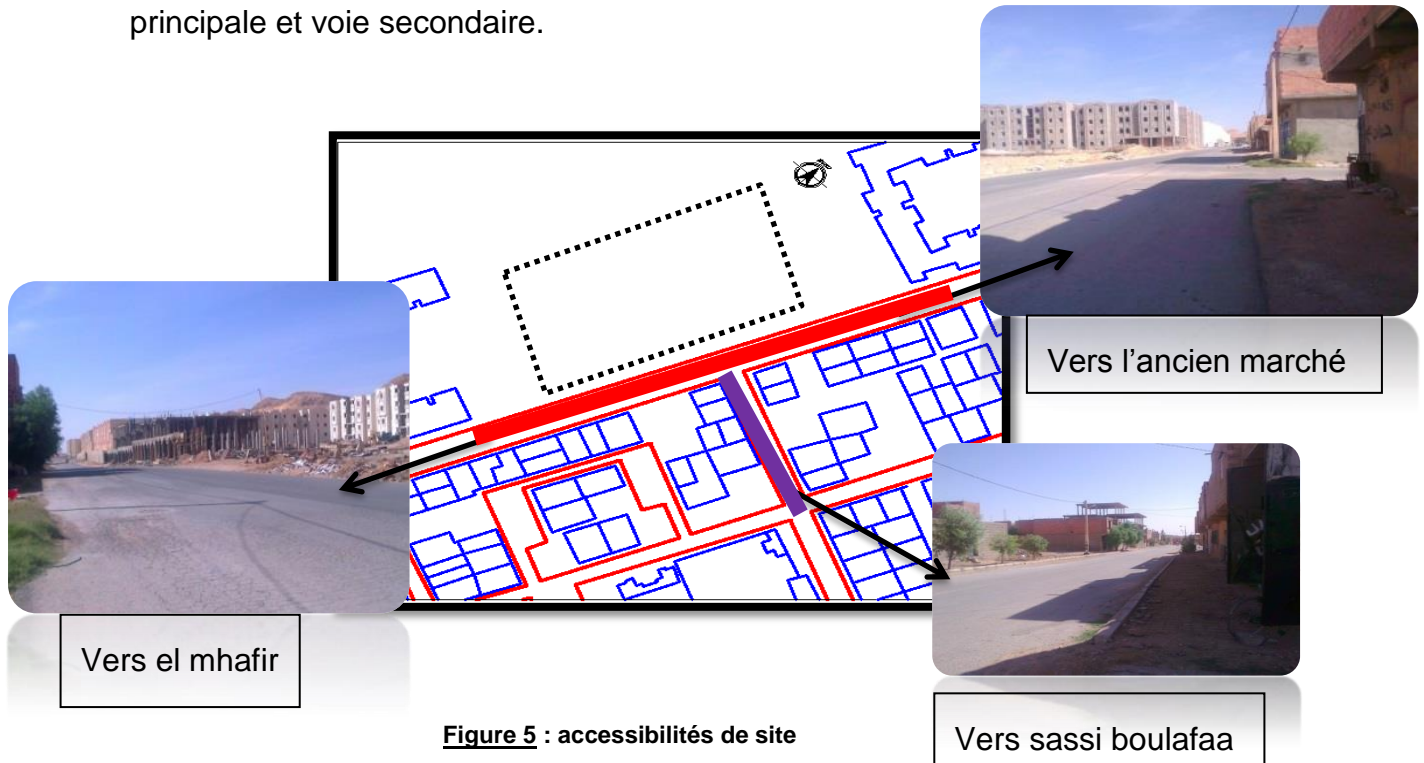


Figure 5 : accessibilités de site

#### IV-3-2-4- limites et environnements immédiates de site :

Le site est limite par : A l'ouest par Djebel Mekrane, Nord par : Habitat collectifs(OPGI) r+3, Au sud –ouest par Habitat, collectifs OPGI r+3, Au sud-est par Habitat individuel r+1

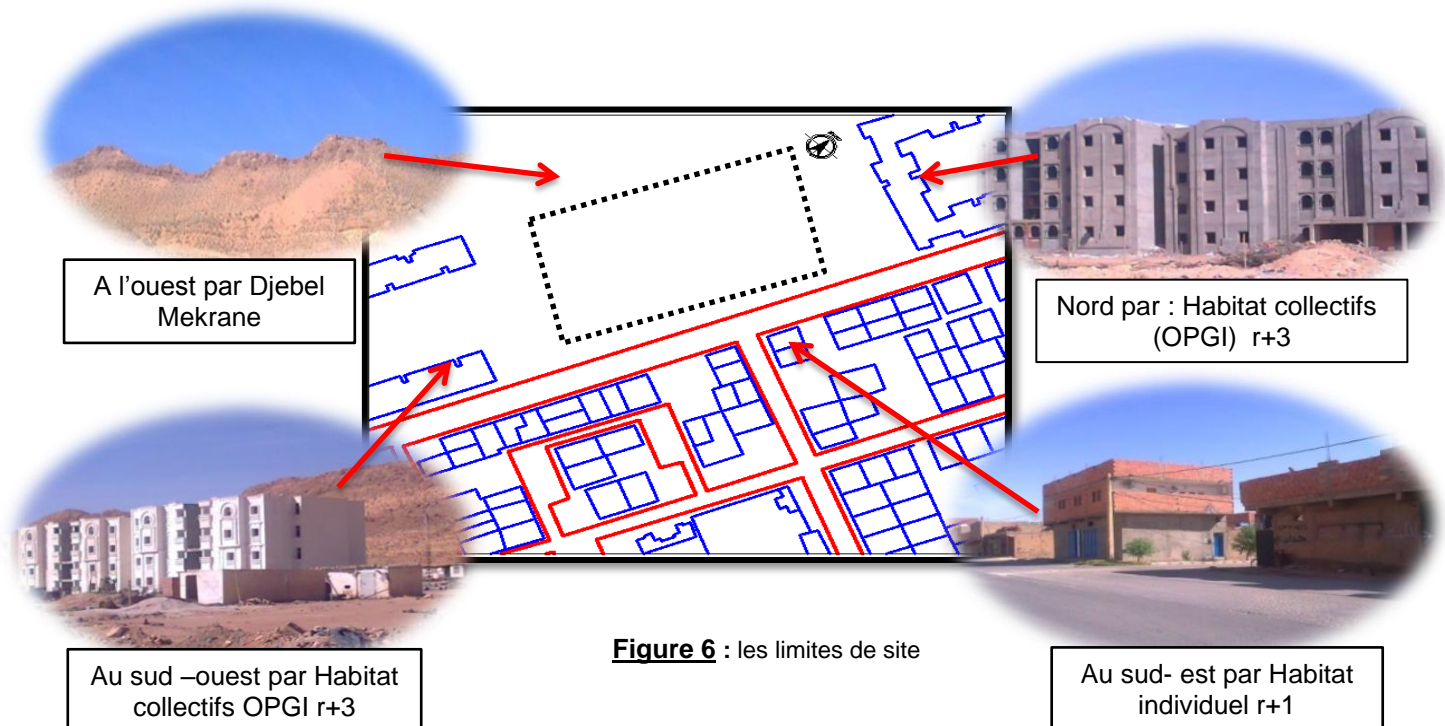


Figure 6 : les limites de site

#### IV-3-2-5-l'étude climatique : ensoleillement, orientation et vents :

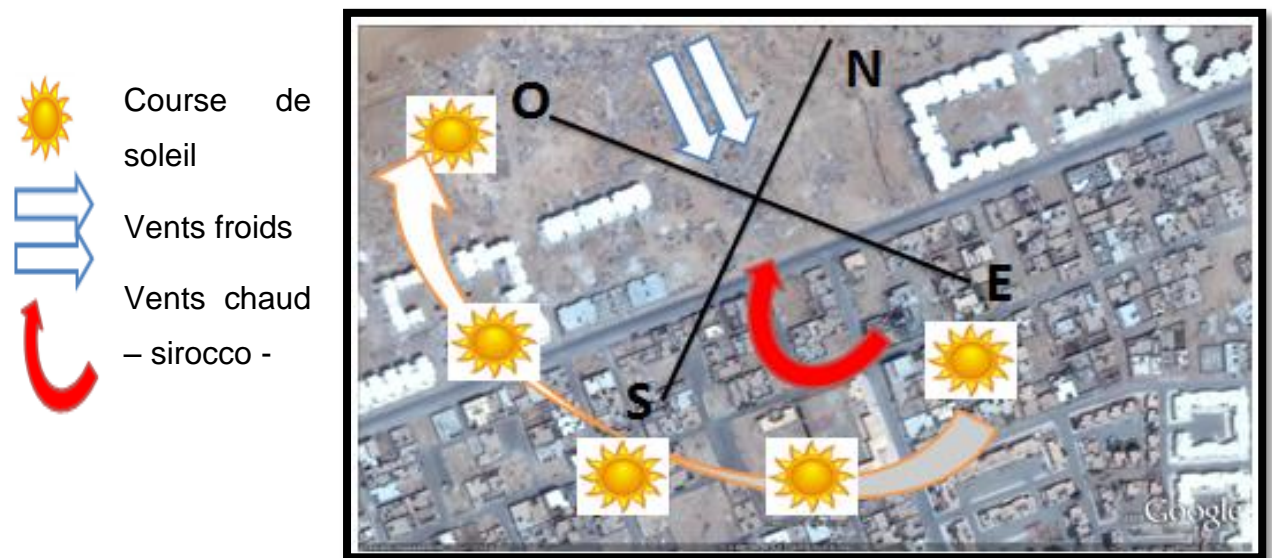


Figure 7 : ensoleillement, orientation et vents de terrain

Le site est bien ensoleillé (absence des obstacles).

Notre terrain est protégé au nord-ouest contre les vents froids par la montagne .

#### IV-4-Synthèse d'analyse de site :

Le site est un environnement favorable et un bon potentiel pour démarrer la phase de conception :

- Le terrain présente une surface important.
- Une bonne accessibilité, et la proximité aux habitants.
- Le site est situé dans une zone calme (absence nuisance sonore).
- L'absence des espaces verts.

*APPROCHE ARCHITECTURALE*

**Formalisation de projet**

## Introduction

Le projet architectural tient compte des connaissances acquises à travers les phases précédentes. Tous ces éléments doivent assurer une bonne intégration du projet par rapport à son environnement urbain et climatique d'une part, et la relation entre ; la forme, la fonction, l'espace et la structure d'autre part.

### V – 1- Les étapes de formulation de l'idée de projet :

#### Etape 01 : limitation de terrain

Le site est accessible par 2 voies un principale et la 2émé secondaire.

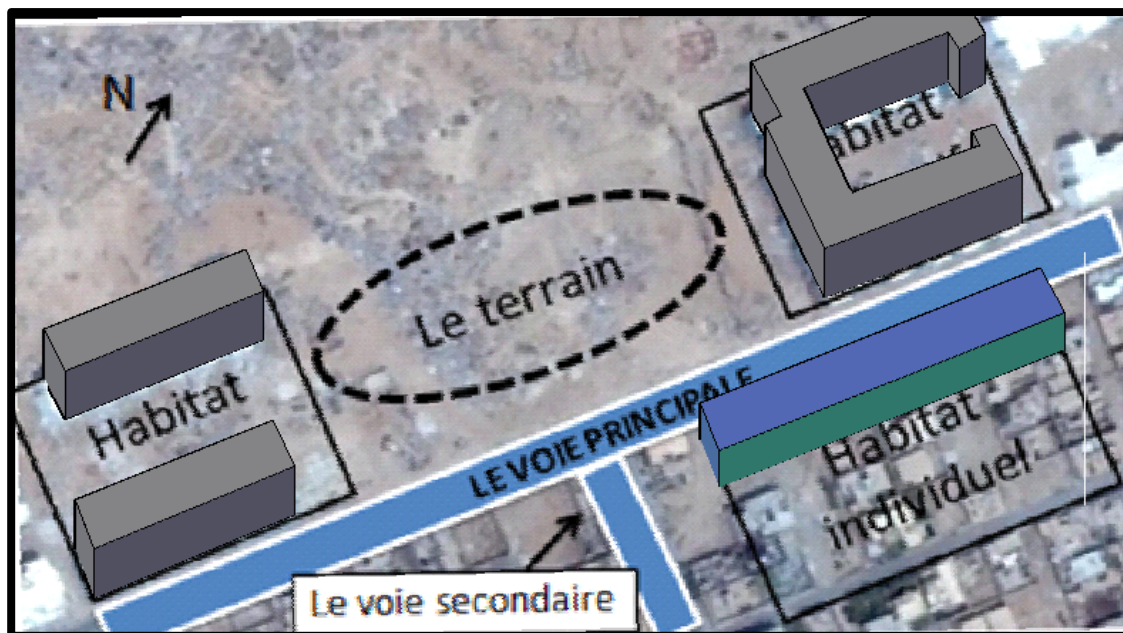


Figure 1 : les limites de terrain, source : auteur

#### Etape 02 : l'implantation des activités et organisation des espaces :

Pour assurer l'alignement urbaine on a implantées les activités sur le long de voie principale.

Le principe d'organisation : on a fait l'implantation selon la priorité d'activité et l'exigence d'orientation.

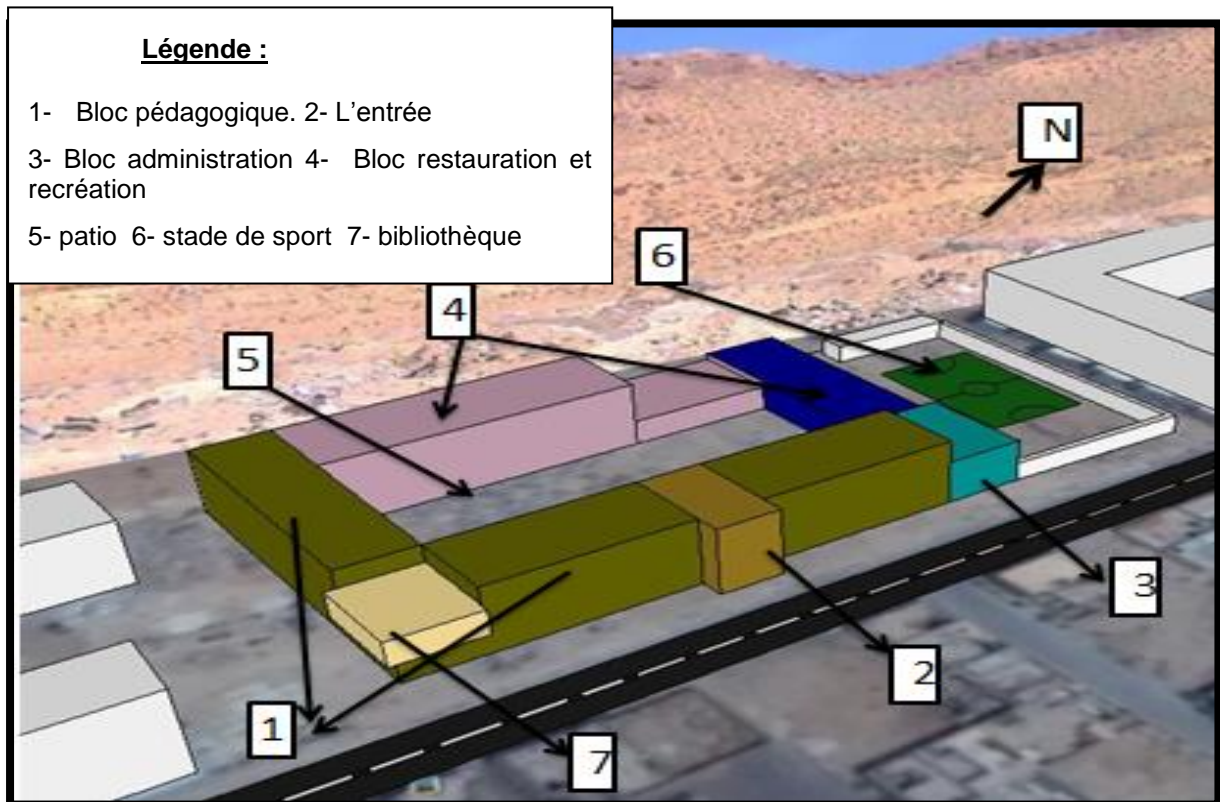


Figure 2 : implantations des activités et organisation des espaces

source : auteur

**1-Activités principale pédagogique :** l'orientation favorable des salles de classes est l'orientation sud-est et sud-ouest, avec un gabarit de R+2.

**2-L'entrée principale des élèves** au milieu de la façade principale, le point qui offre un équilibre du flux ,et emplacement de parking de vélos a intérieur de l'entrée principale pour encourager les élèves à utiliser un mode de transport doux .

**3-activités administration :** à côté de bloc pédagogique sur la façade principale pour assurer une facilité d'accès et la lisibilité par tous avec l'emplacement de parking proche d'entrée de l'administration avec un gabarit de R+1.

4-Le choix d'une forme compacte autour d'un patio est basé sur les raisons suivantes :

\*L'inspiration du style local de la région : l'intégration du projet dans son contexte par l'utilisation de la notion patio.

\* la minimisation des surfaces exposées aux conditions climatiques.

**L'activité récréation (R+2) et restauration (RDC)** assurée la forme compacte dans notre projet.

### Organisation des espaces :

5-l'intégration du patio a pour but :

\*La création d'un microclimat : Le rafraichissement de l'air par l'intégration de la végétation et l'eau à l'intérieur.

\* il représente le point de rencontre.

6- On a éloigné **le stade de sport** (source de bruis)

7-on a implanté **la bibliothèque** dans le changement de direction de bloc pédagogique par un traitement spécifique au niveau r+1

### Etape 03 : la circulation

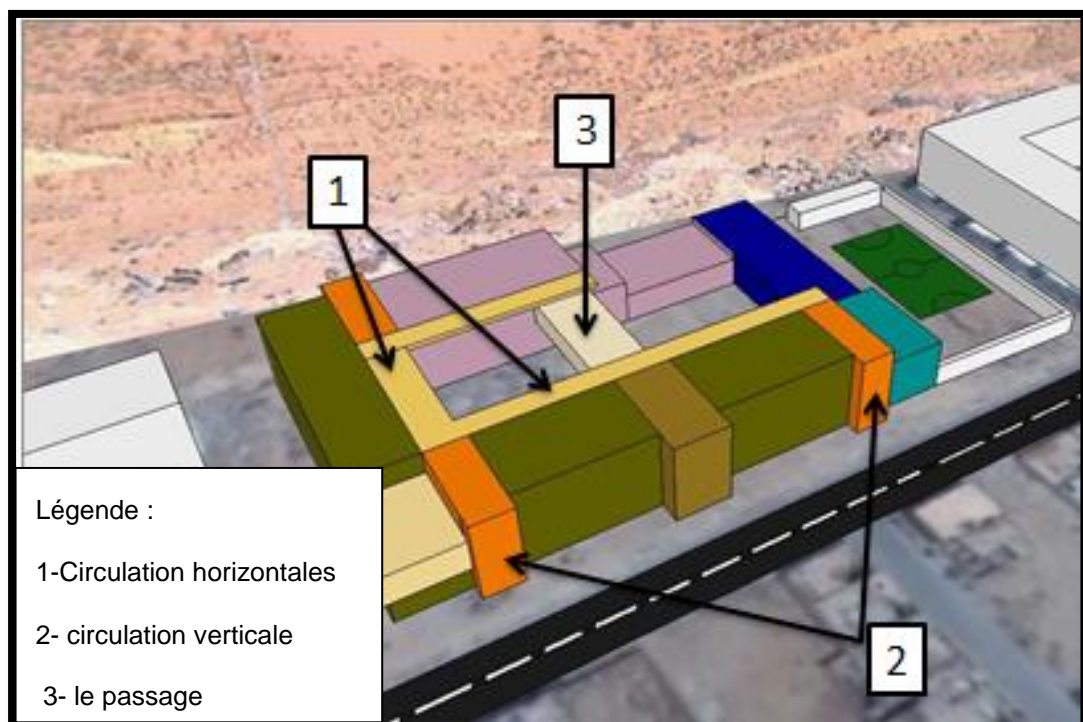


Figure 3 : la circulation dans le projet, source auteur

1-La circulation dans notre CEM base7 est assurée horizontalement par des galeries couvert qui borde la cour, depuis ces galerie ont accédé au locaux du rez de chaussées.

2-Et verticalement par les escaliers on a placé de façon d'être lisibles pour tous les élèves, et aussi on a marqué les cages des escaliers au niveau de façade principale par un traitement spécifique.

3- création d'un passage pour relier le bloc pédagogique et le bloc de récréation ainsi que d'assurer la circulation sur le long du projet, le début de passage est l'entrée principale et la fin un espace ouvert permet de pratiqué les connaissances théorique **la serre**

**Le plan de masse :**

On a crée des espaces vert au tour de projet et aussi a l'intérieur pour la rafraichissement d'air .

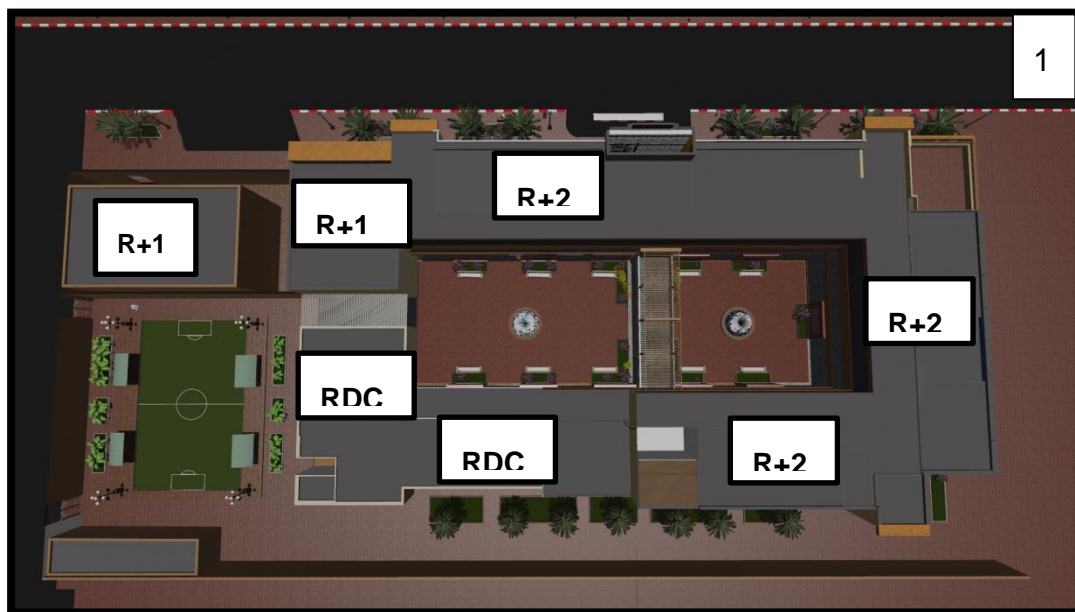


Figure 4 : -(1) vue en plan de de masse  
-(2)vue 3D de projet

V-2-Les plans : principe d'organisation des espaces :

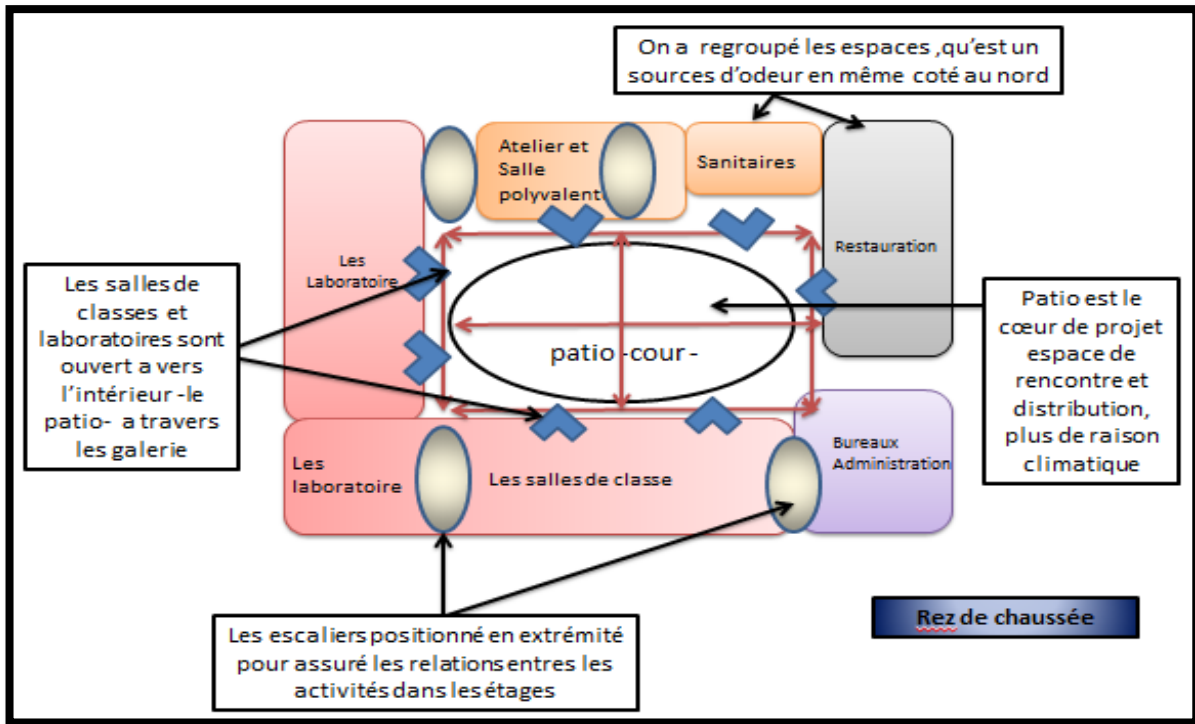


Figure 5 : organisation des espaces rez de chaussé, source : auteur

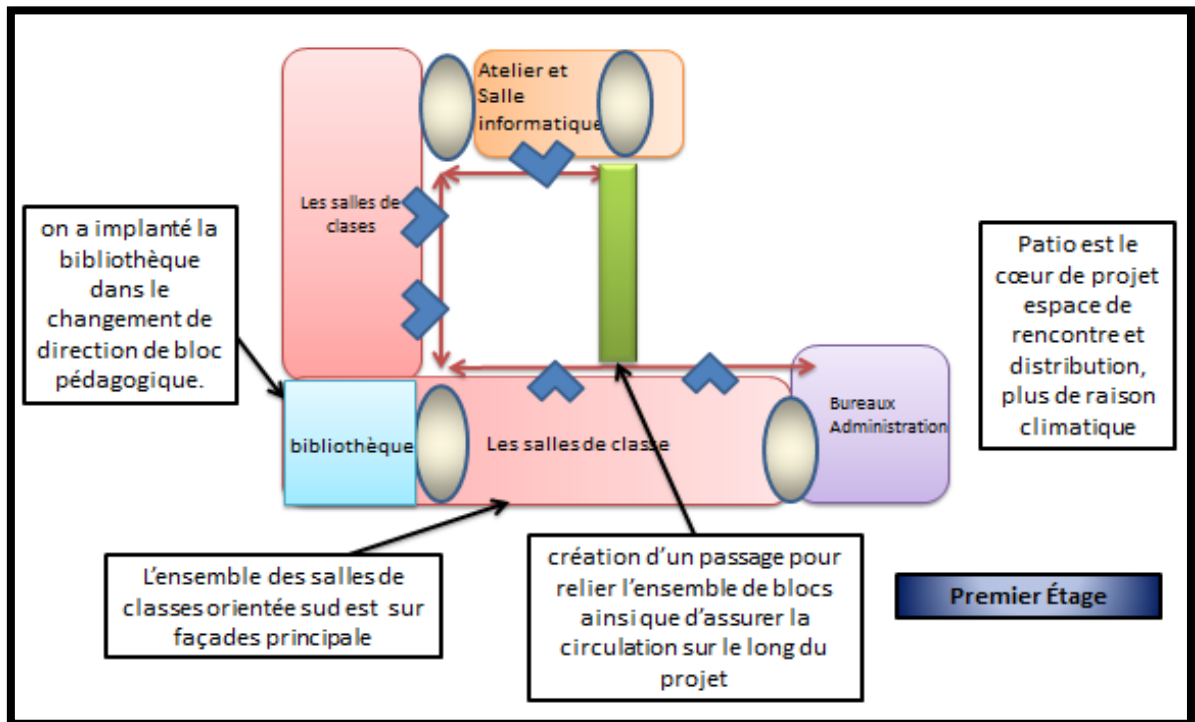


Figure 6 : organisation des espaces de premier étage, source : auteur

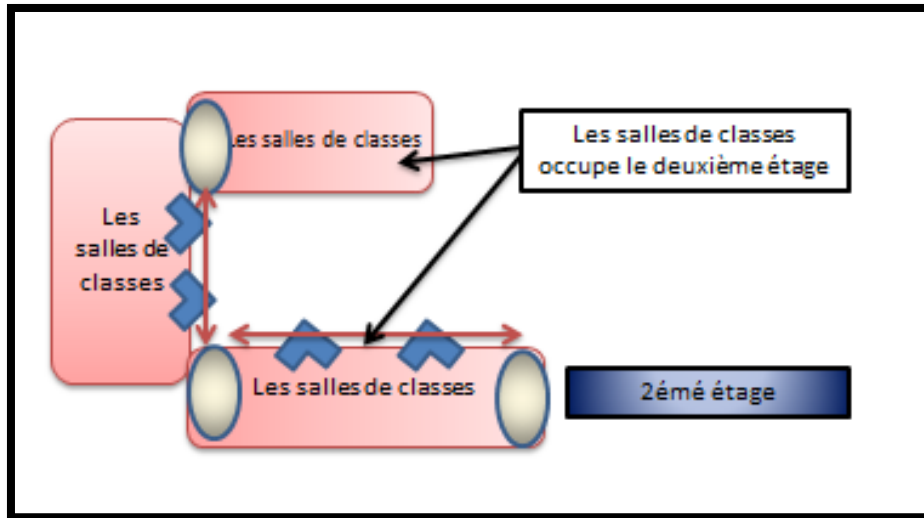


Figure 7 : organisation de deuxièmes étage source auteur

### V-3-Traitements des façades :

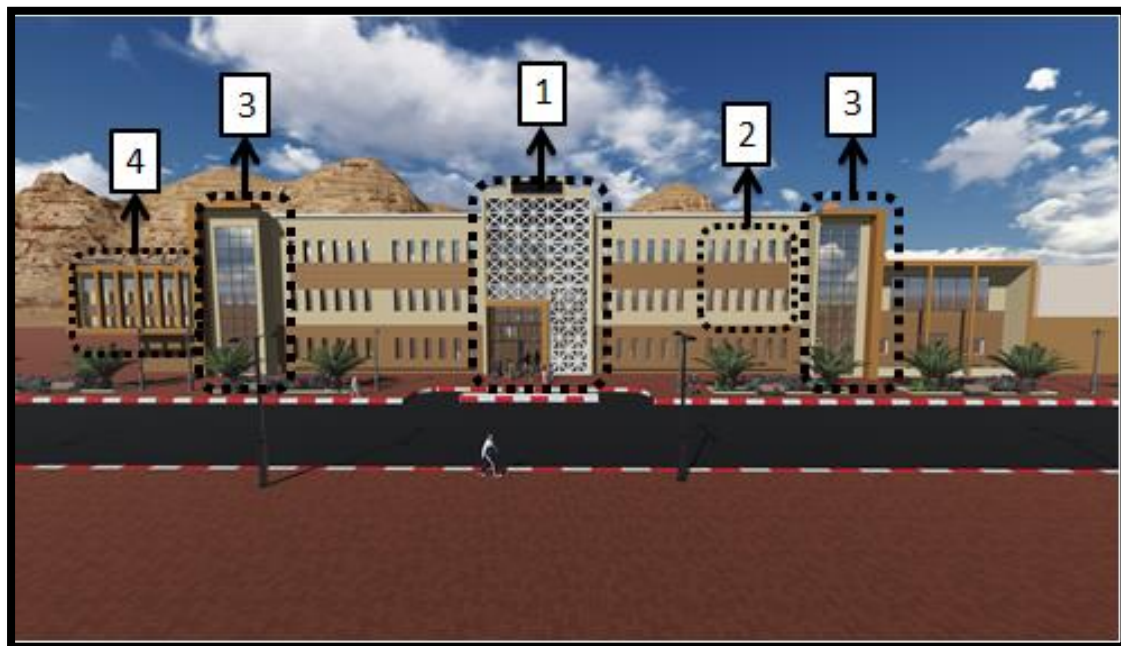


Figure 8 : façade principale de projet

1-on a marquée l'entrée des élèves par une double hauteur en refond, et on traité par le mo charabia.

2-choix des ouvertures : on utilisée des fenêtres rectangulaire épais d'un seul volé, limitant l'ensoleillement direct, la répétition de cette type de fenêtre pour le but de créer un rythme à la façade principale.

3-on a traité la cage d'escalier par des baies vitrée en extrémité.

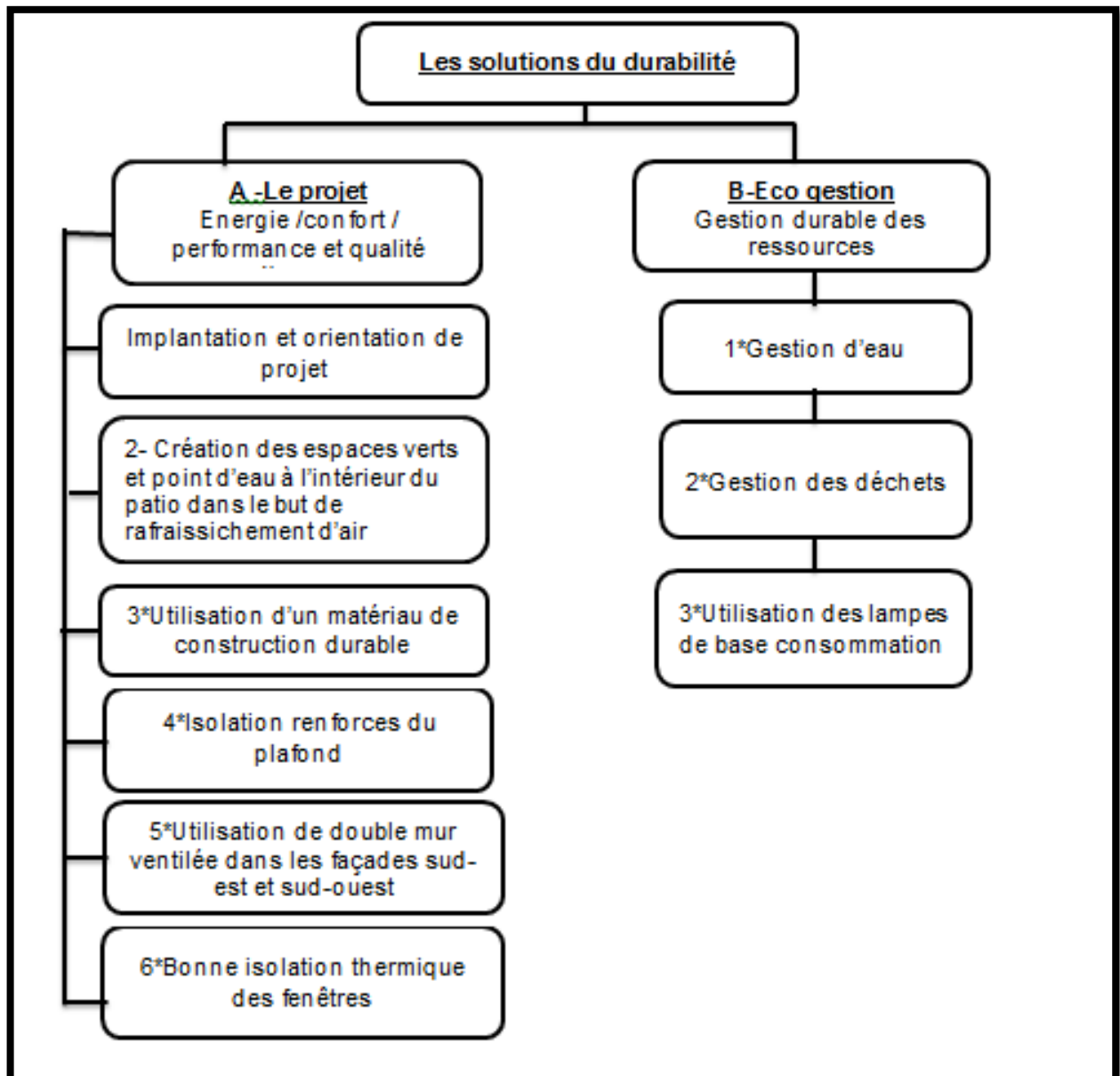
4-pour protéger la bibliothèque contre les rayon solaire direct , on utilisée une structure apparents comme protection solaire d'une part ,et d'autre part pour donner un traitement à la bibliothèque .

- On a inspiré le choix des couleurs des façades, de l'élément naturel dans le site – la montagne – et pour marquer la séparation entre les étage, on a joué par le degré de teinte de peinture.

## V-4 –LA durabilité du projet

Dans notre projet on a proposé quelle que solutions architecturale et technique afin d'obtenir la durabilité dans notre établissement scolaire.

On a essayé d'appliquer dans notre conception des solutions qui sont classé selon le schéma suivant :

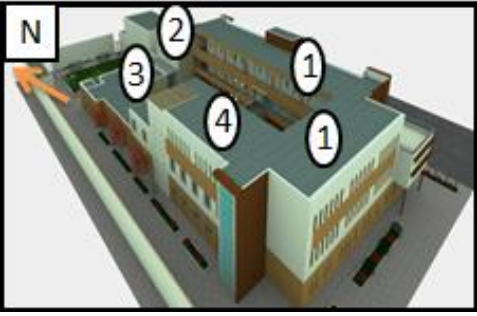

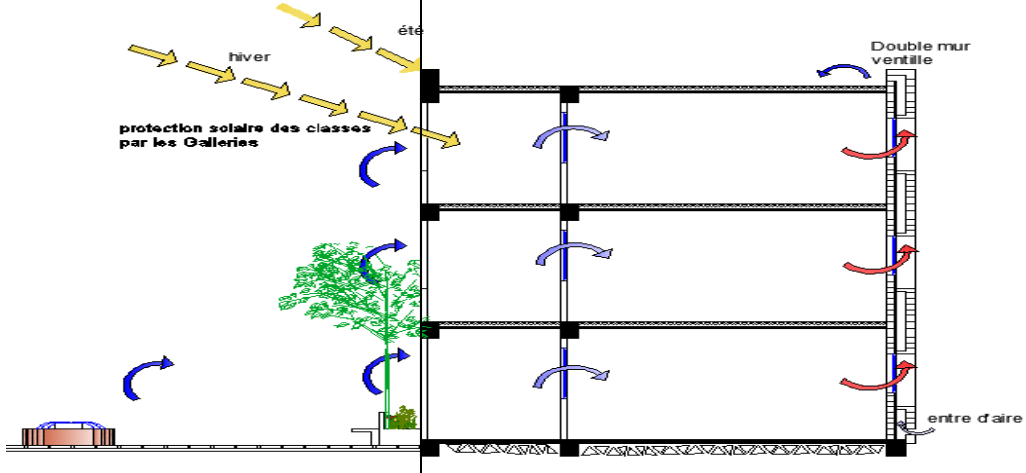


**Figure 9** : schéma représente les solutions de la durabilité utilisée dans le projet

source : auteur

Le tableau ce dessous représente les schémas détaillé des solutions selon la classification précédentes.

**A -Le projet :Energie /confort / performance et qualité d'usage :**

| Les solutions   | Description   |
|---|---|
| <p><b><u>1-implantation et orientation</u></b></p>   | <p>1- Bloc pédagogique orienté S-E/S-O</p> <p>2- Bloc administration orienté S-E</p> <p>3- Bloc restauration orienté N-E</p> <p>4-Bloc récréation orienté N-O</p>   |
| <p><b>2*Création des espaces verts et point d'eau à l'intérieur du patio dans le but de rafraîchissement d'air</b></p>   | <p>-On a utilisé la ventilation traversant, les ouvertures sont disposées sur deux côtés opposés de salles de classe.</p> <p>-afin de profiter au mieux de l'effet du vent et l'effet thermique on a appliqué un configuration passive c'est le patio.</p> <p>-l'implantation des points d'eau et de végétation au niveau de la cour afin de refroidir l'aire entrée dans les salles de classe.</p> |

**3\*Utilisation d'un matériaux de construction durable**



la pierre de maquat

**Bétons de plâtres**

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| <b>Le principe de fabrication</b> | Des éléments préfabriqués en plâtres ( blocs pleins /blocs creux / carreau de plâtres )   |
| <b>Domaines d'utilisation :</b>   | mur porteur /double paroi/ cloison / élément de planchers   |
| <b>caractiristiques</b>           | Résistances a la compression (une valeur d'ordre de 29 Mpa pour l'âge de 90jours , pourcentages de graviers 65% :Rc = 26,65 MPs / Rf 1,63 m MPs |

**Au niveau de revêtement de sol**

Pierre naturelle et plat Pierre antidérapantes et

Non nocifs .on le trouve Localement

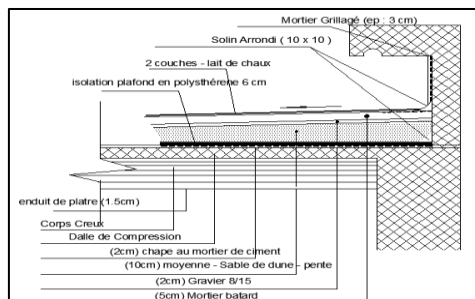
-Utiliser pour les surfaces extérieures - cour

**Au niveau de structure**

On a proposé l'utilisation d'un nouveau matériau

**Bétons de plâtres** et leur renforcement par les fibres végétales du palmier dattier

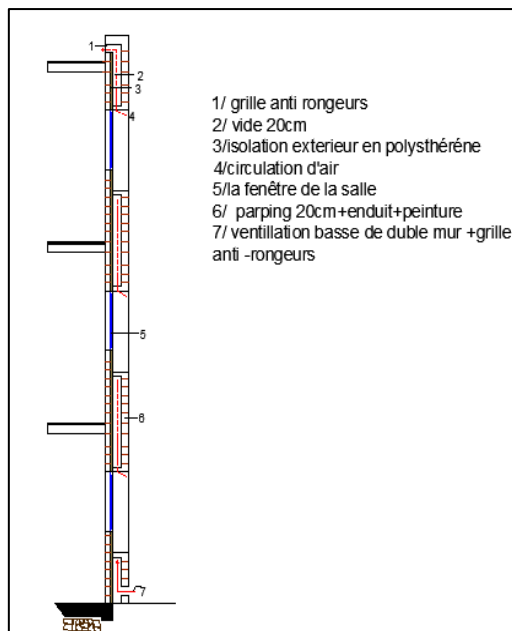
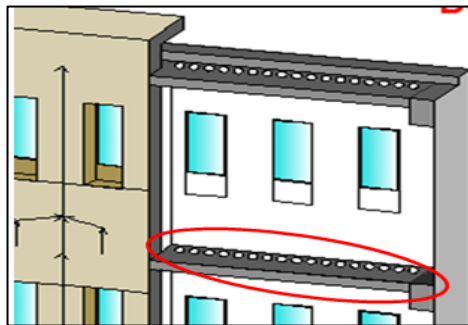
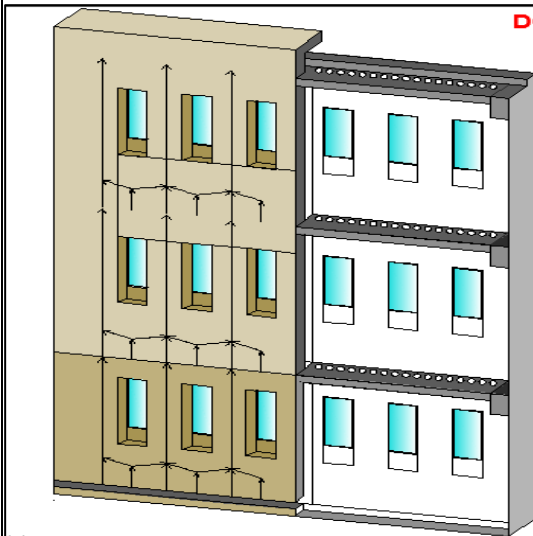
**4-Isolation renforcés du plafond**



-Le plafond c'est la deuxième face la plus exposée au rayon solaire qui nécessite une protection.

-On a utilisé une étanchéité saharienne + l'application de 2 couches de polystyrènes pour isolation.

### 5-Utilisation de double mur ventilée dans les façades sud-est et sud-ouest



Dans notre projet nous avons utilisé la technique de double mur ventilé avec un épaisseur de 60cm.(20+20+20)cm.

#### Le double ure ventilé :

-est un mur composé de deux couches : un parement extérieur et un bloc intérieur Ces deux couches sont séparées par un vide appelé « coulisse ».

#### Agencement de 2 murs inter et exter :

ce fait par les poutres dans chaque niveau et par une dalle plein avec des trous pour le passage d'aire.

#### Les avantages de double mure ventilée :

##### -Protection climatique l'hiver :

La mise en œuvre d'une paroi intérieure avec isolant et une deuxième paroi l'extérieur minimise le transfert de chaleur de l'intérieur à l'extérieur.

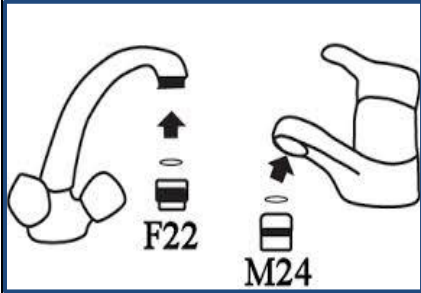

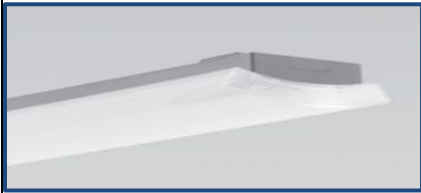
##### -Protection climatiques l'été:

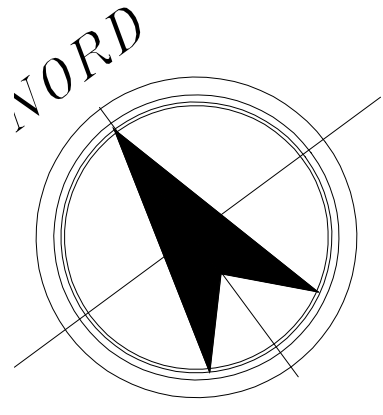
La paroi extérieure se réchauffe perfidement. Tandis que la paroi intérieure se réchauffe peu et lentement.et ne transmet à L'espace intérieure qu'une faible partie de la quantité de chaleur .Donc L'épaisseur de paroi peut être adaptée à toutes les exigences climatiques d'été et assure le confort thermique à l'intérieur.

##### -Protection contre la pluie :

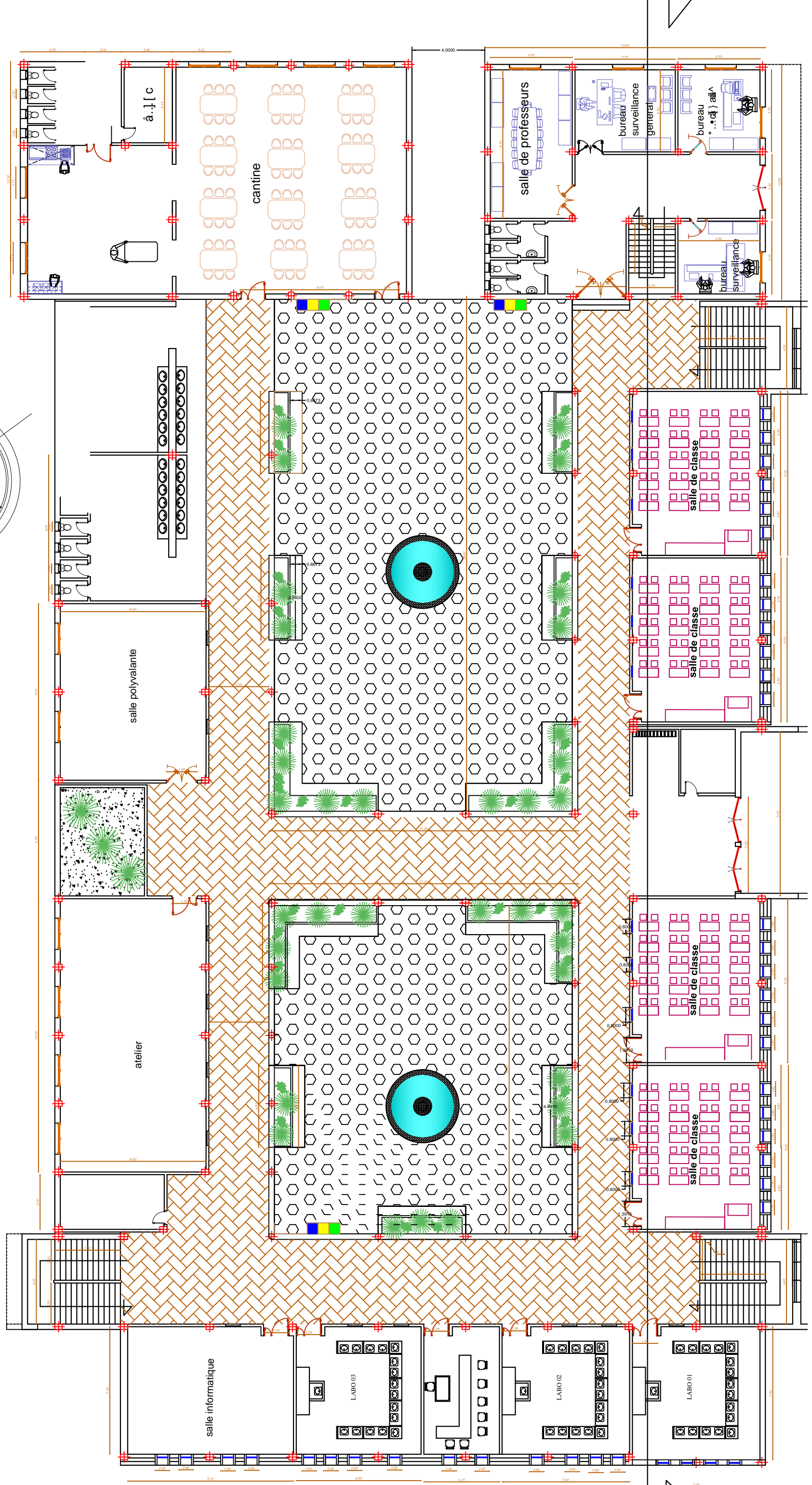
L'eau infiltrée s'évapore rapidement sous l'action du courant d'air au niveau de première paroi. Ainsi la deuxième paroi reste parfaitement fonctionnelle et protégé contre la pluie.

**B-Eco gestion : Gestion durable des ressources**

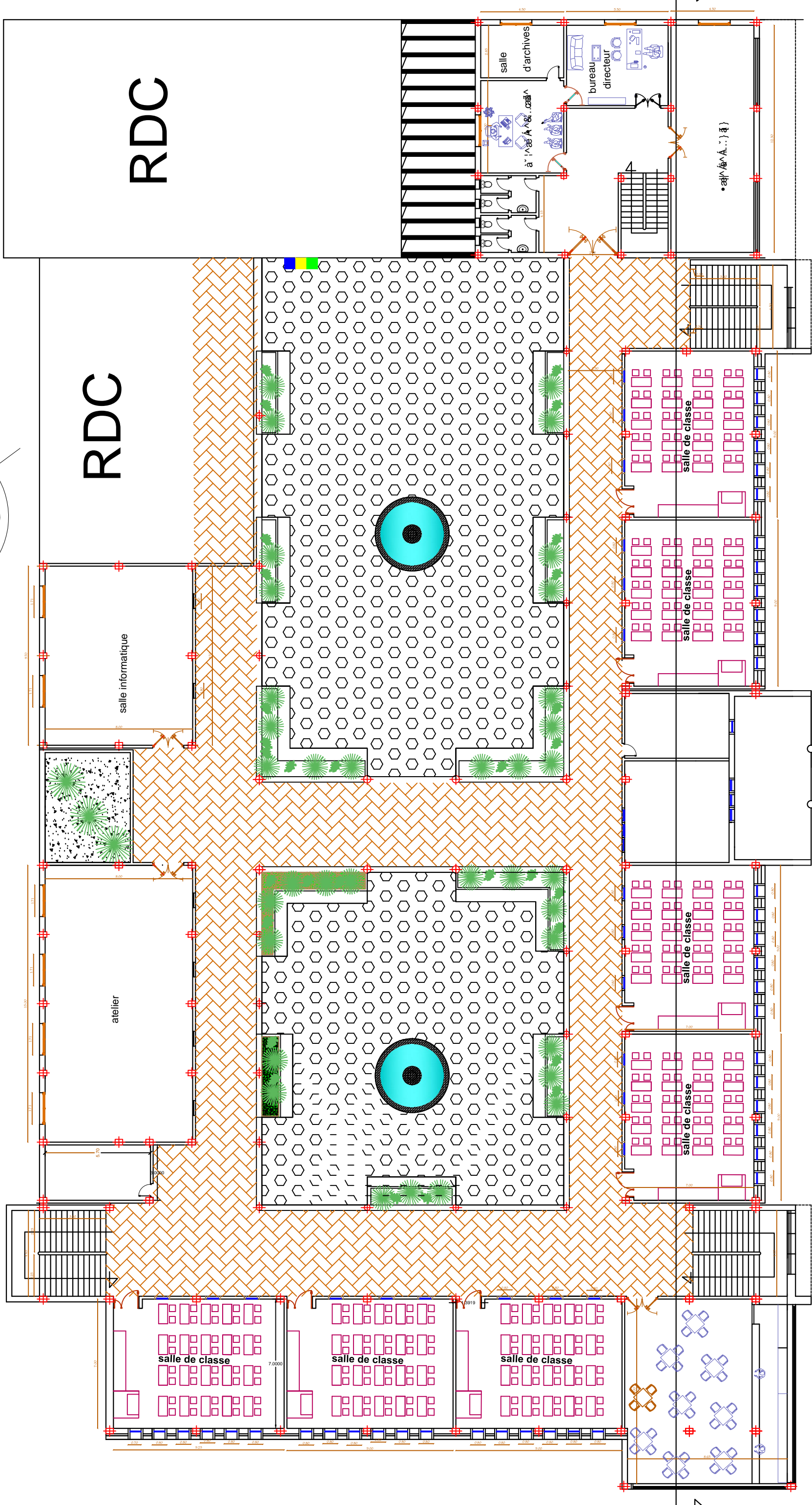
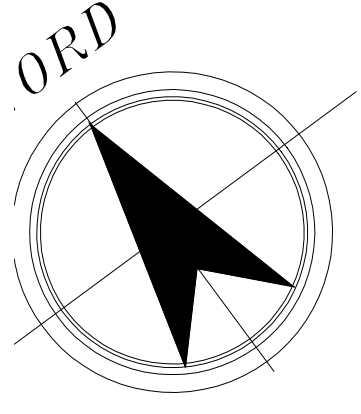
| Les solutions   | Description  |
|---|--|
| <p>Au niveau</p> <p><b><u>Gestion de l'eau</u></b></p>         | <p>Utilisation des robinets temporisé et réducteur de débit et des chasses a doublé commande</p>   |
| <p>*Au niveau</p> <p><b><u>Eclairage artificiel</u></b></p>  | <p>Utilisation des lampes a base consommation pour éviter le risque d'éblouissement</p> <p>-Placement de luminaires à plexi pour éviter un regard direct dans les lampes</p>   |
| <p>Au niveau</p> <p><b><u>Gestion des déchets</u></b></p>   | <p>Utilisation de la poubelle tri sélective.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Au niveau des salles de classe.</li> <li>- Au niveau de la cour.</li> <li>- La création d'un espace de collection des déchets</li> </ul> |



# PLAN RDC

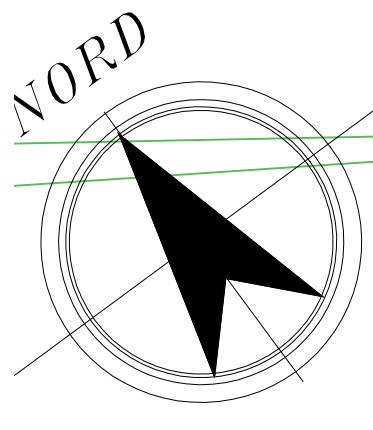


# PLAN 1er étage

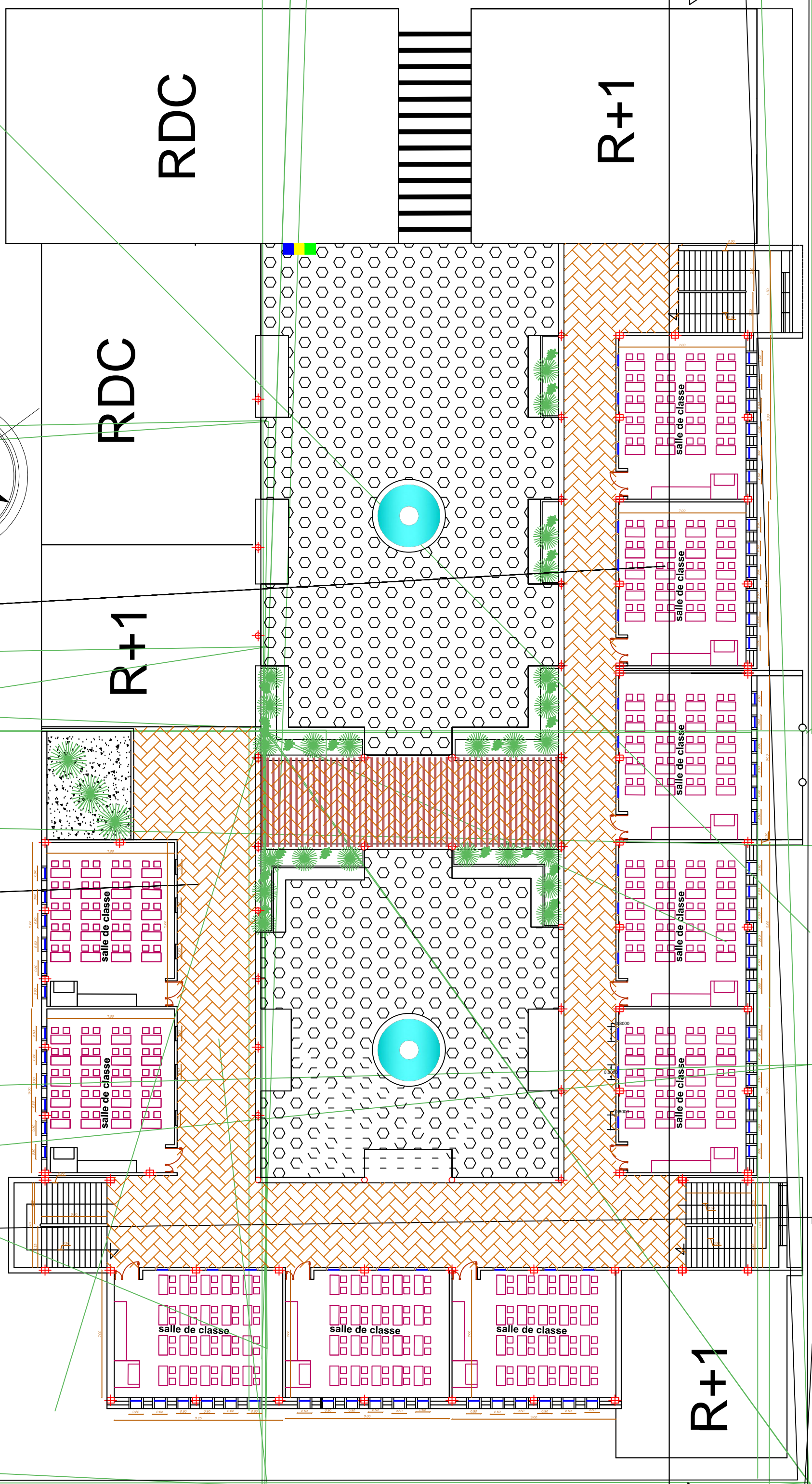


RDC

RDC



# PLAN 2eme étage



## LES VUES 3D DU PROJET

### LES FACADES



## LES VUES INTERIEUR







## ***La ventilation naturelle***

## Introduction

-Nous traitons dans ce chapitre le thème de ventilation. ainsi que sur son rôle, et ses différents systèmes existants.

- Parmi les systèmes de ventilation étudiée, nous serons évalués un système de ventilation naturelle traversant par ouvertures des fenêtres.

### VI.1.Définitions des notions de base :

- Il existe plusieurs définitions de ventilation. On trouve :

#### Ventilation :

##### - Définition n :01

Nom féminin (latin ventilatio).action de ventiler, d'aérer : Assurer une bonne ventilation des bureaux.

- LAROUSSE : (2005) -

##### - Définition n :02

- C'est le renouvellement général d'air dans un bâtiment par entrée d'air neuf extérieur et sortie d'air intérieur vicié, grâce à un dispositif naturel ou mécanique, lequel assure en permanence des débits d'air minimaux. Une ventilation insuffisante est l'une des causes principales de la mauvaise qualité de l'air intérieur d'un bâtiment.

##### - Définition générale de ventilation :

- Nous désignons la ventilation comme étant l'ensemble des systèmes passifs ou actifs, mécaniques ou non, ayant pour but de renouveler l'air intérieur, ainsi que de participer au confort dans les pièces ventilées par l'apport d'air neuf frais.

### VI.2. Le rôle de ventilation :

-Différents problèmes peuvent surgir suite au manque ou à l'excès de ventilation. Ces problèmes se situent soit au niveau de la santé, soit au niveau du confort, soit au niveau du bâtiment lui-même comme il est représenté dans le tableau ses dessous :

- (Dhlluin.A. 2013) -

| <u>Pour le confort :</u>   | <u>Pour la santé :</u>   | <u>Pour le bâtiment</u>   |
|--|--|---|
| <p>- <u>Le confort respiratoire :</u><br/>La bonne qualité d'air intérieur traduit par la ventilation est importante pour les processus Métaboliques et pour l'hygiène de chacun.<br/><br/>La ventilation et la réduction des pollutions à la source sont les garantes d'une meilleure respiration et d'une meilleure santé.</p> | <p>- Certains éléments relatifs à l'environnement intérieur peuvent causer des troubles de santé. Ceux-ci peuvent varier en fonction de l'âge, du sexe, de l'état de santé,... mais surtout en fonction de la sensibilité de chacun.</p> | <p>- La plupart des problèmes qui surviennent au niveau du bâtiment sont liés à la présence d'humidité non désirée. Qui peut causer des dégâts au bâtiment et mener à des situations malsaines, il faut intervenir rapidement. Et essayez d'abord de résoudre le problème au niveau de la construction, c'est-à-dire en réparant les fuites, en appliquant une couche hydrofuge et en ventilant suffisamment.</p> |

**TABLEAU VI.1 :** représente le rôle de ventilation sur le confort/sante/bâtiment.

Source : auteur

### **VI.3. Les différents systèmes de ventilation :**

- Pour assurer la ventilation d'un espace, il existe plusieurs possibilités :

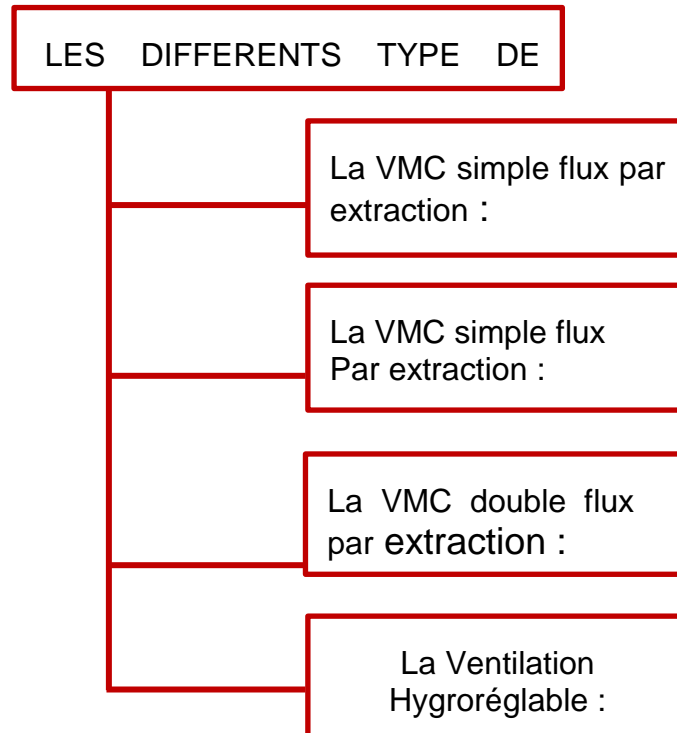
#### **VI.3.1. Ventilation Mécanique Contrôlé :**

La ventilation mécanique consiste à forcer l'apport et/ou l'extraction de l'air de façon régulière et éventuellement modulable à l'aide d'un ou plusieurs ventilateurs, afin d'assurer un renouvellement d'air suffisant et maîtrisé.

- (CTIAT) -

### VI.3.1.1. Le Différents types de ventilation mécanique :

Parmi ces types on trouve :



FIGUREVI. 1 : schéma représente les types de VMC

Source : auteur

### VI.3.2. Ventilation Hybride :

La ventilation hybride consiste à combiner la ventilation naturelle et mécanique. Cette stratégie de ventilation nécessite donc un système de contrôle gérant notamment le passage d'un mode de ventilation à l'autre afin de minimiser les dépenses énergétique et de fournir une bonne qualité des ambiances intérieures.

### VI.3.3. La Ventilation Naturelle

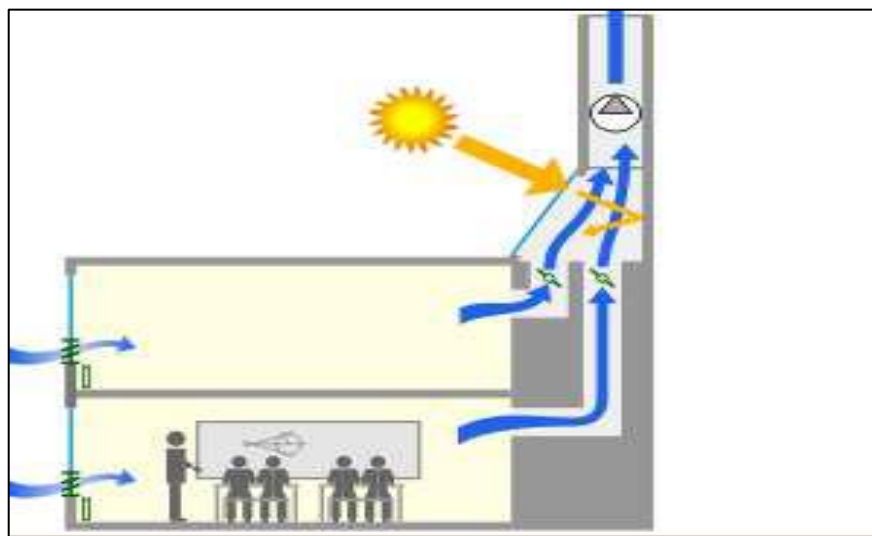
On parle de ventilation naturelle quand le renouvellement d'air est provoqué par des forces Naturelles (vent, différence de température) à travers des ouvertures en l'absence de dispositif mécanique.

### VI.3.3.1. Les Différents types de ventilation naturelle :

Il existe de nombreux types d'écoulement de ventilation naturelle dans les bâtiments, les trois principaux sont :

- **La ventilation par tirage thermique :**

La ventilation naturelle ne nécessite aucun dispositif mécanique pour fonctionner. La circulation de l'air est induite par le tirage thermique, dû aux différences de températures entre l'intérieur et l'extérieur, et les pressions du vent sur l'enveloppe du bâtiment et notamment au débouché de conduit en toiture (effet de cheminée).



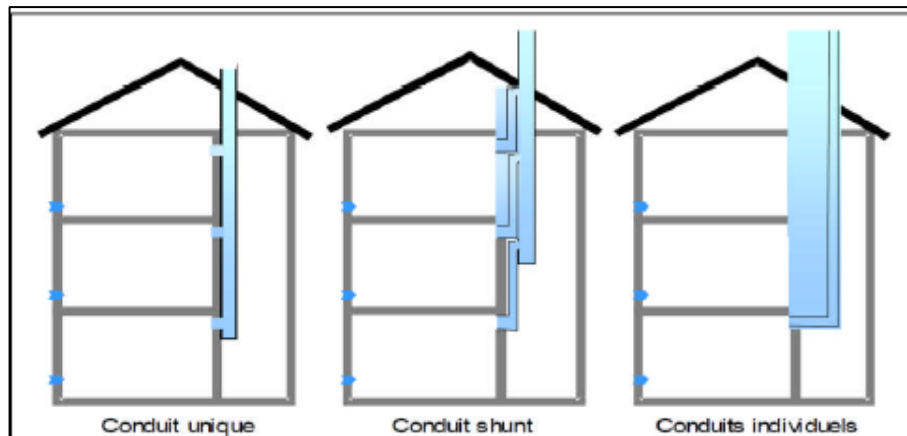
**FIGUREVI. 2 :** ventilation d'une salle de classe par tirage thermique.

Source : (mémoire magister **AIT KACI -Z- 2014**)

Chaque pièce de service du logement possède une sortie d'air raccordée à un conduit d'évacuation fonctionnant par tirage naturel. Il est possible d'ajouter un ventilateur permettant d'entraîner le flux lorsque les conditions ne permettent une extraction suffisante(en été lors de canicule par exemple). Par ailleurs les pièces principales sont équipées d'une entrée d'air neuf de type réglable

la ventilation naturelle

- La ventilation naturelle par conduits verticaux :



FIGUREVI. 3 : illustrations de la ventilation naturelle par conduits verticaux

Source : (mémoire magister AIT KACI -Z- 2014)

La ventilation naturelle par conduits verticaux à tirage naturel est largement utilisée en France dans le résidentiel collectif existant construit avant 1982.

Le bâtiment doit être suffisamment étanche afin d'éviter des infiltrations d'air importantes qui sont nuisibles au bon fonctionnement du système. -Hugues B, 2007-

- la ventilation naturelle par ouverture des fenêtres :

La ventilation naturelle par ouverture des fenêtres permet de réduire les infiltrations d'air par les défauts d'étanchéité de l'enveloppe et donne aux occupants la possibilité de contrôler les ouvertures des fenêtres et des entrées d'air en façade.

- Les types de ventilation naturelle par ouvertures fenêtrés :

**a- Ventilation de simple exposition : mono-façade :**

La ventilation naturelle se définit «mono-façade» quand toutes les ouvertures sont disposées d'un Seul côté de l'espace ventilé (Figure a) ( Ait Kaci -z- 2014)



FigureVI. 4 : Schématisation de la ventilation mono façade (a)

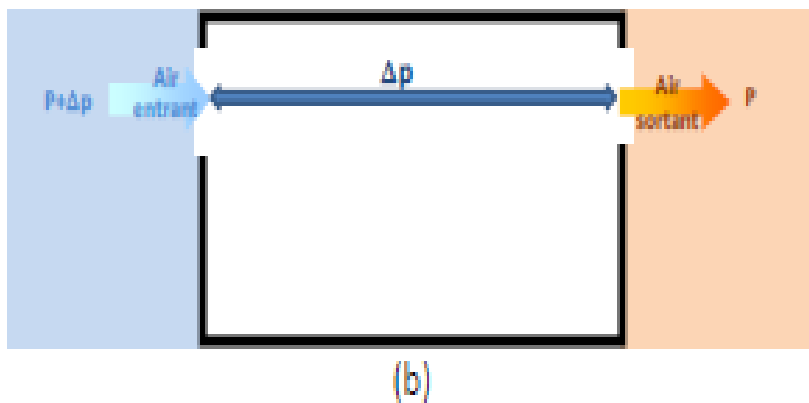
Source : (mémoire magister AIT KACI -Z- 2014)

la ventilation naturelle

**La ventilation naturelle traversant :**

Dans le cas de la ventilation traversant, les ouvertures sont disposées sur deux côtés opposés. il existe une différence de pression entre les deux ouvertures, causée par le vent et/ou par la différence de température entre les deux côtés.

-l'entrée de l'air se fait par les ouvertures du côté en surpression et la sortie par les ouvertures en sous pression.

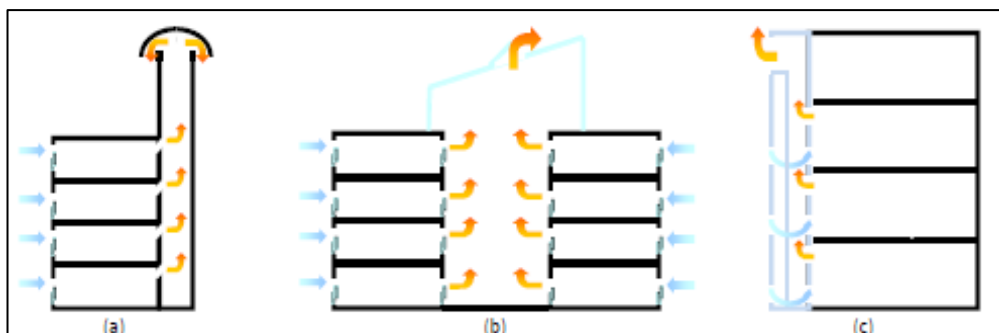


**Figure VI.5 :** Schématisation de la ventilation traversant (Figure b).

Source : (mémoire magister **AIT KACI –Z- 2014**)

-Typiquement, un bâtiment utilisant cette stratégie de ventilation nécessite d'être conçu de façon particulière, afin de profiter au mieux de l'effet du vent et l'effet thermique.

- les configurations les plus courantes font usage d'une « cheminée thermique » (Figure a), d'un atrium (Figure b), ou d'une façade double peau (Figure c), avec des ouvertures au sommet, afin de profiter de l'effet cheminée. ( **Ait Kaci –z- 2014**)



**FIGUREVI. 6 :** solutions architecturales favorisant la ventilation traversant (a) cheminée,(b) atrium,(c) double peau

Source : (mémoire magister **AIT KACI –Z- 2014**)

### **VI.3.3.2. Avantages de ventilation Naturelle :**

- Elimine les bruits de ventilateurs.
- Aucune consommation électrique n'est demandée.
- Les éléments de ventilation naturelle demandent très peu d'entretien et ne comprennent pas de ventilateurs bruyants.

### **VI.4. la fenêtre et la ventilation naturelle :**

La ventilation naturelle est provoquée par des pressions différentielles dues aux mouvements du vent sur et autour de l'enveloppe et par les différences entre les températures internes et externes. Le niveau de ventilation dépend de l'importance des différences de pression, de la dimension et des caractéristiques des ouvertures.

(MEZAOUEKH-L 2012)

Parmi les paramètres des ouvertures qui influe sur la ventilation naturelle on trouve : la position des fenêtres, mode d'ouverture, l'orientation et dimensions de la fenêtre.

#### **VI.4.1 Dimensions des fenêtres :**

La taille des fenêtres d'un bâtiment, en général, est un élément déterminant de le Débit d'air qui parvient à l'intérieur des locaux.

L'effet du vent sur le bâtiment se traduit alors par des pressions positives sur les façades au vent et des dépressions sur les façades sous le vent, Ce phénomène crée un débit d'air traversant. L'air entre par une façade, traverse l'ensemble du bâtiment et ressort par la façade opposée.

### **VI.5. Le débit d'air :**

Le débit d'une ventilation (m<sup>3</sup>/h) dépend des facteurs suivants :

- la perméabilité de l'ouverture en position fermée, qui est en fonction de la dimension de la baie et du type d'ouvrant.
- la section de l'ouverture en position ouverte.
- le gradient de pression entre les deux faces de l'ouverture considérée, du :

la ventilation naturelle

- au gradient de température d'air entre les entrées et sorties d'air,(ce gradient peut être crée par une différence de niveau entre les entrées et sorties d'air ou par des apports de chaleur localisés) à la vitesse d'air extérieur **(MEZAOUEKH-L 2012)**
- selon la recommandation du standard ASHRAE, le débit d'aire nécessaire dans une salle de classe égale à  $15\text{m}^3/\text{h}$  .pers au.minimant et  $27\text{m}^3/\text{h}$ .pers au maximant.
- donc pour une classe de 30Personnes nécessite un débit d'aire entre  $450\text{m}^3/\text{h}$  et  $810\text{m}^3/\text{h}$ .

### VI.6 Conclusion :

D'après ce chapitre on a conclu que la ventilation a un impact sur la conception architecturale et par conséquent sur la qualité intérieure du cadre bâti.

La conception d'un bâtiment durable se traduit par des nombreux éléments principaux comme la forme, l'orientation et les dimensions des fenêtres, dans le chapitre suivant on va voir influence de dimensionnement de fenêtre (la hauteur) sur le débit d'air pour concevoir une enveloppe architecturale dotée des composantes efficaces, notamment les fenêtres.

***Simulation numérique***

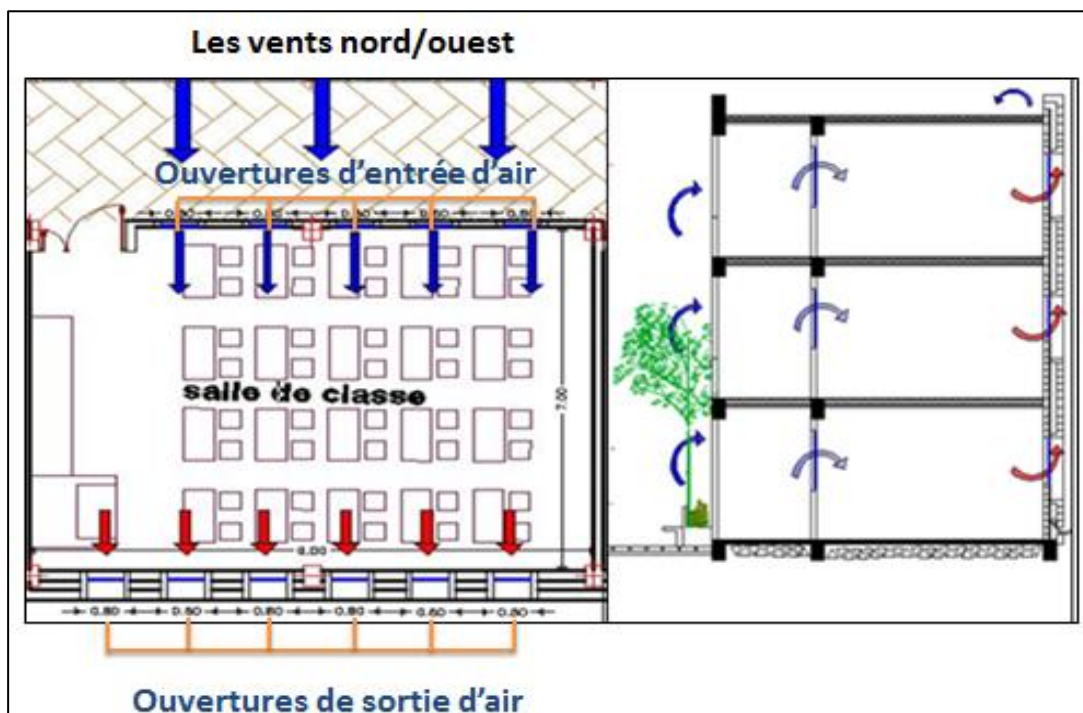
## -Introduction

Les ouvertures et les fenêtres jouent un rôle important dans les relations du bâtiment et de l'occupant avec son environnement. dans notre simulation on a concerné d'avoir le débit d'air provient principalement des ouvertures d'entrée d'aire.

À travers la simulation numérique nous essayons de déterminer la hauteur minimale de la fenêtre d'entrée d'air pour obtenir un débit d'air optimal.

### VII.1.Présentation de cas d'étude :

Dans notre projet de la conception d'un Cem base 7 durable a Laghouat. on a choisi d'appliquer un système de ventilation naturelle traversant.

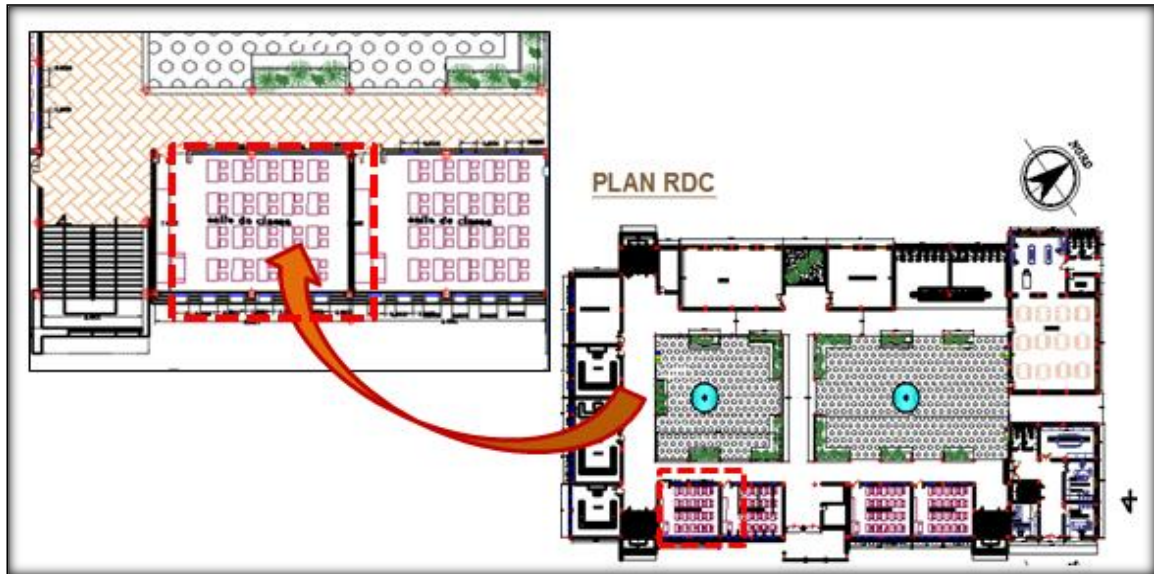


FIGUREVII.1 : représente la ventilation traversant dans notre classe.- Source :auteur-

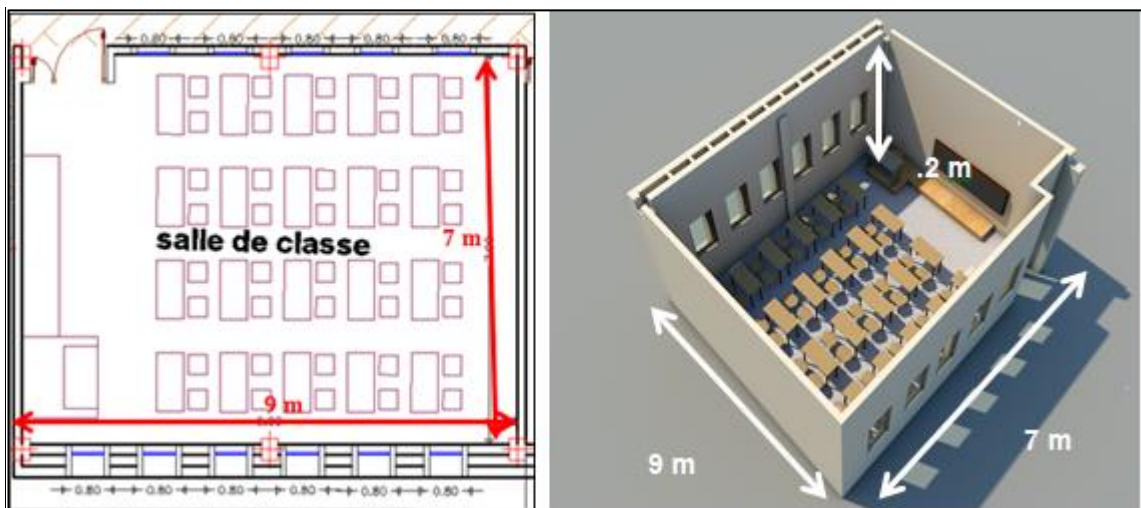
#### VII.1.1.Situation de salle de classe :

Le cas d'étude est une salle de classe situer au bloc pédagogique orienté sud-est au niveau de RDC.de profondeur de 9 m et largeur de 7 m (63 m<sup>2</sup>) avec un hauteur sous plafond 4.20 m ,ce qui donne un volume de 264.6 m<sup>3</sup>.comporte 5 fenêtres d'entrée d'air au façade coté de galerie et 6 fenêtr sortie d'air au façade opposé.de dimension (1.4mx0.8m).

Simulation numérique de cas d'étude



FIGUREVII. 2:représente la situation de notre salle de classe -source : auteur-



FIGUREVII. 3: représente le dimensionnement de notre salle de classe – source : auteur-

### VII.2. Simulation numérique :

-pour la simulation on a utilisé le logiciel Energie Plus dans sa version 1.2.2, qui est un outil de simulation thermique dynamique développé par le département à l'énergie «Architecture et Climat ». Il est particulièrement complet notamment pour la prise en compte des équipements énergétiques des bâtiments mais aussi de



phénomènes complexes comme la ventilation naturelle.

### VII.2.1.Choix de la période de simulation :

Selon le fichier climatique de météo de la ville de Laghouat, le mois le plus chaud durant l'occupation des salles de classe est Mai avec une minimum journalière de 9.4°C. on a choisi de simuler La journée de 21 mai(période d'à point) avec une maximum de 36.2°C et l'humidité relative moyenne extérieure est de 42%.avec On a fixé l'orientation de vent et sa vitesse au minimant de 3m/s car le logiciel énergie plus est limité.

(MEZAOUEKH-L 2012)

| Mois      | T° absolu Max | T° absolu Min | Humidité % | Précipitations Mensuelle (mm) | Insolation heures | Vitesse du vent m/s max |
|-----------|---------------|---------------|------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------|
| Janvier   | 23.5          | -1.6          | 72         | 6.0                           | 247               | 12/NE                   |
| Février   | 26.0          | 0.5           | 63         | 9.0                           | 195               | 24/N                    |
| Mars      | 27.1          | 00            | 49         | 8.0                           | 263               | 37/NNO                  |
| Avril     | 31.3          | 3.4           | 54         | 28.1                          | 213               | 22/ESE                  |
| Mai       | 36.2          | 9.4           | 42         | 3.1                           | 315               | 22/NNO                  |
| Juin      | 42.0          | 9.9           | 28         | Nt                            | 338               | 18/SO                   |
| Juillet   | 34.4          | 19.0          | 30         | 5.0                           | 360               | 30/SO                   |
| Aout      | 41.4          | 16.2          | 34         | 6.0                           | 385               | 28/SSO                  |
| Septembre | 37.2          | 22.6          | 48         | 7.2                           | 99                | 22/OSO                  |
| Octobre   | 36.9          | 12.5          | 56         | 13.0                          | 119               | 16/S                    |
| Novembre  | 24.1          | 00            | 62         | 12.1                          | 176               | 12/NNE                  |
| Décembre  | 22.6          | -6.0          | 63         | 14                            | 152               | 18/NNE                  |

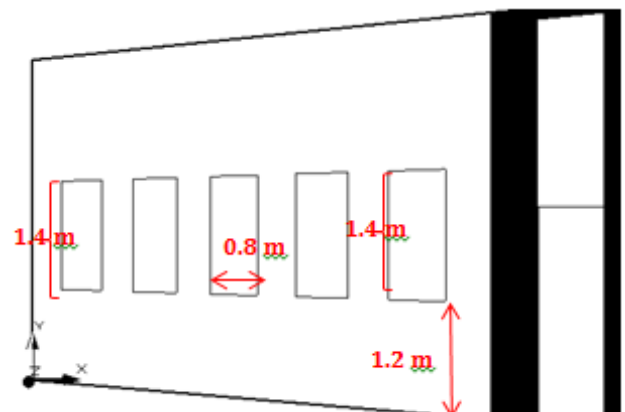
TableauVII .1 : Données climatique de la ville de Laghouat pour l'année 2008 : source : (ONM, Laghouat)

### VII.2.2.Résultats de simulation par Energie Plus (graphe par Excel) :

On a essayé de simuler notre cas initial avec une hauteur des fenêtres d'entrée d'air de 1.4 m et on a amélioré deux cas avec variations des hauteurs 1.2m et 1m.

#### 1-Le cas initial :

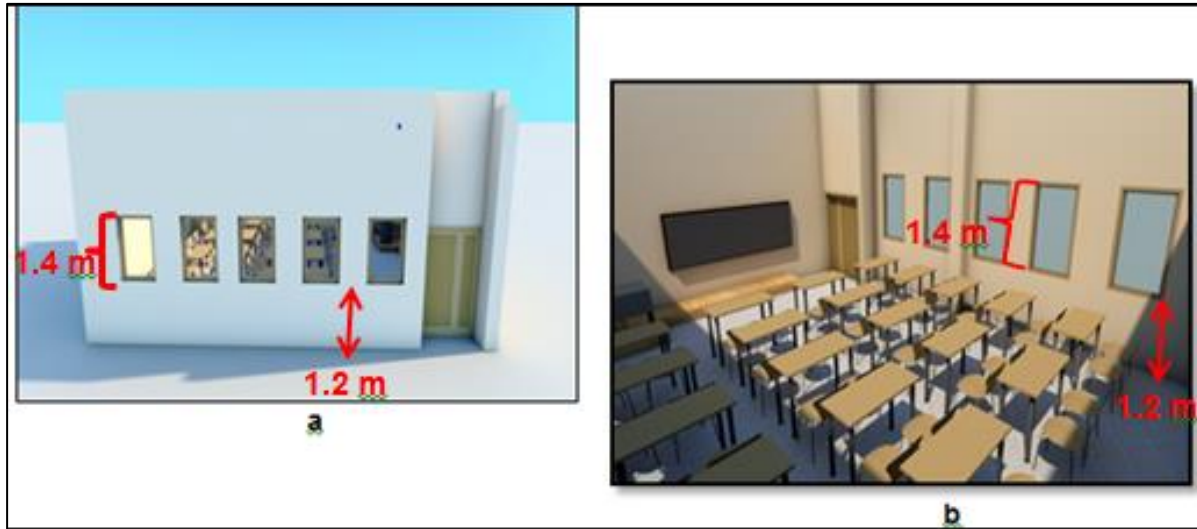
Ouvrants d'entre d'air de salle de classe avec hauteur de 1.4m et largeur fixe de 0.80 m.



FIGUREVII. 4 : le dimensionnement des fenêtres d'entre d'aire cas initial

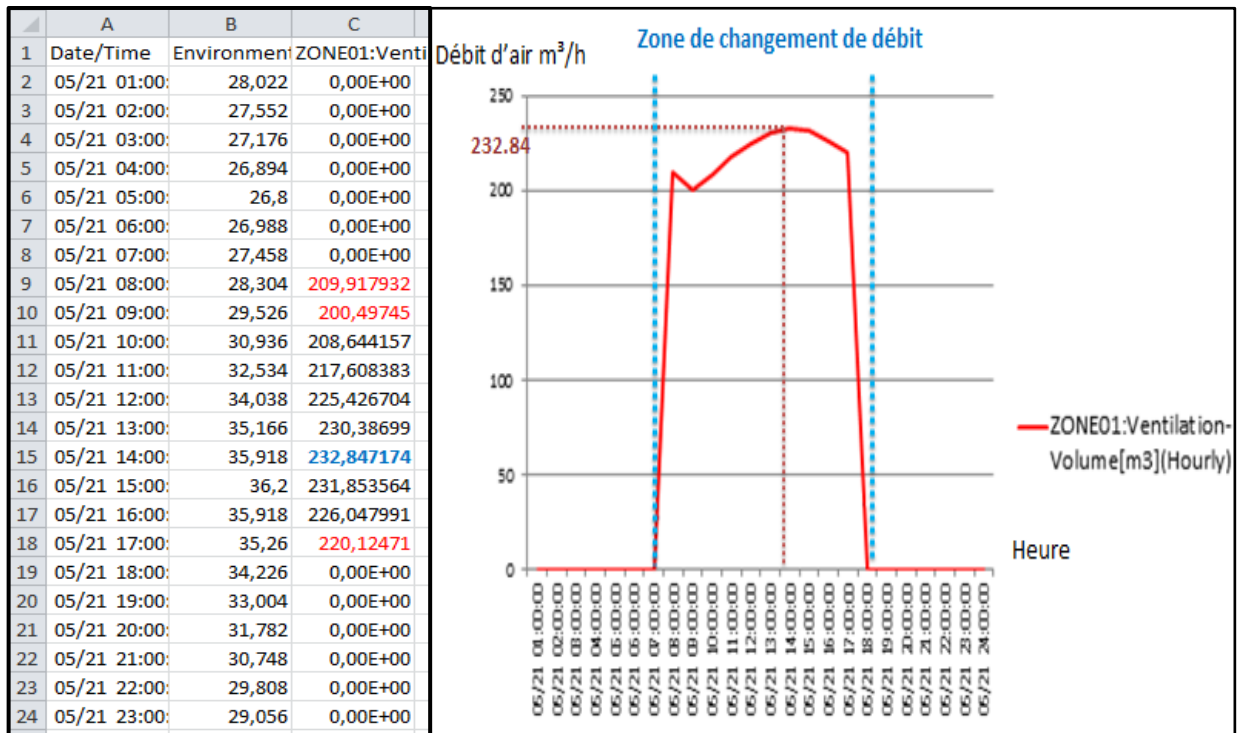
Source ; auteur

Simulation numérique de cas d'étude



FIGUREVII. 5 : représente des vue de notre salle de classe cas initial -source : auteur-

**Le résultat :**



FigureVII. 6 ; Débit d'air dans la salle de classe cas initial

Source : auteur

On remarque Un changement dans la courbe de débit d'air

Simulation numérique de cas d'étude

- a7 :00h le débit d'air augmente de 0 m<sup>3</sup>/h jusqu'à 209.91m<sup>3</sup>/h à 8.00 l'heure d'ouverture des fenêtres.

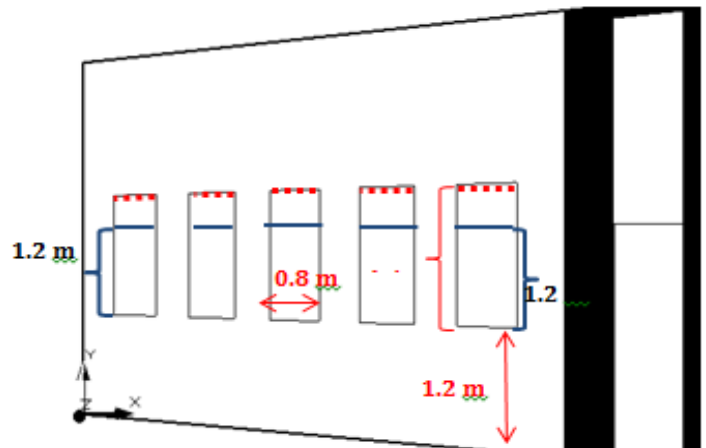
-de 8 :00h le débit est diminué jusqu'à 200.49m<sup>3</sup>/h à 9 :00h.

De 9 :00h le débit d'air est augmenté jusqu'à la hausse de 232.84m<sup>3</sup>/h à 14 :00h.

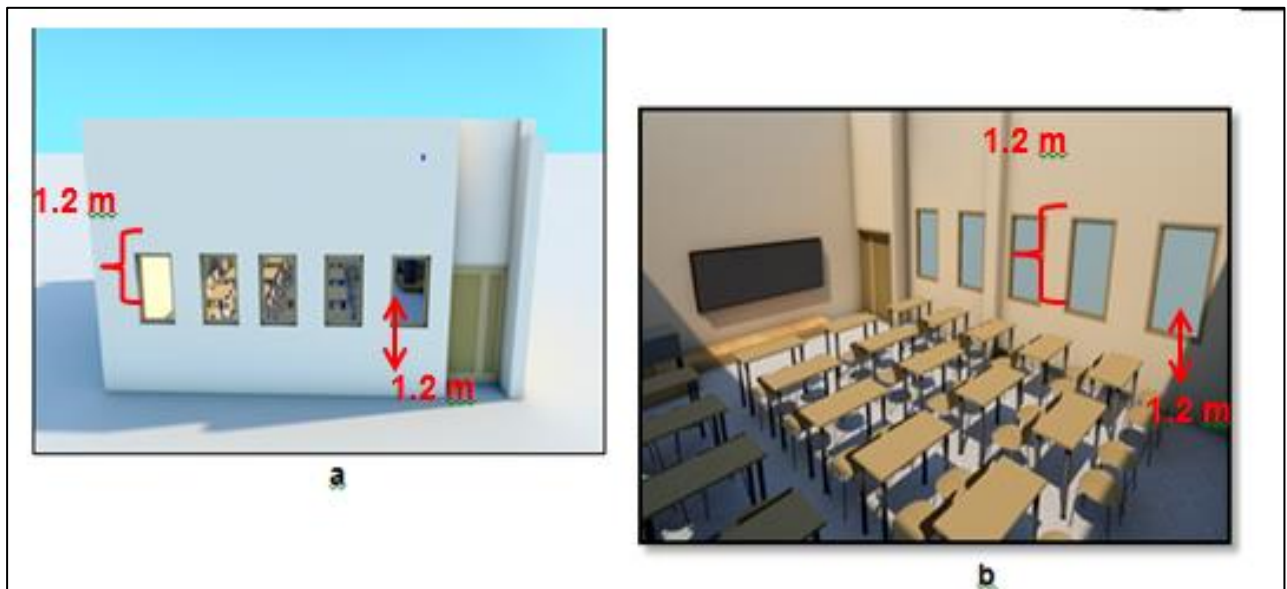
- De 14 :00 il est diminué à 220.12 m<sup>3</sup>/h à 17.00.
- Une chute de débit de 17 :00 à cause de fermetures des fenêtres.

**2-cas amélioré 01 :**

Ouvrants d'entre d'air de salle de classe avec hauteur de 1.2 m et largeur fixe de 0.80 m



FIGUREVII.7 :le dimensionnement des fenêtres d'entre d'aire cas amélioré 01- source : auteur-

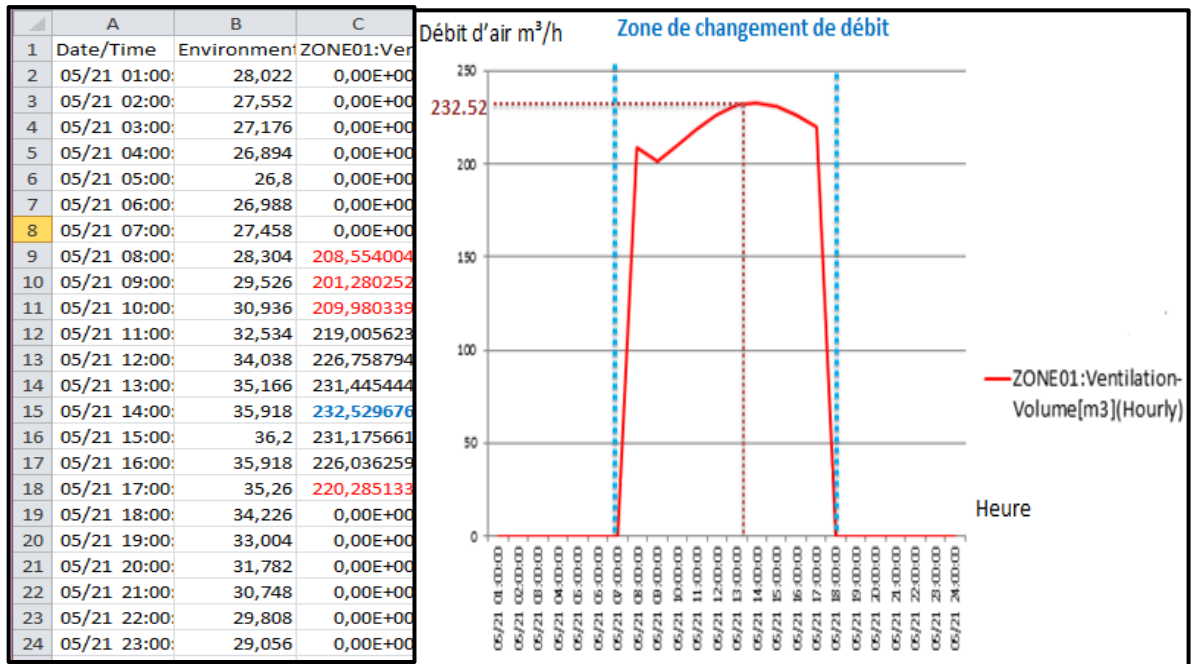


FIGUREVII. 7 : a/ b représente des vue de notre salle de classe cas amélioré 01

Source : auteur

Simulation numérique de cas d'étude

Le résultat :



FIGUREVII. 8 : Débit d'air dans la salle de classe cas ameliore01 source : auteur-

On remarque Un changement dans la courbe de débit d'air mais pas loin de débit d'air dans le cas initial.

- a7 :00h le débit d'air augmente de 0 m³/h jusqu'à a208.55³/h à 8.00 l'heure d'ouverture des fenêtres.

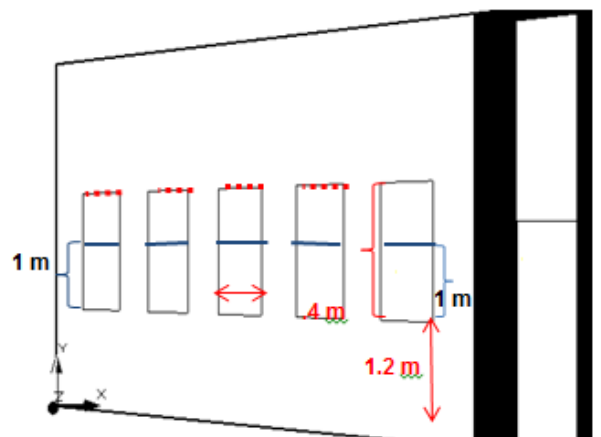
-de 8 :00h le débit est diminué jusqu'à 201.28 m³/h à 9 :00h.

De 9 :00h le débit d'air est augmenté jusqu'à la hausse de 232.52m³/h à 14 :00h.

De 14 :00 il est diminué à 220.28 m³/h à 17.00.

**3-cas amélioré 02 :**

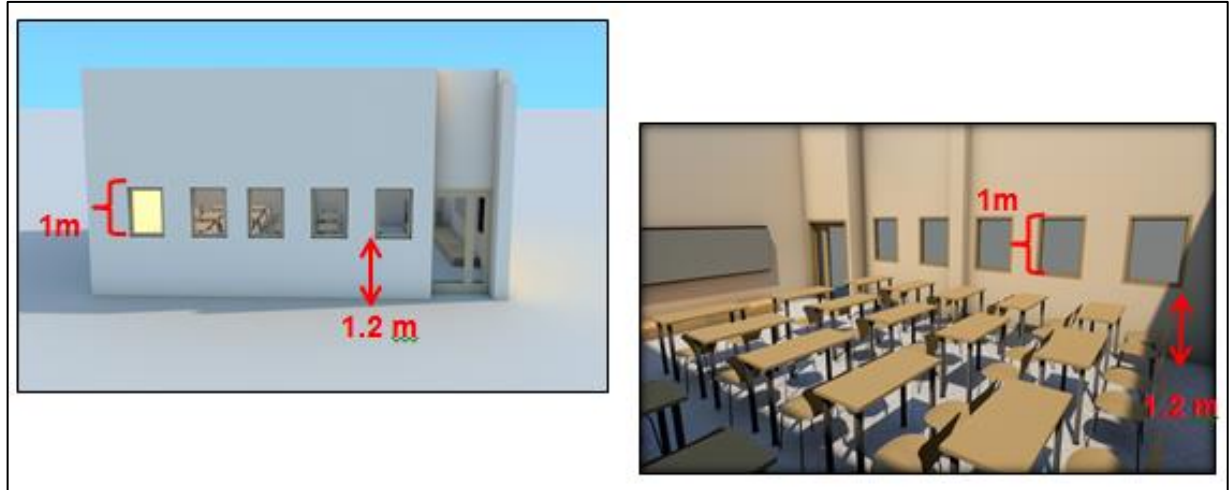
Ouvrants d'entre d'aire de salle de classe avec hauteur de 1 m et largeur fixe de 0.80 m.



FIGUREVII. 9 : le dimensionnement des fenêtres d'entre d'aire cas amélioré 02

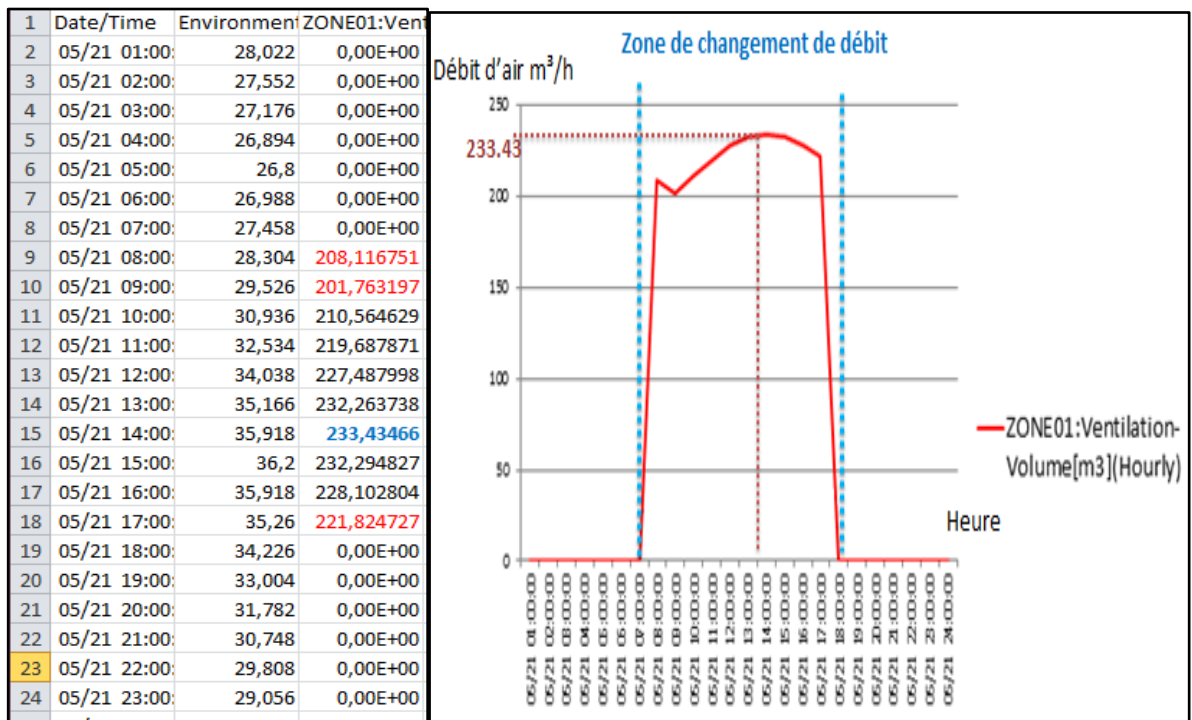
Source : auteur

Simulation numérique de cas d'étude



FIGUREVII. 10 : représente des vue de notre salle de classe cas amélioré 0 - source : auteur-

Le résultat :



FIGUREVII. 11 ; débit d'air dans la salle de classe cas amélioré02

- source : auteur-

. On remarque Un changement dans la courbe de débit d'air, il est un peut augmenter plus que le cas initial et l'autre précédente cas amélioré 01.

**Simulation numérique de cas d'étude**

- a7 :00h le débit d'air augmente de 0 m<sup>3</sup>/h jusqu'à 208.11m<sup>3</sup>/h à 8.00 l'heure d'ouverture des fenêtres.

-de 8 :00h le débit est diminué jusqu'à 201.76m<sup>3</sup>/h à 9 :00h.

De 9 :00h le débit d'air est augmenté jusqu'à la hausse de 233.44m<sup>3</sup>/h à 14 :00h.

- De 14 :00 il est diminué à 221.84 m<sup>3</sup>/h à 17.00.
- Une chute de débit de 17 :00 à cause de fermetures des fenêtres.

**II.2.3.Conclusion : Interprétation des différents résultats des scénarios :**

D'après la simulation numérique de débit d'air de notre salle de classe dans les différentes cas on remarque que :

| <b>Cas étudié / Débits</b> | <b>Cas initial</b>       | <b>Cas amélioré01</b>    | <b>Cas amélioré 02</b>  |
|----------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| <b>Débit d'aire max</b>    | 233.43 m <sup>3</sup> /h | 232.52 m <sup>3</sup> /h | 233.43m <sup>3</sup> /h |
| <b>Débit d'aire min</b>    | 201.78 m <sup>3</sup> /h | 201.28m <sup>3</sup> /h  | 201.76m <sup>3</sup> /h |

**TableauVII.2** : tableau comparative des différents résultats de débit d'air-source : auteur-

Le débit d'air est augmenté quand la hauteur est diminuée.

Ces débits sont loin des recommandations du standard ASHRAE, qui préconise 450 M<sup>3</sup>/h (15m<sup>3</sup>/pers x 30 pers) au minimum et de 810 m<sup>3</sup> (27m<sup>3</sup>/h.pers x 30 pers) afin de garantir un confort respiratoire.

### **VII.3.Conclusion :**

Notre objectif de recherche est de déterminer la hauteur minimale des fenêtres d'entrée d'air pour obtenir un débit d'air suffisant et recommandé dans une salle de classe.

Pour atteindre cet objectif nous avons posé une préoccupation sur la hauteur minimale d'ouvrants d'entrée d'air qui assure un débit d'air optimal.

Afin de répondre à la question posée, on a proposé que la hauteur de 1m soit le plus favorable pour atteindre notre objectif.

A travers la simulation numérique par le logiciel d'énergie plus et la présentation et l'interprétation des différents résultats. nous n'avons pas confirmé notre hypothèse ,nous avons trouvé que le débit d'air est loin des recommandations.

Ce paramètre n'a pas un impact sur le débit d'air, donc il faut avoir d'autre paramètres qui peut influe sur le débit d'air nécessaire comme l'orientation ou le positionnement des fenêtres.

### Conclusion générale :

L'établissement scolaire est avant tout pour le rôle d'abriter les activités de transmission des connaissances et du savoir, c'est plutôt un cadre de vie de rayonnement culturel et d'éducation. Son architecture est un élément de la pédagogie, elle est pour l'élève un référent qui le marque pour toute sa vie.

Le véritable défi qui se pose aujourd'hui en matière de production de bâtiments scolaires, est de savoir comment concevoir des bâtiments éducatifs harmonieux, confortables, respectant l'environnement, économe en énergie, de façon à faciliter les activités éducatives au sein de l'établissement, tout en étant capable de répondre efficacement aux différents besoins des utilisateurs.

Dans notre présente recherche, on a entamé par l'objectif de faire une conception d'un CEM base 7 durable à LAGHOUAT, offrant aux élèves et les personnels enseignants des meilleures conditions possibles de travail. Il s'agit d'essayer d'intégrer les paramètres environnementaux dans le processus de conception, de réalisation et de gestion de notre CEM, afin de réduire leurs impacts négatifs sur l'environnement extérieur tout en offrant aux futurs utilisateurs des espaces intérieurs satisfaisants, sains et confortables.

Pour concevoir un environnement pédagogique favorable dans notre projet présent, on a reposé et appliqué les conditions de confort intérieur ( confort thermique et visuels et olfactifs ) à travers des solutions passives, tout en maîtrisant la consommation énergétique, et aussi en favorisant l'utilisation des nouveaux équipements à basse consommation énergétique, en réduisant le recours abusif aux énergies fossiles et en encourageant l'utilisation des énergies propres et renouvelables .

## **BIBLIOGRAPHIE :**

### **OUVRAGES**

- **(A.DE HERDE, A. LIEBARD., 2005)**. Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, Observatoire des énergies renouvelables, Paris, 2005. éd. du Moniteur, 736p.

- **(ADEME- Avril 2009)** Une maison confortable, respectueuse de l'environnement, économe en énergie : construire Autrement.

- **(ADEM-)** Chaud dehors, frais dedans, le confort d'été.

- **(ADEM)-** guide de l'écoconstruction et de l'Eco rénovation.

-**(OFFICE FEDERAL DES QUESTIONS CONJONCTURELLES-1991)**  
Soleil et architecture –Guide pratique pour le projet

-**(FRANCOISE JADOL-2002)** la terre est notre maison .2002 .

-**LAROUSSE, (2005)**, Dictionnaire de la langue Française éd. 2005. Paris, éd. Larousse, 193p.

- **(CTIAT)** - guide de conception -la ventilation performante dans les écoles.

- **ASHRAE -2009** ASHRAE Handbook –Fundamentals. Atlanta USA 2009.

### **-Mémoires :**

- **(TABOUCHE Houcine.2010)** – l'impact de.la qualité environnementale des établissements scolaires sur la performance du système éducative en Algérie.

- **(MEZAOUEKH-L 2012)** impact de la conception des fenêtres sur l'environnement intérieur dans les salles de classe en zones arides. Mémoire magister. Université Ammar Thelidji Laghouat.2012.

- **( Dhluin.A. 2013 )** - Etude de stratégies de ventilation pour améliorer la qualité environnementale intérieure et le confort des occupants en milieu scolaire- thèse de doctorat université de la Rochelle ,la Rochelle France 2013.

- **(Hugues Boivin, 2007)** : la ventilation naturelle Développement d'un outil d'évaluation du potentiel de la climatisation passive et d'aide à la conception architecturale. Mémoire présenté dans le cadre du programme de maîtrise en Sciences de l'architecture pour l'obtention du grade de maître ès sciences 2007.

- **(MOKEDDEM-M-2012)** modèle de conception de la fenêtre dans l'espace bureau faces aux facteurs soleil et vent en zones arides. Mémoire magister, Université Ammar Thelidji Laghouat.2012.

-**( Ait Kaci -z- 2014)** L'apport de la cage d'escalier dans la ventilation naturelle –simulation thermo-aéraulique d'un habitat collectif en algerie- mémoire magister .Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou 2014.

### - **Webographie :**

- [www.energie2.arch.ucl.ac.be](http://www.energie2.arch.ucl.ac.be)

- [www.personal-architecture.nl](http://www.personal-architecture.nl)

- [www.sndl.cerist.dz](http://www.sndl.cerist.dz)