



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 :
CHENINI Hakima**

DOMAINE : SCIENCES ET TECHNOLOGIES

FILIERE : ARCHITECTURE ET URBANISME

OPTION : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT

Thème

**Conception d'un Cem base 7 durable à LAGHOUCAT
L'impact de double mur ventilé sur le confort thermique dans
les salles de classe**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Mr. SACI Mohamed	MCA	Président
Mr. LAROUÏ Mohamed	MAA	Examineur
Mr MEBARKI Ammar	MAB	Examineur
Mr.ZEGGAR Abderezzak	MAB	Encadreur
Mr.BEN HOUHOU Naim	MAB	Encadreur

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 lumières de toute ma vie mon père et Ma mère

A mes chères sœurs : Soumia – Souhila–Razika – Manel –

A mes chers frères : Hocine – Ilyace-Mahdi

Son oublié le plus chère a mon cœur Mohamed Tamime

A toute ma grande famille CHENINI et ATTACHI

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

A tous mes enseignants.

A mes binômes : ZAKIA et NAZIHA et à toutes leur famille.

A mes admirant fidèles : Soumia -Ghania - Ghanima- Asma -Warda- Sabrina-

Madina-Iman-Nabila – Sara et Fatiha

A tout qui m'a donnée 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.

- HAKIMA-

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	03
5- méthodes et outils de recherche	04

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

Introduction	05
I-1- Définitions des notions de concepts éducatifs	05
I- 2- type de l'éducation.....	06
I-3- Le Système éducatif Algérien	07
I-4- Analyse des exemples éducatifs internationaux.....	08
I-5- synthèse.....	17

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

Introduction	19
II-1- Programme quantitatif d'un Cem base 7	19
II-2- Normes et recommandations.....	20
II-3- Synthèse.....	24

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

Introduction.....	26
III-1-Le Choix De Site	26
III-2- La Conception Architecturale.....	27
III-3- Le Choix Des Matériaux.....	27
III-4- Les Conforts.....	27
III-5-Eco Gestion	29
III-6- La végétation	30
III-7-Synthèse.....	30

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

IV-1- Présentation de la ville de LAGHOUAT.....	31
IV- 2- Les caractéristiques climatiques de la ville de LAGHOUAT.....	31
IV-3- Analyse de site d'intervention	34
IV-3-1-Présentation de la zone haute.....	34
IV-3-2- Présentation de site	34
IV-3-2-1- Situation.....	34
IV-3-2-2- Morphologie de terrain.....	34
IV-3-2-3- Accessibilité.....	35
IV-3-2-4-Limites et environnements immédiats de site	35
IV-3-2-5-Etude climatique de site	36
IV-4- synthèse	36

Chapitre V : approche architecturale : formalisation de projet

Introduction.....	37
V-1-Les étapes de formalisation de projet	37
V-2- Les plans, principe d'organisation des espaces.....	41

V-3- traitements des façades.....	42
V-4- la durabilité du projet.....	44

CHAPITRE VI : le confort thermique et le double mur ventilé

VI-1 Introduction	49
VI-2 Définition de confort thermique	49
VI-3 Les paramètres de confort thermique	49
VI-4 Les normes de confort thermique recommandé	51
VI-5 Définition de doubles murs ventilés	51
VI-6 Présentation Le double mur ventilé dans notre projet	52
VI-7 Le béton de plâtre	53
VI-8 Conclusion	53

Chapitre VII : simulation du cas d'étude

VII-1 Introduction	54
VII-2 Présentation de salle de classe étudiée	54
VII-3 Simulation numérique de cas étudié	56
VII-4 Présentation de résultat	57
VII-5 Interprétation de résultats	61
VII-6 Conclusion	62
Conclusion générale	63

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 لإكمالية 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 اثر الجدران المزودة المهواة على الراحة الحرارية داخل قاعة الدراس ، وكان الهدف من الدراسة هو تحقيق الراحة و الجو الملائم داخل قاعة الدراس في مشروعنا _ إكمالية 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 :

تربة ، استدامة ، الرفاهية ، الطاقة ، تسيير عقلائي، إكمالية مستدامة، الراحة التنفسية ، الراحة الحرارية

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 l'impact de double mur ventilé sur le confort thermique de salle de classe, notre objectif de cette étude est d'assure le confort thermique optimal dans les salles de classe. Cette étude appuie sur une simulation numérique (le logiciel énergie plus)

Les mots clés :

Education, durabilité, confort, énergie, éco gestion ,Cem durable
,confort thermique ,

Listes des figures

Chapitre I

Fig. (I.1) : Définition d'éducation.....6
Fig. (I.2) : Schéma présente la structure d'enseignement en Algérie.....7
Fig. (I.3) : Schéma représentatif la méthode d'analyse des exemples7

Chapitre II

Fig. (II.1) : Schéma représente les différents types de classes.....20
Fig. (II.2) : Les Normes de passage entre les tables dans les classes.....20
Fig. (II.3) : Mobiliers et dimensions dans les salles de classe23
Fig. (II.4) : Schéma représente les différentes activités du CEM.....24
Fig. (II.5) : Schéma représente les normes de confort, d'hygiène et de sécurité dans l'établissement.....25

Chapitre III

Fig. (III.1) : Les paramètres du confort visuel28

Chapitre IV

Fig. (IV.1) : Situation géographique de la ville de Laghouat.....31
Fig. (IV.2) : Découpage des zones climatique31
Fig. (IV.3) : Le diagramme psychométrique (Givoni) a Laghouat.....33
Fig. (IV.4) : Plan de situation de site.....34
Fig. (IV.5) : Accessibilités de site35
Fig. (IV.6) : Les Limites De Site.....35
Fig. (IV.7) : Ensoleillement, orientation et vents de terrain.....36

Listes des figures et Tableaux

Chapitre V

Fig. (V.1) : Les limites de terrain.....37

Fig. (V.2) : Implantations des activités et organisation des espaces.....38

Fig. (V.3) : La circulation dans le projet.....39

Fig. (V.4) : Vue en plan de plan de masse (1) et vue 3D de projet(2).....40

Fig. (V.5) : Organisation des espaces rez de chaussé.....41

Fig. (V.6) : Organisation des espaces de premier étage.....41

Fig. (V.7) : Organisation de deuxièmes étage.....42

Fig. (V.8) : Façade principale de projet.....42

Fig. (V.9) : Schéma représente les solutions de la durabilité utilisée dans le
projet.....43

Chapitre VI

Fig. (VI-1) :Echange thermique entre le corps humain et son environnement.50

Fig. (VI-2) :Schéma représentatif de double mur ventilé dans notre projet.....52

Fig. (VI-12) : agencement de double mur ventilé dans notre projet53

Chapitre VII

Fig. (VII.1) : Situation de salle de classe étudiée.....54

Fig. (VII.2) : vues de salle de classe étudiée.....54

Fig. (VII.3) : Diagramme : la variation de température intérieur et extérieur cas
salle de classe en brique.....57

Fig. (VII.4) : Diagramme : la variation de température intérieur et extérieur cas
salle de classe en béton de plâtre.....58

Fig. (VII.5) la variation de température intérieur et extérieur cas salle
de classe par double mur ventilé en brique59

Fig. (VII.6) la variation de température intérieure cas salle de classe en double
mur ventilé en béton de plâtre60

Liste des tableaux :

Chapitre I

Tableau (I.1) : les types d'éducation.....7

Chapitre II

Tableau (II.1) : le programme proposé par DEP d'une CEM base7.....19

Tableau (II.2) : les besoins les espaces dans CEM.....22

Tableau (II.3) : les critères de choix de mobilier.....23

Chapitre IV

Tableau (IV.1) : extrait des caractéristiques de la zone32

Tableau (IV.2) : Données climatique de la ville de Laghouat l'année 2008....32

Chapitre VI

Tableau (VI.1) : valeur recommandées dans les zones chauds51

Tableau (VI.2) : les différents domaines applications de béton de plâtre53

Chapitre VII

Tableau (VII.1) Données climatique de la ville de Laghouat pour l'année 2008 (ONM, Laghouat).....55

Tableau (VII.2) la variation de température intérieur et extérieur cas salle de classe en brique57

Tableau (VII.3) la variation de température intérieur et extérieur cas salle de classe béton de plâtre58

Tableau (VII.4) la variation de température intérieur et extérieur cas salle avec double mur ventilé en brique.....59

Tableau (VII.5) la variation de température intérieure cas salle de classe en double mur ventilé en béton de plâtre.....60

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^{ème} 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.

Le confort thermique est probablement l'un des éléments venant le plus vite à l'esprit lorsque l'on pense au confort dans un bâtiment. Assurer une sensation de chaleur en hiver et préserver des surchauffes en été est depuis longtemps un souci majeur pour les architectes et bureaux d'études.

Dans les bâtiments d'enseignement le confort thermique a un impact sur les performances intellectuelles et le comportement des élèves et dans notre recherche nous intéressons d'étudier l'impact de ce dernier au niveau de Cem.

Notre projet « CEM base 7 durable a Laghouat » est dans un zone aride ce caractérisé par une température élevé et un long période de surchauffe qui crée des problèmes au niveau de salle de classe, ça nous oblige de rechercher des solutions convenable a fin de crée une ambiance intérieur confortable réponde aux besoins des élèves et 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 paroi extérieur la plus favorable (mur double parois, mur double parois on béton de plâtre ; double mure ventilé par brique ou par béton de plâtre) dans les régions chaudes pour assurer un confort thermique optimal dans une salle 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.

Notre CEM durable doit répondre à des exigences de confort mais aussi intégrer l'environnement tout - au long de son cycle de vie c'est à dire de la construction jusqu'à la démolition.

Notre objectif est d'améliorer le confort thermique dans les salles de classe à travers le double mur ventilé et le béton de plâtre.

-L'hypothèse :

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

_Le Double mur ventilé en béton de plâtre est une bonne solution dans le climat chaud pour assurer un confort thermique optimal dans une salle 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 structure de mémoire et méthode de recherche.

Le premier chapitre : il portera sur la définition des concepts terminologiques 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 car elle servira de base pour notre projection avec une plus grande maîtrise de la qualité des espaces ainsi que leurs agencements.

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 qui constitue la dernière phase de l'élaboration de notre projet, et 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 : théorique consiste les différents concepts et notion lies au notre thème de recherche. Le confort thermique et le double mur ventilé

Le septième chapitre : Compose d'une phase expérimentale la simulation numérique par le logiciel d'énergie plus. Elle comporte la présentation et l'interprétation de résultat de la salle de classe étudier dans les différent cas initiale et améliore pour obtenir un niveau de confort thermique optimal.

Conclusion générale.

Méthodes et outils de recherche :

Pour respectant notre objectif principal en consiste de faire un Cem confortable, respect l'environnement, économe en énergie, 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 que 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 pour la conception de notre Cem base 7et 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 à partir d'une visite de terrain, la consultation les outils d'urbanisme (PDAU-POS) .et après nous faisons une simulation numérique sur le confort thermique dans la 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 :

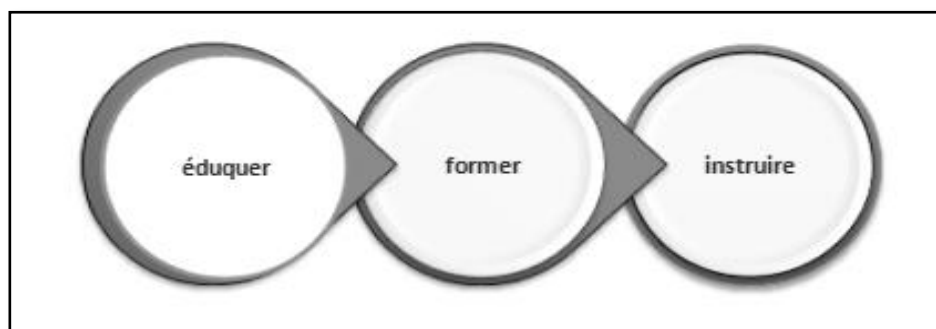


Figure 1 : définition d'éducation source auteur

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 :

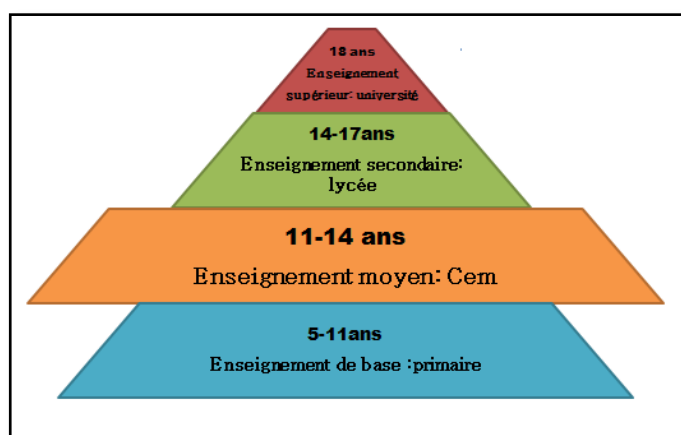
<p>L'éducation formelle</p>	<p>Appelée également « scolaire », l'éducation formelle a pour cadre une organisation Institutionnelle relevant du domaine de l'Etat. Elle est dispensée et reçue dans des cadres fixes, publics ou privés, comme les écoles, les collèges les lycées et les universités ou Instituts, et dans d'autres établissements à vocation éducative, selon un processus pédagogique prédéterminé</p>
<p>L'éducation non formelle :</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>L'éducation informelle</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).

I-6- 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 :

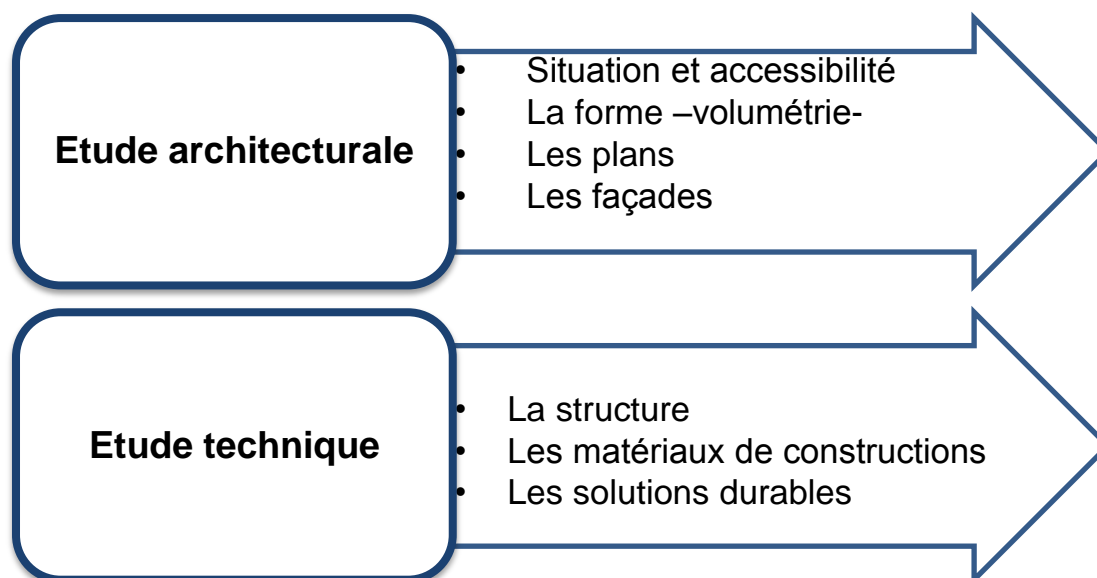

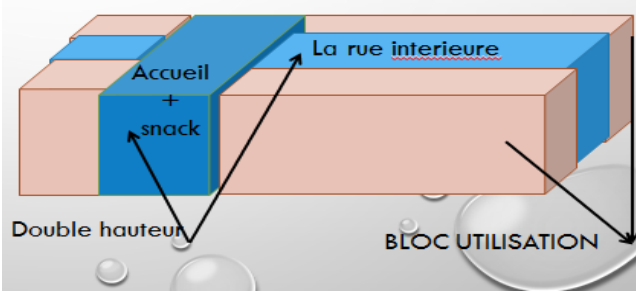
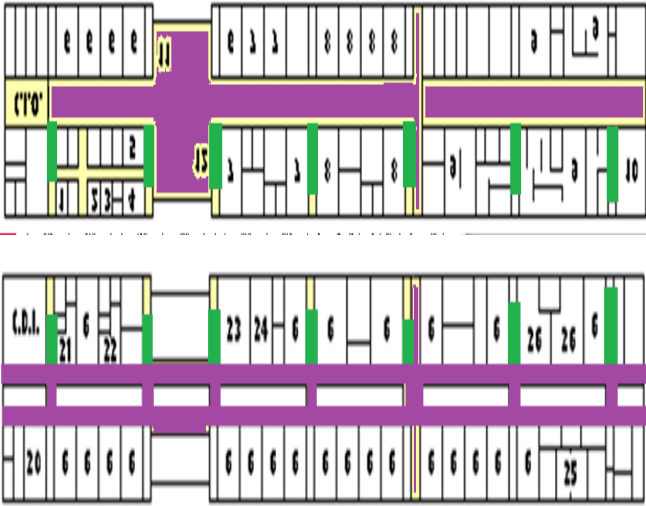




Figure 3: schéma représentatif la méthode d'analyse des exemples source :
auteur

E
T
U
D
E

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

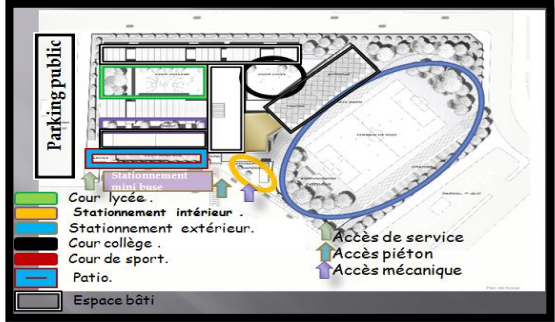
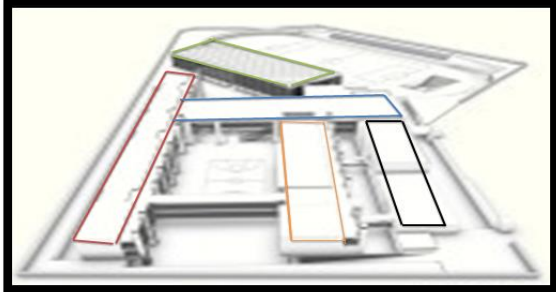
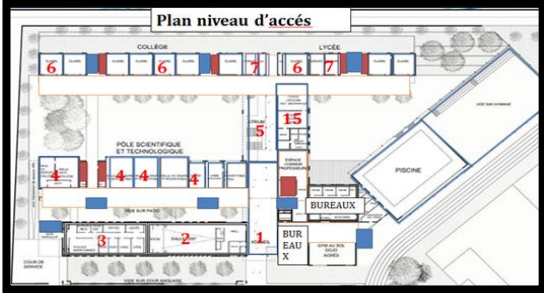


L'exemple	<u>Le lycée Albert Camus à Fréjus</u>
Situation	Situé à Fréjus en France, surmonte une colline offrant une belle vue panoramique sur la mer, Dans une zone d'habitation.
Plan de masse	<p>- Le projet possède un seul accès piéton séparé de celui mécanique</p> <p>Parking avec nombre de place suffisant.</p> 
La Forme	<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> 
Les plans	<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>Les façades</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>	 
--	---------------------------	--	---


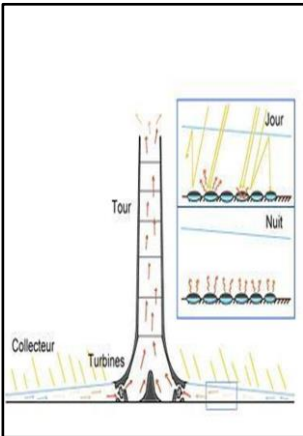

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">E T U D E T E C H N I Q U E</p>	<p>La structure</p>	<p>une structure poteau-poutre en béton armé coulé in situ</p> <ul style="list-style-type: none"> - Des modules sont couverts d'une voûte en béton de portée maximale, soutenue directement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

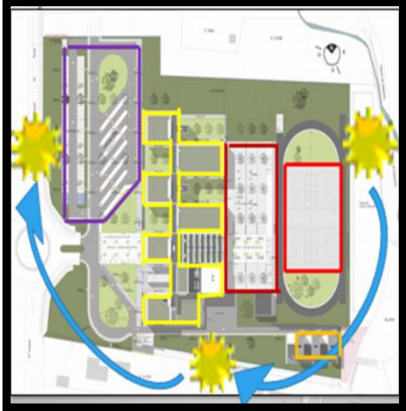
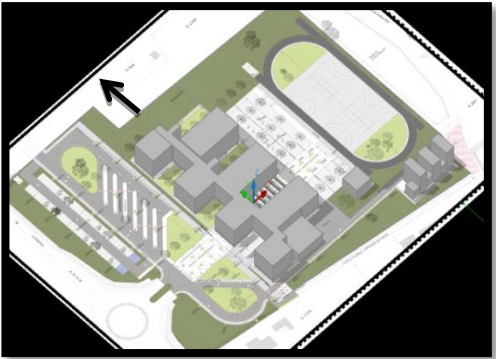
	<p>Le Confort</p>	<p>Thermique: Au niveau de la rue intérieur trouvent les ventailles du verre réglables face à l'ouest et à l'est qui permettent d'extraire de l'air chaud des salles de classe et de l'évacuer grâce à l'effet de cheminée. L'air de la rue intérieure soit chassé et renouvelé par l'effet de thermosiphon</p> <p>Visuel: 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>Acoustique 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

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

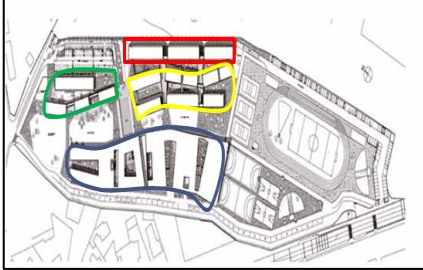

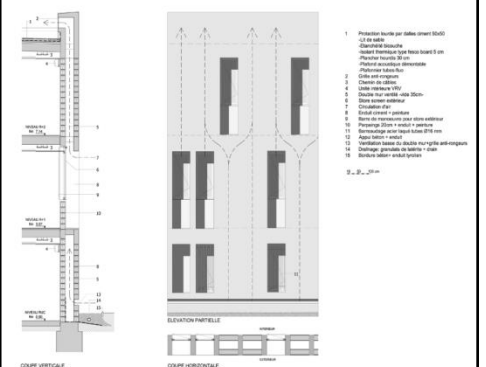
	La structure	-une structure poteau-poutre en béton armé coulé in situ	
	Les matériaux	des pierres polychromes locales (un clin d'œil aux architectures Mamelouk du Egypte) _ un système de pergolas en structure acier supportant des nattes constituées de roseaux du Nil.	


E T U D E T E C H N I Q U E	Le Confort	<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>	
	Energie, eau	<p>choix énergétiques:</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>Gestion de l'eau:</p> <p>un système d'arrosage automatique sera mis en place : le goutte-à-goutte</p>	 

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

E T U D E A R C H I T E C T U R A L E	Les plans	<p>programme qualitatifs : RDC Bâtiments A,B,D :enseignement générale Bâtiments C,G :administration Bâtiments F : salle polyvalente Niveau de R+1 Bâtiments A,C,D :16salles de classes Bâtiment B : les laboratoires Bâtiment E:CDI –bibliothèque- Bâtiment F : la restauration bâtiment G : entités pour les professeurs</p>	
	Les façades	<p>façades est et ouest équilibre entre plein et vide besoins d'éclairage naturelle pour les salles de classe et les laboratoires. Façade nord : façade horizontal contraire à la façade sud et presque totalement vitrée pour valoriser la lumière diffusée uniforme</p>	
E T U D E T E C H N I Q U 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 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) : Le volume créé par verre et d'aluminium barres à côté de bardage en cuivre semble jouer un jeu d'étirement. 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

L'exemple	Groupe Scolaire Français Jean-Mermoz		
Situation	Le lycée Mermoz est implanté dans le quartier de Ouakam, le long de la corniche ouest de la presqu'île de Dakar .Sénégal		
Plan de masse	<p> Collège Administration Lycée 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>		
La Forme	<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>		
Les façades	<p>Façade double-mur</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 T U D E T E C H N I Q U E	Le confort	<p>Le confort visuel : les salles de classe bénéficient de la lumière naturelle. Les apports solaires sont contrôlés grâce au réglage des stores extérieurs à lames orientables. L'éclairage électrique est commandé manuellement dans les salles de classe</p> <p>Le confort acoustique : L'implantation du collège l'éloigne d'un rond-point et diminue ainsi l'impact sonore des véhicules.</p> <p>Gestion de l'eau de pluie : _ La totalité de la surface de la cour est perméable ainsi que l'ensemble des zones de stationnement</p> <p>Gestion des déchets d'activité : Le tri sélectif (papiers, piles, cartouches d'encre) est pratiqué au collège. 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) 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

		
<p>des coursives de distribution extérieure</p> <p>En façade avant des locaux d'enseignement, galeries et auvents empêchent le soleil d'impacter les façades aux heures les plus chauds</p>	<p>Brise soleils verticaux en aluminium</p> <p>Brise-soleil horizontaux en béton</p>	<p>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.</p>

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 l'analyse de ses différentes 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 proche 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 immédiats.
- ✓ L'implantation et l'orientation des blocs pédagogiques selon axe E-O.
- ✓ Zone de sport est éloignée de 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)
Enseignements			
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

Administration			
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)
Logements de fonction			
F5	1	90	90
F4	2	80	160
F3	2	70	140
	TOTAL LOGEMENTS		390M2

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 :

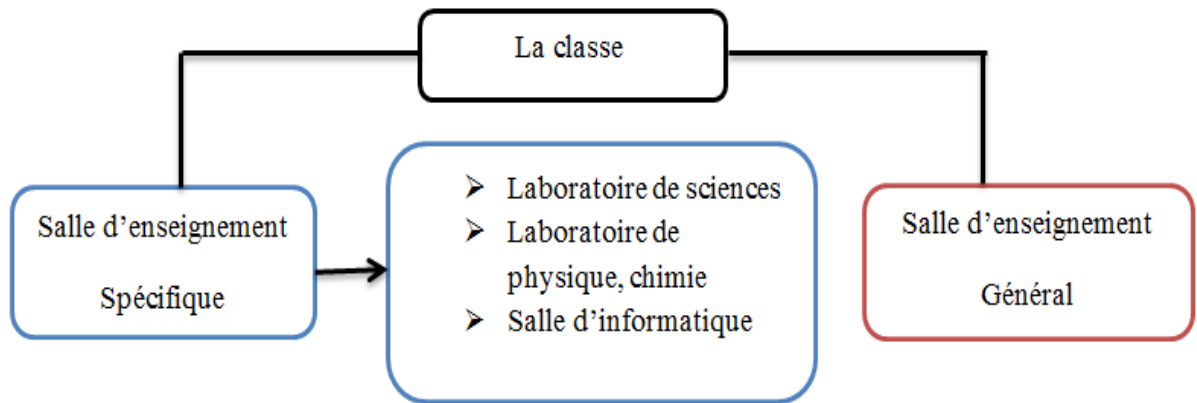


Figure 1 : schéma représente les différents types de classes -source : auteur -

-Les normes de passage :

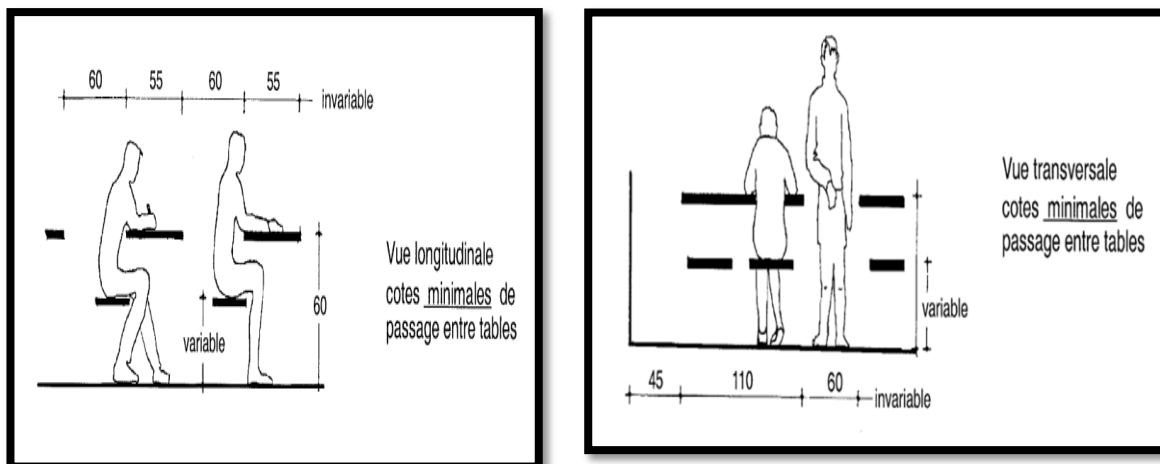


Figure 2 : les normes de passage entre les tables dans les classes

Source : les éléments des projets de constructions

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

Espaces	recommandation
Salle de classe	<p>*En règle générale, les dimensions de 9 x 7 m sont à recommander.</p> <p>*La hauteur libre des salles de classe et des locaux destinées à recevoir des élèves doit être de 3 m au moins.</p> <p>*Toute salle de classe doit être pourvue d'excellentes conditions acoustiques.</p> <p>*la lumière dont disposent les élèves soit suffisante, bien répartie dans toutes les parties de la salle et non éblouissante.</p> <p>*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.</p>
Les ateliers de travaux pratiques	<p>*Ils sont à installer de préférence au rez-de-chaussée de façon ne pas déranger le travail des autres classes.</p> <p>*Les machines dangereuses doivent être installées de manière à ce que les élèves n'y aient pas accès.</p> <p>*Il sera utile de prévoir également une salle annexe pouvant servir à la partie théorique en rapport avec les travaux pratiques.</p>
Toilettes et installations sanitaires	<p>*Les toilettes doivent être adaptées à la hauteur des enfants</p> <p style="padding-left: 40px;">*Les toilettes des garçons doivent être séparées de celles des filles.</p> <p style="padding-left: 40px;">*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.</p>

Cours de récréation	<p>*La cour de récréation doit avoir la plus grande surface possible et au minimum 5 m² par élève.</p> <p>*Le revêtement des aires de récréation doit être compact, lisse, antidérapant, libre d'obstacles et d'aspérités dangereuses et de dénivelllements 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 m², 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 intérieur 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:

mobilité	il doit être facile à déplacer pour être utilisé à des usages variés.
compatibilité	les dimensions des différentes pièces de mobilier doivent être coordonnées pour permettre le regroupement. 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.
couleurs	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.
sécurité	le mobilier doit être exécuté de façon que tout le monde puisse l'utiliser sans risque de se blesser, 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 pallasses</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.

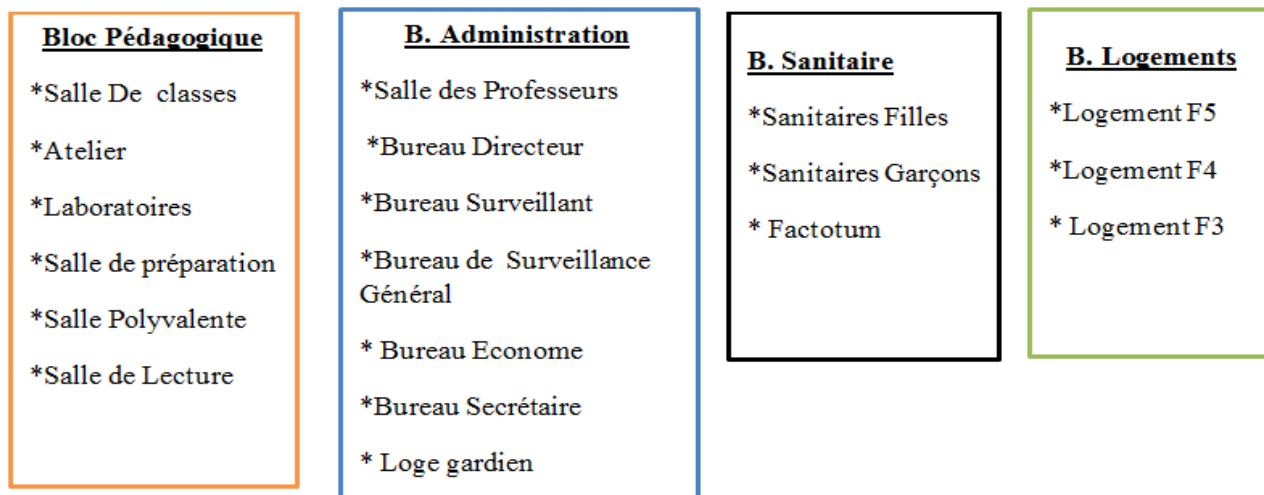


Figure 4 : schéma représente les différentes activités du CEM

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 :

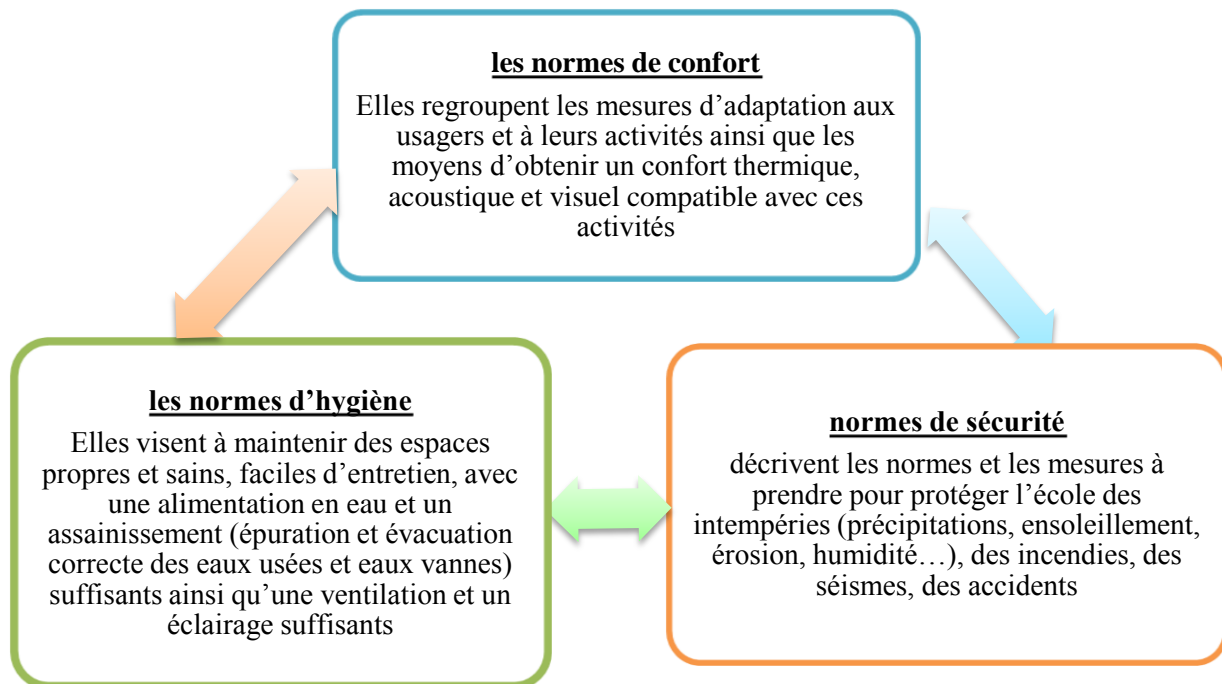


Figure 5 : schéma représente les normes de confort, d'hygiène et de sécurité dans l'établissement scolaire, source : guide de conception des constructions scolaire Aout 2008

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.

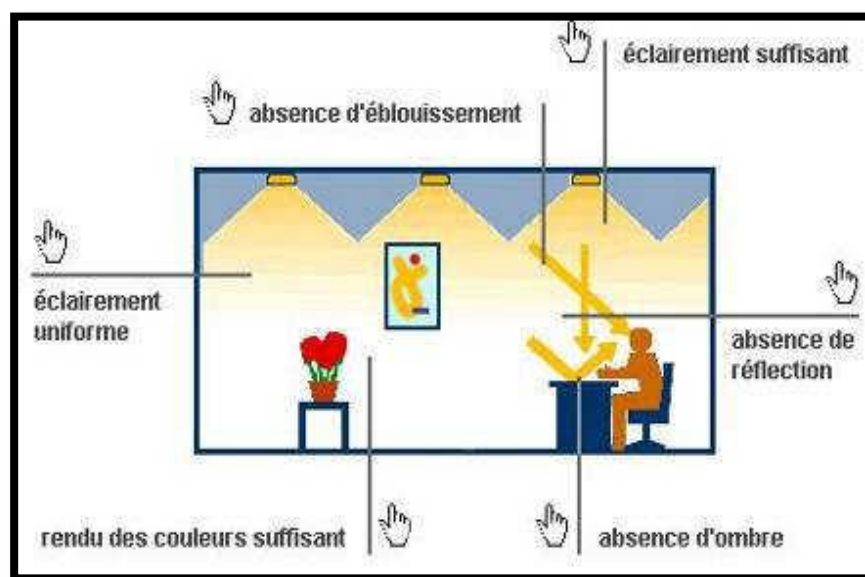


Figure 1 : Les paramètres du confort visuel Source : De HERDE, 2004

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

IV-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 %.

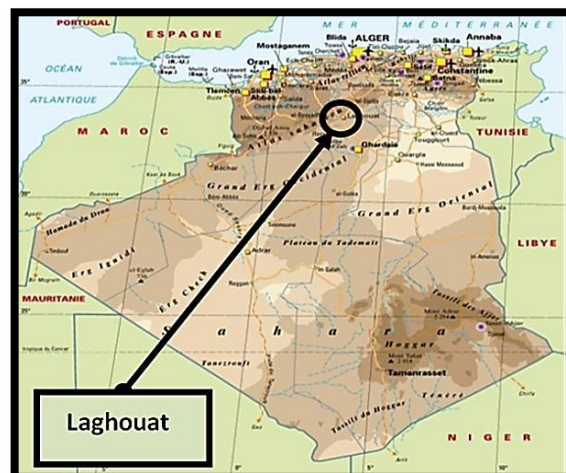


Figure 1 : Situation géographique de la ville de Laghouat : (Microsoft Encarta)

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 : **20.3⁰** et **26.4⁰**, en ordonnée pour l'humidité relative : 80% et 20% elle définit une période ou le confort est assuré naturellement.

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

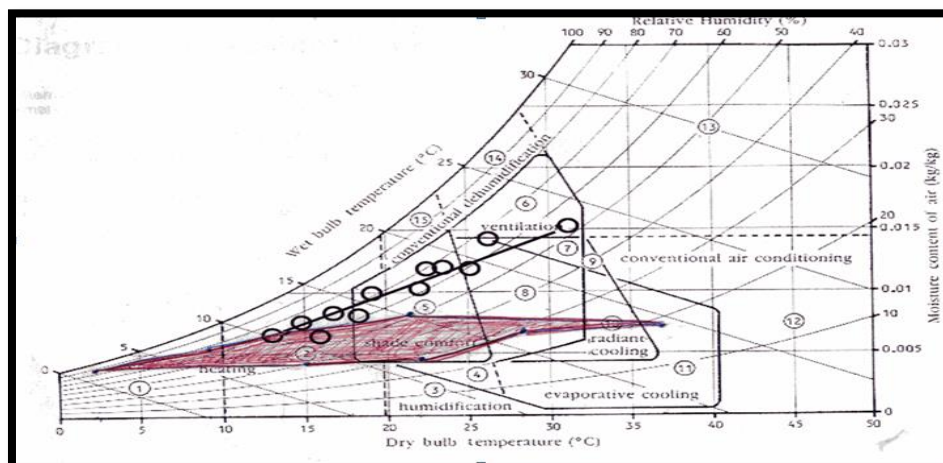


Figure 3 : Le diagramme psychométrique (Givoni) a Laghouat

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.

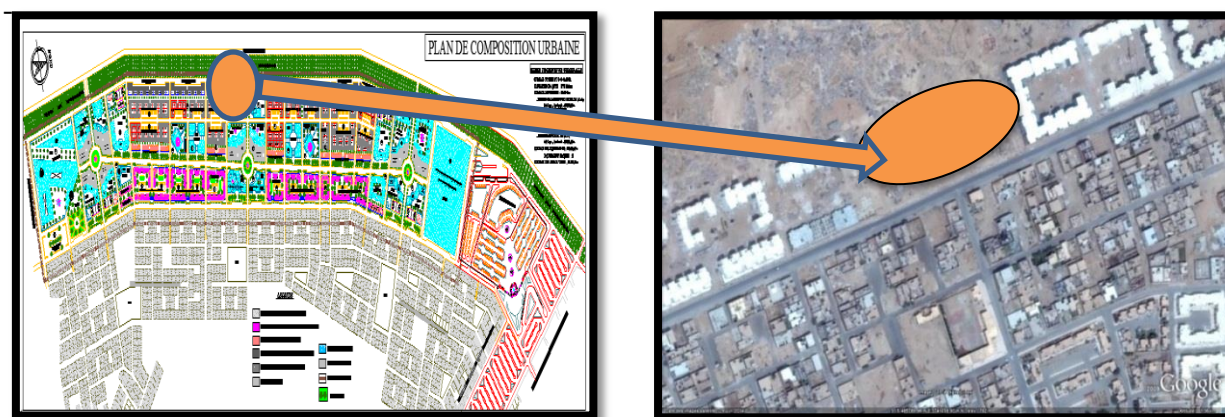


Figure 4 : plan de situation de site

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 6000m².

IV-3-2-3- Accessibilité :

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

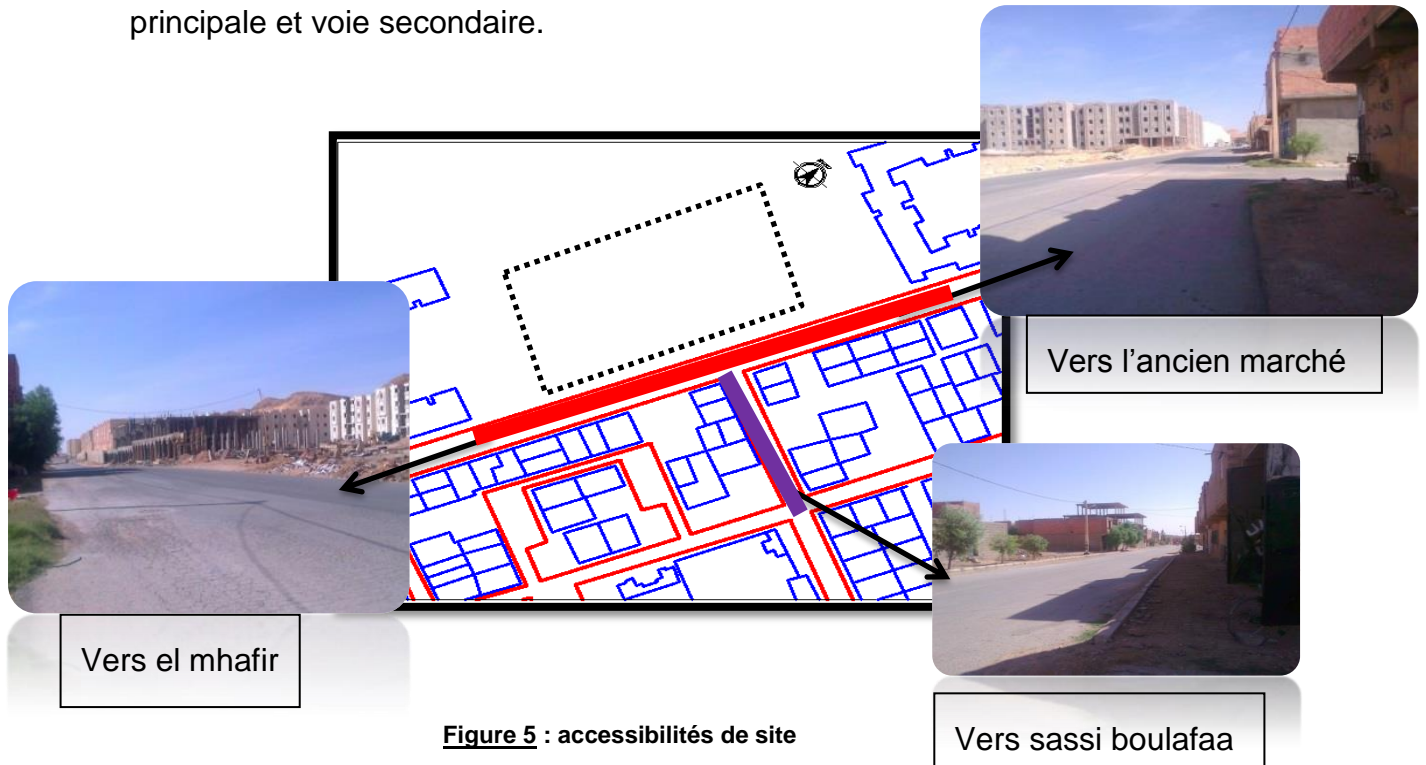


Figure 5 : accessibilités de site

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

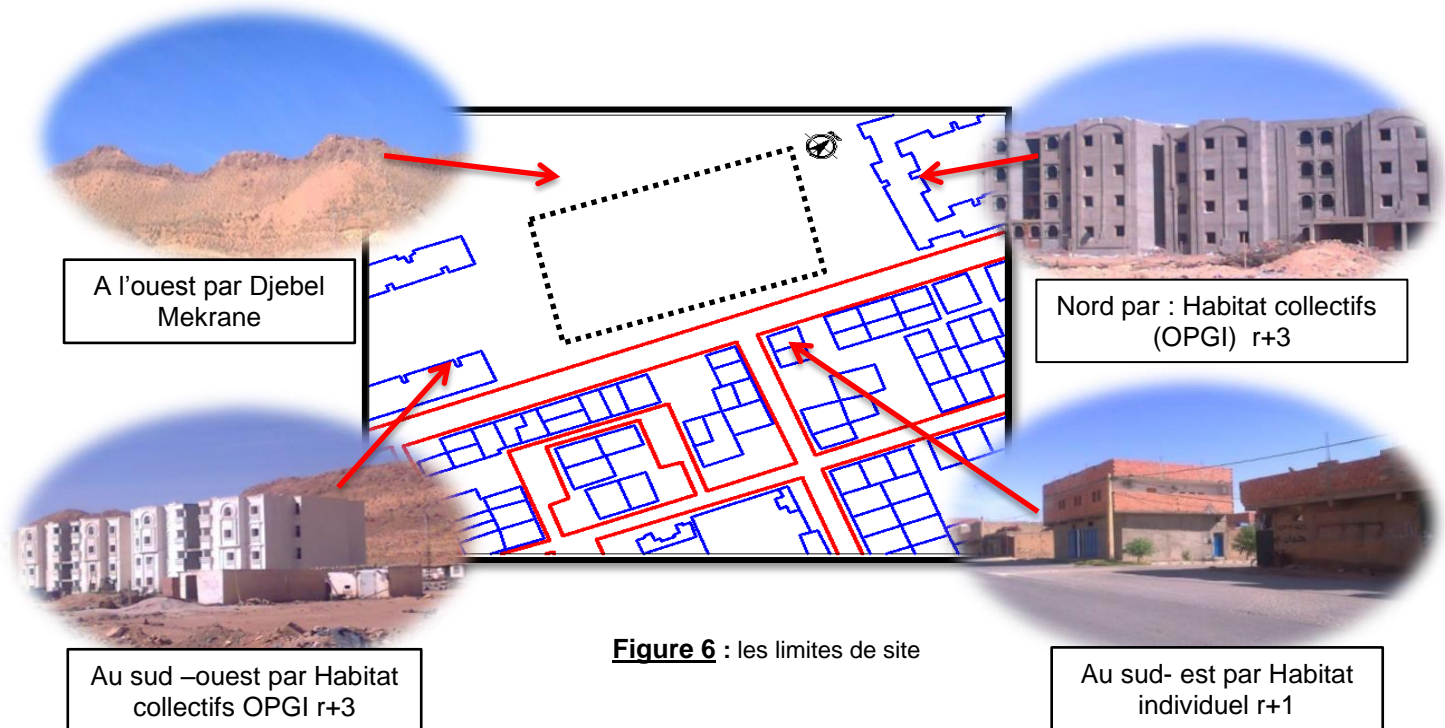


Figure 6 : les limites de site

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

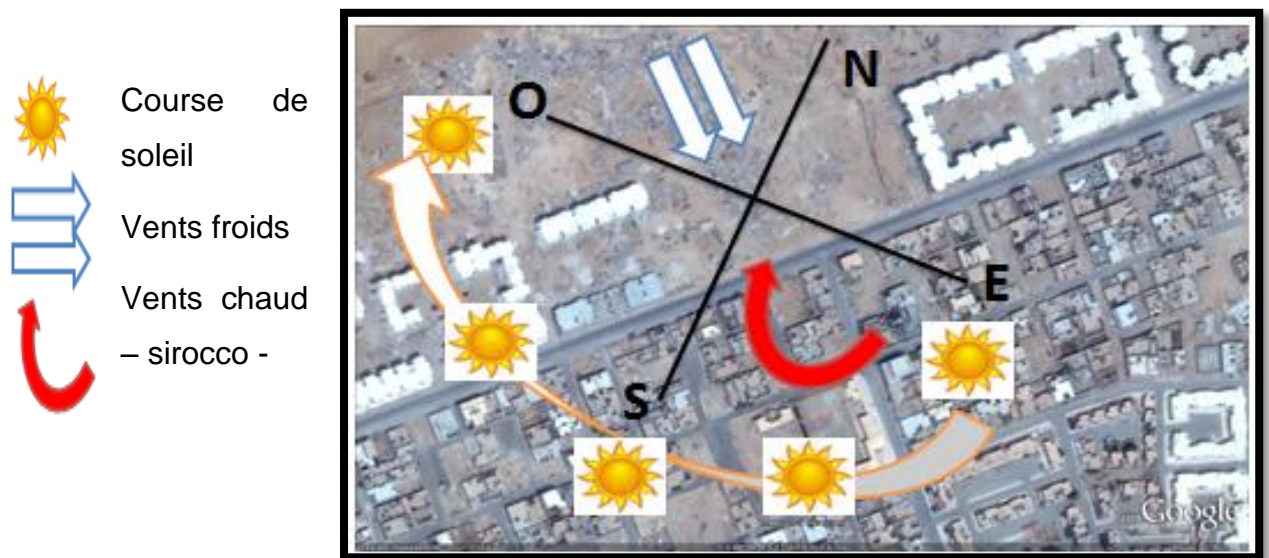


Figure 7 : ensoleillement, orientation et vents de terrain

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.

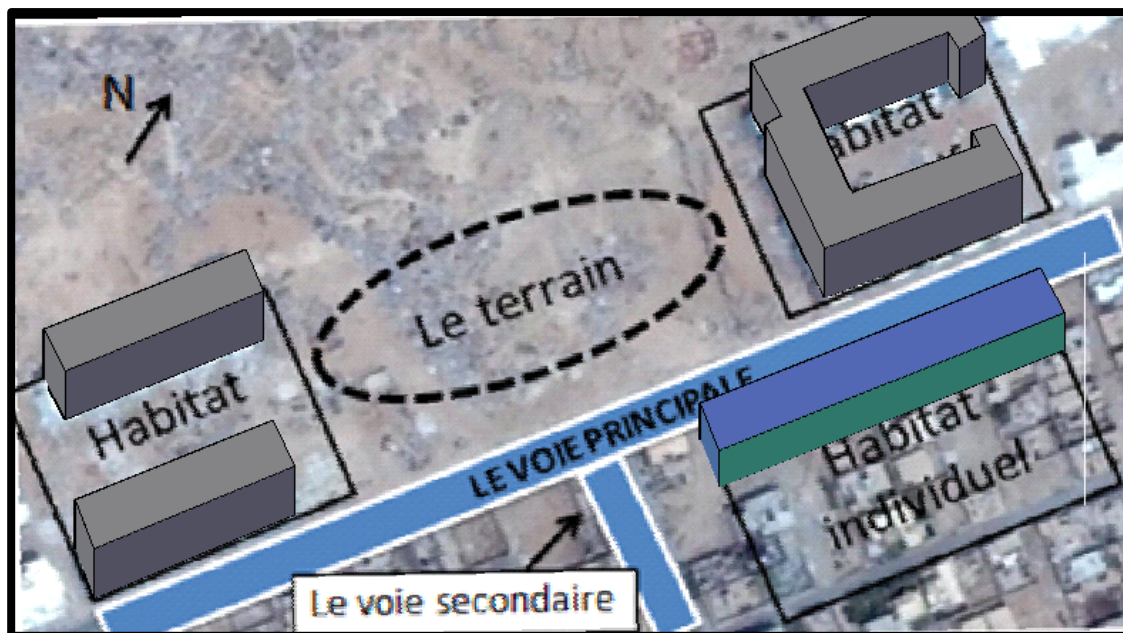


Figure 1 : les limites de terrain, source : auteur

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.

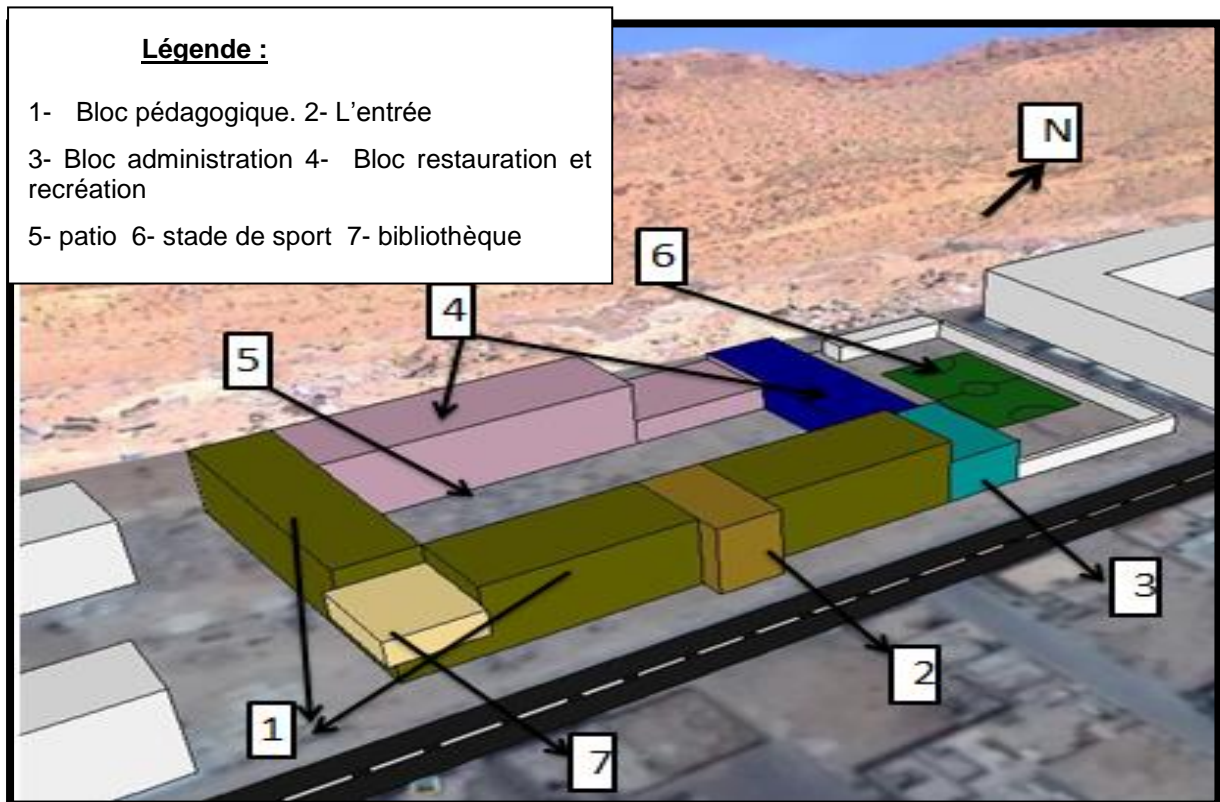


Figure 2 : implantations des activités et organisation des espaces

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

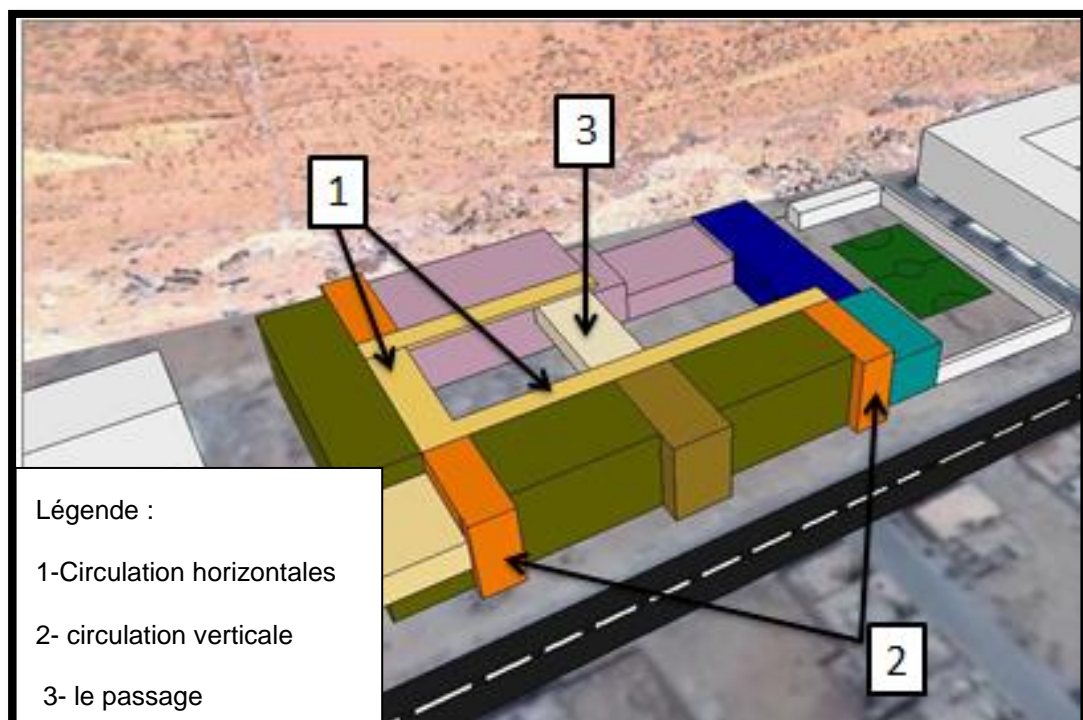


Figure 3 : la circulation dans le projet, source auteur

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 .

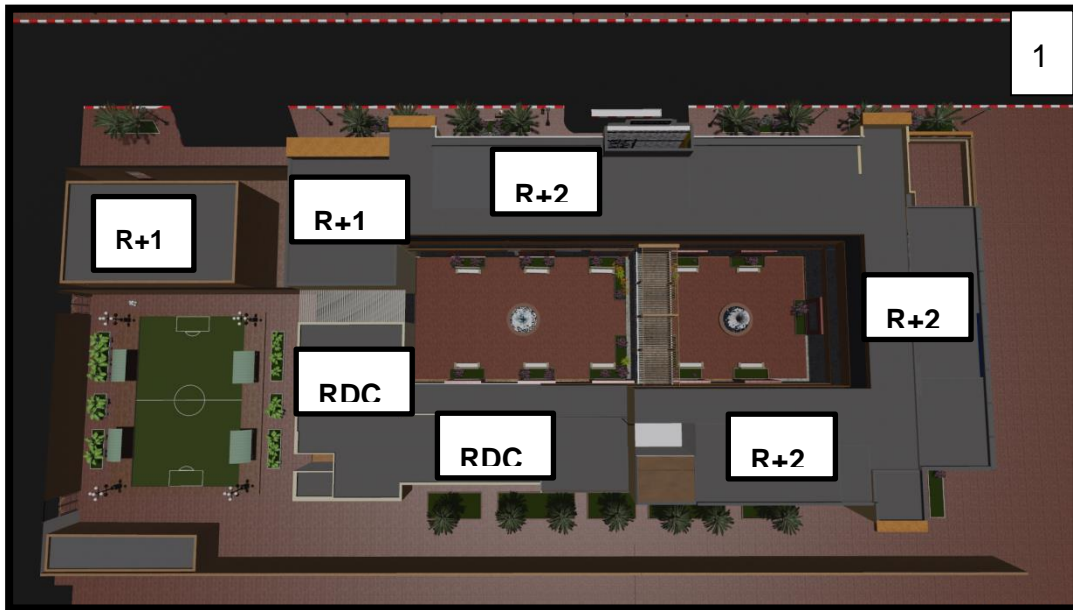


Figure 4 : -(1) vue en plan de de masse
-(2)vue 3D de projet

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

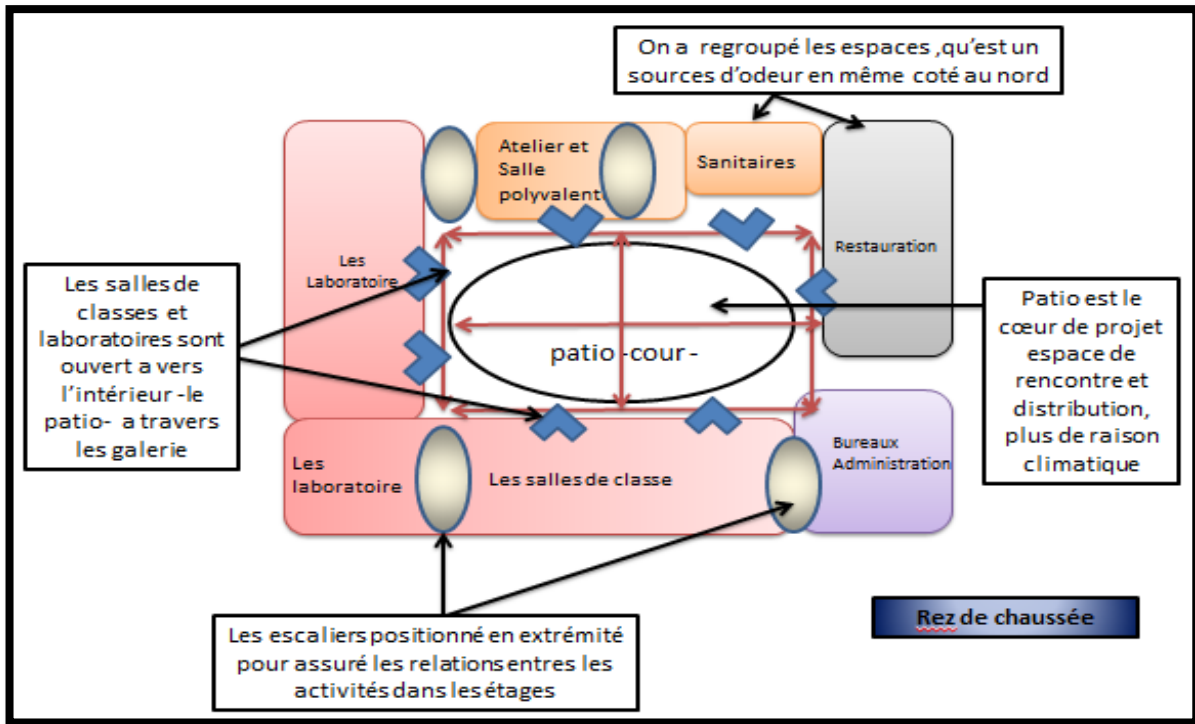


Figure 5 : organisation des espaces rez de chaussé, source : auteur

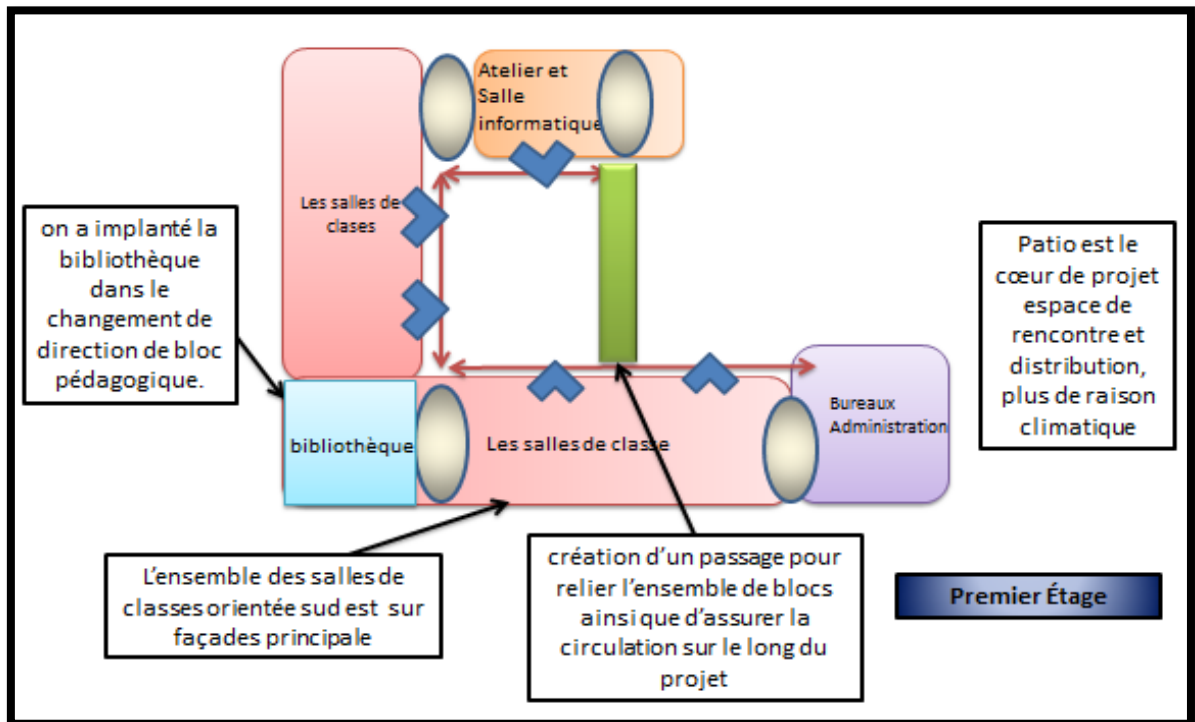


Figure 6 : organisation des espaces de premier étage, source : auteur

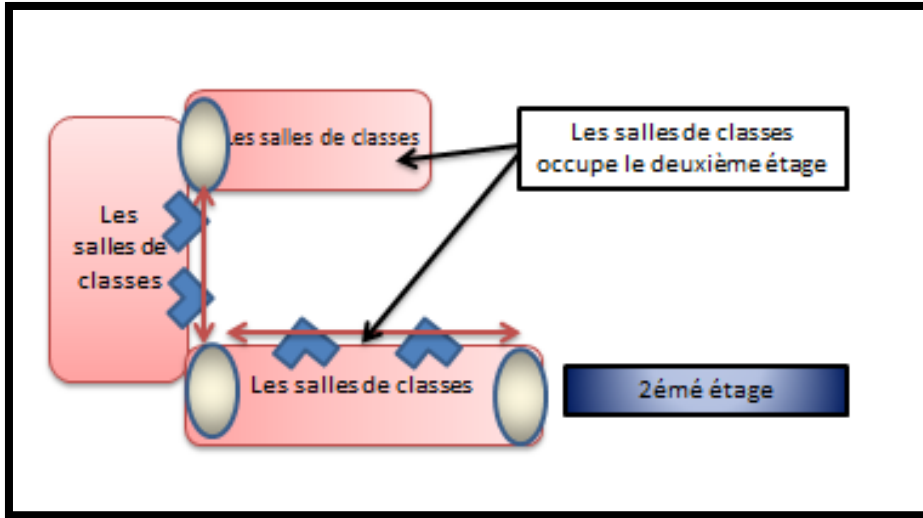


Figure 7 : organisation de deuxièmes étage source auteur

V-3-Traitements des façades :

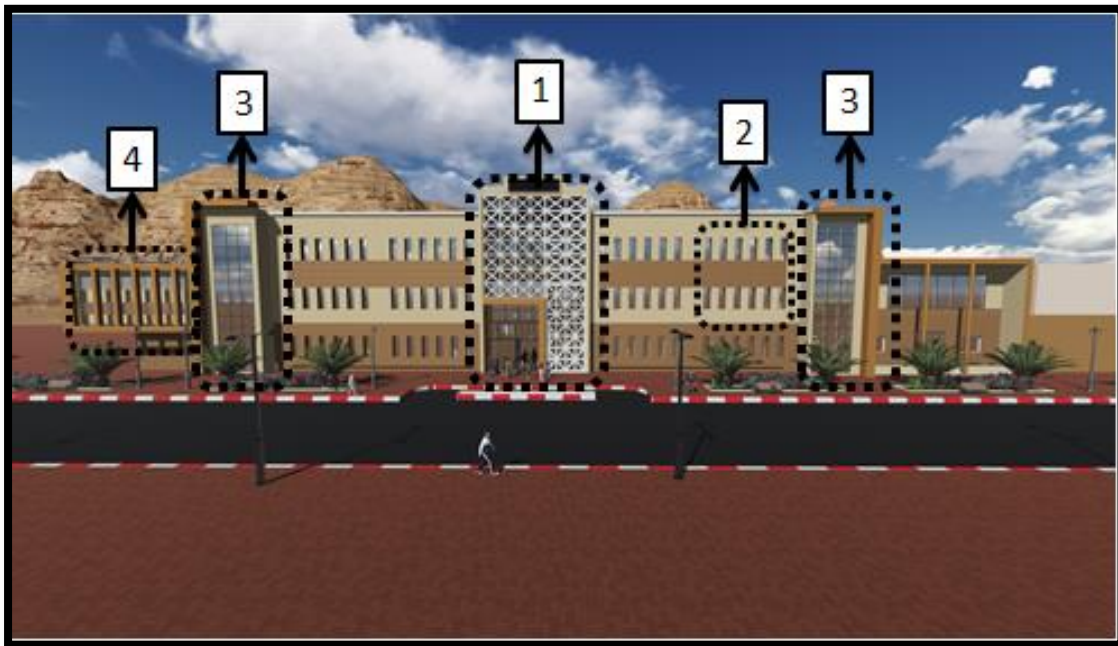


Figure 8 : façade principale de projet

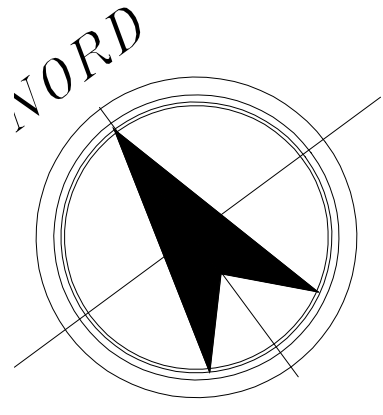
1-on a marquée l'entrée des élèves par une double hauteur en refond, et on traité par le mo charabia.

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.

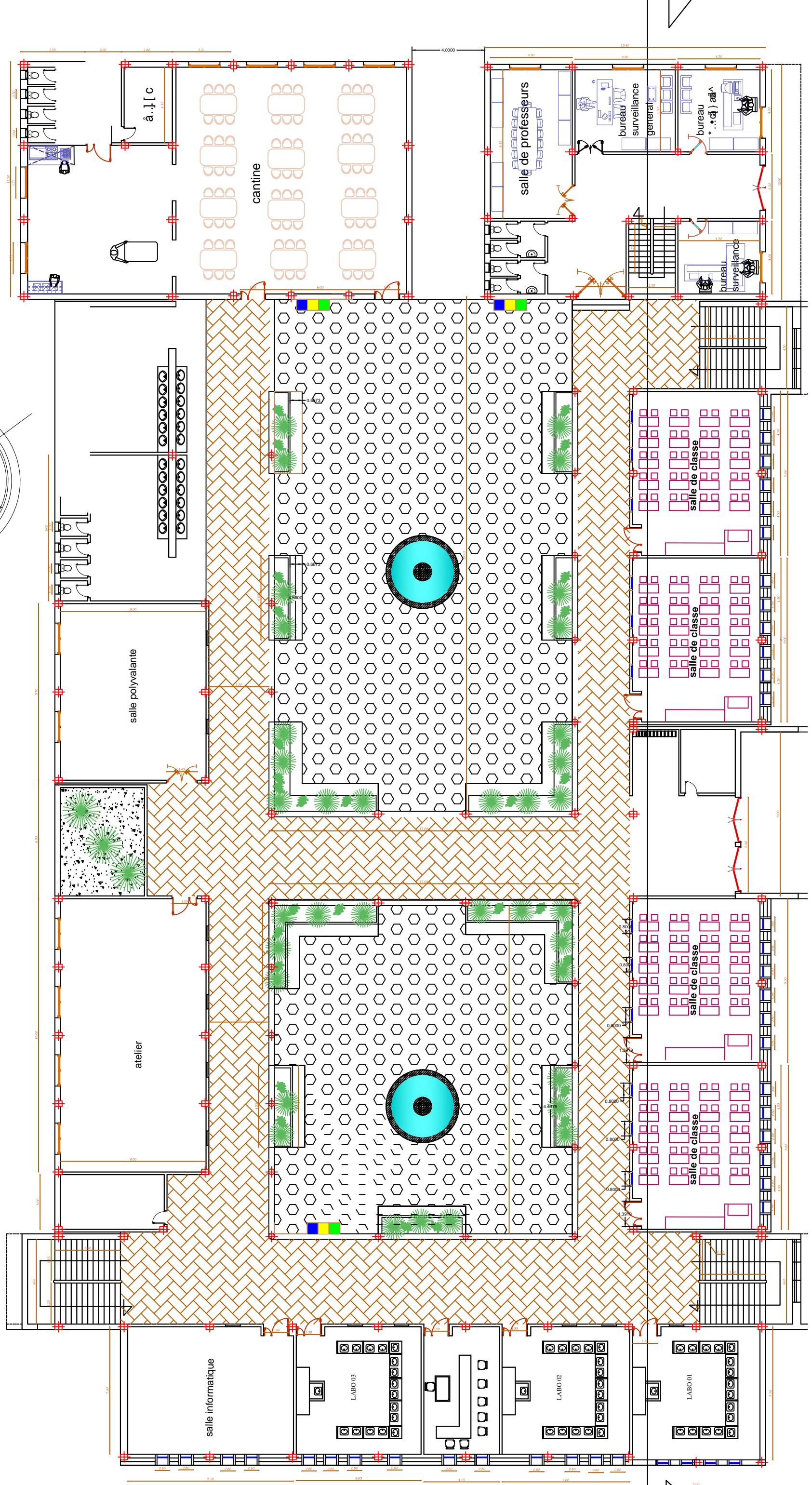
3-on a traité la cage d'escalier par des baies vitrée en extrémité.

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 .

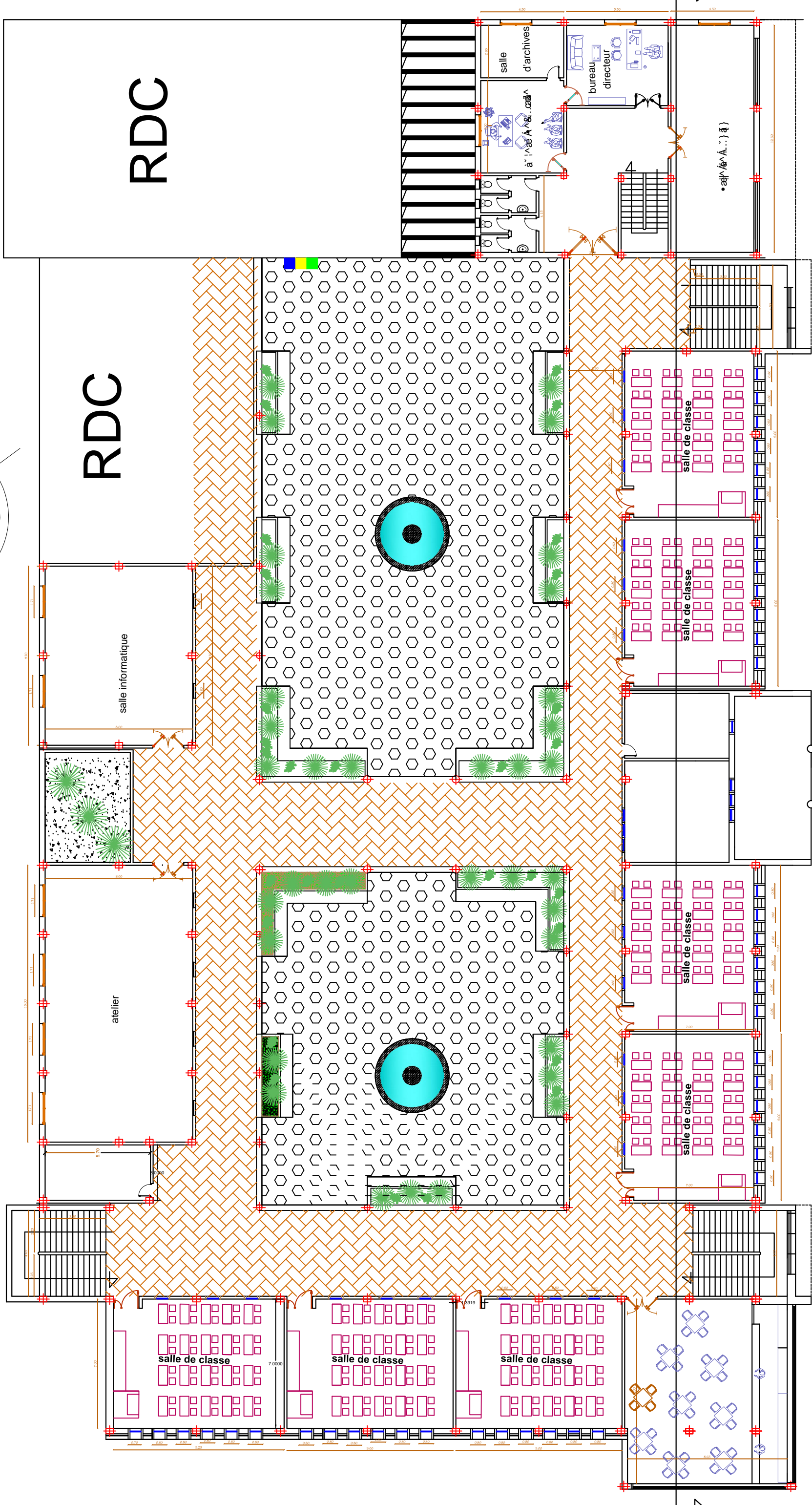
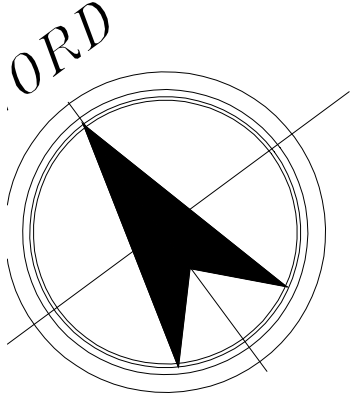
- On a inspiré le choix des couleurs des façades, de l'élément naturel dans le site – la montagne – et pour marquer la séparation entre les étage, on a joué par le degré de teinte de peinture.



PLAN RDC



PLAN 1er étage



LES VUES 3D DU PROJET

LES FACADES



LES VUES INTERIEUR







Le confort thermique

VI-1 Introduction :

Le premier chapitre consiste à des connaissances théoriques concernant le confort thermique et ses normes recommandé dans les salles de classe, la technique de double mur ventilée et ses avantages ainsi que le béton de plâtre.

VI.2 Définition de confort thermique

Definition01 : La sensation de confort thermique est l'expression de bien être d'un individu résultant d'échange hygrothermique équilibrés avec son environnement

Alain liébard .André de herde 2005

Définition02 : Une notion subjective qui comprend tout un ensemble de sensation et paramètre consistant A avoir ni trop de froid ni trop de chaud

Stéphane Fuchs 2007

Définition général : le confort thermique est un état de satisfaction et équilibre d'échange thermique entre le corps et son environnement.

IV.3 Les paramètre de confort thermique :

Le Confort thermique dépend des échanges thermiques entre notre corps et son environnement, ces échanges font intervenir des paramètres liés à l'environnement et d'autre à l'individu:

Les paramètres Liés à L'environnement : on le situer comme suivant :

Les températures :

Compte tenu de son importance dans l'intensité des échanges thermiques, il est naturel de s'intéresser à la température qui caractérise l'ambiance du bâtiment .On distingue :

-La température de l'air ambiant : C'est la température de l'air mesurée à l'ombre, comprise généralement entre 19°C en hiver et 26°C en été.

-La température des parois : La température des parois influence les échanges

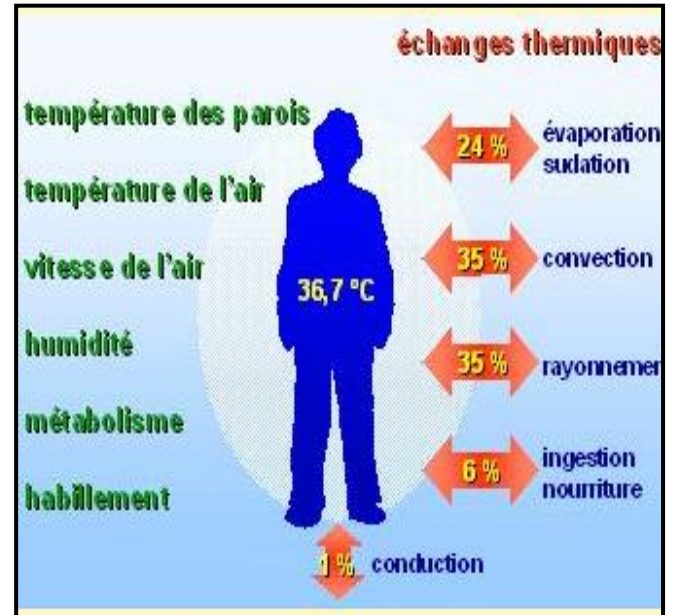
thermiques par rayonnement.

Humidité relative d'air :

L'air contient de la vapeur d'eau. Le taux d'humidité (qui varie de 0 à 100%), mesure la quantité d'eau. Plus la température augmente, plus l'air peut contenir de la vapeur d'eau : à 15°C, l'air contient 10g de la vapeur d'eau par kg d'air,

Mouvement de l'air :

Le mouvement de l'air est un paramètre très important du confort. Il affecte le corps humain de deux façons différentes. Tout d'abord il détermine l'échange de chaleur convectif du corps, et augmente l'évaporation à la surface de la peau. La vitesse de l'air influence le confort dès qu'elle est supérieure à 0.2 m/s.



Les paramètres Liés à L'Individu :

- Son métabolisme.
- L'activité métabolique et son rendement.
- L'habillement.

Figure 1 échange thermique entre le corps humain et leur environnement

Face à des variations ou des excès climatiques, l'homme a la possibilité de réagir physiologiquement, de modifier son activité ou de créer un objet qui le protégera (vêtements, habitations, etc.) afin de maintenir sa température interne stable (37°C).

Ces variations climatiques agissent sur l'homme par les échanges de chaleur entre le corps et l'environnement

VI-4 Les normes de confort thermique recommandé :

	Nombres d'occupant	Direction du vent	Orientation des vitres	Débit recommandé (M/H/Personne)	Type de Ventilation	T° de confort recommandée (°C) ASHRAE
Salle de classe	30	N .NE	S .E	15	Simple exposition	22.....28

Tableau1: valeur recommandées dans les zones chauds (source : mezaoukh2012)

VI. 5 Définition de doubles murs ventilés

Un mur double peut être défini comme une façade simple traditionnelle doublée à l'extérieur. On l'utilise à l'objectif de diminuer les déperditions thermiques, et créer une isolation phonique et améliorer le confort thermique.

Les avantages de double mur ventilé :

on présente les avantages de double mur ventilé comme suit

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 rapidement. 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.

Protection du bâtiment

Les bâtiments sont protégés par le double mur ventilé. Ainsi l'effet de changement de température est minimisé.

VI .6 Présentation de double mur ventilé dans notre projet :

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

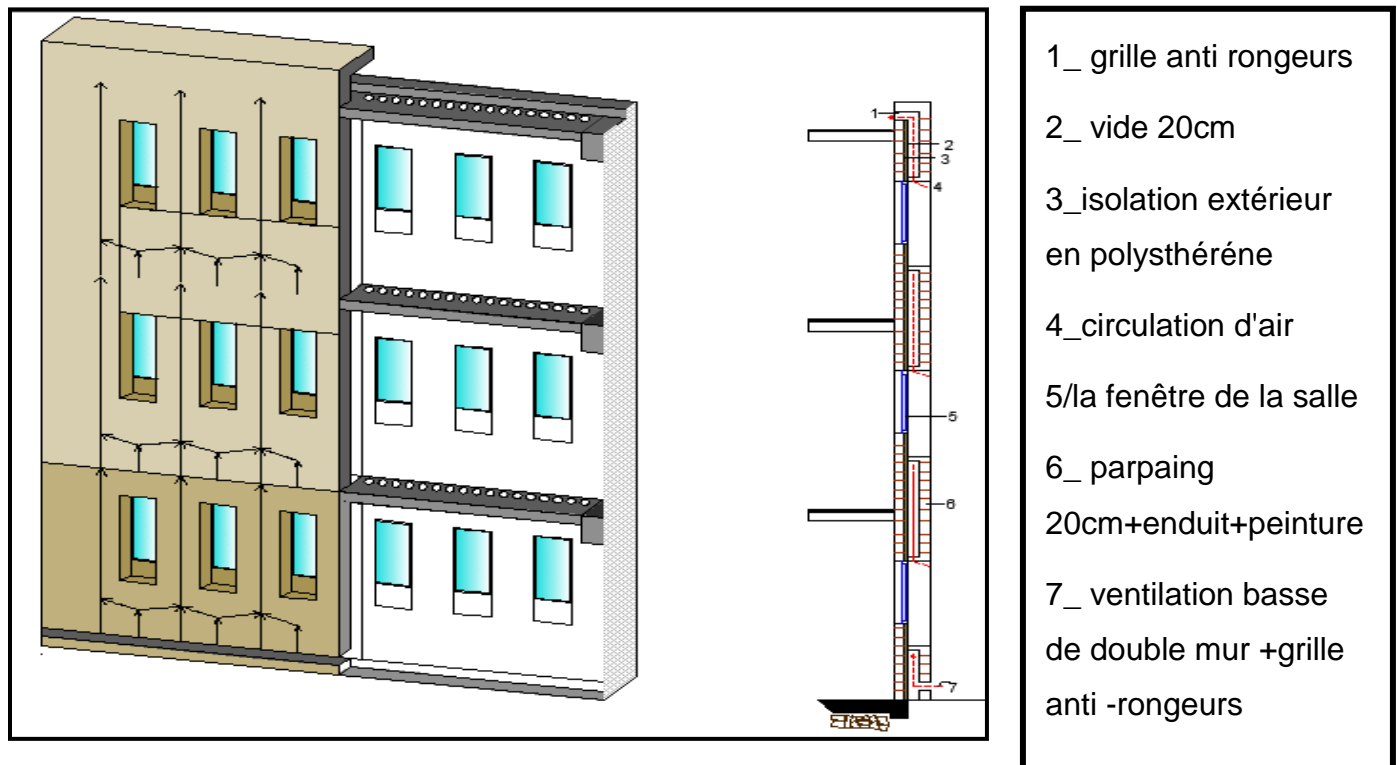


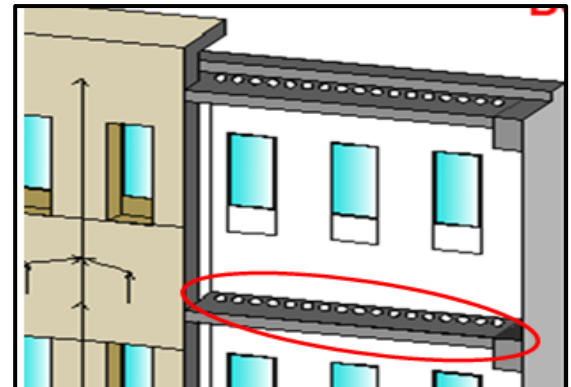
Figure 2 : Schéma représentatif de double mur ventilé dans notre projet (Source : auteur)

Agencement de mur intérieur et extérieur :

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

Figure 3 : agencement de double mur ventilé

(Source : auteur)



VI-7 Béton de plâtre :

Est un matériau local composé de base de plâtre, sable de la région d'oasis nord de Laghouat, gypse de Ghardaïa et renforcé par les fibres végétales du palmier dattier caractériser par une grande résistance à la compression et à la flexion

Les domaines d'application :

Le principe de fabrication	Des éléments préfabriqués en plâtres (blocs pleins/blocs creux/carreau de plâtres)
Domaines d'utilisation	Mur porteur /double paroi/cloison/élément de planchers
Caractéristiques	Grand résistance à la compression et à la flexion

Tableau 2 les différents domaines applications de béton de plâtre (source : djoudi .2001)

Dans notre projet en a utilisé le béton de plâtre comme une paroi extérieure

VI-8 Conclusion :

A traves ce chapitres on a conclu que un environnement intérieur confortable sera obtenu par la combinaison des paramètres de confort thermique ainsi que le choix de matériaux et l'intégration des techniques.

CHAPITRE VII : APPROCHE EXPERIMENTALE

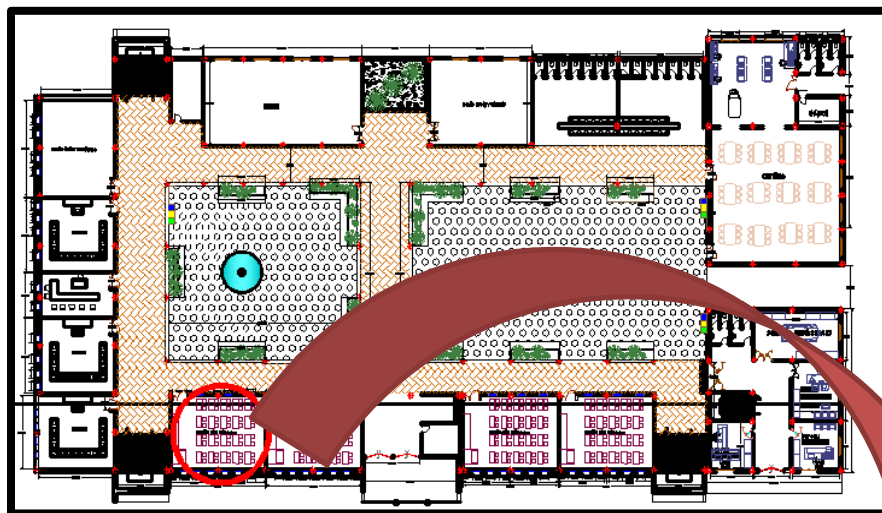
Simulation numérique

VII-1 Introduction

Le Confort thermique dépend des échanges thermiques entre le corps humain et son environnement, ces échanges font intervenir des paramètres, et parmi ces paramètres nous nous intéressons à la température de l'air ambiant.

Dans ce chapitre nous essayons de déterminer à travers la simulation l'impact du double mur ventilé on béton de plâtre sur le confort thermique dans les salles de classe.

VII-2 Présentation de salle de classe étudiée :



La salle de classe étudiée
située dans le bloc
pédagogique sud-est.

Dimension : 9m x 7m

Hauteur : 4,20 m

Figure 1 Situation de salle de classe étudiée (source : auteur)

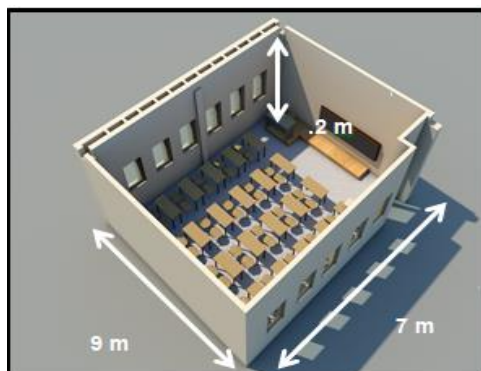


Figure 2 vues de salle de classe étudiée (source : auteur)

Les Données Climatiques de Laghouat :

Dans notre cas de simulation on a choisir le mois le plus chaud et le plus long jour le 21 mai au période d'occupation de salle de classe selon le fiche climatique suivant :

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

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

Dans notre étude on a choisir la logiciel **ENERGIE PLUS** pour la simulation

Présentation de logiciel

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, l'impact d'une toiture végétalisée ou de l'utilisation de matériaux à changement de phase. Il est aussi ouvert permettant l'utilisation de logiciel tiers de saisie et d'exploitation.



II-3 Simulation numérique de cas étudié :

-On à choisir le 21 mai le plus long et le plus chaud jour pendant la période d'occupation des CEM (collège d'enseignement moyen).

-On à quatre cas à étudier : salle de classe borde dans les deux coté par une autre salle de classe et une cage d'escalier mais en change dans chaque cas le matériau et la technique.

Cas 01 : la salle de classe avec une double paroi extérieure en brique de 30cm (brique10cm + vide 10cm+brique15cm).

Cas 02 : La salle de classe avec une double paroi extérieure mais en a changer le matériau utilisé le brique par le béton de plâtre 30cm (parpaing10cm+vide 10cm +parpaing 15cm).

Cas 03 : La salle de classe avec le double mur ventilé en brique 60cm (brique 20cm +vide20cm+brique20cm).

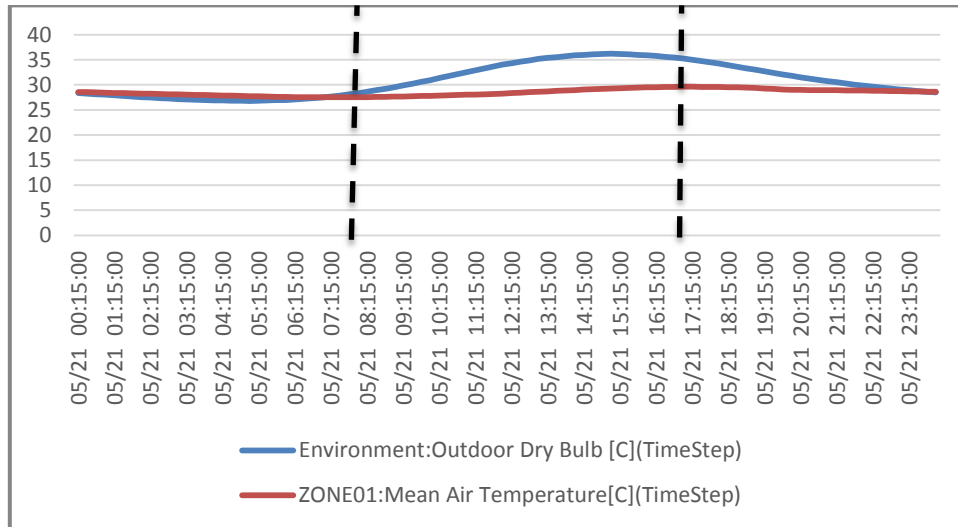
Cas 04 : La salle de classe avec le double mur ventilé en béton de plâtre 60cm (parpaing20cm+ vide20cm+parpaing20cm).

-On à choisir les heures d'occupation de la salle de classe de 8 :00h à 17 :00h.

-La température de confort recommandé dans les salles de classe entre

22 \longrightarrow 28°C

VII-4 Présentation de résultats :

Cas 01 :**Figure 3** : la variation de température intérieur et extérieur cas salle de classe en brique

On a choisir les heures d'occupation de la salle de classe de 8 :00h à 17 :00h

	8 :00h	12 :00h	14 :00h	15 :00h	17 :00h
Température extérieure C°	28,30	34,03	35,91	36,20	35,26
Température intérieur C°	27.53	28.24	28.95	29.33	29.61

Tableau 2 la variation de température intérieur et extérieur cas salle de classe en brique

La température intérieur de salle de classe fluctue entre un minimal de 27.53 °C à 8 :00h et un maximal de 29.61°C à 17 :00h, soit une amplitude de 2.08°C. Tandis que la température extérieur varie entre un minimal de 28 .30°C à 8 :00h et un maximal de 36.20 à 15 :00h

Cas 02 :

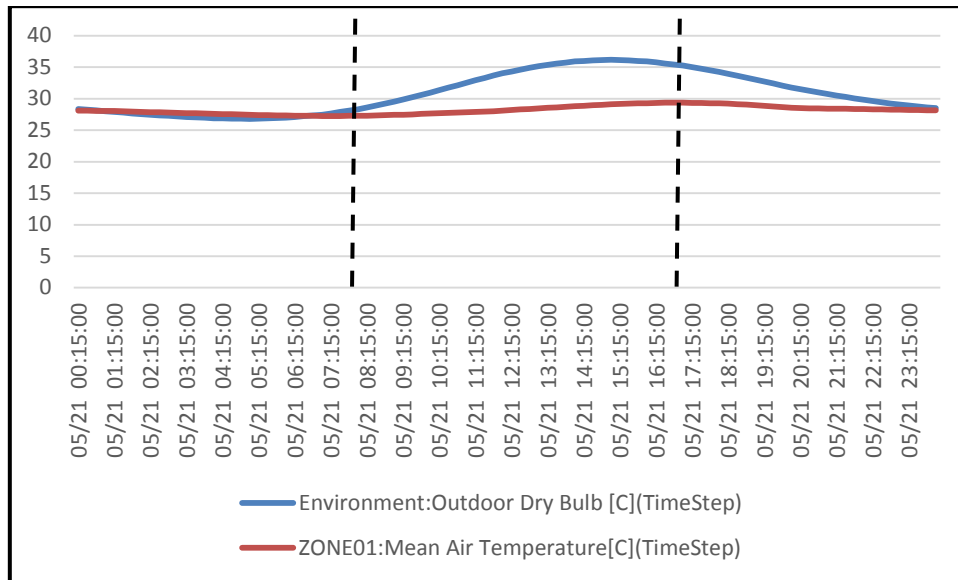


Figure 4 : la variation de température intérieur et extérieur cas salle de classe en béton de plâtre

	8 :00h	12 :00h	14 :00h	15 :00h	17 :00h
Température extérieure C°	28.30	34.03	35.91	36.20	35.26
Température intérieur C°	27.28	28.09	28.79	29.10	29.35

Tableau 3 La variation de température intérieur et extérieur cas salle de classe en béton de plâtre

La température intérieur de salle de classe varier entre un minimal de 27.28 °C à 8 :00h et un maximal de 29.35°C à 17 :00h, enregistrée une amplitude de 2°C.

Température extérieur et la même avec 1 er cas.

Cas 03 :

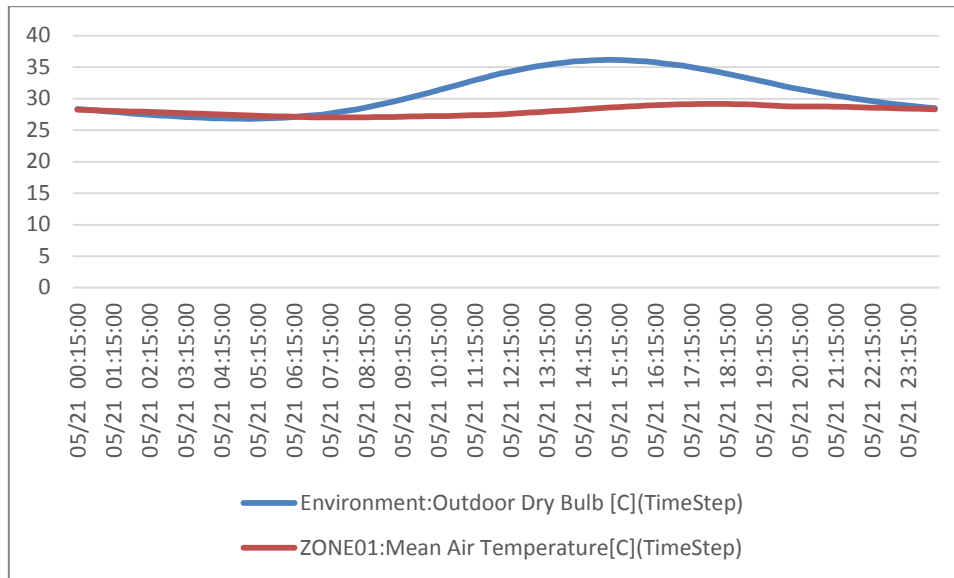


Figure 5 : la variation de température intérieur et extérieur cas salle de classe par double mur ventilé en brique

	8 :00h	12 :00h	14 :00h	15 :00h	17 :00h
Température extérieure C°	28,30	34,03	34,91	36,20	35,26
Température intérieur C°	27.03	27.50	28 .20	28.59	29 .10

Tableau 4 la variation de température intérieur et extérieur cas salle avec double mur ventilé en brique

Dans le cas de l'emplacement de double mur ventilé en brique du coté extérieur de la classe, la température intérieure varie entre un maximum de 29 .10°C à 17 :00h et un minimum de 27.03°C à 8 :00, marquant une amplitude 2.08°C.

Cas 04 :

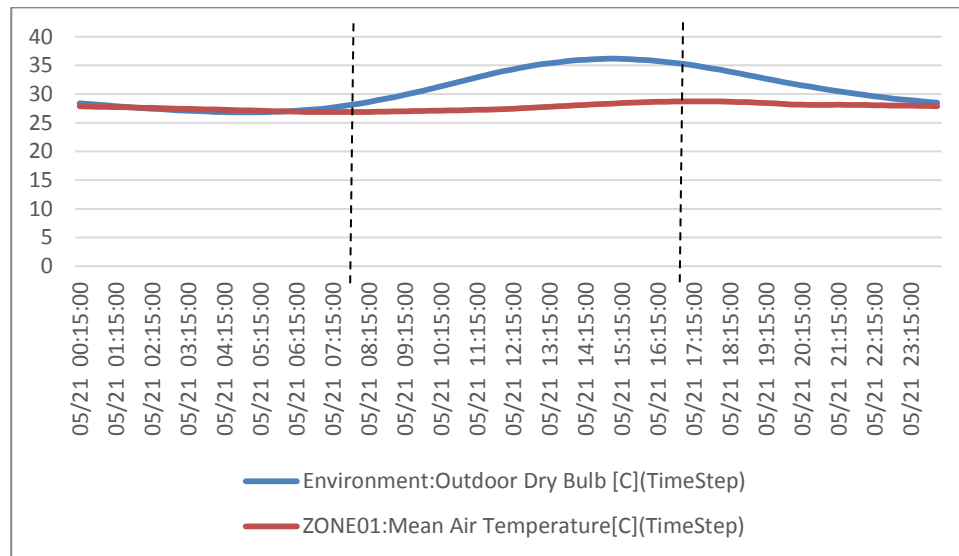


Figure 6 : la variation de température intérieure cas salle de classe en double mur ventilé en béton de plâtre

	8 :00h	12 :00h	14 :00h	15 :00h	17 :00h
Température extérieure C°	28,30	34,03	34,91	36,20	35,26
Température intérieur C°	26.86	27.35	28.00	28.30	28.55

Tableau 5 la variation de température intérieure cas salle de classe en double mur ventilé en béton de plâtre

Dans le cas de l'emplacement de double mur ventilé en béton de plâtre du côté extérieur de la classe, la température intérieure varie entre un maximum de 28.55°C à 17 :00h et un minimum de 26.86°C à 8 :00, marquant une amplitude 1.69°C.

Le résultat de ce cas mieux que tous les cas précédent

II-5 Interprétation des résultats :

On a choisir l'heure le plus chaud de 8 :00h à 17 :00h le **15 :00h** de 36.20°C

	Cas 01	Cas 02	Cas 03	Cas 04
Temperature Intérieur C°	29.33	29.10	28.59	28.30

Tableau 6 comparaison de la température intérieur dans les 4 cas

_Dans le cas 01salle de classe on mur double paroi en le brique en remarque une variation de la température entre l'intérieur et l'extérieur par une de amplitude 6.87°C

Dans le cas 02 la salle de classe en mur double paroi par le béton de plâtre la température intérieur diminué par rapport le cas initial (cas 01 :29.33/le cas 02 : 29.10) donc le béton de plâtre est un matériau plus favorable que le brique dans ce cas.

Dans le cas 03 le résultat mieux que les deux cas précédents. Donc la technique de double mur ventilé est une bonne solution pour minimise la température intérieur de salle de classe

Le résultat de cas de salle de classe en double mur ventilé par le béton de plâtre mieux que tous les résultats du cas précédent. Alors on peut dire que le double mur ventilé en béton de plâtre est une bonne solution pour assure le confort thermique dans les salles de classe aux zone chaude

I-6 Conclusion

Notre objectif de recherche est d'améliorer le confort thermique dans les salles de classe à travers le double mur ventilé en béton de plâtre.

Pour atteindre cet objectif nous allons poser une question sur la paroi extérieur la plus favorable entre (mur double parois, mur double parois on béton de plâtre, double mure ventilé par brique ou par béton de plâtre) pour assurer un confort thermique optimal.

Afin de répondre à la question posée, on a proposé que Le double mur ventilé en béton de plâtre est la bonne solution dans le climat chaud.

A travers la simulation numérique par le logiciel d'énergie plus et présentation de résultat et la comparaison entre les quatre cas étudié et l'interprétation de résultat nous confirme notre hypothèse.

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.

- **Stéphane Fuchs.** Architecture bioclimatique 2007

-**(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.

- **(MAZARI MOHAMMED 2012)** Etude et évaluation de confort thermique des bâtiments à caractère biblique : Cas du département d'architecture de Tamda (TIZI OUZOU)

- **(AMINA DJOUDI 2001)** caractérisation structurel et rhéologique des bétons de plâtre et leurs renforcements par les fibres végétales du palmier dattier

- **(AHMED ALIEP. AIT KADI SALIMA)** performance thermique du matériau terre Pour un habitat durable des régions arides et semi-aride cas de Timimoune

(A. Mokhtari, K. Brahimi et R. Benziada 2008) Architecture et confort thermique dans les zones arides Application au cas de la ville de Béchar

- **Webographie :**

- www.sndl.cerist.dz