



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



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT : D'ARCHITECTURE

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : HAMANI Amira

DOMAINE : SCIENCES ET TECHNIQUES
FILIERE : ARCHITECTURE ET URBANISME
OPTION : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT

Thème

**Lycée bioclimatique pour 1000 élèves dans une
zone chaude et aride cas de Laghouat**

(Le confort respiratoire dans les salles de classes)

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	qualité
Membre1 : DEHINA Karim	M.A.A	Président
Membre2 :Sofrani khelifa	M.A.A	Examineur1
Membre3 :Rebaie Hanane	M.A.A	Examineur2
Membre4 :Bencheikh Hamida	Dr	Rapporteur

Promotion : Juin 2015



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



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE: technologie

DEPARTEMENT : architecture

RESUME DE MEMOIRE DE MASTER

Domaine : sciences et techniques

Filière : architecture et urbanisme

Option : architecture et environnement

Thème : Lycée bioclimatique pour 1000 élèves dans une zone aride cas de Laghouat

Présenté par : HAMANI Amira

Encadré par: BEN CHEIKH Hamida

Résumé : Assurer l'avenir des citoyens algériens nécessite des établissements scolaires bien disciplinés et qui doivent disposer d'une certaine commodité, et pour obtenir cette dernière (commodité), l'état algérien paye des factures considérables en énergie, sachant que tous les pays du monde sont conscients à ces pertes et consommations énormes d'énergie, et plusieurs pays se mobilisent pour avoir des bâtiments qui s'accommodent avec les données climatiques sans trop abuser à l'énergie et à l'environnement, c'est pourquoi on a vu de prendre l'initiative de concevoir un établissement qui va être construit avec les matériaux et techniques disponibles en Algérie et qui va s'acclimater avec les données du site d'implantation, surtout si l'implantation de projet sera dans une zone aride tel que Laghouat. Donc certaines orientations, dispositifs passifs, forme et couleur doivent caractériser le projet.

Mots clés : éducation, lycée, durabilité, consommation modéré de l'énergie, données climatiques, zone aride, orientation, confort thermique, confort visuel, ventilation naturelle.



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



جامعة عمار ثليجي - الأغواط

كلية: التكنولوجيا
قسم: الهندسة المعمارية

ملخص مذكرة الماستر

الميدان: علوم و تقنيات

الشعبة: هندسة معمارية و عمران

التخصص: هندسة معمارية و بيئة

عنوان المذكرة: ثانوية بيو مناخية ل1000 تلميذ في منطقة جافة حالة الاغواط

تقديم الطالب: حماني اميرة , جمعيات جهاد, بدوي جهاد

الأستاذ المؤطر: بن الشيخ احميدة

ملخص المذكرة: ان ضمان مستقبل المواطنين الجزائريين يستلزم مؤسسات تربوية منظمة و التي يجب ان يتوفر فيها نسبة من

الرفاهية, و لكي نتحصل على هذه الاخيرة, الدولة الجزائرية تصرف مبالغ معتبرة على الطاقة, علما ان كل دول العالم واعية لهذه

الضياعات و الاستهلاك المفرط للطاقة, و العديد من الدول في حراك من اجل الحصول على بناءات تتلائم مع المعطيات المناخية بدون

ان تأثر على الطاقة و البيئة و لهذا اردنا ان نأخذ بمبادرة تصميم مؤسسة تكون مبنية بمواد و تقنيات متوفرة في الجزائر و التي تتأقلم

مع معطيات موقع البناء و خاصة اذا كان المشروع منشأ في منطقة جافة كالأغواط. اذا توجهات معينة و اجهزة لا تستهلك طاقة

ايضا اشكال و الوان يجب ان تميز المشروع.

الكلمات المفتاحية: التربية, ثانوية, استدامة, استهلاك عقلاي للطاقة, المعطيات المناخية, منطقة جافة, توجيه, راحة حرارية,

راحة بصرية, تهوية طبيعية.

Remerciements

On aimera tout d'abord remercier les personnes qui ont contribué de près ou de loin à notre formation tout au long de notre cursus universitaire, et plus particulièrement tous nos enseignants du département d'architecture de Laghouat.

On tient à rendre un immense hommage à notre encadreur M Ben cheikh Hamida.

On aimerait aussi remercier les membres de jury pour nous 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 dans la suite de notre formation.

Enfin, un grand merci à nos collègues et amis, qui sans eux on ne pourrait en aucun cas passer des bons moments durant ces 5ans d'études.

DEDICACES

À la personne qui attendait mon arrivée pendant 5ans de mariage et qui m'a mise au monde et m'a nommé « AMIRA » puis m'a traité comme une princesse celle qui a mis toute sa force et tout son savoir-faire pour faire de moi une bonne femme instruite et qui a des principes dans la vie, à celle qui a pleuré pour mon pleur et a éclaté de joie à mes rires et mes réussites, celle qui a passé des nuits blanches avec moi pendant mon cursus à l'université et même auparavant dans ma scolarité, à mon âme sœur qui comprend ma douleur même si je ne plains pas, à ma maman « SELLEM FATIMA » dite « WAHIBA » que je dédie ce travail.

Et aussi à mon cher papa dont sans lui je ne serais jamais là « RABIE », et mes deux frères « CHAMSEDDINE » et « ILYAS » et ma petite sœur chérie « WISSAM ».

Et sans oublier mes adorables Djihad².

HAMANI AMIRA

TABLE DE MATIERE

INTRODUCTION GENERALE :

1 Introduction	1
2 Problématique.....	1
3 Méthodologie de travail.....	1

CHAPITRE I : APPROCHE THEMATIQUE :

I.1 Définition des concepts	
I.2 Analyse des exemples :	
Lycée de KYOTO (France).....	2
Lycée de JEAUN MERMOZ (Sénégal).....	7
Lycée de VÁCLAV HAVEL (France).....	11

CHAPITRE II : APPROCHE PROGRAMMATIQUE :

II.1 Analyse de programme quantitatif et qualitatif.....	17
II.2 Programme quantitatif proposé	20

CHAPITRE III : APPROCHE CONTEXTUELLE :

III.1 Introduction.....	22
III.2Présentation de la ville.....	22
III.3 Caractéristiques climatiques de la ville de Laghouat.....	23
III.4 Analyse comparative des sites.....	27

SYNTHESE GENERALE.....	33
------------------------	----

CHAPITRE IV : APPROCHE ARCHITECTURALE :

IV.1Présentation de site.....	35
IV.2 Organigramme fonctionnelle.....	36
IV.3Matérialisation de l'idée de projet (la genèse de projet).....	37
IV.4 Matérialisation de l'organisation interne des espaces du projet.....	48

CONCLUSION GENERALE.....	51
--------------------------	----

CHAPITRE V : APPROCHE ARCHITECTURALE

Introduction générale:

Introduction.....	55
Problématique.....	55
Hypothèses.....	56
_ Méthodologie de travail.....	56

Bases théorique sur la ventilation naturelle dans les conceptions bioclimatiques :

Définitions sur la thématique.....	57
Les effets du vent.....	57
Les principaux modes de la ventilation naturelle.....	58
_ Synthèse.....	64

Notions de confort et aperçu sur les réglementations.....67

Etude de cas par la simulation numérique

_ Résultat de la simulation en hiver.....	69
_ Comparaison et commentaires	71
_ Résultat de la simulation en été.....	72
_ Comparaison et commentaires	73
<u>Conclusion générale.....</u>	74

Liste des figures

Chapitre I : Approche Thématique

FigureI.01– Lycée Kyoto	02
FigureI.02– Données Climatique sur POITIERS BIAD	02
FigureI.03– Plan de masse lycée Kyoto	03
FigureII.04– Protection solaire Lycée Kyoto	03
FigureII.05– Principe de fonctionnement et qualité de la protection solaire	04
FigureI.06– Principe de fonctionnement	05
FigureI.07– Vues sur le lycée	07
FigureI.08– Plan de situation	07
FigureI.09– : Plan de masse	07
FigureI.10– Disposition de blocs	08
FigureI.11– Les parcours et les allés dans le projet	08
FigureI.12– Des grilles de ventilation, les auvents	09
FigureI.13– Schémas sur les murs ventilés	09
FigureI.14– Jalousies et fenêtres à la française	09
FigureI.15– Dispositifs de confort visuel	09
FigureI.16– Fonctionnement des différents dispositifs de ventilation	10
FigureI.17– Matériaux et systèmes de construction	10
FigureI.18– les couleurs utilisés	11
FigureI.19– LYCÉE VÁCLAV HAVEL	11

FigureI.20- Vue aérienne	12
FigureI.21- plan de masse	12
FigureI.22- La disposition des blocs	12
FigureI.23- Bardage bois- interna	13
FigureI.24- brise soleil réglable	13
FigureI.22- La disposition des blocs	12
FigureI.23- Bardage bois- interna	13
FigureI.24- brise soleil réglable	13
FigureI.25- Panneaux photovoltaïques	13
FigureI.26- La production de l'eau	14
FigureI.27- toiture végétalisé	14
FigureI.28- Salle d'examen	14
FigureI.29- Salle d'étude	14
FigureI.30- Tubes de lumière à l'intérieur	15
FigureI.31- Tubes de lumière à l'extérieur	15
FigureI.32- vue aérienne	15
FigureI.33- Matériaux de construction	16
FigureI.34- fenêtre e dispositifs d'éclairage	16

Chapitre III : Approche contextuelle

FigureIII.01 – Situation géographique de de Laghouat	22
FigureIII.02 – tableau de la zone saharienne.....	23
FigureIII.03 – Fréquence des cieus ensoleillés, intermédiaires et nuageux	24
FigureIII.04 – Température moyenne.	24
FigureIII.05 – Variation de la température moyenne mensuelle 2011	24
FigureIII.06 – Rose des vents	25
FigureIII.07 – Direction et fréquence de vent	25
FigureIII.08 – L’humidité relative	26
FigureIII.09 – : La précipitation annuelle	26

INTRODUCTION GENERALE :

1-Introduction:

Le secteur de l'éducation en Algérie permet la prise en charge et l'instruction des millions d'algériens, où la période de la scolarité dure 12 ans. 5 ans au primaire, 4 ans au collège, et en dernier 3ans au lycée qui seront fatidiques pour l'élève algérien en biais de son choix de branche littéraire ou scientifique. Et pour un rendement meilleur, ces établissements doivent satisfaire aux différents aspects de confort avec un impact réduit sur l'environnement pour qu'ils soient durables et leur productivité soit persistante.

2-Problématique:

Le développement durable a touché un grand nombre de domaine dont le bâtiment fait partie, plusieurs conceptions de projet a été adapté à cette approche et réalisé dans différentes régions dans le monde, donc dans des climats différents. Alors chaque projet est conçu de façon qu'il s'accommode aux données climatiques avec une consommation modéré voire nulle de l'énergie.

Alors comment notre projet va s'adapter lui aussi aux données climatique de la région de Laghouat avec :

-Une empreinte maigre sur son entourage.

Une fonctionnalité qui permet aux usagers de jouer leur rôle pédagogique.

-Et une architecture riche et intelligente avec la disposition et la forme des différents blocs et espaces composants le projet?

3-Méthodologie de travail:

Le présent travail comprend deux phases principales:

La première consiste à:

-Etudier et examiner des exemples de lycées durables pour assimiler les différentes notions de la durabilité et les différentes organisations spatiales.

- Analyser des programmes de lycées internationaux et les comparer avec le programme national pour sortir à la fin par un programme incluant les points en commun entre les deux et détecter le manque ou l'excès.

- Analyser 3 sites proposés par la DUC pour y implanter des lycées et en choisir un seul qui sera le plus convenable pour y insérer un lycée bioclimatique.

- A la fin de cette partie on termine par une synthèse qui sera l'assiette de la deuxième partie (la conception).

La deuxième se consacre sur:

-Les différentes étapes de la naissance du projet avec les justifications de chaque geste et action commis dans la genèse de projet

-Et Les différents plans et coupes pour comprendre la distribution intérieure et les différents parcours qui assurent la circulation dans le projet, et les différentes façades pour comprendre le style de l'architecture utilisée.

La troisième se consacre sur:

La vérification de l'efficacité des dispositifs de confort à l'aide des différents logiciels.

<<.....Un édifice sans thème, sans une idée portante est une architecture qui ne pense pas, des ouvrages d'architecture qui naissent ainsi n'est pas de sens, ils ne signifient rien et servent purement à satisfaire des besoins de la manière la plus trivial >> Oswald Mathias Ungers

I.1 -Définition des concepts :

L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE est une discipline de l'architecture qui valorise l'environnement géographique et climatique d'un bâtiment, dans le respect des modes et rythmes de vie ainsi que de la santé des usagers du bâtiment.

L'ÉDUCATION:

Est l'action de développer un ensemble de connaissance et de valeur morales ,physiques, intellectuelles, scientifiques.... Considère comme essentielle pour atteindre un niveau de culture.

UN LYCÉE BIOCLIMATIQUE est une construction dans laquelle on recherche la meilleure adéquation entre les conditions du site(le climat), les usagers (élèves ; enseignants) afin de créer un environnement favorable (confort) en exploitant les avantages du climat et minimisant au maximum les nuisances, les effets indésirables et le recours aux solutions actives.

I.2 - ANALYSE DES EXEMPLES

EXEMPLE 1 : LYCEE KYOTO

1) PRESENTATION

Fiche technique :

Lieu : 86000-région Poitou
Charente,(France)

Date de réalisation : 2007-2009
Architecte : GUY AUTRAN –
FRANCOIS GILLARD

Capacité : 500 élèves

- Superficie : 3.5 ha



FIGI.01 :Lycée Kyoto. www.lycee-

-Le lycée Kyoto « 100% énergies propres », c'est-à-dire sans énergie fossile.

-Le site est implanté sur un ancien site agricole et regroupe deux établissements: le lycée Hôtelier de Poitiers et le lycée agricole Grand Pont.

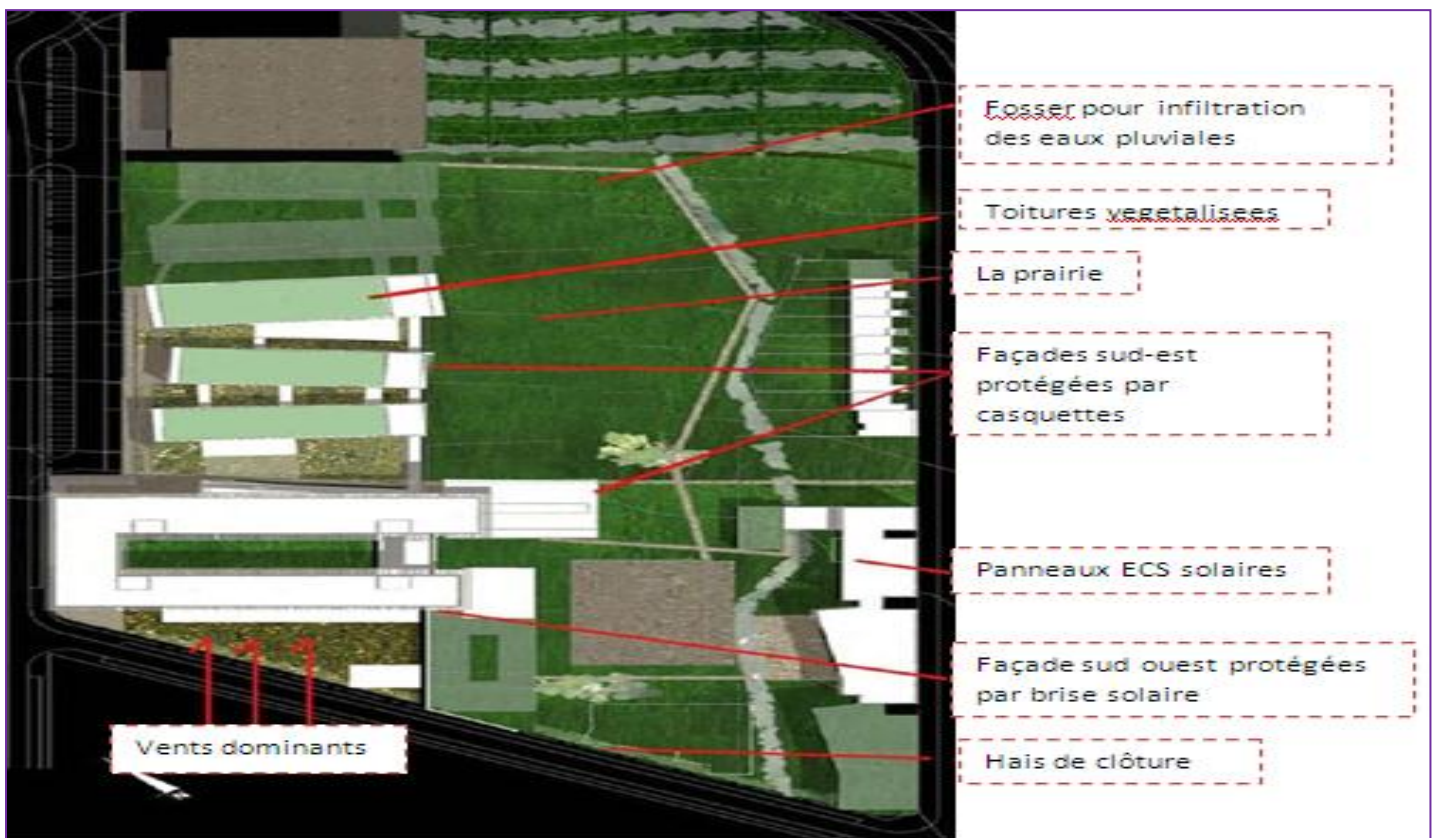
- "La région Poitou-Charentes bénéficie d'un climat de type océanique doux. Les hivers sont tempérés et pluvieux, le vent peut souffler fort sur le littoral et les îles ; au cours de l'été, souvent sec et assez chaud, les orages sont relativement fréquents.

Poitiers Biard, 117 m, 1981 - 2010													
Mois	jan.	fév.	mars	avril	mai	juin	jui.	août	sep.	oct.	nov.	déc.	année
Température minimale moyenne (°C)	1,5	1,3	3,1	4,9	8,6	11,5	13,4	13,1	10,4	8,2	4	2	6,9
Température maximale moyenne (°C)	7,8	9,3	12,9	15,5	19,5	23,2	25,8	25,7	22,2	17,4	11,5	8,2	16,6

Source : « données climatiques » [sur](#) Météo-France (consulté en juin 2013)

FIGI.02 : Donnes Climatique *sur* POITIERS BIAD 1981-2010

2) INTEGRATION DU BATIMENT DANS SON ENVIRONNEMENT



FIGI.03 :Plan de masse lycée Kyoto. www.lycee-

- Les espaces extérieurs : agréablement végétalisés et protégés des vents dominants par l'implantation du bâtiment d'enseignement général, complété par un traitement végétal.
- Les toitures terrasse des ateliers est végétalisées.
- La gestion des eaux pluviales est complètement intégrée au paysage. <http://www.tribu->

3/ PARTIES DE PROJET

SYSTEME CONSTRUCTIF

Le lycée de Kyoto est un bâtiment à "énergie zéro". Par différents systèmes (photovoltaïques, cogénération huile végétale pure, raccordement à la production UIOM d'été grâce à un stockage inter saisonnier), il produit suffisamment d'énergie renouvelable pour couvrir ses propres besoins. Les besoins de chauffage sont fortement réduits grâce à un niveau d'isolation et à l'effet tampon d'un atrium sur l'enseignement général. Dans la recherche de cette performance énergétique, les conditions de confort (éclairage naturel et confort d'été) ont été maintenues à un niveau élevé. http://www.lecourrierdelarchitecte.com/article_215

[Présentation](#) | Lycée Kyoto : Le protocole de la SCAU (25-10-2010)

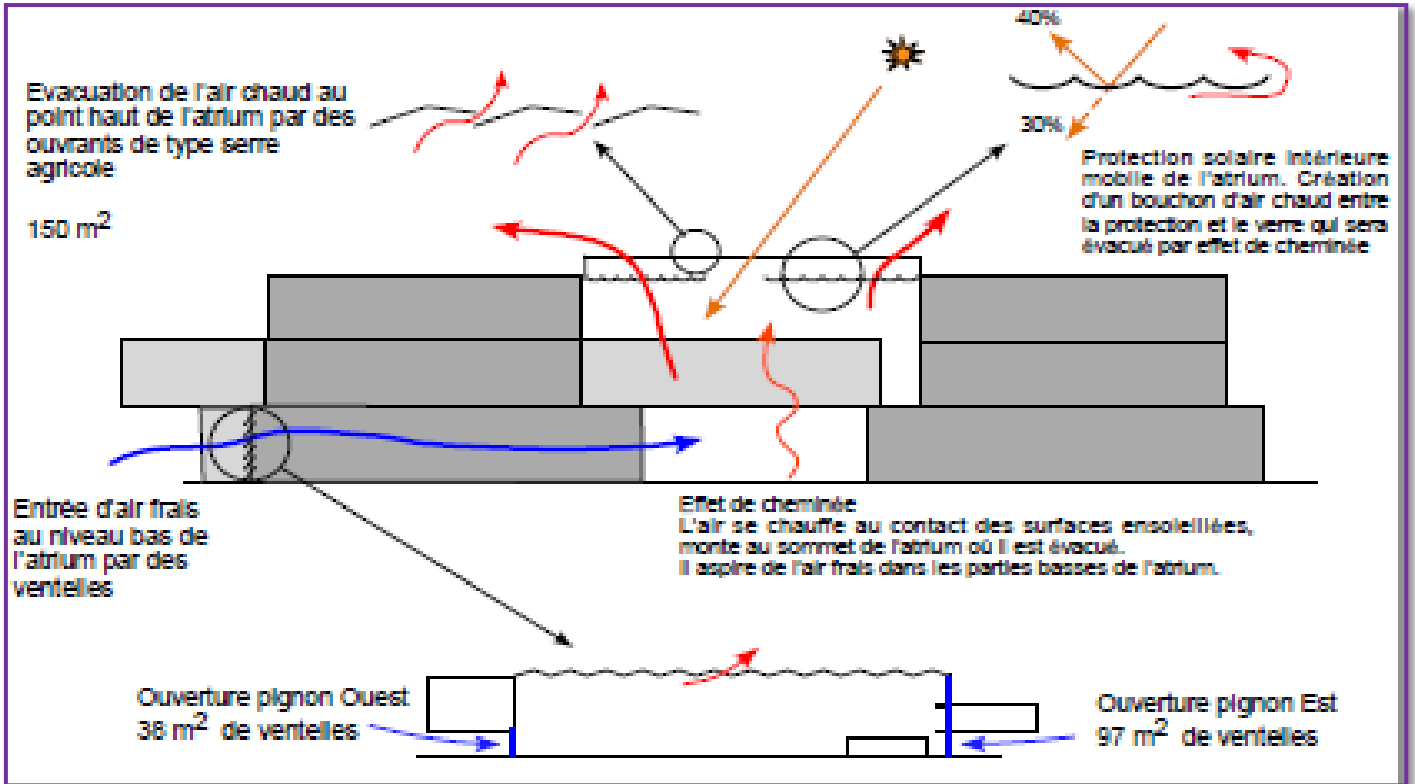
CONFORT THERMIQUE D'ETE

Protections solaires :

- Volets persiennes en mélèze ou douglas
- Brise-soleil orientables et motorisés
- Stores en toile vertical, stores horizontaux. <http://www.tribu->



FIGI.04 : Protection solaire Lycée Kyoto. www.lycee-



FIGI.05:Principe de fonctionnement et qualité de la protection solaire. www.lycee-kyoto.eu

ECONOMIES D'ENERGIES

Niveau d'isolation :

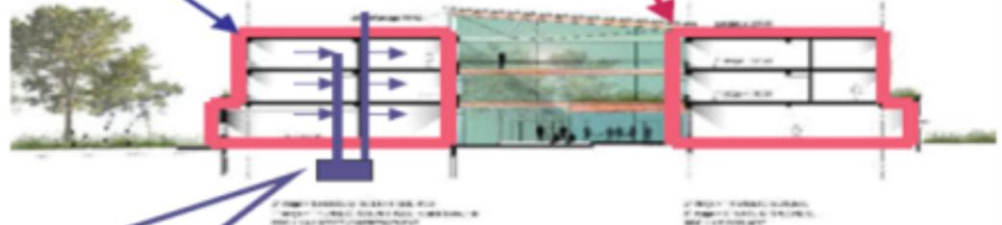
	Descriptif	U en W/m².K
Murs	-	0,19
Toiture	20 cm	0,19
Menuiserie extérieure	Bois	Uw =1,5
Menuiserie extérieure CDI et atrium	Aluminium avec rupteurs de ponts thermiques	Uw=2
Vitrage	Double vitrage + double verre IR +argon	1,10
Ubat	-	0,45

MATERIAUX ET PRINCIPES CONSTRUCTIFS

Ossature	Semelles isolées Béton armé Poteaux poutres Charpente métallique
Façade	Pierre sèche de provenance locale Bardage bois mélèze
Toiture	Acier galvanisé prélaqué Toiture végétalisée
VRD	Dalles végétalisées sopranature
Menuiserie extérieure	Mélèze ou douglas
Vitrage	16 mm argon Peu émissif
Revêtement de sol	Linoléum Moquette Revêtement coulé en caoutchouc
Isolation	Laine minérale 20 cm
Peinture	Laque acrylique en phase aqueuse

Enveloppe du bâti et systèmes énergétiques

<p><u>Choix de techniques</u> Régulation éclairage artificiel, Équipements avec récupération d'énergie, double flux, ventilation naturelle d'été</p>	<p><u>Solutions architecturales</u> Isolation renforcée, Compacité architecturale Eclairage naturel Forte inertie thermique</p>
--	---



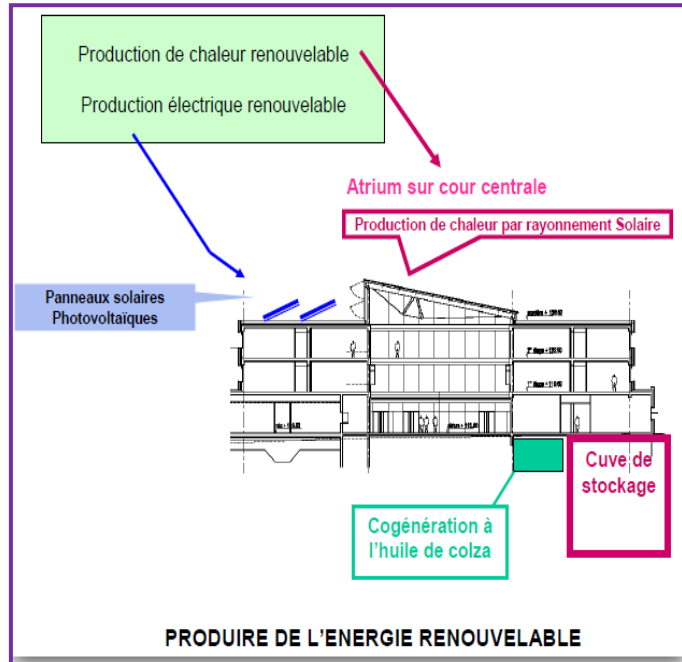
Echangeurs et récupérateurs de chaleur

<http://www.tribu->

SYSTEMES ENERGETIQUES :

- Ventilation double flux avec récupération à 70%
- Ventilation naturelle de mai à septembre
- Ventilation nocturne
- Eclairage : tubes fluorescents, ballasts électroniques pilotés par cellule photoélectrique et détection de présence
- Deux cogénérations à huiles végétales dont une de secours
- 846 m² de panneaux photovoltaïques
- Raccordement sur réseau de chaleur avec cuve de stockage inter saisonnier de 1000 m³.

<http://www.tribu->



FIGI.06 : Principe de fonctionnement . www.lycee-kyoto.eu



un puits canadien: ce système fonctionne comme une climatisation naturelle, captant l'air ambiant extérieur pour le rafraîchir avant de l'insuffler à l'intérieur du bâtiment



les panneaux solaires : permettront de chauffer le bâtiment par le biais d'un plancher chauffant



les récupérateurs d'eau de pluie : permettront d'économiser l'eau et d'alléger les factures du lycée.



une toiture végétalisée : les plantes disposées sur le toit apporteront une meilleure isolation thermique (les végétaux retiennent l'eau) et acoustique



les capteurs solaires photovoltaïques : permettra non seulement de couvrir la totalité de la production d'électricité de l'établissement mais également de revendre le surplus à une société d'électricité.

Synthèse:

-Un bâtiment ayant une grande inertie thermique et une isolation performante, dont l'orientation, la structure, l'équipement.

-les aménagements intérieurs permettent une utilisation maximale de la lumière naturelle et la limitation de la surchauffe en été, tout en offrant un confort intérieur satisfaisant, répond aux exigences essentielles de l'éco construction.

EXEMPLE 2 : LYCEE JEAN MERMOZ

Fiche technique :

Lieu : Quartier Ouakam, la presque île de Dakar, Sénégal

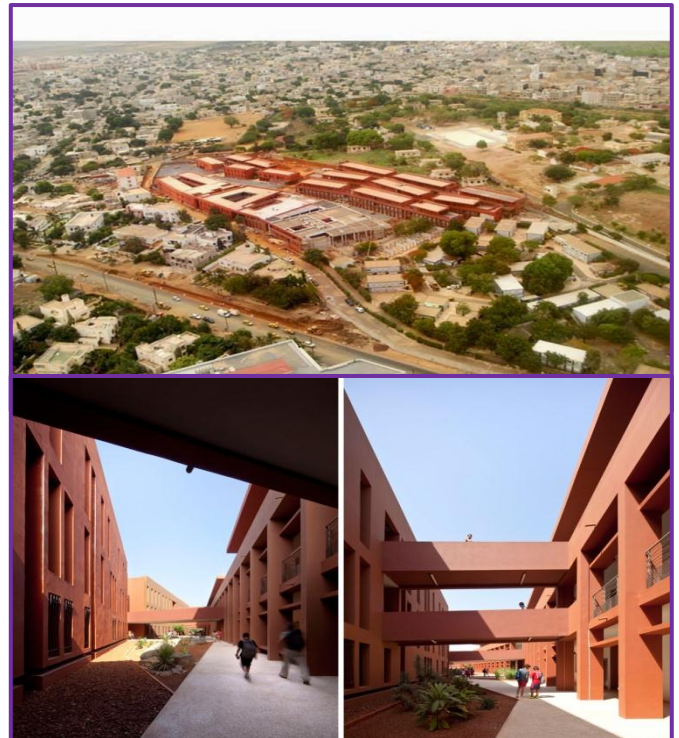
Date de réalisation : concours 2006/études 2006-07/chantier 2008-11

Maître d'ouvrage: A.E.F.E Ministère des affaires étrangères Paris, ambassade de France à Dakar

Maître d'œuvre : TERRENEUVE architectes et ARCHITECTURE ET CLIMAT

Capacité : 2500 élèves

Superficie : 17000 m²

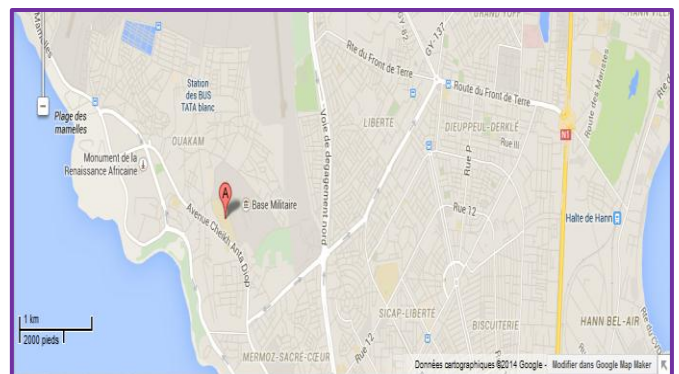


FIGI.07 : Vues sur le lycée
Source : www.terreneuve.fr

1) PRESENTATION

Le lycée est implanté à Ouakam , sur la côte ouest de la presqu'île de Dakar, au Sénégal

Dans un tissu urbain peu dense et récemment constitué.



FIGI.08 :Plan de situation
Source : www.googlemap.fr

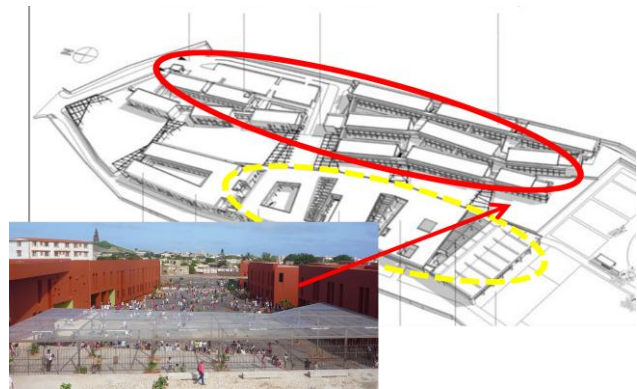
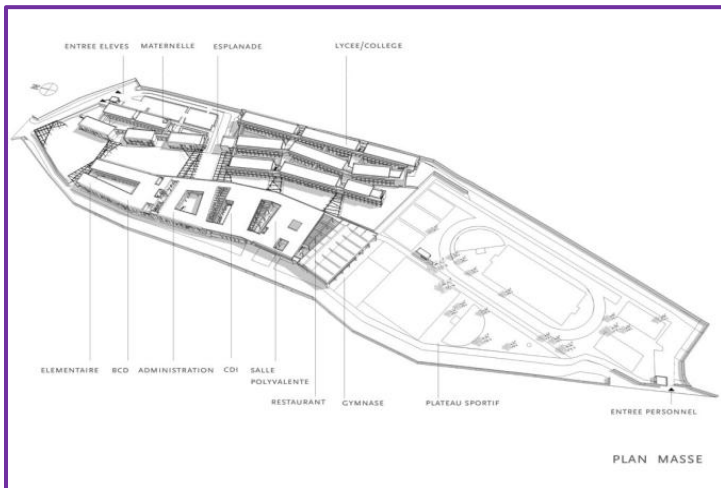
2) PLAN DE MASSE

La configuration du site n'offre que deux points de contact avec la ville. Presque totalement enclavé, le lycée est quasiment invisible depuis l'espace urbain. Le stationnement des bus scolaires et des véhicules particuliers a été pris en charge à l'intérieur de la parcelle, de même que l'ensemble du traitement des eaux.



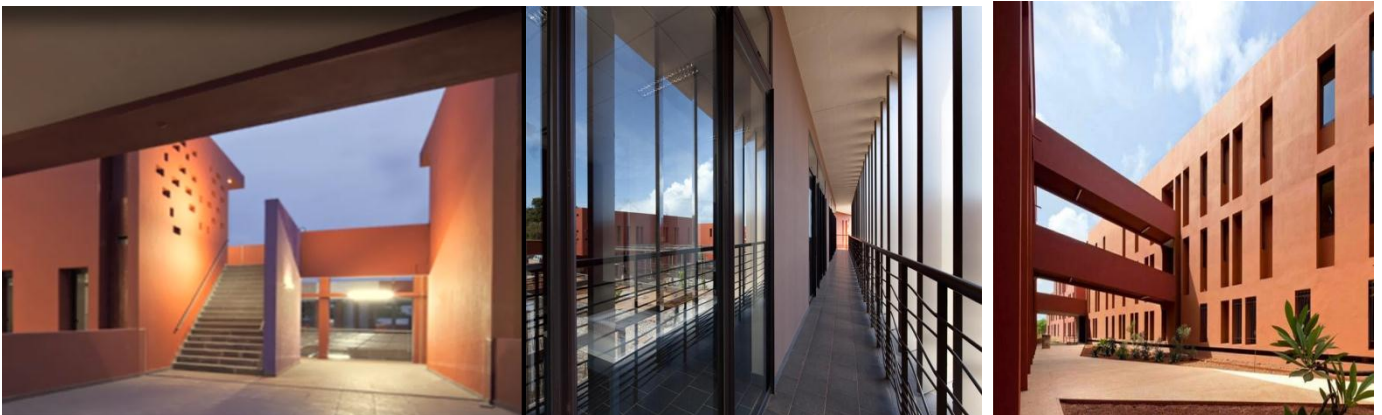
FIGI.09 : Plan de masse
Source : www.googleearth.fr

Disposition des blocs



FIGI.10 : Disposition de blocs
Source : www.terreneuve.fr

Les parcours et les allés dans le projet





FIGI.11 : Source : www.terreneuve.fr

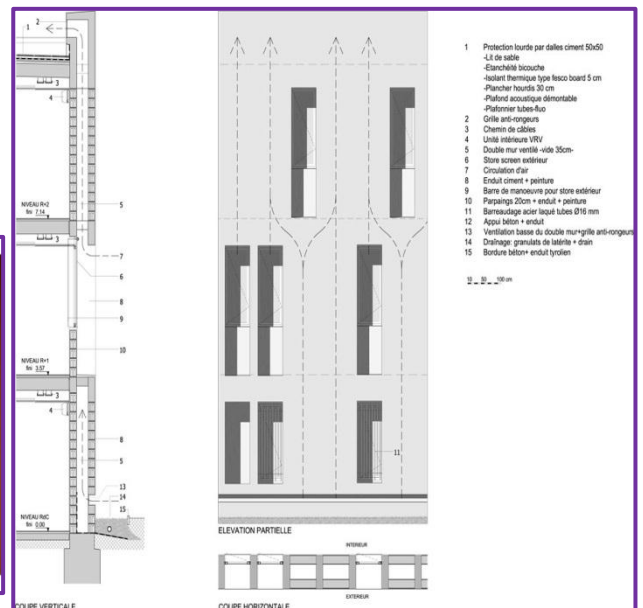
3/ PARTIES DE PROJET ET MECANISME DU CONFORT

1 Confort thermique :

Au côté nord-ouest est assuré par l'épaisseur des parois qui font dans les 75cm et qui se constituent de deux murs ventilés de parpaing de 20 cm et un vide de 35cm. Tandis que le côté sud-est et est sont protégés des rayons solaires par des auvents et des galeries



FIGI.12 : Des grilles de ventilation, les auvents,
Source : www.terreneuve.fr



FIGI.13 : Schémas sur les murs ventilés
Source : www.terreneuve.fr

2/Confort respiratoire (ventilation naturelle)



FIGI .14 : Jalousies et fenêtres à la française
Source : www.terreneuve.fr

La ventilation se fait par des
jalousies qui assurent le
rafraîchissent des locaux

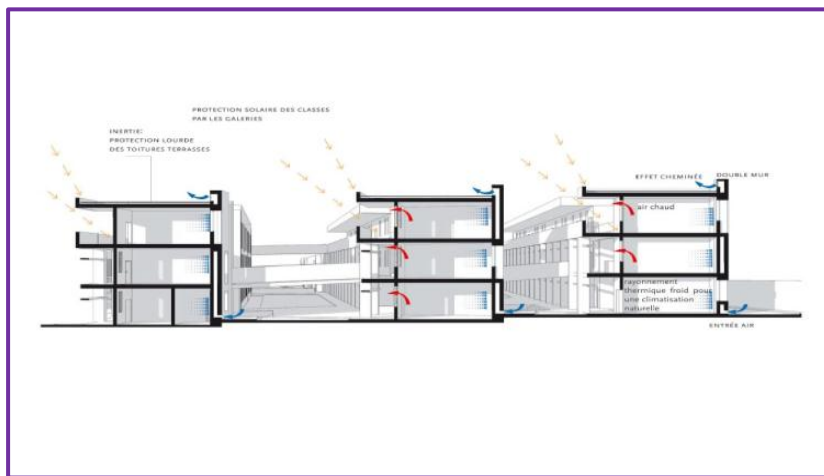
Et des fenêtres ouvrantes à la
française

3/ Confort visuelle :

Est assuré par des fenêtres épaisses et des brises soleil horizontaux et verticaux.



FIGI.15 : Dispositifs de confort visuel
Source : www.terreneuve.fr



FIGI .16 : Fonctionnement des différents dispositifs de ventilation
Source : www.terreneuve.fr

4/ Confort acoustique

Le projet est confortable du point de vue acoustique grâce à l'épaisseur des murs et aussi la localisation du plateau sportif au extrême sud de la parcelle.

5/Matériaux de construction matières et couleurs

Le projet est construit avec un système de poteau poutre en béton armé et parfois banché et des toitures en corps creux, revêtement de sol en dalle de cérame et granito.



FIGI.17 : Matériaux et systèmes de construction.
Source : www.terreneuve.fr



Les couleurs
utilisés sont des
couleurs chaudes
(rouge, ocre et
brun) pour intégrer
le projet aux
traditions
dakaroises



FIGI.18 : les couleurs utilisés Source : www.terreneuve.fr

Synthèse:

- Le lycée est contemporain dans ce style et sa construction et sa mise en œuvre s'appuient sur les ressources et les savoir-faire locaux.
- les systèmes de ventilation et rafraîchissement naturels ont réduit le besoin de la climatisation qui consomme de l'énergie surtout dans les heures les plus chaudes.
- l'éclairage naturel a participé aussi dans l'économie de l'énergie
- Le lycée par ses couleurs chaudes et les matières utilisées s'intègre dans les traditions sénégalaise en particulier et africaine en général.

EXEMPLE 3 : LYCÉE VÁCLAV HAVEL:

Fiche technique :

LIEU : sud-est de la Communauté Urbaine de Bordeaux, à Bègles, en France

DATE DE RÉALISATION : 4 septembre 2012

ARCHITECTE : Philippe Laperna

CAPACITÉ : 1 427 Elève

SUPERFICIE : 20 300 m²

ZONE CLIMATIQUE : atlantique central
(chaud et humide).



FIGI.19 : LYCÉE VÁCLAV HAVEL
Source : www.mon-annuaire-pro.com

1) PRESENTATION

L'établissement, implanté sur un terrain de 4,8 hectares au cœur de l'éco quartier de Bègles et proche de la rocade et desservi par les transports en commun (premier lycée à énergie positive en Aquitaine) . un emplacement stratégique avec un climat agréable (par des hivers très doux et des étés chauds).source: www.blog-habitat-durable.com



FIGI.20 : Vue aérienne
Source : [www. Google Earth.com](http://www.Google Earth.com)

2) PLAN DE MASSE

La construction du lycée de Bègles s'intègre dans un aménagement global d'un nouveau quartier sur un vaste territoire végétalisé de 60 hectares, appelé Terre Sud.

Les architectes ont favorisé une orientation nord/ sud, permettant un maximum d'éclairage naturel.

Source:L YCEE A ENERGIE ZERO V ACLAV HA VEL Bègles



FIGI.21 : Plan de masse
Source : www.construction21.org/france

La disposition des blocs :

-l'orientation Nord Sud prédominante, seul le bâtiment de l'internat est orienté Est Ouest, ce qui permet de protéger le reste du site du vent

Source: L YCEE A ENERGIE ZERO V ACLA V HA VEL Bègles



FIGI22 : Plan de masse
Source : www.construction21.org/france

LE PROGRAMME PÉDAGOGIQUE PROPOSE 4 POLE DE FORMATION:

- 1-pole enseignement général et technologique
- 2-pole matières de la mode et industrie connexe
- 3-pole bio-industrie chimique et traitement des eaux
- 4-Pole Médical social et sanitaire et sociale

Source: www.ac-bordeaux.fr



3/ PARTIES DE PROJET ET MECANISME DU CONFORT

1/ Confort thermique

La réussite du projet est basé sur l'économie d'énergie grâce à une bonne isolation de l'ouvrage, une attention particulière a été porté à l'enveloppe du bâtiment (bardage en bois) qui fait la chasse aux déperditions d'énergie .

Source : vimeo.com/54084289



FIGI.23 : Bardage bois- interna
Source: www.canalplus.fr/c-infos-documentaire

Des brises soleil réglable et orientables sont pilotées par une gestion technique centralisée pour un confort thermique optimisé.

Source : vimeo.com/54084289



FIGI.24 : brise soleil réglable-- Source: www.canalplus.fr/c-infos-documentaire

2/ L'économie d'énergies



3000 m² de panneaux photovoltaïques placés sur les toits produisent de l'électricité.

Source : vimeo.com/54084289



FIGI.25 : Panneaux photovoltaïques
www.canalplus.fr/c-infos-documentaire



La production de l'eau chaude sanitaire et l'eau de gymnase est assurée par des capteurs solaires.

Source : vimeo.com/54084289



FIGI.26 : La production de l'eau chaude
www.canalplus.fr/c-infos-documentaire

-Les toitures végétalisées : la structure des chaussées et des bassins à ciel ouvert permettent la récupération des eaux pluviales

Source : vimeo.com/54084289



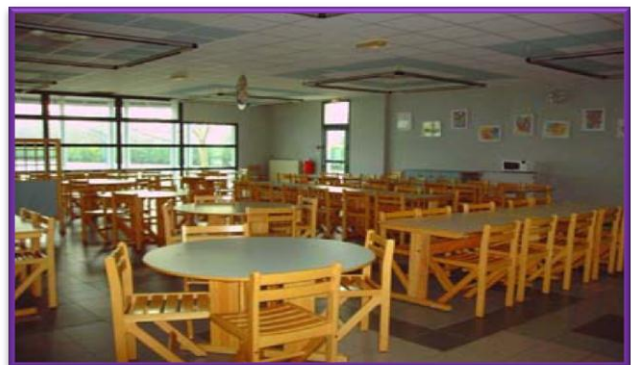
FIGI.27 : toiture végétalisée
www.canalplus.fr/c-infos-documentaire

3/ Confort visuelle

- une isolation renforcée (fenêtres double-vitrage)
- captation optimale de l'énergie solaire
- Lames brise-soleil.
- Exposition Nord-Sud des bâtiments pour favoriser la luminosité.



FIGI.28: Salle d'examen
Source : www.sudouest.fr



FIGI.29 : Salle d'étude
Source : www.sudouest.fr



FIGI.30 : Tubes de lumière à l'intérieur
Source : vimeo.com/54084289

On note également des tubes de lumière doté de loupe cherche la lumière naturelle extérieure pour l'éclairage de l'intérieur du bâtiment.

Source : vimeo.com/54084289



FIGI.31 : Tubes de lumière à l'extérieur
Source : vimeo.com/54084289

L'internat est orienté Est Ouest, ce qui permet de protéger le reste du site des nuisances acoustiques de la route de Toulouse.

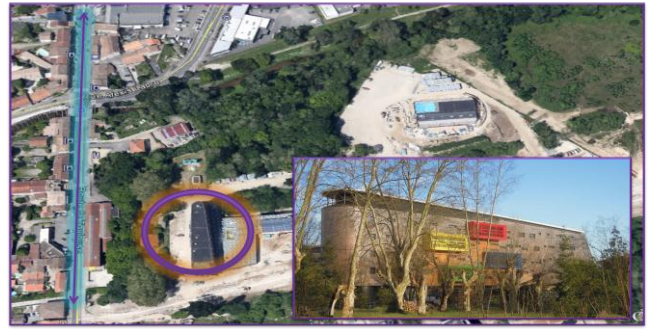
Source : www.tribu-concevoirdurable.fr



5/ respiratoire (ventilation naturelle) :

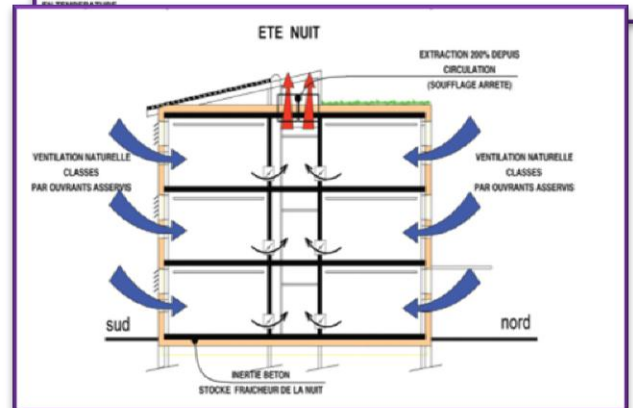
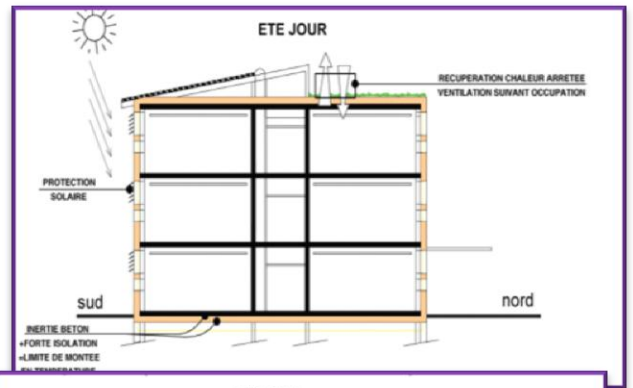
Renouvellement d'air via une ventilation double-flux .

Source : :LYCEE A ENERGIE ZERO VACLAV HAVEL – Bègles



FIGI.32 :vue aérienne

Source : L YCEE A ENERGIE ZERO VACLAV HA VEL – Bègles

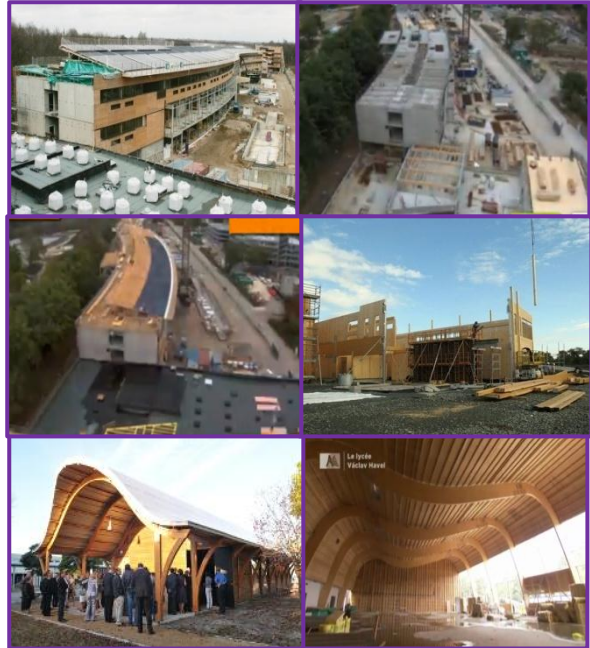


FIGI.32 : confort thermique d'été

Source : L YCEE A ENERGIE ZERO VACLAV HA VEL – Bègles

5/Matériaux de construction matières et couleurs

- La structure est en béton.
- L'utilisation du Bois (en grande partie du pin des Landes),
(Plancher bois +béton, ossature et Bardage et menuiseries bois...)
- Toiture légère (isolant + végétalisation et gravier).
- Façade en bois.
- Revêtement de sol : linoleum écologique (insonorisation) + caoutchouc.



FIGI.33 Matériaux de construction

Source : v4.aquitaine.fr/politiques regionales/constructions-et renovations



Les fenêtres sont toutes sans exception en bois et aluminium intégrant dans la façade.

FIGI.34 : fenêtre e dispositifs d'éclairage
Source : v4.aquitaine.fr/politiques regionales/constructions-et renovations



Synthèse:

- *Les principes utilisés dans la conception bioclimatique dans Le lycée Vaclav Havel :
 - le choix des orientations.
 - le niveau d'isolation, la compacité des bâtiments (tels que gymnase, restauration, logements...).
 - Ventilation des locaux par centrale de traitement d'air double flux.
 - Toits photovoltaïques, énergie solaire, toiture végétalisée afin de garantir un niveau de confort thermique.
 - Le lycée produira au final une énergie positive (consommations d'énergie).

<<.....le programme est un moment en avant du projet , c'est une information obligatoire à travers laquelle l'architecture va pouvoir exister , c'est un point de départ mais aussi une phase préparatoire >> P.RIBOULET IN TA 359

II.1 PROGRAMME QUALITATIF ET QUANTITATIF

D'après l'analyse des exemples on a obtenu ce tableau qui résume toutes les points nécessaires du point de vue de qualité et de quantité.

Espace	Surface	observations	exigences
Salle de classe	- Min=60.4m ² pour 32 → 1.9 m ² pour place d'élève. -Max=70m ² pour 34→ 2.1m ² pour place d'élève. -Prg officiel= 62m ² pour 40→ 1.55 m ² pour place d'élève.	-on prend 2m ² par place d'élève. -forme rectangulaire. -4 rangées par classe et 4 tables par rangée	- zone calme (éloignement des espaces ou création d'obstacle) -Eclairage naturel + 300 lux -ventilation et aération - une seule porte -Orienté de préférence Est-Ouest
Laboratoires de travaux dirigés (Sciences-physique-Technologie)	-Min=86m ² pour 24 élèves→ 3.6m ² par place d'élève. -Max= 97m ² pour 24 élèves→ 4m ² par place d'élève. -Prg officiel=65m ² pour 20 élèves→ 3.25m ² par place d'élève.	- on prend 3.8m ² par place d'élève. -forme rectangulaire -2rangées par labo et 4paillasse par rangée.	- zone calme (éloignement des espaces ou création d'obstacle) -Eclairage naturel + 300 lux -ventilation et aération -deux portes -Orienté de préférence Est-Ouest
Salles de préparation	-Min=15m ² -Max=50m ² Prg officiel= 25m ²	-On prend 30 m ² . - Chaque deux labo possèdent une salle de préparation	- zone calme (éloignement des espaces ou création d'obstacle) -Eclairage naturel + 300 lux -ventilation et aération -trois portes
Salle d'informatique	-Min=87m ² -Max=90m ² Prg officiel= 62m ²	-On prend 80 m ² .	- zone calme (éloignement des espaces ou création d'obstacle). -ventilation et aération.
Atelier de musique + magasin	-Min=81m ² -Prg officiel=80m ²	-On prend 80 m ²	-L'isolation acoustique. -Le magasin sera associé à l'atelier.
Atelier de dessin + magasin	-Max=92m ² -prg=80m ²	-On prend 86 m ²	-Eclairage jusqu'à 500 lx -Le magasin sera associé à l'atelier.
Salle polyvalente	-Min= 150m ² -Max=273m ² -prg officiel= 100m ²	-On prend 210 m ²	
Auditorium	125m ² →pour 160 places 235m ² → pour 300 places	Un auditorium de 160 Pour un lycée de 600 élèves -On prend un auditorium de 300 places -Forme rectangulaire ou trapézoïdale	-La hauteur de l'auditorium doit être de 5m ou plus. -L'isolation acoustique -doit doter au moins 3 portes De 1.2m en deux vantaux

Bureau pour la surveillance pédagogique (01 bureau dans chaque étage)	9m ²	Chaque groupement de classe doit être contrôlé à travers ce bureau -carré ou rectangulaire	-doit être éclairé naturellement sinon jusqu'à 500 lx artificiellement.
Dépôt	15m ²	Pour mettre le matériel cassé	Une porte de 1.2m ou plus à deux vantaux
ADMINISTRATION			
Espace	Surface	observations	exigences
Bureau du directeur	Prg officiel = 30m ² Max= 36m ²	On prend 35m ² Peu importe la forme	Eclairage naturel sinon artificiel avec 300 lx au min Comportant deux accès : un personnel l'autre pour les visiteurs du côté du secrétariat. Et une porte pour accéder à la salle de réunion. -le bureau doit avoir son WC
Secrétariat	Prg= 15m ² Max=17m ²	On prend 15m ² Peu importe la forme	Eclairage naturel sinon artificiel avec 300 lx au min Comprenant un espace d'attente pour les visiteurs
Bureau de censeur et secrétariat	Min= 23.5m ² Prg officiel= 25m ²	-On prend 25 m ² -Peu importe la forme -Le bureau du secrétariat doit avoir un espace suffisant de 15m ²	-Eclairage naturel sinon artificiel avec 300 lx au min -Comportant deux accès : un personnel l'autre pour les visiteurs du côté du secrétariat. - le secrétariat doit comprendre un espace d'attente pour les visiteurs Le tout doit être près de l'entrée
2 Bureau de conseiller d'éducation	Prg=16m ² Max= 19m ²	On prend 16m ² Peu importe la forme	-Eclairage naturel sinon artificiel avec 300 lx au min -Les 2 bureaux doivent être près du bloc pédagogique et dans une zone calme
Bureau de gestion	Min=15m ² Prg=16m ²	On prend 16m ² Peu importe la forme	-Eclairage naturel sinon artificiel avec 300 lx au min
Magasin (pour fournitures de bureau)	Prg= 12m ²	On prend 12m ² Peu importe la forme	Doit être près des bureaux et avoir une porte de 1.2 m ² de 2 vantaux
Salles des professeurs	Min=56m ² Max=86m ² Prg= 60m ²	On prend 60m ² La salle doit être allongée D'une forme rectangulaire ou ovale	La salle doit être près des salles de classe -Eclairage naturel sinon artificiel avec 300lx

Salle de réunion	Prg= 65m ²	On prend 65m ² La salle doit être allongée d'une forme rectangulaire.	La salle doit avoir une relation directe avec le bureau du directeur
Foyer des professeurs	Prg= 12m ²	On prend 12m ² Peu importe la forme	Le foyer doit être adjacent à la salle des professeurs Et doit contenir un espace de préparation (café...)
Foyer et salle-Salle de jeux des élèves	Prg= 60 m ²	On prend 60m ² Peu importe la forme	Le foyer doit être dans la cour de récréation ou le plus près possible Il doit comporter un espace de préparation L'espace doit être bien éclairé naturellement sinon 200 lx artificiellement
Salle d'archives	Prg=20m ²	On prend 20m ² Forme rectangulaire ou carrée	Elle doit être bien étanche Et ventilé Et doit être près de l'administration
Salle de tirage	9m ²	On prend 9m ² Peu importe la forme	Elle doit être près aux bureaux d'administration
Unité de dépistage et de suivi de santé scolaire (U.DS) : Cabinet médical Cabinet dentaire	Prg=74m ² Prg=15m ²	On prend : 74m ² 15m ²	L'unité de dépistage doit être près des classe et doit avoir un espace d'attente entre le cabinet médical et dentaire
Bloc sanitaire			-Chaque groupement de classe doit avoir des sanitaires pour prof (1H/1F) Et pour les élèves (garçons et filles) Et des sanitaires pour fille et garçon près de la cour. Et des Sanitaire pour H/F à côté de la salle des profs Et des sanitaires près des bureaux d'administration
Loge gardien	Prg=6m ²	On prend 6m ² Forme carrée ou rectangulaire	Il doit être à l'entrée du lycée
Bibliothèque et salle de lecture.	Prg officiel = 160 Max= 170	On prend 160m ² Peu importe la forme	La Bibliothèque doit être mitoyenne aux salles d'informatique et avoir un éclairage naturel ou jusqu'à 750lx artificiel
Aire de jeux (30*20)	605		Il doit être dans les espaces bruyants
Hall	21m ²	On prend 21m ² Peu importe la forme	Il doit être à l'entrée du gymnase entre les vestiaires des élèves et des profs Et éclairé naturellement et jusqu'à 500 lx artificiellement
Vestiaire élèves	2*11.5m ²	On prend 11.5m ²	Ventilation naturelle

(filles et garçons)			Elles doivent être séparées
Vestiaire enseignants (H /F)	2*7.5m ²	On prend 7.5m ²	Ventilation naturelle Elles doivent être séparées
Local matériel	16m ²	On prend 16m ²	
4 Douches Elèves (filles et garçons) Profs (H/F)	16m ² / 8m ²	On prend 16m ² pour les douches des élèves et 8m ² pour profs	Les douches doivent être à côté des vestiaires (relation directe)
Chaufferie	16m ²	On prend 16 m ² Forme rectangulaire	Ventilation naturelle
Terrain omnisport	1280m ²	On prend 1280m ²	Il doit être dans les espaces bruyants
Salle de sport et gymnase	1500m ²	On prend 1500 m ² pour 300 élèves Forme rectangulaire	La hauteur doit être plus de 3m et un éclairage naturel jusqu'à 500lx artificiel -ventilation naturel
Espace vert	1140m ²		Les espace vert doit être du côté sud et sud-ouest pour adoucir les sirocos les utiliser dans la ventilation
Espace extérieur (5 à 6 m ² par élève)	6000m ²	On prend 6000m ²	La cour doit comprendre des préaux et des pergolas à plante grimpante pour assurer un certain confort aux élèves pendant la récréation

II.2 PROGRAMME QUANTITATIVE PROPOSE

Bloc 01

espace	Nb	Surface unitaire m ²	Surface totale m ²
Laboratoire	6	60	360
Sale de preparation	3	30	90
Sale de classe	10	64	640
Bureau de surveillant	2	9	1par étage
Bloc sanitaire f h	3	15	45
Dépot	2	15	30
Circulation		20%	233
totale			1398 m ²

Bloc 02

espace	Nb	Surface unitaire m ²	Surface totale m ²
Salle de classe	15	64	960
Bureau de surveillant	3	9	27
Bloc sanitaire f h	3	15	45
Dépot	3	15	30
Circulation		20%	215
totale			1292 m ²

Bloc 03

espace	Nb	Surface unitaire m ²	Surface totale m ²
bibliothèque	1	160	160
Salle polyvalente	1	170	170
foyer	1	60	60
Salle d'informatique	1	80	80
Atelier dessin + magasin	3	15	45
Salle de prof	2	15	30
Circulation		20%	174
totale			1042 m²

Bloc 04

espace	Nb	Surface unitaire m ²	Surface totale m ²
Bureau directeur + servaillant	1	45	45
Bureau censeur+	1	25	25
Bureau de conseiller	2	16	32
magasin	1	12	12
Salle d'archive	1	16	16
Salle de tirage	1	9	9
Salle de réunion	1	65	65
Bloc sanitaire	1	15	15
Circulation		20%	65
totale			400 m²

Autres espaces

espace	Nb	Surface unitaire m ²	Surface totale m ²
auditorium	1		
Plateau sportif			
Salle de gymnase	1	1500	
Stade omnisport		1280	
Terrain de jeu		300	
Espace de repot		315	
Espaces exérieures		
totale			

Bloc logement

	Nb	Surface unitaire m ²	Surface totale m ²
F5	1	110	110
F4	2	90	180
F3	2	70	140
totale			430

<<.....l'architecture c'est la prise de possession du site, c'est la manière avec laquelle l'architecture touche un terrain , transforme une situation >> Peter Van Mies

ANALYSE DES SITES

III. 1- INTRODUCTION:

L'étude du contexte physique et naturel vise à analyser les composantes du site pour parvenir à identifier la relation existante entre elles et les autres composantes (économiques, démographiques et urbanistiques).

L'importance de cette étude réside dans le fait de connaître les différentes caractéristiques du site et ses potentialités en vue d'établir une analyse critique de l'attribution adéquate de tout ce qui existe : équipement, service, habitat...etc.

III. 2-PRÉSENTATION DE LA VILLE:

PRESENTATION DE LAGHOUAT:

➤ Situation géographique :

La commune de Laghouat est située au piémont de l'Atlas Saharien, du côté Nord, elle s'étend sur le plateau saharien du côté Sud. Cette Agglomération de nature mixte entre les hautes terres d'un côté et les basses terres de l'autre, constituant ainsi, une liaison et une zone tampon entre le Nord et le Sud du pays.

➤ Situation astronomique:

Laghouat est placée entre 830m d'altitude à l'ouest et 790 m d'altitude au nord séparée par une profonde échancrure. Elle a une latitude de $33^{\circ}46'$ et une longitude de $2^{\circ}56'$.



FIGIII.01 : Situation géographique de Laghouat.

Source : www.monalgerie.net

	Zone D : pré Sahara et Sahara
localisation	Latitude : entre la limite supérieure de 34 ⁰ 50 N a l'ouest a 35 N a l'est la limite inférieure de 19 ⁰ à l'est et à l'ouest
Variations saisonnières	02 saisons, chaud et froide
Température	T max moyenne : 45 ⁰ C et entre 20-30 ⁰ C en hiver, variation saisonnière de 20 ⁰ C. L'effet de la latitude les hivers deviennent de plus en plus froids.
Précipitations	Pluies rares, torrentielles par moments
Humidité	réduite entre moins 20% après midi a plus de 40% la nuit
Conditions célestes et rayonnement	Ciel clair pour une grande partie de l'année. rayonnement solaire intense augmente par les rayons réfléchit par le sol.
Végétation	Extrêmement clairsemée.
Vents	Généralement locaux mais les vents sable et les tempêtes sont fréquents, arrivant généralement les après-midis.

FIGIII.02 : tableau de la zone saharienne

Source : www.monalgerie.net

III.3-LES CARACTERISTIQUES CLIMATIQUES DE LA VILLE DE 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. Il est caractérisé par :

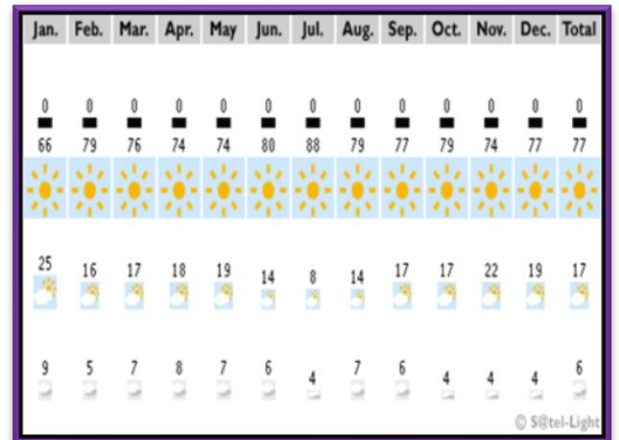
➤ **Le climat lumineux de Laghouat :**

La ville de Laghouat se caractérise par un éclairage lumineux horizontal moyen égal à 42 kilo lux et la dominance du ciel clair (la troisième zone)

➤ **le type de ciel :**

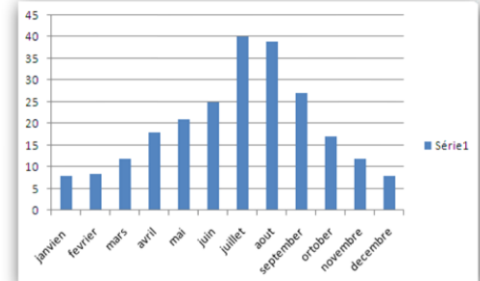
La zone se caractérise par un ciel clair régnant pendant presque toute l'année. Cependant les jours nuageux sont rares, La portion des jours nuageux est d'environ 5.91% de l'année entière et les jours ensoleillés constituent une portion d'environ 76.91%.

FIGIII.0 3 : Fréquence des ciels ensoleillés, intermédiaires et nuageux.
Source : www.satel-light.com



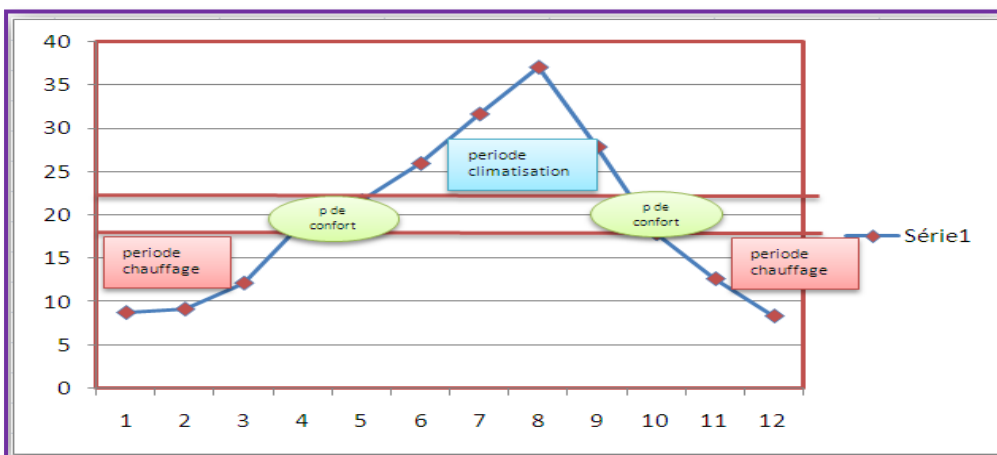
➤ **La température:**

La période la plus froide de l'année s'étale sur trois mois (décembre, janvier, février), la température la plus basse enregistrée est de 8⁰ c. Tandis la plus élevée est enregistrée au mois d'août qui dépasse 32⁰.



FIGIII.04 : Température moyenne.
Source : la station météorologique de Laghouat (Année 2010)

➤ **Diagramme de confort**



FIGIII.05 : Variation de la température moyenne mensuelle 2011

ANALYSE

D'après ce diagramme en distingue 03 zones à savoir :

La zone de confort c'est la zone où les conditions de température pour lesquelles l'être humain est à l'aise et n'éprouve aucune sensation de gêne, comprise entre 18°C et 23 °C, présente par les mois (mai et octobre) .

Les zones de contrôle thermique

1- Zone de sous chauffe (zone de chauffage).

C'est au-dessous de 18°C.

a- Le chauffage actif

Dans cette période où les températures sont inférieures à 15°C le chauffage solaire passif est insuffisant, donc le chauffage est assuré par le système actif.

b- Le chauffage passif

la température est comprise entre 15°et18°pour atteindre un certain confort, il faut chercher par des moyens de captage.

2- Zone de sur chauffe (zone de refroidissement).

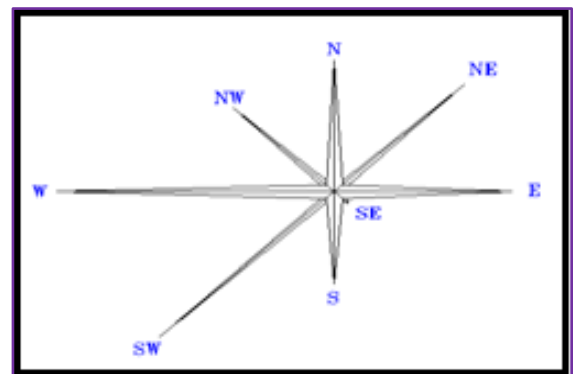
C'est au-dessous de 23°C, elle est apparente essentiellement en été de la deuxième moitié du mois de juin jusqu'au mois de septembre.

➤ Vents :

Les vents dominants à Laghouat soufflent de l'ouest, mais aux changements de saisons la fréquence du vent est tout aussi importante du sud-ouest. Il y a très peu de vent d'orientation nord-ouest et presque nul au sud-est.

Le siroco souffle 65-70jours par an à partir de moi de Mai, il est fréquent du côté nord et ouest, Le chehili venant du sud, souvent violent et sa vitesse varie de 15 à 30M/S. et de direction sud-ouest fréquence 687heures/mois.

-Pour une année d'observation, nous recueillons une Généralité des fréquences moyennes des vents exprimées en heures pour toutes les Directions.



FIGIII.06 : Rose des vents. Source : la station météorologique de Laghouat (Année

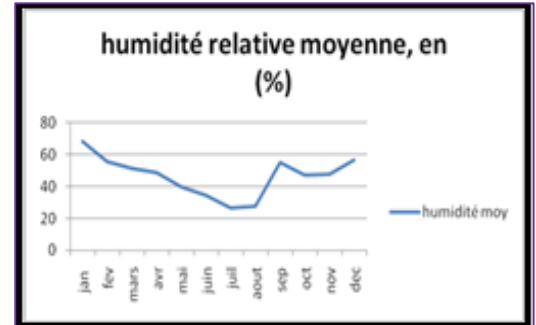
Direction	Fréquence (h/an)
NORD	357
N.N.EST	400
N. EST	498
E.N.EST	615
EST	411
E.S.EST	95
S.EST	23
S.S.ST	96
SUD	219
S.S.OUEST	300
S.OUEST	687
O.S.OUEST	624
OUEST	705
O.N.OUEST	507
N.OUEST	384
N.N.OUEST	348

FIGIII.07 : Direction et fréquence de vent

Source : rapport du PDAU Laghouat

Humidité

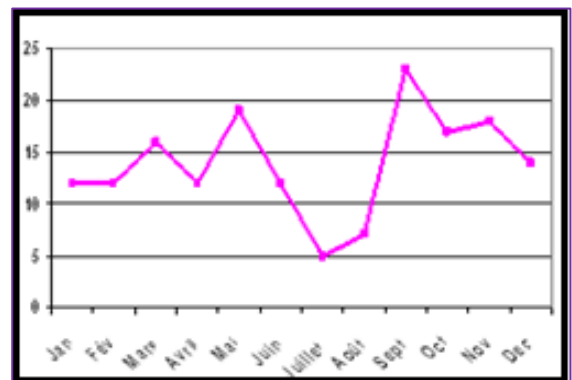
Dans le mois de Janvier on enregistre le taux d'humidité le plus élevé (68,2%), et le plus bas (26,4%) pendant le mois de juillet.



FIGIII.08 : L'humidité relative.
Source : la station météorologique de Laghouat

➤ Précipitations

D'après le graphe, on remarque une précipitation annuelle limitée (111 mm). Le mois le plus arrosé est Septembre avec 23mm et le mois le plus sec est Juillet avec 5mm.



FIGIII.09 : La précipitation annuelle.
Source : la station météorologique de Laghouat (Année 2010).

Conclusion


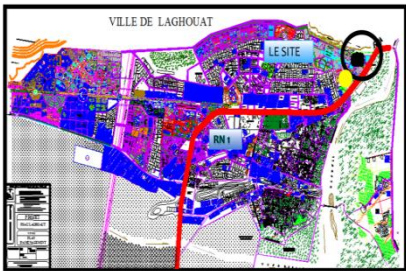
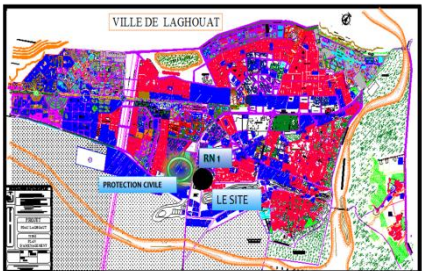




Donc l'intégration d'un système de récupération des eaux pluviales ne sera pas utile




Toute construction ne tenant pas compte de la position du soleil consomme de grandes quantités d'énergie pour son chauffage en hiver et son refroidissement en été. Au moment de la conception d'un bâtiment, il est alors utile de faciliter la pénétration du rayonnement solaire en hiver, à l'inverse d'été où ce rayonnement est à éviter.

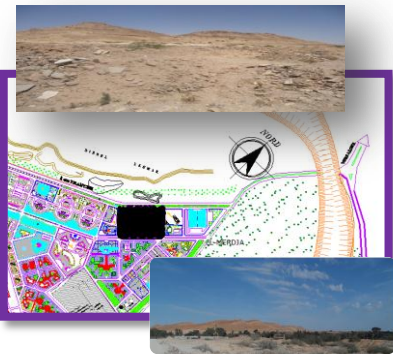


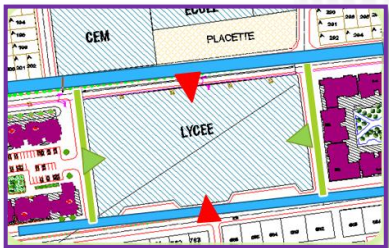

D'après cette analyse on peut conclure que :



La zone pré saharienne dont la ville de Laghouat fait partie représente une potentialité importante d'énergie solaire Et de nombreuses contraintes qui limitent de façon durable le développement, Ces contraintes sont : la température (valeurs extrêmes), les vents (Siroco et dominant).


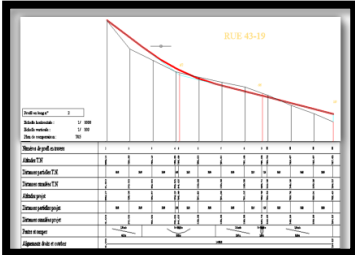
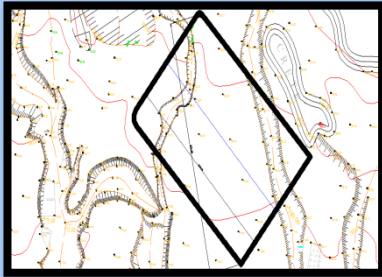
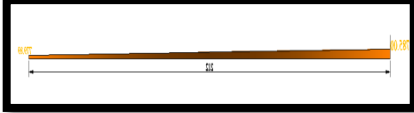
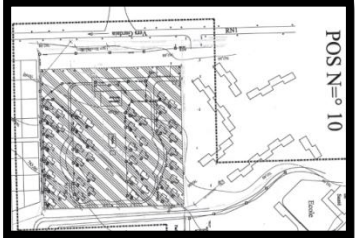
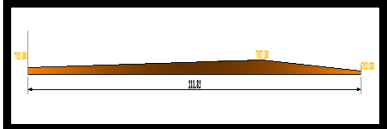
III.4 ANALYSE COMPARATIVE DES SITES :

	SITE 01	SITE 02	SITE 03
1/Situation par rapport à la ville de Laghouat	<p>Le site d'intervention se situe dans la zone haute de la ville de Laghouat (la périphérie de la commune de LAGHOUAT. Proximité de djebel LAHMAR)</p> 	<p>Le site réservé pour le projet est située à la commune de Laghouat, dans l'endroit appelé ELMERDJA au Nord de la ville.</p> 	<p>Le site d'intervention se trouve au sud de la ville proche de la zone industrielle et à l'intersection de la RN1 et le W230</p> 
par rapport à voisinage immédiat :	<p>délimité comme suit :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Au Nord et Au Sud par un terrain réservé pour 1120 logement. -A l'Est par un terrain réservé pour des lotissements -Et à l'Ouest par une route projetée suivit d'un terrain pour 	 <p>  </p>	<p>Le terrain est entouré par des Bâtiments à usage d'habitation</p>  <p>et possède un front de rue sur la RN1 .</p>

<p>2/Forme et orientation</p>	<p>La forme : Une forme rectangulaire La dimension : 164.00m * 94.00m La surface : 15416m² La forme allongé de site favorise l'orientation est ouest</p> 	<p>La forme : Une forme rectangulaire La dimension : 212.39m * 142.9 m La surface : 30350.53m² La forme du terrain qui est légèrement allongé favorise l'orientation nord-est sud-ouest</p> 	<p>La forme : Une forme rectangulaire La dimension : 212.03m * 11.84m La surface : 44916.44m² La forme carrée du terrain ne favorise aucune orientation.</p> 
-------------------------------	--	--	--

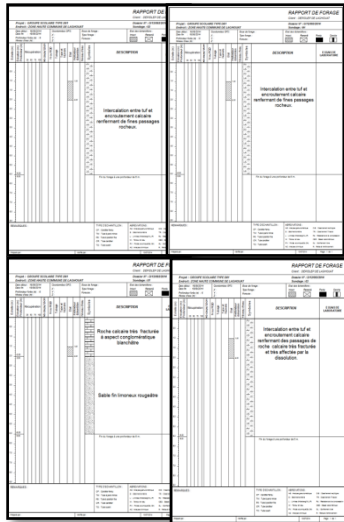
<p>3/LIMITES</p> <p>limites naturelle</p>	<p>DJBALE LHMARE -Terraine réserve pour des logements collectifs (1120logs)</p> <p>-Terraine réserve pour des Lotissement 834</p>		<p>-Cité 250</p> <p>-Cité EL-MODJAHIDINE</p> <p>-LOTISSEMENT 108</p>
<p>artificielle</p>		<p>DJBALE LAHMAR –ceinture végétalisée traverse par L'oued</p>	
<p>voiries:</p>	 <p>VOIE PRINCIPALE MOYENNE CIRCULATION</p> <p>VOIE SECONDAIRE FAIBLE CIRCULATION</p> <p>▲ entrée mécanique</p> <p>▲ entrée étudiants</p>	 <p>R N1 FORT CIRCULATION</p> <p>VOIE PRINCIPALE MOYENNE CIRCULATION</p> <p>VOIE SECONDAIRE FAIBLE CIRCULATION</p> <p>▲ entrée mécanique</p> <p>▲ entrée étudiants</p>	<p>R N1 FORT CIRCULATION</p> <p>VOIE PRINCIPALE MOYENNE CIRCULATION</p> <p>VOIE SECONDAIRE FAIBLE CIRCULATION</p> <p>▲ entrée étudiants</p>

<p>4/LES ÉLÉMENTS EXISTANTS</p>	<p>SITE 01 :</p> <p>MONTAGNE (DJEBEL LAHMAR)</p> 	<p>SITE 02 :</p> <p>MONTAGNE (DJEBEL LAHMAR) Ceinture végétalisée Oued MEZI</p>	<p>SITE 03 :</p> <p>Le terrain est une résidence provisoire de la société COTITEX et contient 45 baraques, une piscine un stade et quelques végétation</p> 
---------------------------------	--	--	---

<p>LES POTENTIALITÉ DE CHAQUE SITE</p>	<p>l'existence de la montagne permet la protection contre les vents dominant.</p>	 <p>-l'existence d'une ceinture de végétation et un oued favorise le rafraichissement du projet et aussi comme obstacle pour casser la vitesse des vents venant de ce côté et les exploiter dans la ventilation naturelle -l'emplacement du site offre une vue panoramique que vers laquelle on peut orienter les ouvertures</p>	<p>l'existence des arbres permet de les intégrer au projet ou les utiliser comme matériaux de construction ou d'ameublement -on peut exploiter quelques baraques existantes au cours de réalisation du projet comme résidence des ouvriers -l'existence de la servitude (25m) peut être exploité comme un petit boisement qui protège relativement le projet des Siroco venant de ce côté et rafraichisse le projet</p>
<p>5/TOPOGRAPHIE ET NATURE DE SOL</p> <p>5-1/ la topographie de site :</p>	<p>-Le terrain est doté d'un relief plat proportionnellement Selon le pos : Le terrain présente une pente moyenne de l'ordre de 2.46 % c'est une pente favorable</p>  <p>Profile topographique du pos la zone haute(URBATIA)</p>	<p>Le terrain réservé pour le projet présente une topographie relativement plane Selon le pos : Le terrain présente une pente moyenne de l'ordre de 3 %</p>  <p>Levé topographique du pos EL MERDJA (URBATIA)</p>  <p>-La reconnaissance géologique du sol du projet a été faite à</p>	<p>Le terrain réservé pour le projet présente une topographie relativement plane Selon le pos : Le terrain présente une pente moyenne de l'ordre de 2 %</p>  <p>Levé topographique du pos 10 (DUC)</p> 

5-2/ la nature de site :

-La géologie du site a été mise en évidence par la réalisation de quatre (04) sondages carottés menés à des profondeurs de 06m. Les coupes géologiques obtenues des sondages sont comme suit :

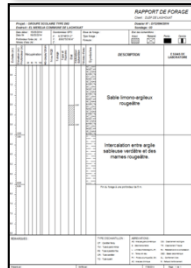


D'après Les coupes géologiques en conclu que la nature rocheux de ce terrain ne favorise pas l'implantation des végétations.

partir des trois sondages faits sur le site à une profondeur de 6.00m L'identification visuelle des faciès géologiques du sol a mis en évidence les coupes géologiques suivantes:



D'après Les coupes géologiques on conclut que la nature fertile de ce terrain favorise l'implantation des végétations.

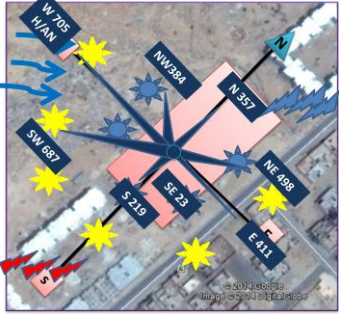
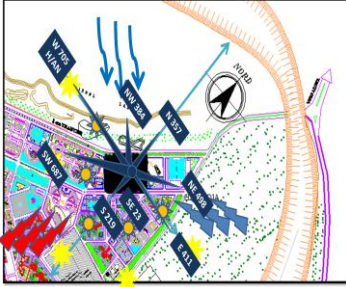

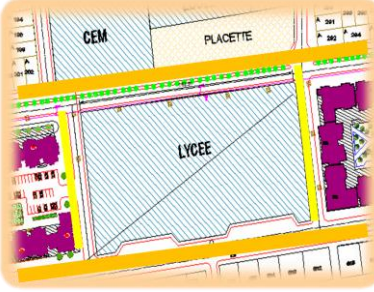
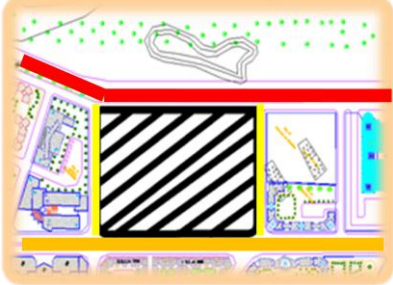


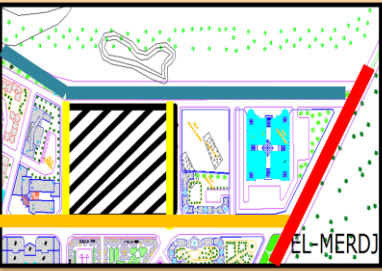



Coupe Géologique (laboratoires de travaux) publics Laghouat)



Le sol est un encroûtement calcaire intercalé de passage rocheux

la nature rocheuse de ce terrain ne favorise pas l'implantation des végétations.

<p>6/ LES DONNÉES CLIMATIQUES</p>			
<p>7/ BRUIT ET POLLUTION</p>	 <p>2 axes mécaniques sont des sources faibles de bruit et de pollution (moyenne circulation)</p>	 <p>La source de bruit et de pollution du Site 2 c'est l'évitement (route périphérique) qui est projeté.</p>	 <p>tandis que le site 3 a pour contrainte la RN1 qui sera une source de bruit et de pollution pour le projet.</p>
<p>Donc L'emplacement des espaces de bruit tel que les terrains de sport et les salles polyvalentes doit être du côté des sources de bruit (les axes mécaniques) et l'éloignement des espaces calmes (les classes ; les ateliers bibliothèque...) de ce côté.</p>			
<p>8/Mobilité</p>	 <p>Le site est accessible par Par une route principale de moyenne circulation et une route secondaire.</p>	 <p>Le site accessible par la route N °1 et une route principale et deux autres secondaires.</p>	 <p>Le site est accessible par la RN1 et une secondaire de forte circulation et une secondaire de faible circulation.</p>

SYNTHESE

La situation des 3 site est favorable pour l'implantation d'un lycée mais les Site 1 et 3 ne présentent pas autant de potentialités environnementales comme le Site 2 . Donc le site 2 sera le plus convenable pour y implanter un projet durable.

Ses potentialités sont :

_L'orientation Nord est – Sud-ouest.

_L'existence d'une protection naturelle (les deux montagnes) contre les vents.

_L'existence de la ceinture végétalisé qui est traversée par Oued Mzi et qui contribue au rafraichissement du projet.

_La nature fertile du sol favorise la plantation des arbres et des plantes.

SYNTHESE GENERALE

Le projet qu'on va élaborer est spécifique car il englobe deux aspects qui devront être matérialisés et qui sont:

1_ La fonctionnalité du projet: vu qu'il est dédié à l'éducation, il doit avoir une certaine organisation spatiale, des certains parcours pour libérer les flux provoqués par les élèves...etc.

2_ Le confort qui doit être accompli à moindre consommation d'énergie, et au profit des données du site.

Et pour cela:

Le site d'Elmerdja a été choisi en vertu de ses potentialités environnementales qui sont:

_ Sa surface de 26100 m² qui permet d'éparpiller les différents blocs du projet

Et cela pour et les orienter vers le sud pour profiter au maximum des rayons solaires diffusés pour L'éclairage naturel donc les espaces qui exigent d'être fortement éclairé doivent être de ce côté en tenant compte à ce que les rayons solaires n'impactent pas les espaces aux heures les plus chaudes donc il faut penser à des fenètre de double vitrage au sud pour les espaces d'enseignement ,des fenètre épaisse pour les autre espaces , les brises soleil, les auvent , les galeries et les coursives.

_ Et les rayons directes pour produire de l'électricité à travers des panneaux photovoltaïques et les panneaux solaire thermique pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire.

Selon le diagramme de Giovanni, le confort thermique va être satisfait par l'utilisation des matériaux inertes et les systèmes passifs comme les serres dans les mois de mars avril et novembre, et le chauffage par panneau solaire thermique dans les mois de Décembre, Janvier, Février où on a recours au chauffage mécanique. En moi de juin une ventilation mono exposé

par fenêtre ouvrante à la française ou des jalousies va rafraichir les espaces et l'isolation de la toiture et les couleurs des façades extérieures du projet joue un rôle important dans le confort thermique et visuel donc il faut penser à des couleurs réfléchissantes et qui entrent dans les traditions Laghouatises.

_ L'existence des deux montagnes qui forment une protection naturelle contre les vents du nord, nord-est et nord-ouest. Tandis que la protection contre les vents venant du côté sud et sud-ouest serait à travers l'implantation des arbres puisque la nature du terrain est fertile pour les atténuer et des plans d'eau pour les rafraichir et les utiliser probablement dans la ventilation naturelle à travers :

l'organisation spatiale qui s'appuie sur les vides pour offrir des parcours différencier, l'implantation des bâtiment en lanières resserré qui crée des patio ouverts étroits et allongés dont la forme favorise la circulation de l'air et où la plantation des plantes contribuent au rafraichissement.

_ L'existence de la ceinture végétalisé qui est traversée par Oued Mzi et qui contribuent au rafraichissement du projet.

_ Le site représente un inconvénient qui est l'évitement du côté ouest donc il faut éloigner les espace exigeant le calme, implanter des arbres et des végétations dans cette partie pour minimiser les sources de bruit et de pollution comme on devrait implanter dans cette partie des espaces tel que le plateau sportif et éloigner les autres espaces.

-Appuyer sur les ressources et les savoir-faire locaux: L'utilisation des matériaux à faible énergie grise de la région tel que l'adobe, la pierre, plancher traditionnel et on peut introduire la technique du pisé.

_ Et pour arriver à une bonne fonctionnalité du projet il faut s'appuyer sur les recommandations suivantes:

-Afin que les espaces d'enseignement profitent de la même quantité d'éclairage naturel il faut les organiser linéairement et les orienter vers le sud.

Ces espaces doivent être ventilés par des jalousies placées au côté nord.

-L'administration doit être auprès de l'accès des élèves et des professeurs pour maintenir le contrôle et le pointage.

-Les espace de regroupement tel que le foyer, la bibliothèque, la salle polyvalente... doivent être proches des espaces d'enseignement et de l'administration au même temps.

- Tout ces espaces seront de préférence liés entre eux pour faciliter le déplacement d'un bloc à l'autre.

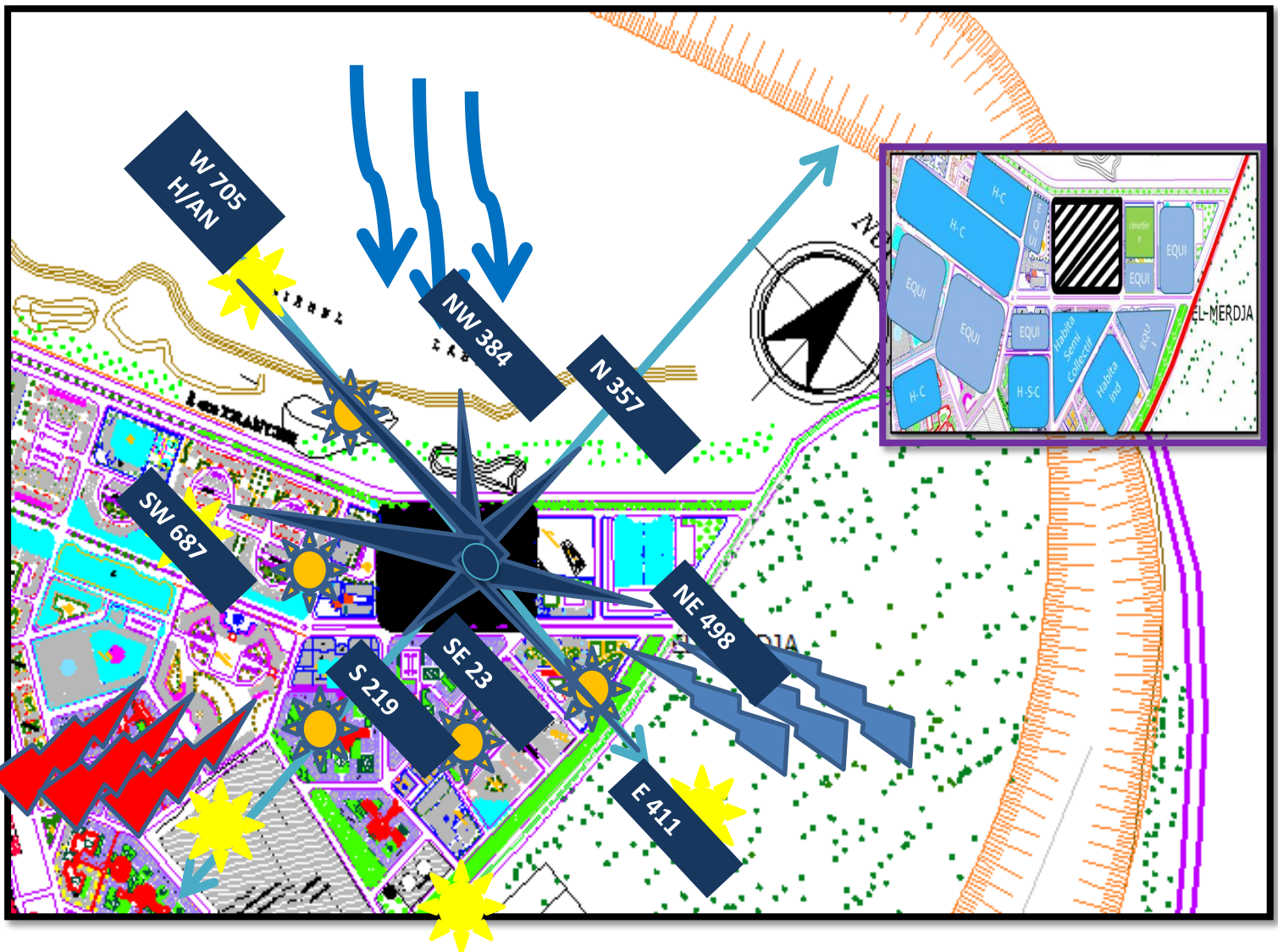
- Les logements d'astreinte nécessitent d'être dans un coin calme et éloigné du mouvement du lycée.

"La conception architecturale bioclimatique s'inscrit dans la problématique contemporaine liée à l'aménagement harmonieux du territoire et à la préservation du milieu naturel. Cette démarche, partie prenante du développement durable, optimise le confort des habitants, réduit les risques pour leur santé et minimise l'impact du bâti sur l'environnement." *Alain Liébard et André De Herde*

Guide de l'architecture bioclimatique

GENESE DE PROJET

IV .1/PRESENTATION DE SITE :



Le site dispose de plusieurs potentialités environnementales vu :

- Son emplacement adjacent au pied de la montagne appelée Djbel Lahmar qui représente une protection naturelle contre les vents venants du côté ouest surtout si le projet avait un faible gabarit.

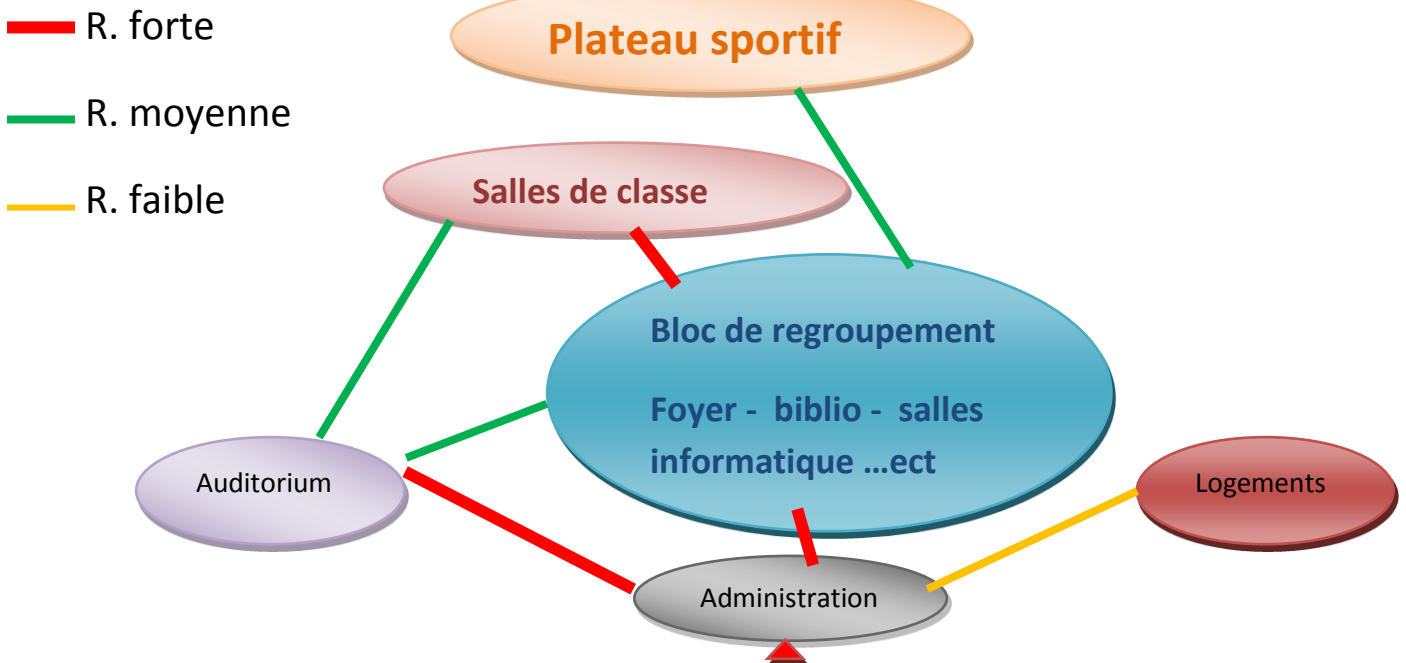
- L'existence de la végétation au côté est qui cassent les vents venants de ce côté et au même temps elle attribue au rafraichissement de l'atmosphère du coin.
- La nature fertile du sol favorise l'implantation de la flore pour créer un microclimat.
- Sa forme rectangulaire orienté nord-est sud-ouest et sa surface d'environ 27000 m², ce qui nous aide à avoir une distribution douce des différents blocs et une bonne orientation pour profiter du soleil.

- L'assiette du projet est délimitée par un évitement au côté ouest, ce qui représente une source de bruit et de pollution.

- Aussi le terrain d'intervention n'est pas protégé des vents venants du côté sud et sud-ouest.

Alors il faut chercher des solutions adéquates pour ces deux problèmes.

IV .2/LYCEE (ORGANIGRAMME FONCTIONNELLE) :

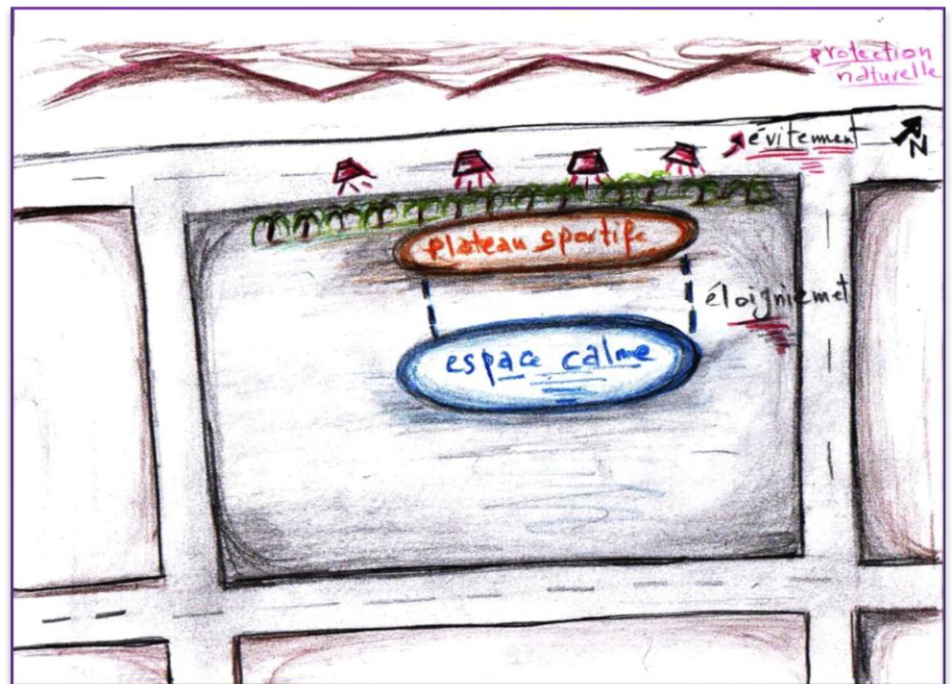


IV.3/MATERIALISATION DE L'IDEE DU PROJET (la genèse de projet):

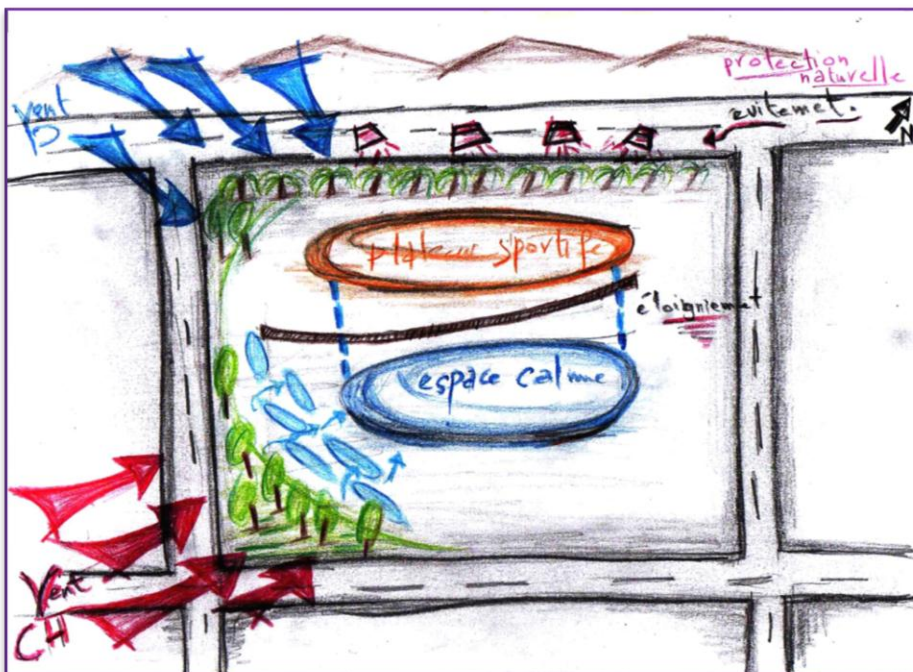
Etape 1^e

Pour régler les problèmes venants de l'évitement, les espaces exigeants le calme vont être éloignés et le plateau sportif va être placé dans ce côté puisque ce sont des espaces d'activité physique et non morale.

Et pour minimiser la pollution on a vu d'implanter un écran d'arbres.



Etape 2 :



Pour protéger les espaces du projet des vents venants du côté sud et sud-ouest on a décidé d'implanter quelques rangés d'arbres pour freiner leur vitesse.

Ainsi pour rafraichir et humidifier les vents chauds du sud on a inséré quelques plans d'eau.

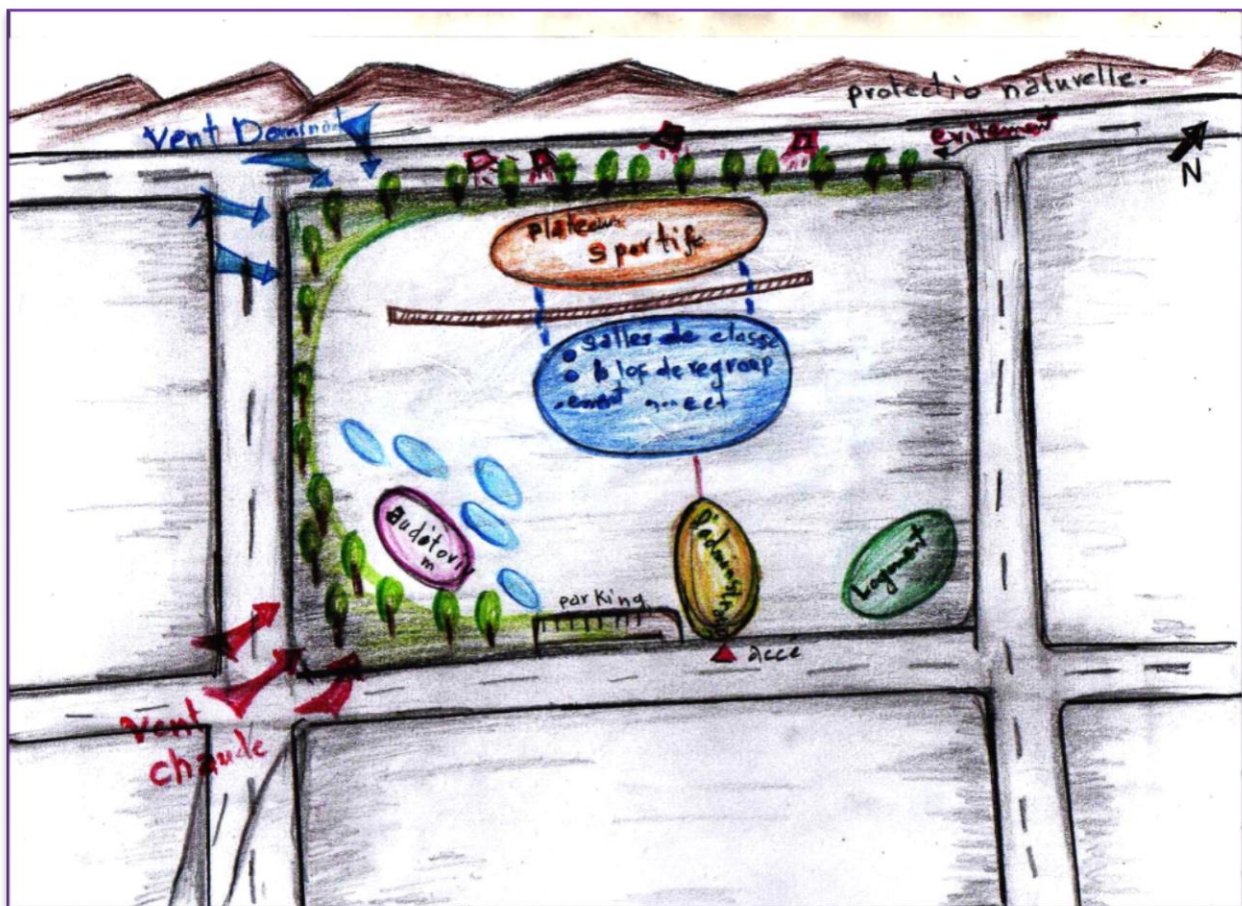
Et pour affiner la protection contre les vents d'ouest on a choisi de tracer un obstacle qui va diriger la violence des vents par ailleurs des espaces du projet.

Etape 3 :

Les espaces du projet seront éparpillés sur la totalité du terrain mais avec modération pour l'économie du sol.

Les espaces d'enseignement et de regroupement occuperont le centre du terrain loin de bruit et de toute mobilité extérieure.

L'auditorium sera détaché des espaces de regroupement car il va être utilisé occasionnellement, on a vu de le placer à l'extrémité basse gauche du terrain et cela pour animer et imposer le contrôle dans ce coin.



-Les logements d'astreinte vont occuper l'extrémité opposée à droite du terrain pour les éloigner des activités du lycée dans un coin serein et accessible depuis la route.

-L'administration sera implantée sur le centre de la frange du terrain pour y intégrer l'accès des élèves, des enseignants et du personnel pour remplir l'aspect du contrôle et du pointage. Cet accès sera doublé, un côté pour les piétons, l'autre pour les véhicules où il mène vers un parking qui sera contrôlable et tout près de l'administration et aussi à proximité de l'auditorium.

Etape 4 :

On a vu de minimiser le nombre de blocs pour avoir le minimum de façades extérieures et cela pour atténuer la déperdition thermique.

Alors deux blocs d'enseignement seront créés, l'un face à l'autre, et un bloc de regroupement sera intermédiaire entre eux.



Tous les blocs seront d'une forme allongée pour créer des patios prolongés à peine étroits pour favoriser la circulation de l'air.

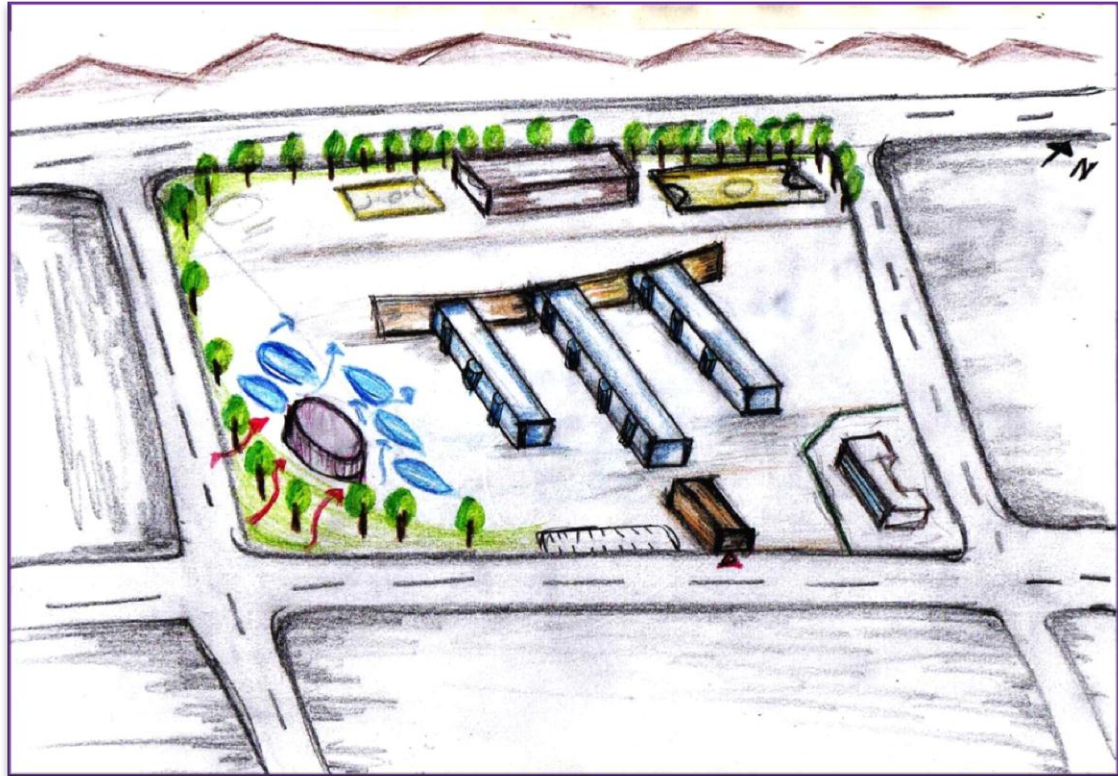
Les blocs seront aussi orientés vers le sud pour profiter le maximum de la course solaire, tout en prenant compte du rapport $h/L < 1$.

Etape 5 :

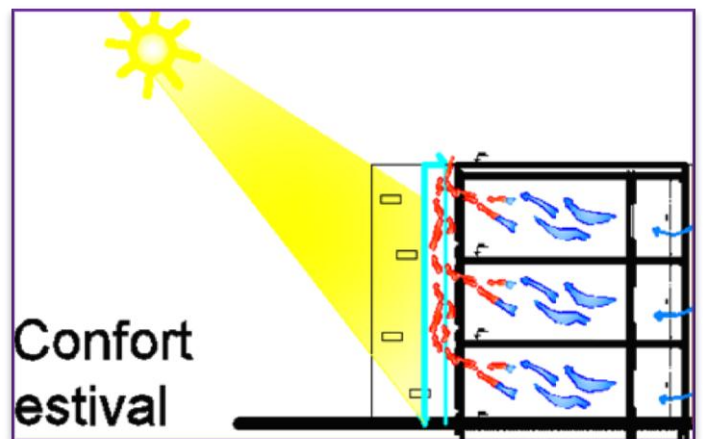
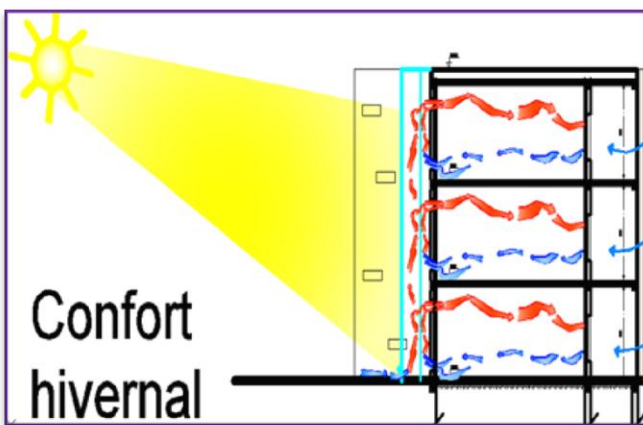
Les blocs du projet prendront quasiment des formes de barres à étage pour avoir un coefficient G optimal.

Et on veille à ce que des espaces tampons seront du côté nord surtout pour les logements.

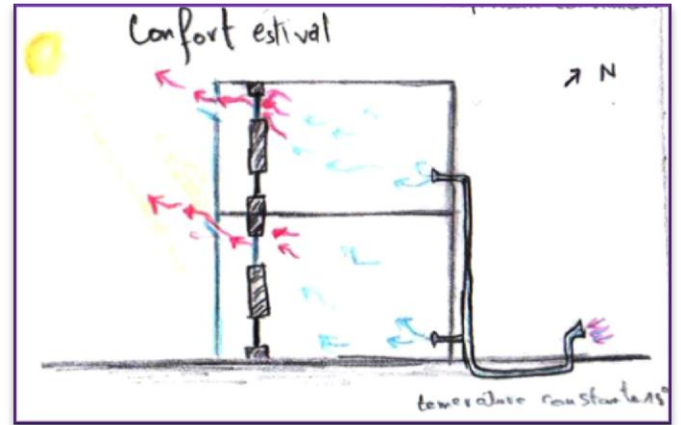
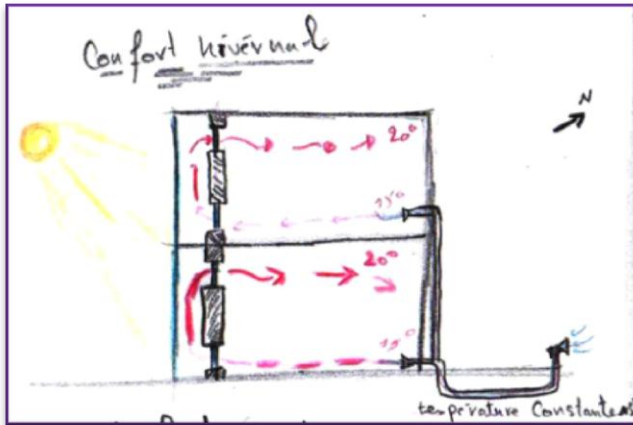
L'auditorium qui est dans un coin opposé directement aux vents, il va prendre une forme souple pour dévier ces derniers donc on lui a attribué la forme d'un cylindre elliptique.



Et pour obtenir un confort thermique d'une manière passive dans les blocs d'enseignement et de regroupement on a voulu introduire des serres sur les façades sud où ils vont régler la température en période hivernale et estivale.



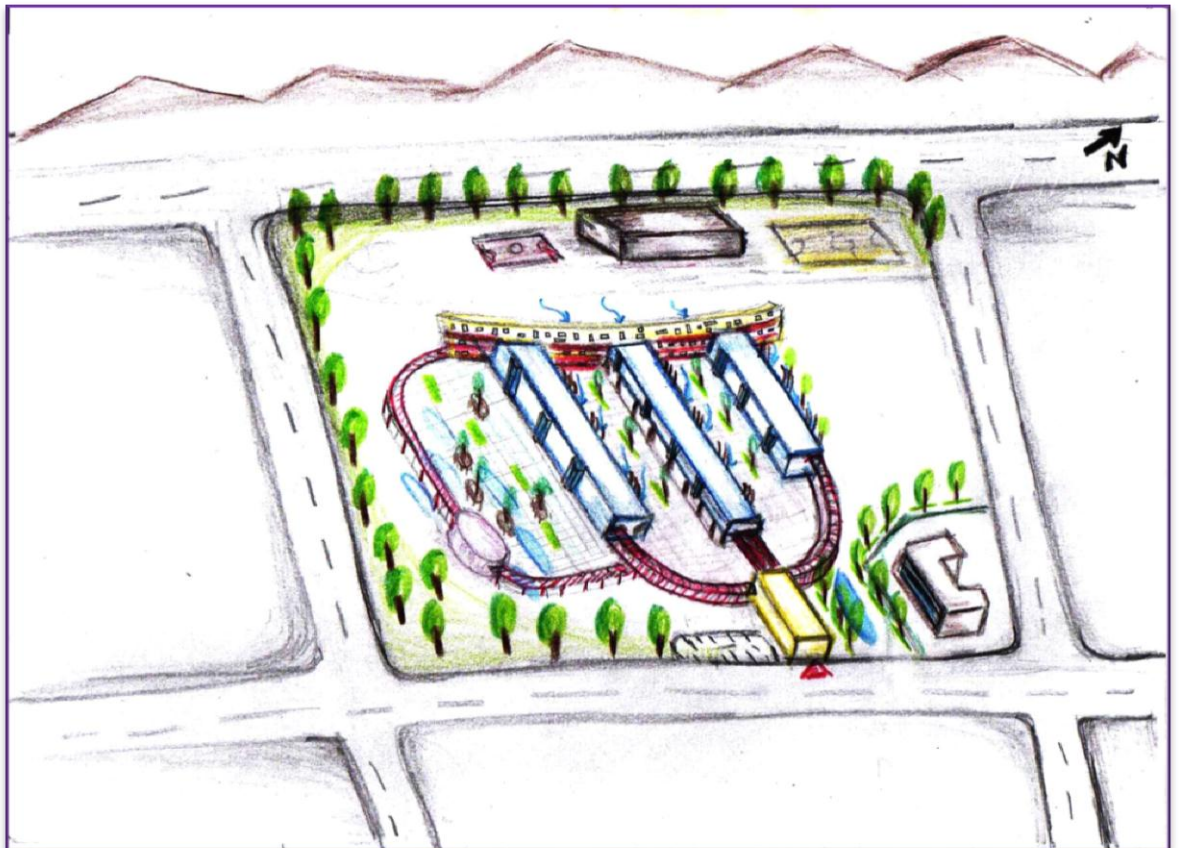
Pour les logements, ils vont adopter le système de mur de trombe associé à un puits canadien.



Le confort dans les autres espaces va être par l'utilisation du simple vitrage pour favoriser l'effet de serre pendant l'hiver. Et protégé par des brises soleil pendant l'été.

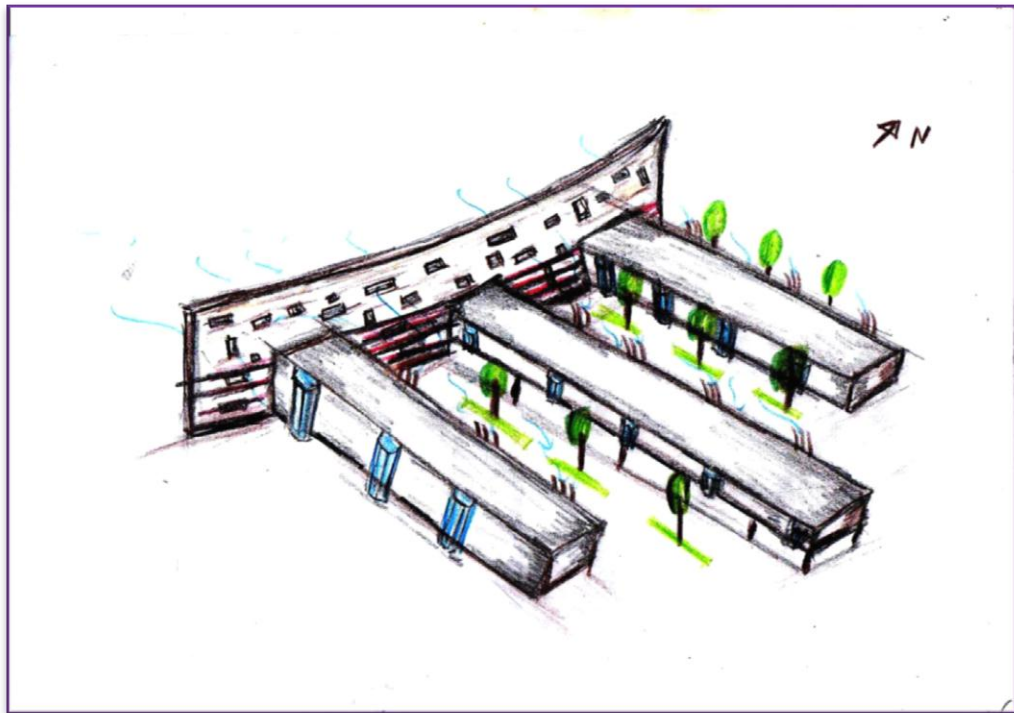
Etape 6 :

Pour matérialiser la séparation entre les logements et le lycée une clôture végétalisée va être créée. Et pour effectuer le contrôle des espaces d'enseignement et de regroupement, on a pensé à les lier avec l'administration par des parcours ombragés et à étage, ces parcours délimiteront aussi l'espace cours compris entre les blocs de l'enseignement incluant l'espace sous-pilotis du bloc de regroupement qui sera un espace couvert.

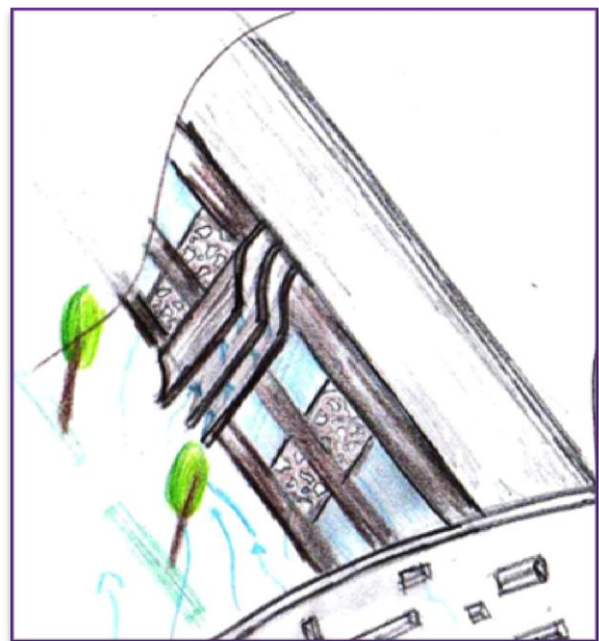


Des coins ombragés seront mis en place grâce à l'implantation des arbres.

Et pour avoir une circulation fluide entre les blocs d'enseignement et de regroupement, des passerelles à étages seront attachées à l'obstacle créé pour atténuer l'effet du vent, ces passerelles auront une double fonction qui est la liaison entre ces blocs et elles vont aussi comporter les blocs de sanitaires à étages et les dépôts.

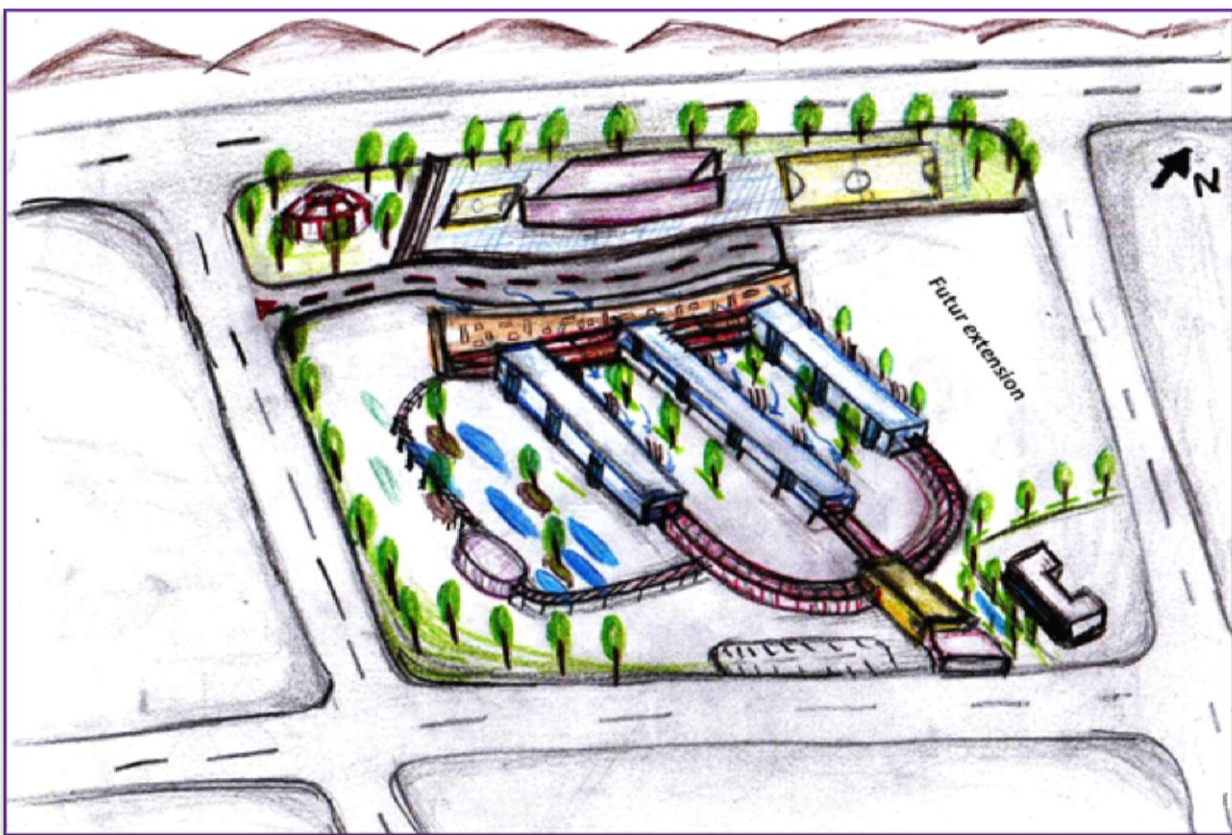


L'obstacle va être doté de percées pour profiter de l'air frais amené par les vents, Cet air va être distribué dans les patios allongés et attrapé à l'aide de capteur de vent créé dans les façades nord des blocs et cela pour les utiliser dans la ventilation naturelle.



Etape 7 :

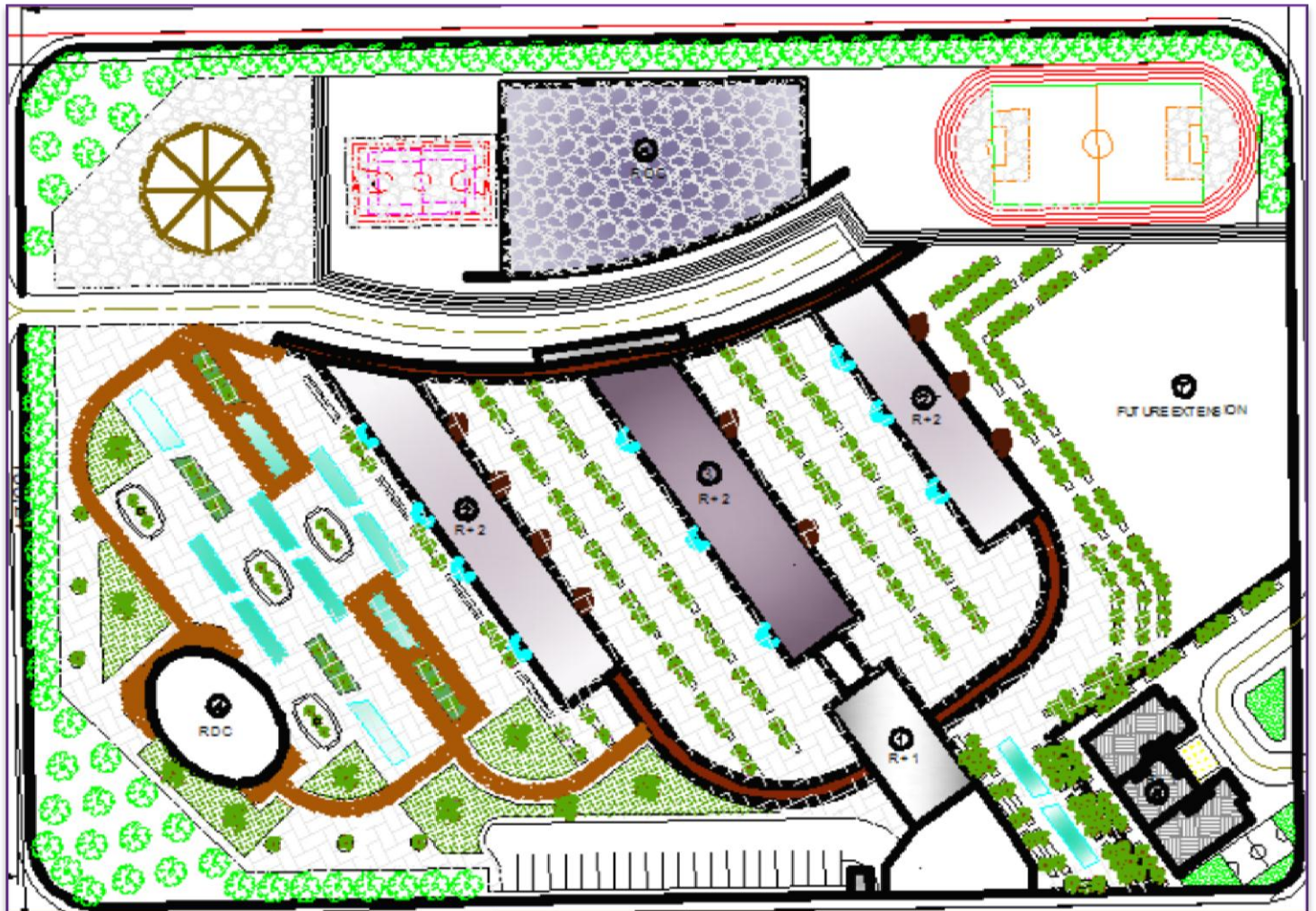
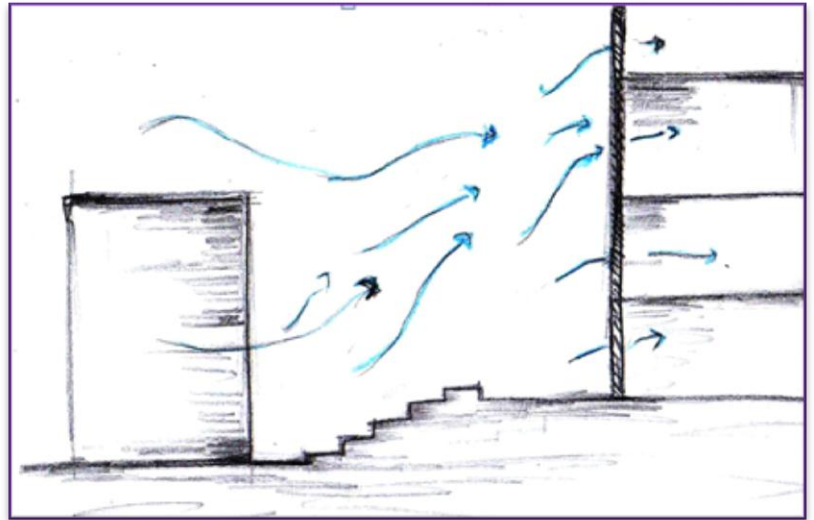
- L'accès du lycée va être bien défini avec un volume trapézoïdal pour assurer l'alignement avec la route.
- Le plateau sportif et le bloc de regroupement auront besoin d'être desservis par un parcours carrossable pour la fourniture des différents approvisionnements et matériels, alors la création d'une allée mécanique est indispensable, celle-ci va contourner les différents espaces du projet et épouser la déviation de l'obstacle percé, et même la façade de la salle de gymnase va à son tour épouser la même déviation du parcours.



- Les utilisateurs du plateau sportif auront besoin d'un petit espace de repos ombragé qui va être inséré dans le coin gauche, cet espace va prendre une forme arrondie puisque il est exposé aux vents venants du sud-ouest.

- L'utilisation modéré du terrain nous a permis d'avoir un terrain d'une probable futur extension.

On a constaté que la salle de gymnase va gêner la circulation des vents vu sa hauteur importante alors on a décidé de créer une différence de niveau entre le plateau sportif et le reste du projet et cela pour faciliter la pénétration de l'air soufflé par le vent, cette différence de niveau va engendrer des marches qui peuvent servir de gradins lors des compétitions.



Plan de masse



Vues du projet

Les parcours ombragés qui lient l'administration avec les blocs d'enseignement.



Les serres qui participent au confort thermique participent aussi dans l'enrichissement de la façade par leur mise en relief.

Pour éviter l'éblouissement, des fenêtres épaisses sont mises en place sur la façade sud des blocs.





Au niveau des façades nord des moucharabihs participant dans l'éclairage naturel minime et dans la ventilation par l'infiltration d'air, aussi des capteurs de vent aident à attraper les vents pour les utiliser dans la ventilation naturelle.



IV .4/MATERIALISATION DE L'ORGANISATION INTERNE DES ESPACES DE PROJET :

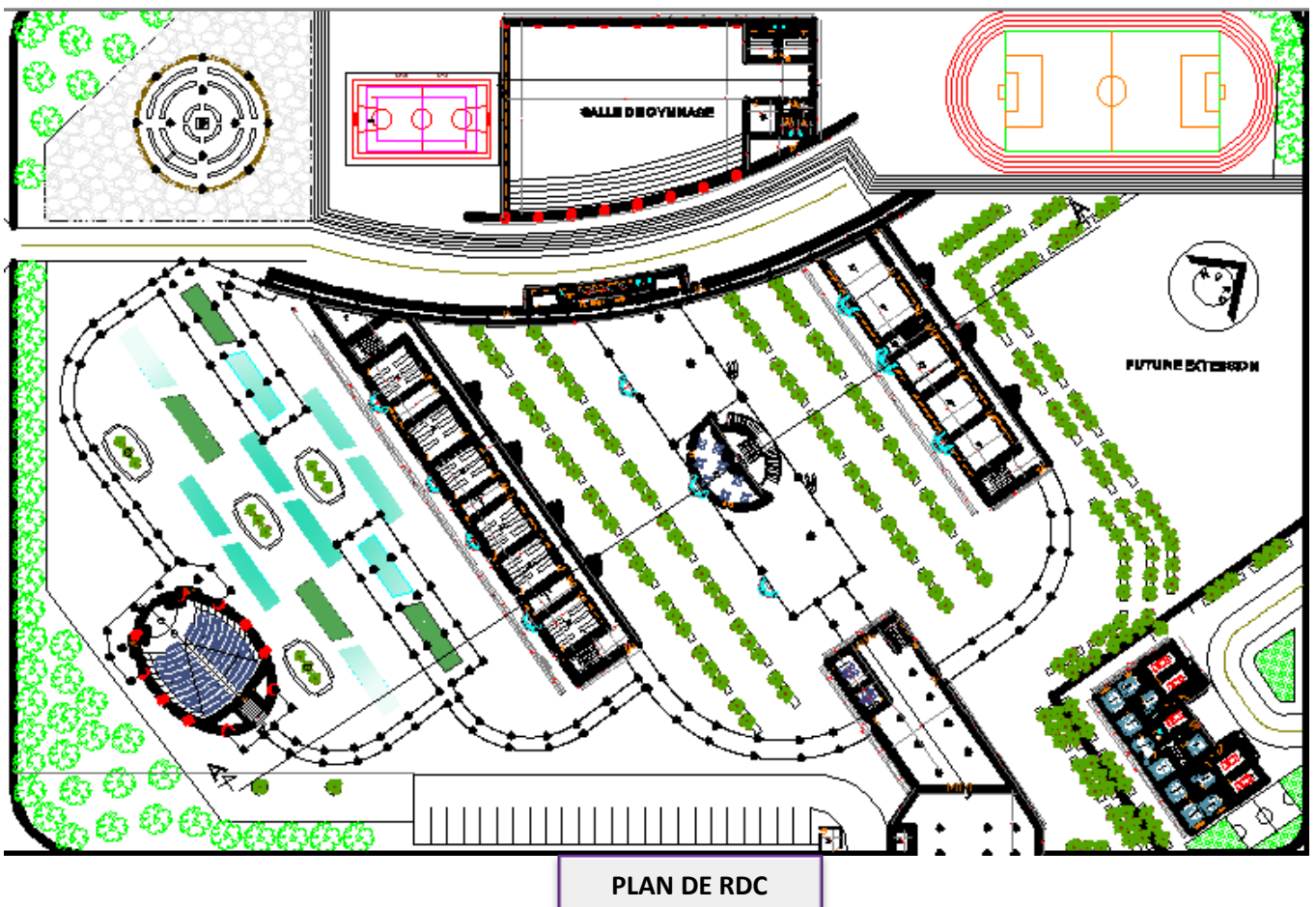
RDC :

La forme allongée des blocs nous a permis d'organiser les espaces linéairement pour profiter du soleil d'une façon égale, alors on a veillé à ce que les espaces qui doivent être inondés de lumière du jour seront placés au côté sud des blocs, tandis que le côté nord sera réservé pour les espaces tampons comme :

La cage d'escalier, les sanitaires, la salle d'archive et de tirage dans l'administration.

Des coursives qui assurent la circulation horizontale jouent le rôle d'un espace tampon dans les blocs d'enseignement et de regroupement.

Dans les logements : les cages d'escalier et les garages.

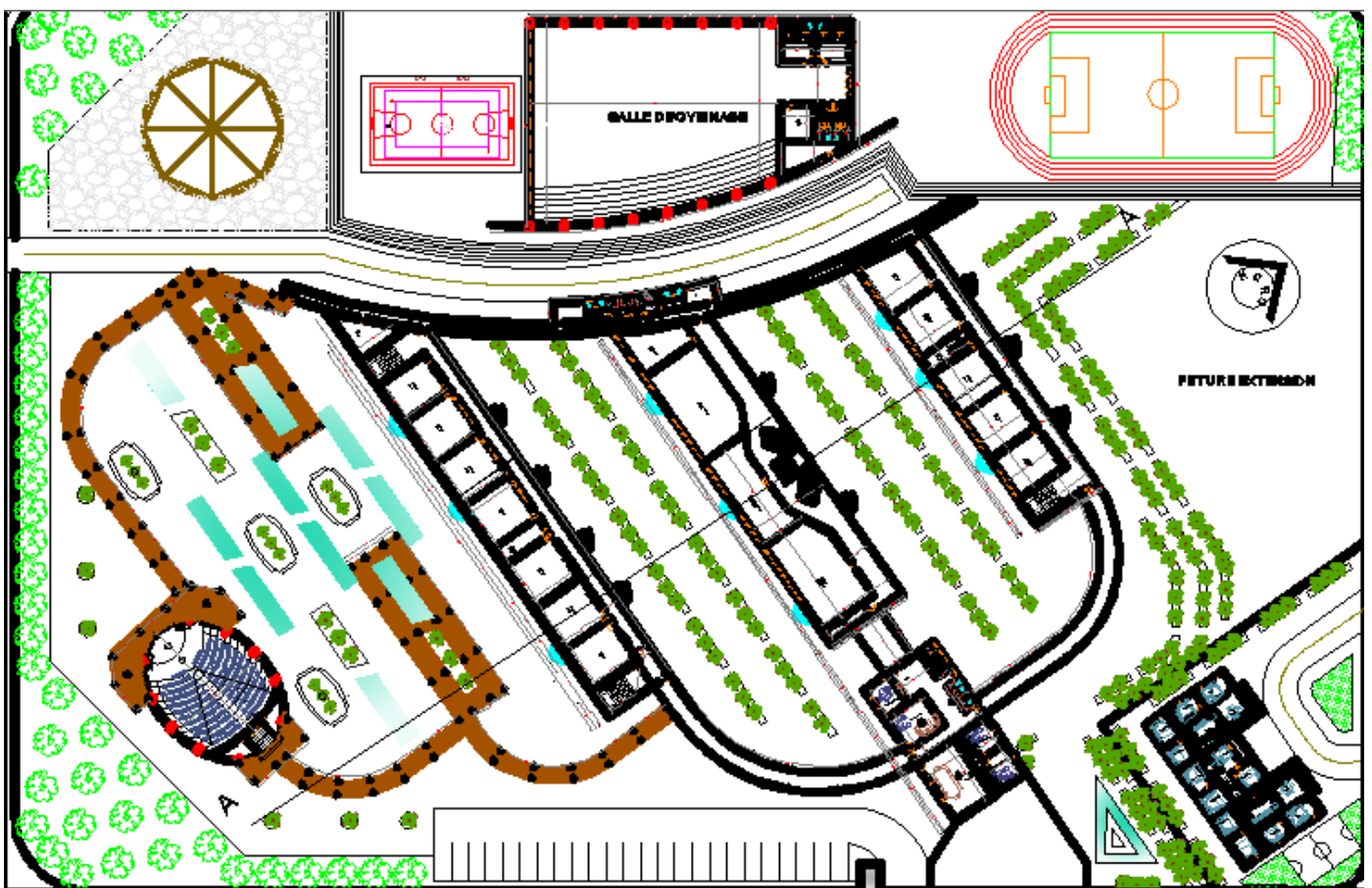


- Des laboratoires avec leurs salles de préparations occupent le rez-de-jardin du bloc sud pour qu'ils aient une relation directe avec la terre végétale et la flore pour toutes expérimentations dans les sciences de la nature.

- Ce qu'il faut mentionner aussi c'est l'emplacement du foyer qui occupe le RDC du bloc de regroupement pour qu'il ait une accessibilité douce, d'une part pour ses usagers de l'autre part pour sa fourniture des différents approvisionnements.
- Le RDC du bloc d'administration a été libéré pour avoir un dégagement suffisant pour les forts flux des élèves surtout dans les heures de pointe, le rdc combine aussi le bureau de censeur et son secrétariat pour maintenir le contrôle.
- La salle de gymnase est dotée d'une entrée du côté nord pour éviter l'éblouissement lors de la sortie des usagers, et un hall d'accueil qui permet de distribuer les espaces annexes.

1er étage :

- Une bibliothèque, une salle d'informatique, et une salle de professeurs occupent le 1er étage du bloc de regroupement car ces espaces sont très fréquents et leur emplacement évite de gêner les usagers, cet étage est accessible depuis le rdc par une cage d'escalier, il est aussi facile d'accès grâce aux différentes connexions qui le lient avec l'administration et les deux blocs d'enseignement. Ces derniers sont occupés par les salles de classe avec un bureau de surveillance dans chaque étage pour assurer la discipline.



PLAN DE 1^{er} étage

2eme étage :

- Le 2eme étage du bloc de regroupement est consacré pour les espaces peu utilisés qui sont la salle polyvalente et les ateliers, où l'atelier de dessin est connecté avec l'administration par une terrasse qui sera utilisée dans les séances de dessin qui exige de l'inspiration.



PLAN DE 2eme étage

NB :

- Les sanitaires sont distribués dans tous les blocs du lycée et par étage.

CONCLUSION GENERALE

- Tout au long de ce travail, le projet architectural auquel nous avons abouti se révèle être le fruit de l'interaction de différents paramètres, que ce soit le site avec ses conditions climatiques, le programme, le thème et encore la sensibilité à l'architecture bioclimatique, ces facteurs devraient être pour l'architecte conscient à l'environnement des outils pratiques de sa création.
- En outre la mission de l'architecte ne s'arrête pas à ce stade, il doit savoir gérer la réalisation du projet avec un nombre de nuisances réduit au maximum.

INTRODUCTION :

L'air dans un espace clos risque d'être accumulé de plusieurs substances indésirables comme l'humidité qui favorise la prolifération des moisissures, des impuretés de provenance des matériaux de construction, des gaz polluants entrants des infiltrations, il risque aussi d'être chargé de gaz carbonique avec une teneur supérieure à la conforme, et ça s'aggrave dans la présence des êtres vivants en général et à la présence de l'être humain en particulier, sachant que l'homme en état de repos consomme 420 L^1 d'air par heure avec 0,03% de dioxyde de carbone et de 20,7% de dioxygène qui seront expirés avec un taux de CO_2 de 5,4 % et de 15,4 de O_2^2 , en ajoutant à tout ça les odeurs qui proviennent des différentes opérations métaboliques.

Alors en cette situation l'homme sera dans l'inconfort et constamment cet état va se compliquer en allergie, en irritation, et en problèmes de respiration...

Donc il est inévitable de faire appel à une ventilation permanente qui va renouveler l'air en continuité surtout dans les locaux caractérisés par un fort taux d'occupation en m^2 .

A cet égard il est nécessaire de mentionner les établissements scolaires où les salles de classe accueillent en général une trentaine d'élève en même temps avec un professeur, sans oublier les autres types de locaux tels que la bibliothèque, les bureaux d'administration, les sanitaires... etc.

Alors la ventilation que cela soit mécanique ou naturelle doit être prise en considération dès la phase de conception, et particulièrement la ventilation naturelle dans les salles de classes qui est notre sujet d'étude.

Problématique:

Les lycées dits bioclimatiques, écologiques, ou adoptant la démarche HQE doit satisfaire aux différents aspects de confort dont le confort respiratoire joue un rôle très important concernant la santé humaine, et c'est pour cette raison, des renouvellements d'air et des ventilations sont établis mais à quel prix si l'air frais va bousculer la température ambiante? En hiver on sera obligé de chauffer de plus, en été on devrait refroidir encore plus, ce qui fait enflammer la facture d'énergie, même si des dispositifs passifs sont mis en place pour garantir le confort thermique, ces derniers ne seront pas efficaces.

Comment trouve-t-on un compromis entre la ventilation naturelle et le confort thermique?

Comment atténuer à l'effort de pollution accompagnant l'aire?

¹ Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques

² Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques

Hypothèses :

Ce travail est basé sur les hypothèses suivantes:

_ Pour que l'air frais entrant de l'extérieur n'influence pas sur le confort thermique il faut penser à le réchauffer en périodes froides avant qu'il entre et cela par des systèmes passif pour ne pas consommer de l'énergie, et en périodes chaudes il faut le refroidir et cela peut être à l'aide des végétations et de l'eau, donc l'air neuf entré va être rafraîchi.

_ Pour avoir un air neuf entrant de l'extérieur, il faut penser à éloigner les entrées d'air de toute pollution et équiper ces dernières de filtres pour ne pas laisser la poussière s'infiltrer dans les locaux à ventiler.

Méthodologie de travail: Ce présent travail de recherche inclut:

-Une introduction générale qui sensibilise à l'importance du thème, les différents problèmes liés à la ventilation naturelle et quelques hypothèses qui nous serviront de bases pour le reste du travail.

-Une brève recherche pour reconnaître les bases théoriques sur la ventilation naturelle pour définir quelques termes et découvrir les différents modes de ventilation.

-Une synthèse: où il sera choisi le mode de ventilation utilisé et son fonctionnement.

-Un aperçu sur les notions de confort et des réglementations à respecter et à prendre en considération.

-Une étude du choix par la simulation numérique où va être vérifié l'efficacité du mode choisi.

-Et enfin une conclusion où va être assimilées tous les notions dont on a vu dans ce travail.

Bases théorique sur la ventilation naturelle dans les conceptions bioclimatiques :

1-Définitions sur la thématique :

La **ventilation** est l'action qui consiste à créer un renouvellement de l'air, par déplacement dans un lieu clos. Elle est mise en œuvre dans les lieux où l'oxygène risque de manquer, ou bien où des polluants et autres substances indésirables (humidité, par exemple) risqueraient de s'accumuler en son absence : logements, bureaux, magasins, salles de spectacles, d'enseignement, ouvrages souterrains, tunnel routier, atelier industriel, mine... Wikipédia

La **ventilation naturelle** permet de ventiler sans mécanisme. C'est le vent ou l'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur qui entraîne le passage d'air grâce à l'ouverture d'une fenêtre ou la présence de grilles de ventilation. outissolaires.com

Le **tirage thermique**, ou effet cheminée, est le mouvement de l'air (dans les bâtiments, cheminées, conduites...) sous l'effet de la poussée d'Archimède.

Le tirage thermique a lieu lorsqu'une différence de température engendre une différence de densité de l'air entre l'entrée et la sortie du conduit. Cet effet est accentué par une plus grande hauteur de cheminée.

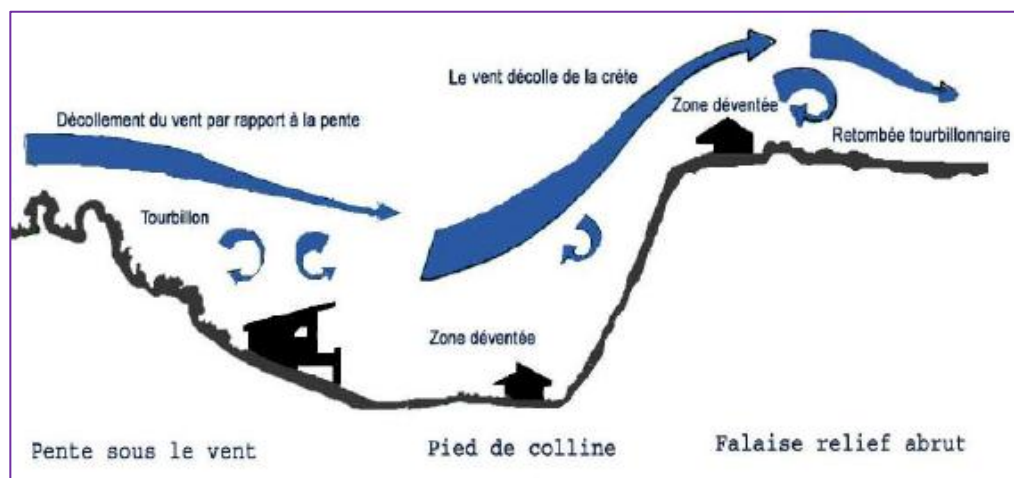
Le tirage thermique est assez largement connu du grand public sous la formule « l'air chaud monte ».

Le **vent** est un déplacement d'air, essentiellement horizontal, d'une zone de haute pression (masse d'air froid) vers une zone de basse pression (masse d'air chaud). Les différences de température entre les masses d'air résultent de l'action du soleil. (Liébard, et al .,2005)

2-Effets du vent :

Effets liés à la topographie du terrain :

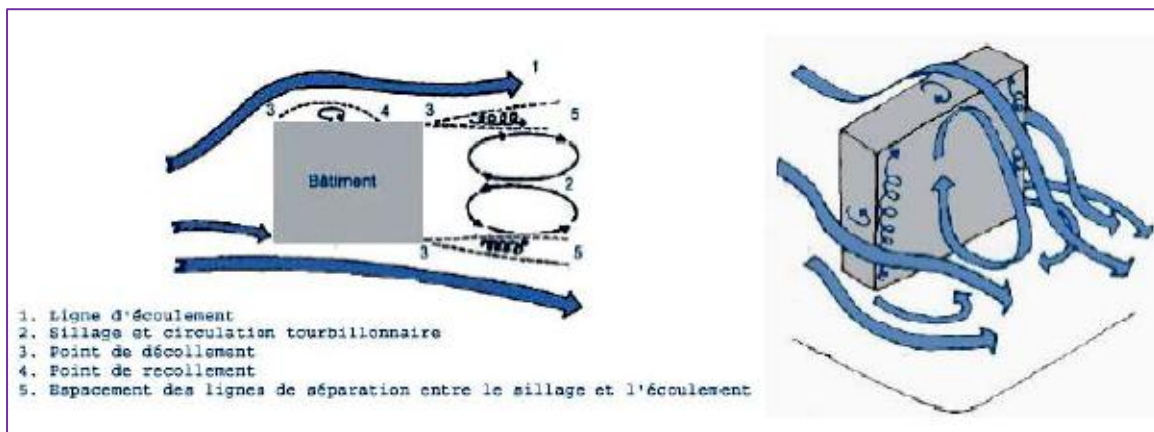
La topographie du terrain modifie le comportement du vent en vitesse et en direction, la bonne maîtrise de la morphologie du terrain et de son rapport avec l'emplacement du bâtiment est primordiale.



Influence de l'effet topographique sur les écoulement d'air (sacré,et al.,1992)

Comportement du vent en présence d'un obstacle :

La présence d'un obstacle (bâtiment, arbre...) devant un écoulement d'air modifie son comportement, car le contournement de cet obstacle induit une série de phénomènes aérodynamiques qui peuvent être positifs ou négatifs dans le cas d'un bâtiment. Quand le vent rencontre sur sa direction un bâtiment, une zone de surpression se forme sur la façade exposée, celle-ci croît avec la hauteur, entraînant ainsi un rouleau tourbillonnaire au pied des bâtiments, les filets d'air contraint de contourner l'obstacle, engendrent une zone de dépression par effet de sillage et de décollement.



Écoulement du vent au passage d'un obstacle parallélépipède (gandemer, et al 1981)

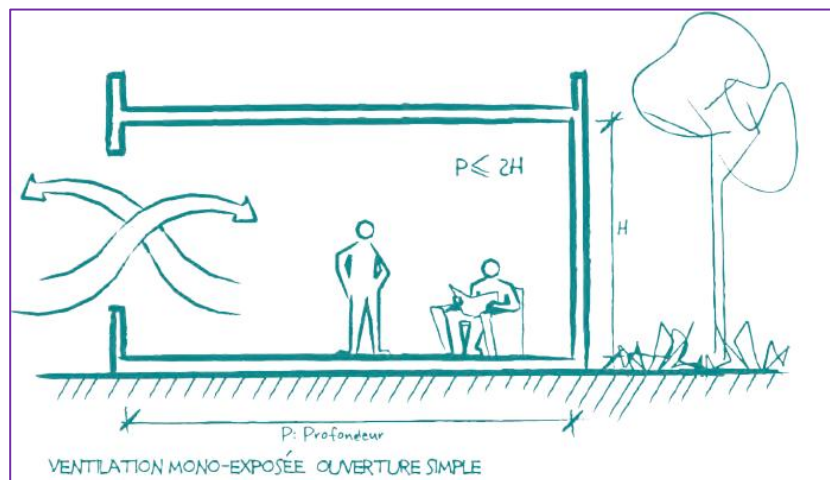
3-Les principaux modes de la ventilation naturelle :

La ventilation naturelle repose sur les différentiels de pression liés au vent et/ou au gradient de température.

A/ Ventilation d'un seul côté (mono exposé) :

- C'est le cas où il n'y a des ouvertures que d'un seul côté, généralement une seule façade de l'espace à ventiler, tandis que l'autre côté est cloisonné et sans ouvrants.

- L'efficacité de cette configuration étant faible, il faut se limiter, en général, à une profondeur de la pièce inférieure ou égale à 2 fois la hauteur sous plafond. Son efficacité est relativement assurée si et seulement si la hauteur de l'ouverture est grande, que ce soit par tirage thermique ou par effet du vent.



Ventilation mono-exposée ouverture simple (Natural ventilation in non domestic buildings». Guide CIBSE, 2005.)

Il est recommandé que l'ouvrant ait une hauteur d'au moins 1,5 m afin que l'air puisse rentrer par le bas de la fenêtre et sortir par le haut.

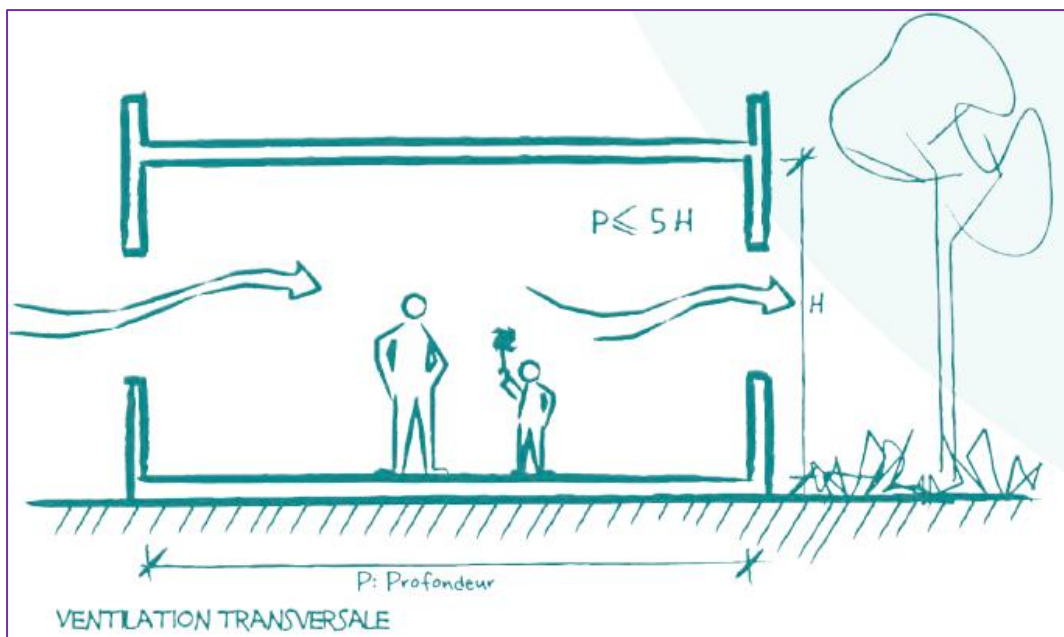
Dans ce mode de ventilation, on peut calculer le débit d'air par la formule suivante :

A = surface d'ouverture [m²] et H = hauteur de la fenêtre [m].

$$Q[m^3/h] = 260 \times A \times (0,5H \times \Delta T)^{1/2}$$

B/ Ventilation transversale :

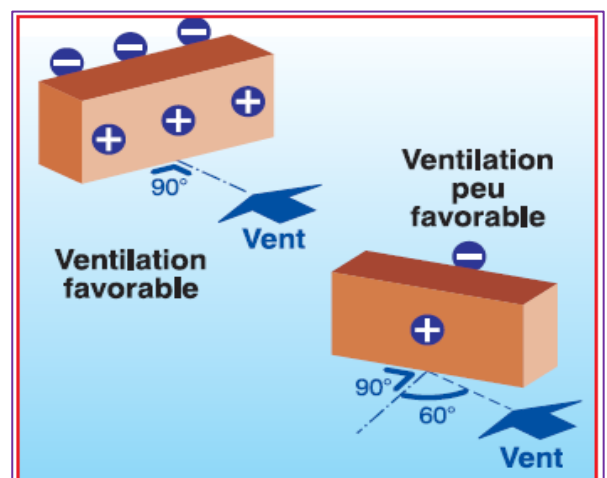
La ventilation transversale correspond au cas où l'air entre par une façade du bâtiment et ressort par une façade différente, généralement du côté opposé.



Ventilation transversale (Natural ventilation in non domestic buildings. Guide CIBSE,2005)

-La ventilation naturelle est alors essentiellement due à la force du vent ou à un écart de température entre la façade ombragée et la façade ensoleillée, dans le cas d'ouvertures simples comme des fenêtres.

-La ventilation sera favorable si la fenêtre est en perpendiculaire avec le vent, le rendement se diminue à chaque fois que l'angle formé entre la fenêtre et le vent se raccourcit, à l'angle de 30° la situation se ne sera donc pas efficace.



Impact de l'incidence du vent sur l'efficacité de la ventilation transversale (traité de l'architecture... bioclimatiques)

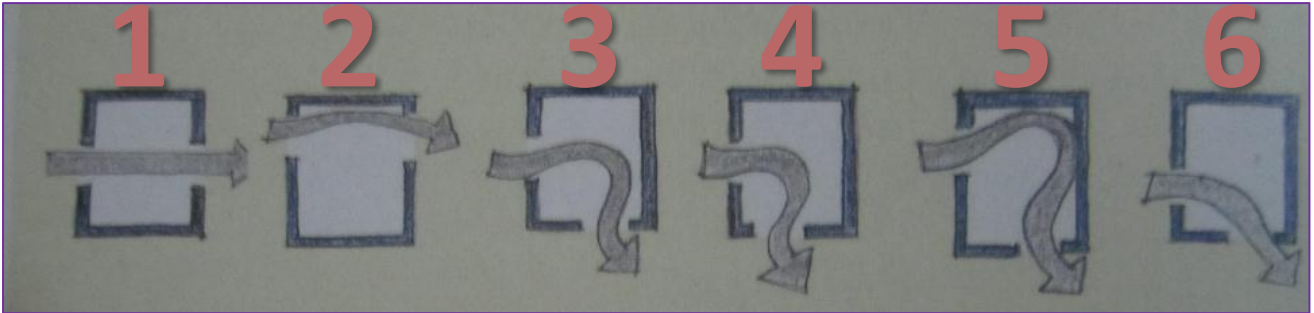


Figure 5 : les effets des ouvertures sur la ventilation traversante (la conception bioclimatique des maisons confortables et économes)

La position des ouvertures d'entrée et de sortie détermine l'efficacité du balayage :

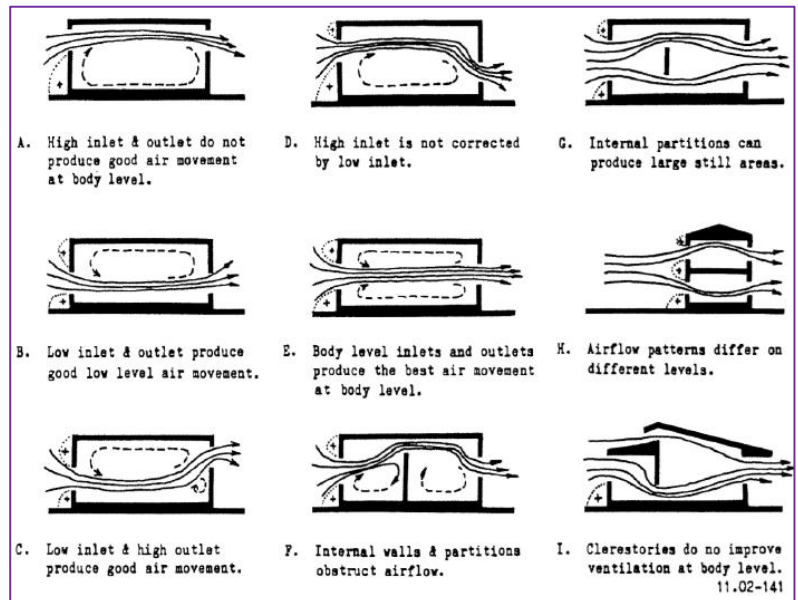
Les positions 1,2,6 ventilent mal pour l'espace

Les positions 3,4,5 ventilent mieux pour l'espace.

Les positions 2,3,5 rafraichissent prioritairement certaines parois.

-Givoni B, estime que la meilleure condition de ventilation transversale est obtenue lorsque le flux d'air change de direction à l'intérieur de l'espace en se déplaçant de l'entrée vers la sortie.

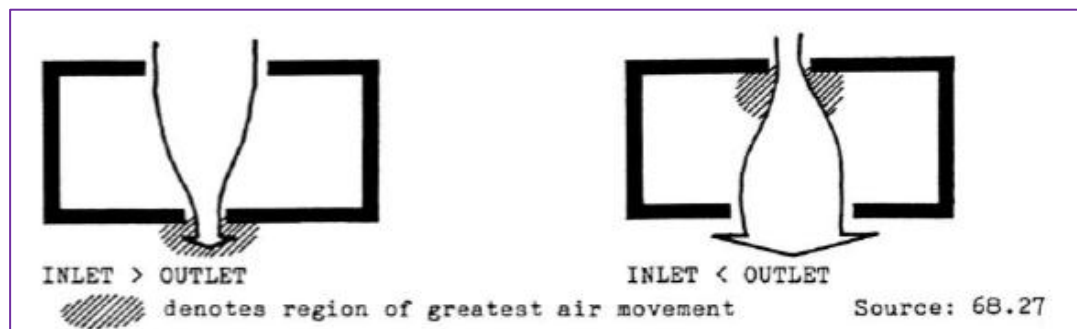
- Aussi la différence de hauteur entre les ouvertures est très importante, car il faut les positionner de telle sorte créer un décalage en hauteur entre les débit d'air (partie basse) et les sortie d'air (partie haute) pour induire une ventilation ascendante via l'effet du tirage thermique



Influence du positionnement des ouvertures en coupe (Design manual 11.02, 1986)

-Les entrée et sortie d'air devraient avoir la même taille pour le maximum d'efficacité.

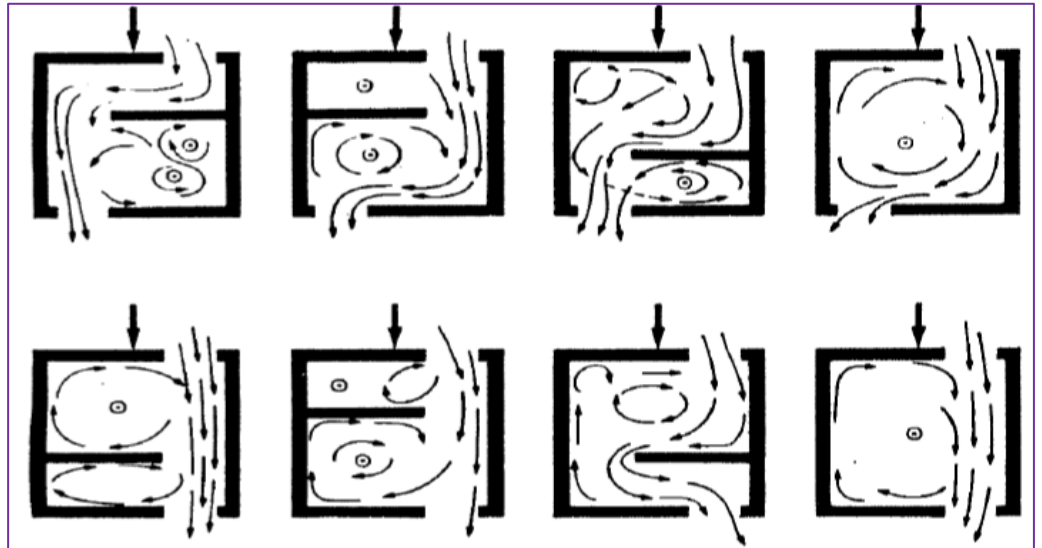
Si ce n'est pas possible, les ouvertures d'entrée d'air devraient être les plus petites pour maximiser la vitesse d'air et le confort en été.



Influence de la taille des ouvertures (Design manual 11.02, 1986)

Les cloisons intérieures (et parfois le mobilier) constituent des obstacles intérieurs pour l'écoulement d'air, car elles réduisent sa vitesse (pertes de charge) et modifient la distribution des flux (contournement de l'obstacle et décollement) dans les cas où l'usage de l'espace permet le plan « libre » offre la situation la plus optimale.

Dans le cas où une cloison perpendiculaire à l'écoulement d'air serait inévitable, il est recommandé de la rapprocher de la sortie d'air pour limiter la zone non ventilée, d'un autre côté la présence d'une cloison peut contribuer à mieux répartir le flux d'air: mais cela nécessite une étude précise pour bien la positionner.



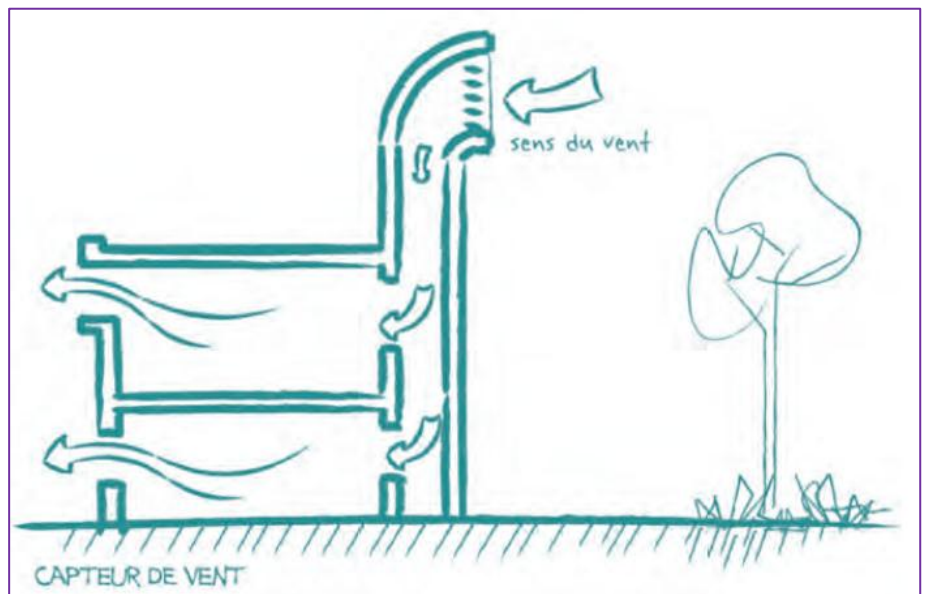
Influence de la répartition des cloisons (Design manual 11.02, 1986)

C/ Capteur de vent et variantes :

Les capteurs de vent sont des dispositifs utilisés traditionnellement en Iran.

C'est une sorte de cheminée montée en toit qui capture le vent à grande hauteur, où la vitesse du vent, et donc la pression dynamique du vent, est généralement plus élevée.

Le différentiel de pression étant alors plus important, le débit de ventilation s'en trouve augmenté. Il faut tout de même prêter attention au tirage thermique qui peut jouer contre cet effet, et donc l'inverser si la vitesse du vent est faible.

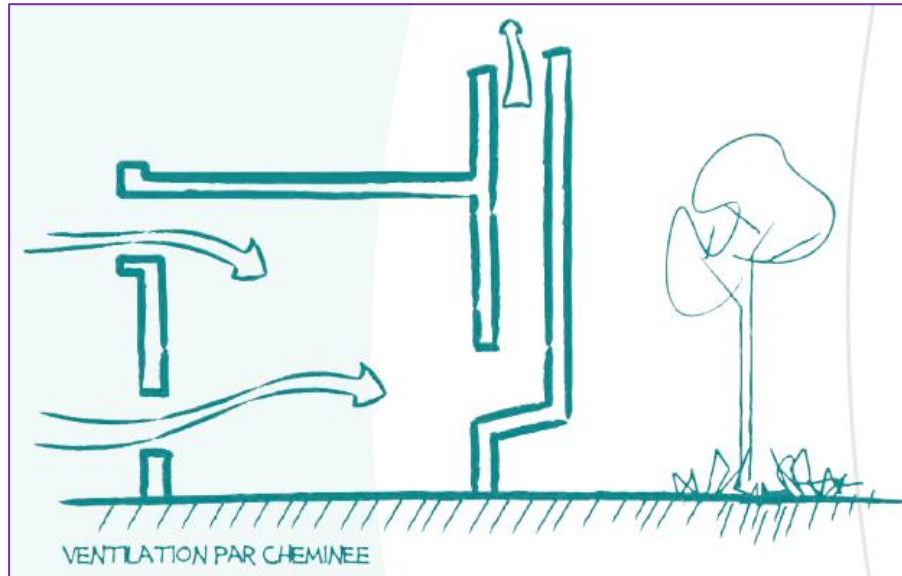


Capteur à vent (Guides bi-tech ventilation naturelle et mécanique ARENE)

D/ Ventilation par cheminées :

C'est une ventilation qui repose sur l'effet de tirage thermique, et qui peut être assistée par le vent si la sortie est conçue pour être toujours dans des zones de pression négative.

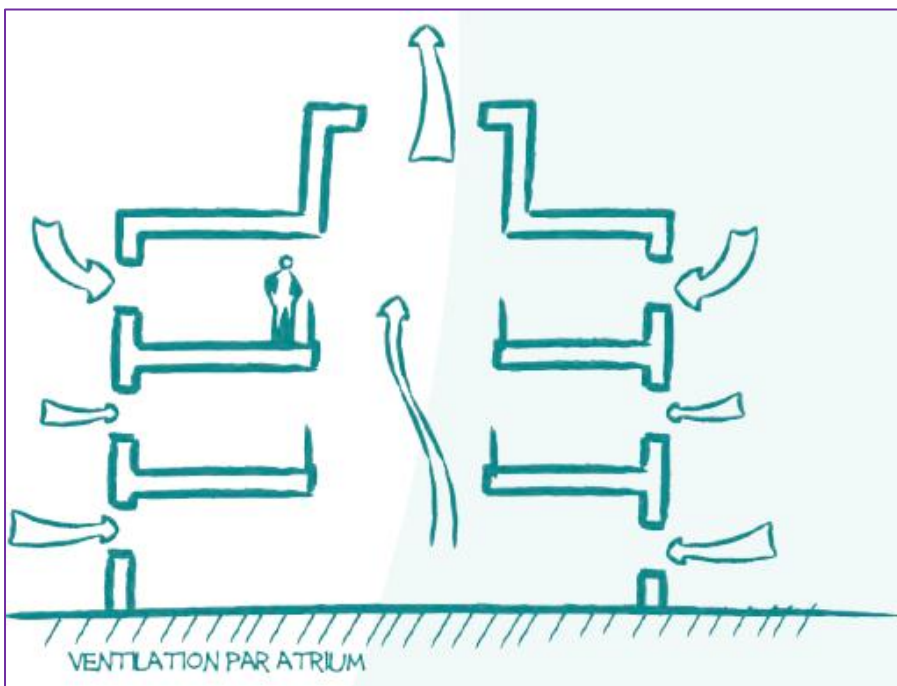
La ventilation se fait dans l'espace ciblé, puis est extraite le long de conduits verticaux.



Ventilation par cheminée. (Natural ventilation in non domestic buildings Guide CIBSE 2005).

E/ Ventilation par atrium:

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



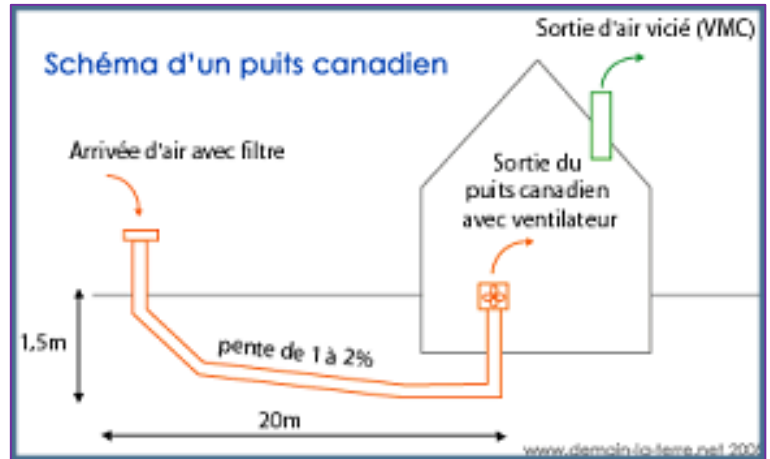
Ventilation par atrium (Guides bi-tech ventilation naturelle et mécanique ARENE)

De plus, l'intérêt de l'atrium est que le volume de bâtiment que l'on peut ventiler naturellement est doublé par rapport à la cheminée placée sur un côté, puisque l'entrée d'air se fait des deux côtés du bâtiment, tandis que l'extraction se fait au milieu (effet équivalent à mettre une rangée de cheminées au centre du bâtiment).

F/Ventilation par puits canadiens:

La ventilation par puits canadien peut fonctionner naturellement ou à l'aide d'un tirage par ventilateur. Dans tous les cas l'air transite par de longs conduits qui passent dans la terre.

Ceci permet de tempérer l'air par échange avec la terre : en hiver, l'air froid est réchauffé et en été l'air chaud est rafraîchi. Le système est basé sur le simple constat que la température de la terre est plus ou moins constante à partir d'une certaine profondeur.



: Ventilation puits canadien
(http://www.renouveau.com/puits_canadien_puits_provencal.htm)

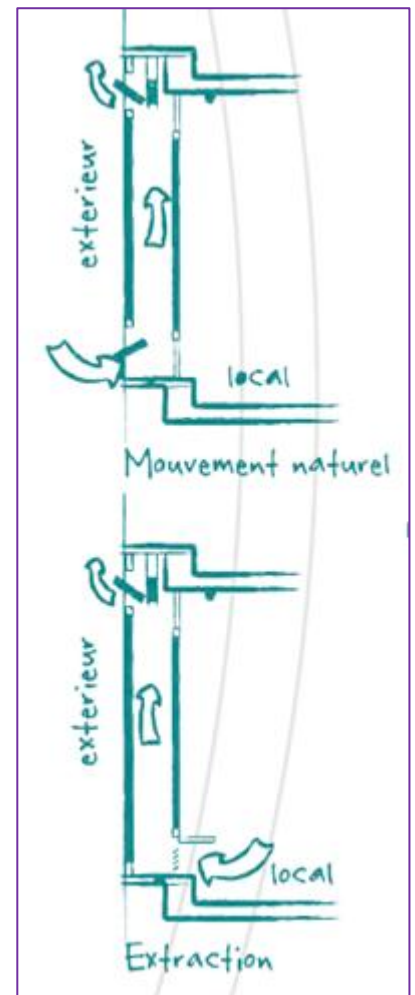
G/Ventilation par façade double peau (FDP) :

Lorsqu'il s'agit de répondre à un certain nombre de contraintes, tels qu'un grand pourcentage de vitrage.

Une FDP est le plus souvent constituée de deux parois en verre avec des protections solaires entre les deux. La cavité constituée entre les deux unités vitrées est ventilée afin d'extraire les gains solaires et d'éviter qu'ils ne réchauffent l'intérieur du bâtiment.

Hauteur de la cavité: elle peut être haute d'un seul étage, de plusieurs, voire de toute la hauteur du bâtiment. Une grande hauteur permet d'améliorer l'effet de tirage thermique, en revanche, cela peut conduire à des températures très élevées en haut de la cavité.

La profondeur de la cavité doit être suffisante afin de la nettoyer, et aussi la séparée latéralement afin de stabiliser le flux d'air et éviter la création des points chauds.



ventilation par FDP (Ventilating Facades, Ashrae journal, Avril 2009.)

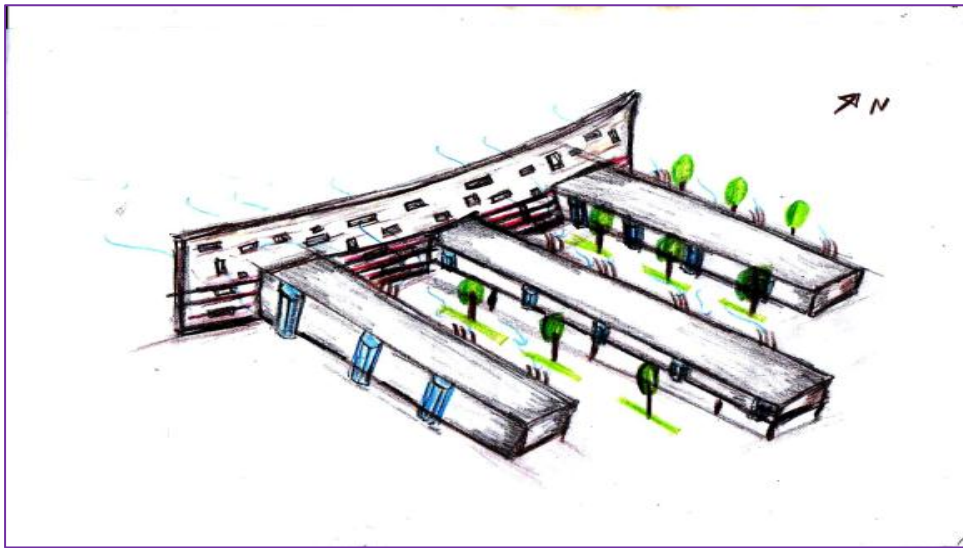
Synthèse :

Après avoir déterminé les bases théoriques sur la ventilation naturelle, il est temps de choisir le mode qui va être adapté dans les salles de classe tout en prenant en considération:

- _ 1 les données et les contraintes climatiques de la ville de Laghouat dont les vents sont caractérisés par leur violence et leur teneur en sable.
- _ 2 La période d'utilisation qui s'étale de moi de septembre jusqu'au mois de juin.

Et pour cette raison les outils de la ventilation utilisés vont être comme suit:

- 1) L'obstacle percé permettant la pénétration des vents qui vont nous aider à optimiser la circulation d'air.



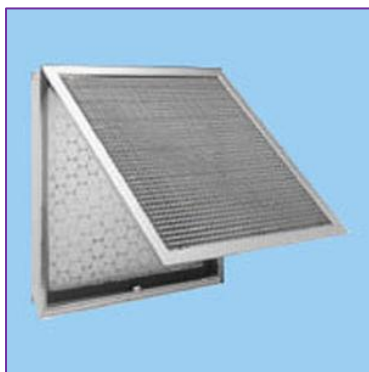
la pénétration des vents grâce aux percées de l'obstacle (auteur)

- 2) La disposition des blocs où sont éloignés de toute pollution, de la végétation qui va freiner les vents violents et des plans d'eau qui vont permettre de rafraichir et humidifier les vents chauds.



L'utilisation des vents chauds (auteur)

3) Les serres, les jalousies du côté nord et des grilles équipées de filtre à sable.



Grille équipée de filtre à sable.
<http://www.archiexpo.fr>



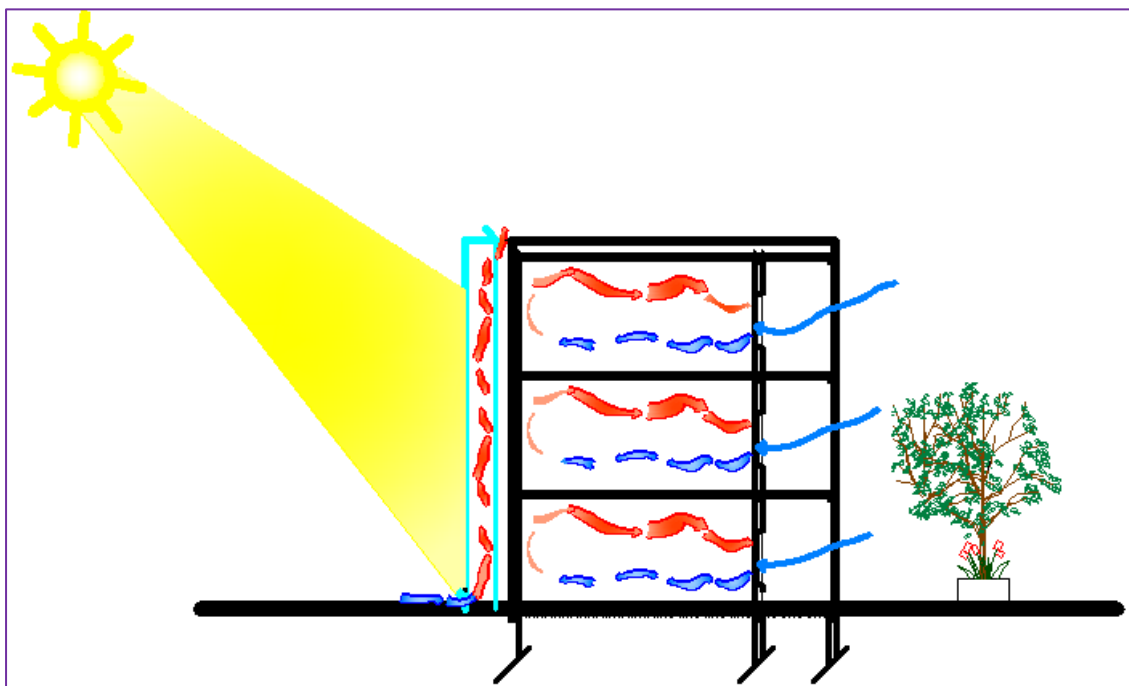
Fenêtre en Jalousie
<http://french.alibaba.com>



les serres utilisées dans la ventilation naturelle
(auteur)

Dans la période de confort thermique (en moi de Septembre, Octobre, Mai):

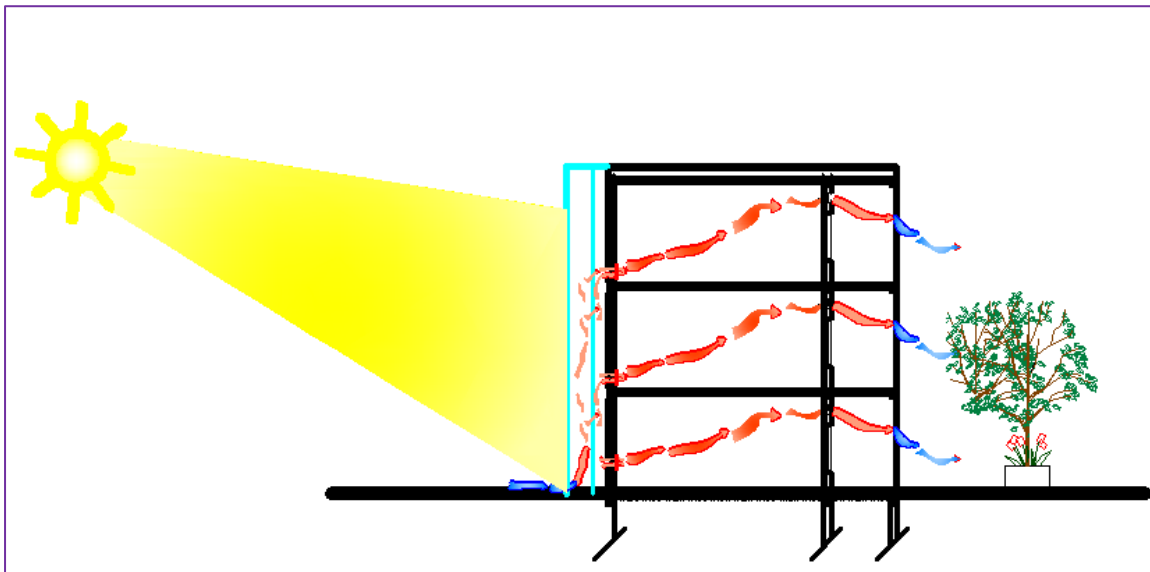
Une ventilation mono-exposée va être mise en place: avec les jalousies ouvrante du côté nord d'une hauteur de 1,8m pour que l'air frais puisse entrer par le bas de la fenêtre et chasse l'air vicié par le haut. Et pour ne pas tomber dans le piège de la surchauffe à cause de la serre, il faut prévoir une isolation renforcée au niveau de la cloison intermédiaire entre la salle et la serre, et ventiler cette dernière par l'ouverture des grilles, une en bas et l'autre en haut pour provoquer l'effet de cheminée donc la serre ne va impacter l'espace intérieur.



Fonctionnement de la ventilation en période de confort thermique (auteur)

Dans la période froide qui s'étend de moi de Novembre au moi d'Avril:

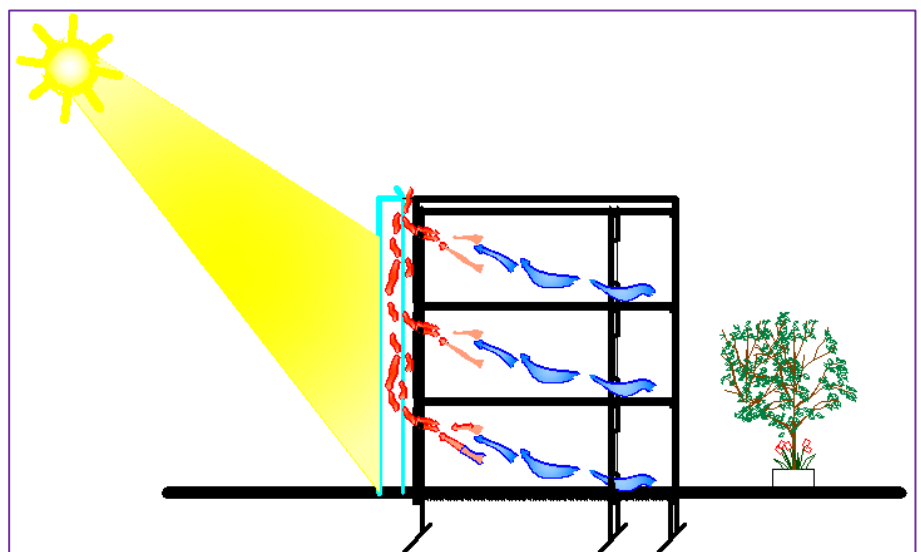
La ventilation va être mise en œuvre grâce à la serre avec l'ouverture de la grille en bas, l'air dans la serre s'échauffe et monte pour entrer dans les salle par une autre grille en bas des murs, cet air dans la salle va être réchauffé de plus en plus par les rayons du soleil entrant par les fenêtres du sud et aussi par les différentes opérations métaboliques des occupants, alors il finit par sortir grâce à des grilles placé en haut du côté nord. Et dans les mois de Décembre, Janvier, Février où on a recourt au chauffage mécanique (qui va être assuré par les capteurs thermique placés en toiture.) un des dispositifs de chauffage va être mis auprès de la grille pour s'assurer que l'air frais ne va pas affecter le confort thermique.



Fonctionnement de la ventilation en période froide
(auteur)

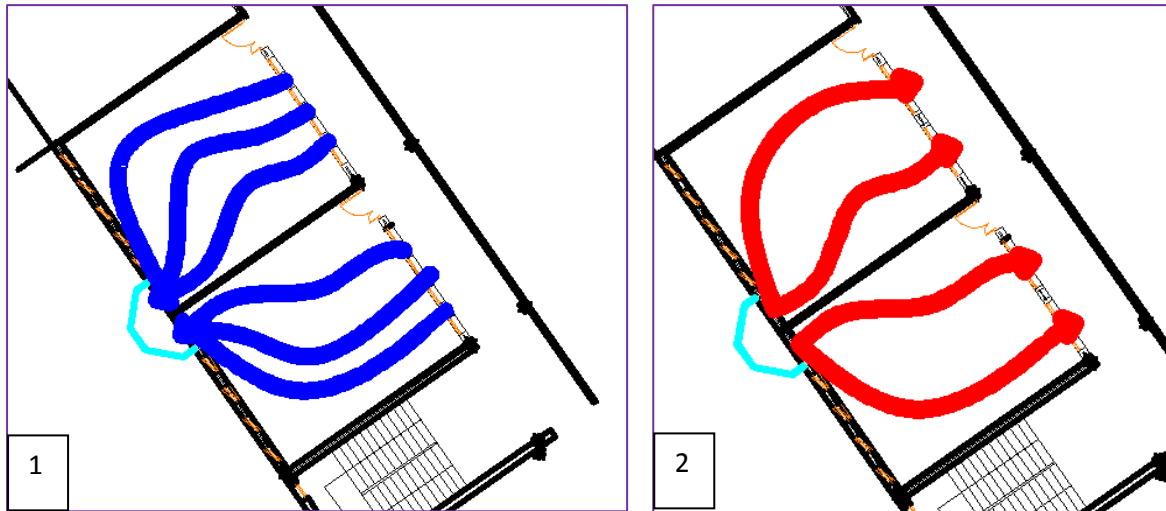
Dans la période chaude (moi de Juin):

La serre va jouer le rôle complet de la cheminée solaire où l'air frais rafraîchi au côté nord va être aspiré grâce à l'effet du tirage thermique (l'écart de température d'air provoqué par la serre). Les entrées et la sorties d'air vont être contrôlé aussi par les grilles d'entrée au côté nord et les grilles de sortie au côté sud (serre).



Fonctionnement de la ventilation en période chaude
(auteur)

Et pour un balayage meilleur des salles il faut que le flux d'air change de direction à l'intérieur de l'espace en se déplaçant de l'entrée vers la sortie.



le balayage des salles par le flux d'air

1-En période chaude

2-En période froide

(auteur)

Notions de confort et aperçu sur les réglementations :

Au début des années 2000, les campagnes de mesures réalisées par l'observatoire de la qualité de l'air intérieur montraient que les taux de renouvellement de l'air dans les écoles n'étaient pas satisfaisants. Les valeurs étaient très faibles avec des taux pouvant atteindre 7,7m³/h/personne, bien en dessous du débit minimal de 15 m³/h/personne imposé par la réglementation française (arrêté du 24 mars 1982)³.

Quelles sont les unités de mesure utilisées pour les taux de renouvellement d'air dans un système de ventilation avec apport d'air neuf?

Le nombre de renouvellements d'air par minute (RAM) [ou de renouvellements d'air par heure (RAH)] est généralement utilisé pour mesurer le taux de renouvellement d'air assuré par un système de ventilation avec apport d'air neuf. Le taux (ou débit) de renouvellement d'air fait référence au remplacement du volume total d'air d'un lieu de travail en une minute ou en une heure. La formule ci-après peut servir au calcul du taux de renouvellement d'air⁴ :

$$\text{Nombre de renouvellement d'air par heure} = \frac{(\text{Débit d'air}) \text{ taux d'admission de l'air extérieur en m}^3/\text{heure}}{\text{volume de la zone de travail en m}^3}$$

³ Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique

⁴ <http://www.cchst.com>

(Débit d'air) Taux d'admission de l'air extérieur = $\frac{\text{volume de la zone de travail en m}^3}{\text{Nombre requis de renouvellement d'air}}$
En m³/h

Le Règlement Sanitaire Départemental Type exige (réglementation française) les débits suivants en m³/h/occupant :

Destination des locaux	Débit d'air neuf en m ³ /h et par occupant
Locaux d'enseignement : classes, salles d'études, laboratoires, (à l'exclusion de ceux à pollution spécifique) maternelle, primaire et secondaire du 1 ^{er} cycle	15
Locaux d'enseignement : classes, salles d'études, laboratoires, (à l'exclusion de ceux à pollution spécifique) secondaire du 2 ^e cycle et universitaire	18
Locaux d'enseignement : classes, salles d'études, laboratoires, (à l'exclusion de ceux à pollution spécifique) ateliers	18
Locaux d'hébergement : chambres collectives (+3 personnes), dortoirs, cellules, salles de sport	18
Bureaux et locaux assimilés : tels que locaux d'accueil, bibliothèques, bureaux de postes, banques	18
Locaux de réunion : tels que salles de réunions, de spectacle, de culte, clubs, foyers	18
Locaux de vente : tels que boutiques, supermarchés	18
Locaux de restauration : cafés, bars, restaurants, cantines, salles à manger	22
Locaux à usage sportif par sportif dans une piscine	22
Locaux à usage sportif par sportif dans les autres locaux	25
Locaux à usage sportif par spectateur	18

Tableau des débits recommandés (Guides bi-tech ventilation naturelle et mécanique ARENE)

D'autres réglementations exigent le taux de renouvellement suivant (ASHRAE)

Désignation du local	Nombre de fois de Renouvellement d'air par heure
Salle de classe	3 → 6
bureau	3
laboratoire	8 → 10
Atelier générale	6 → 10
Atelier de dessin et peinture	8 → 10
bibliothèque	3 → 6
Salle de réunion	5 → 7
restaurant	6 → 10

magasin	4 → 6
Salle de bain	6 → 8
toilette	6 → 8

Tableau des taux de renouvellement d'air recommandés (auteur)

Synthèse :

Dans notre cas la salle de classe est occupée par 32 élèves avec un professeur donc :
Le besoin en débit d'air sera : $33 * 18 \text{ m}^3/\text{h}/\text{occupant} = 594 \text{ m}^3/\text{h}/\text{occupant}$

Alors on obtient le taux de renouvellement comme suis : $\frac{594 \text{ m}^3/\text{h}}{7,1\text{m} * 7,9\text{m} * 4\text{m}} = 2,64 \approx 3$

Etude de cas par la simulation numérique :

Le choix a été fait pour deux salles de classe avec une serre en commun orientées en plein sud.

Deux scénarios vont être étudiés qui sont comme suis :

_Le premier scénario :

Les deux salles de classe vont être ventilées par une ventilation mono-exposée en absence de la serre.
Ou la fenêtre ouverte est orientée en plein nord.

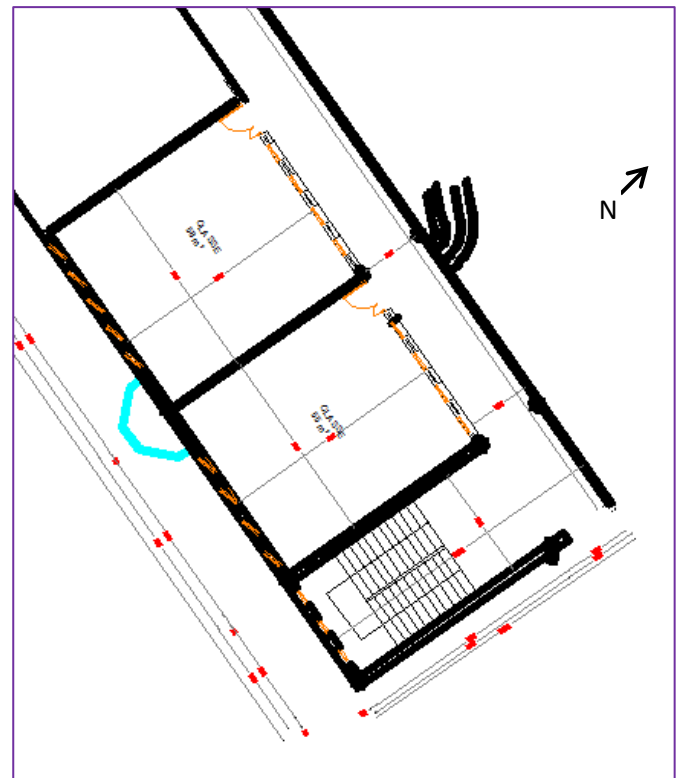
_Le deuxième scénario :

Les deux salles de classe vont être ventilées à l'aide de la serre et des grilles qui s'ouvrent en fonction de la saison.

- En hiver l'entrée de l'air est du côté sud tandis que la sortie est du côté nord.
- En été c'est le contraire l'entrée d'air et du côté nord, la sortie est exposée au soleil en plein sud.

1-Résultat de la simulation :

La simulation a été réalisée à l'aide du logiciel « ENERGY PLUS », où les effets des ouvertures vitrés (qui provoque l'effet de serre), le chauffage, les infiltrations et la présence humaine ne sont pas pris en compte.



Plan des classes à étudier (auteur)

Les résultats de la simulation pour les deux salles de classe ont été quasiment identiques pour le cas d'hiver et même pour celui d'été alors on a vu de prendre les résultats d'une seule zone (une seule classe).

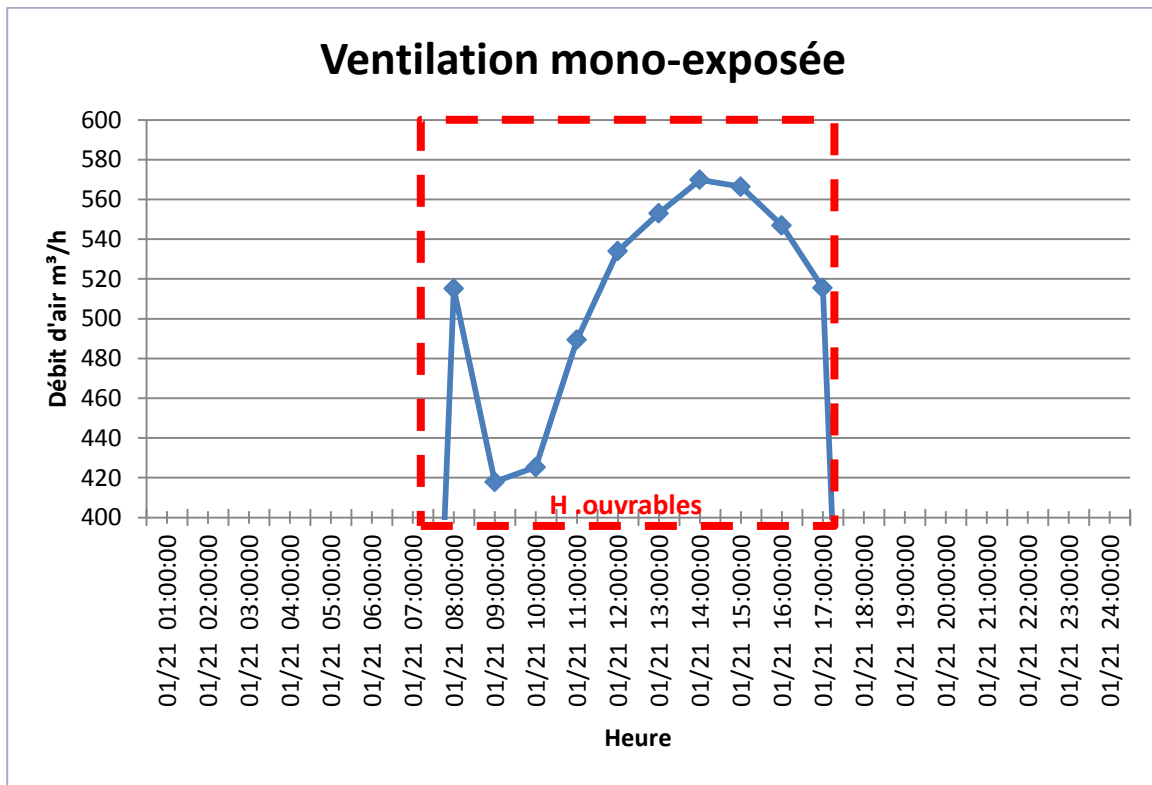
Résultats de la simulation au cas d'hiver (21 Janvier) :

NB : La ventilation est mise en œuvre 30% de l'heure (18min)

1) Cas témoin (ventilation mono-exposée)

Espace	Nombre d'occupant	Direction des vents	Orientation d'entrée d'air	Débit d'air recommandé	Moyenne du débit d'air acquis
Salle de classe	33	NO	N	594m ³ /h	512,9m ³ /h

tableau des résultats de la ventilation mono-exposée
hiver (auteur)

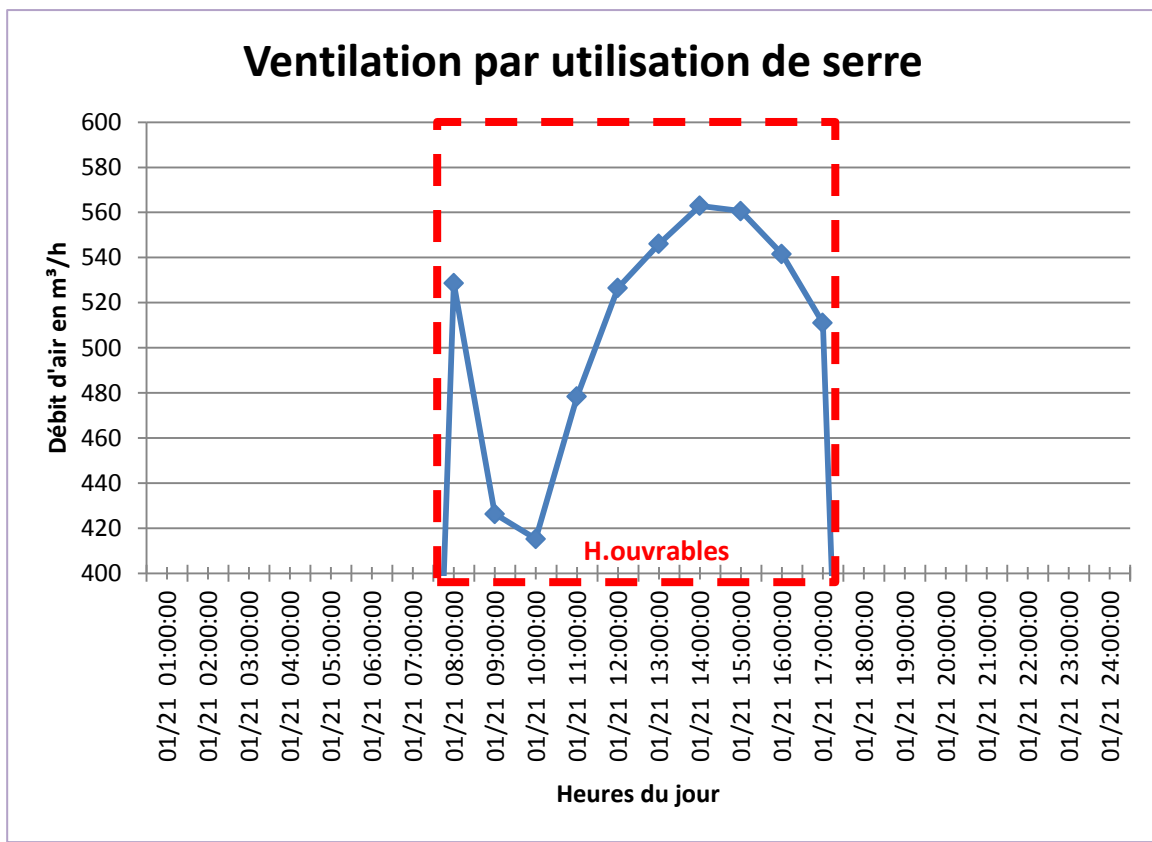


Graphique du résultat de la ventilation mono-exposée
(auteur)

2) Cas de la ventilation par l'utilisation de serre :

Espace	Nombre d'occupant	Direction des vents	Orientation d'entrée d'air	Débit d'air recommandé	Moyenne du débit d'air acquis
Salle de classe	33	NO	S	594m ³ /h	509,4m ³ /h

Tableau des résultats de la ventilation à l'aide d'une serre (auteur)



Graphique du résultat de la ventilation à l'aide d'une serre hiver (auteur)

Comparaison et commentaires :

_ La moyenne du débit de renouvellement d'air par la ventilation mono-exposée est de l'ordre de 512.9m³/h, pendant que la moyenne du débit de renouvellement d'air par la ventilation où on utilise la serre est de 509.4m³/h, une différence de l'ordre de 3.5 m³/h, cela est dû à l'emplacement des entrées d'air, qui sont dans la zone de surpression dans le cas de la ventilation mono-exposée puisque les vents sont de direction N/O, tandis que l'entrée d'air dans la ventilation par serre est dans une zone de dépression, mais malgré cette différence qu'on peut la négliger, la ventilation par serre reste plus efficace que la ventilation mono-

exposée puisque l'air neuf amené grâce à la serre sera tempéré et ne va pas influencer le confort thermique de la salle. Cependant l'air neuf amené par la ventilation mono-exposée sera de la même température de l'extérieur, donc il va perturber le confort thermique, aussi il faut mentionner que la présence humaine, et les ouvertures vitrées orientées en plein sud qui provoquent l'effet de serre vont participer aussi au tirage thermique qui va probablement augmenter le débit d'air en cas d'utilisation de la ventilation par la serre.

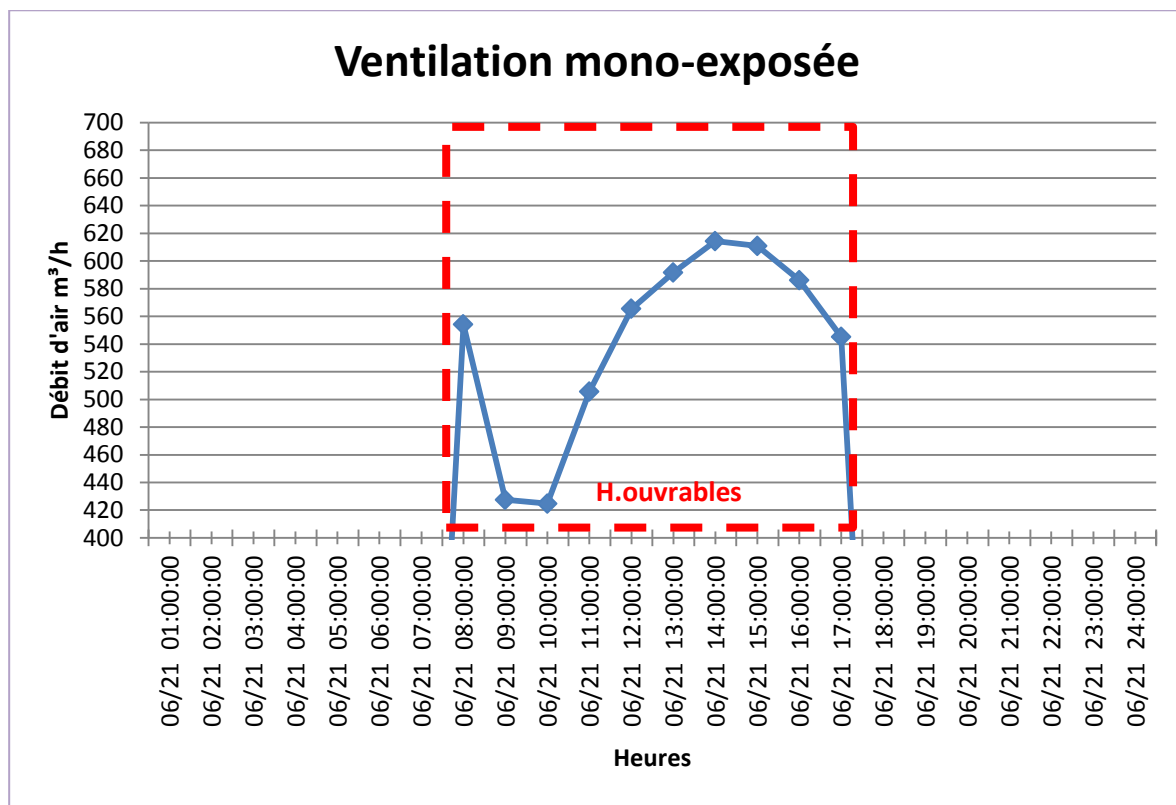
Résultats de la simulation au cas d'été (21 Juin) :

NB : La ventilation est mise en œuvre 30% de l'heure (18min) :

1) Cas témoin (ventilation mono-exposée)

Espace	Nombre d'occupant	Direction des vents	Orientation d'entrée d'air	Débit d'air recommandé	Moyenne du débit d'air acquis
Salle de classe	33	SO/S/SE	N	594m ³ /h	524,1 m ³ /h

tableau des résultats de la ventilation mono-exposée été (auteur)

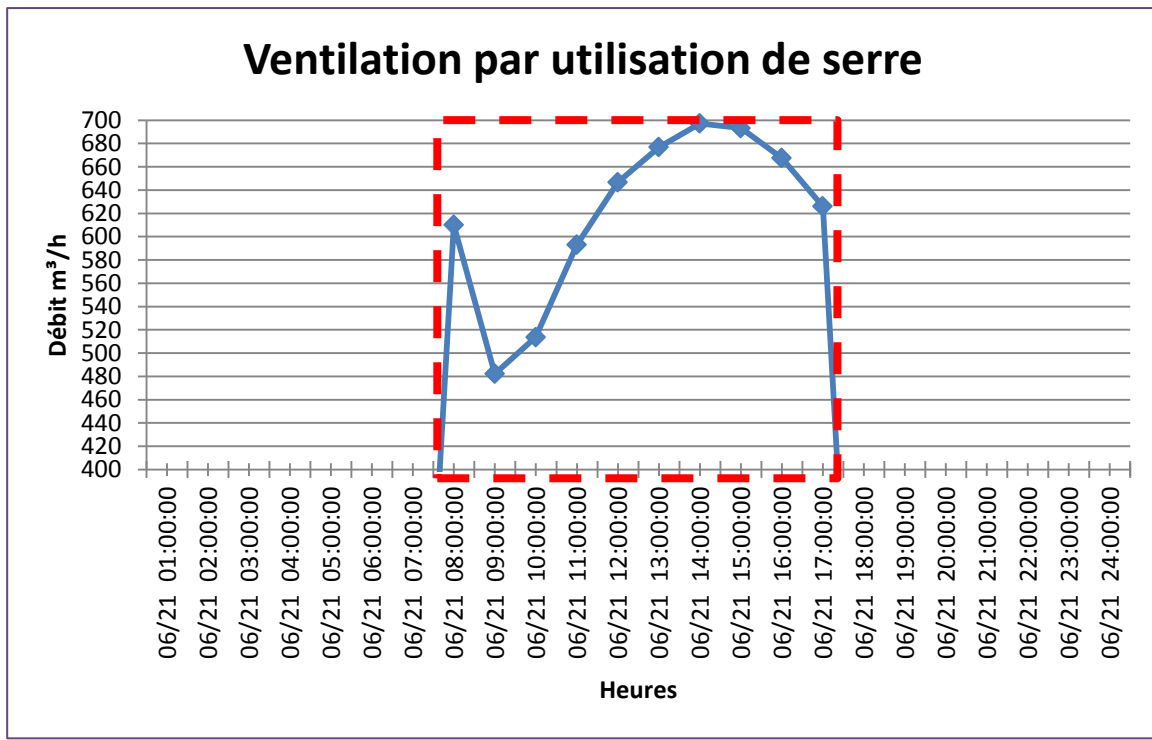


Graphique du résultat de la ventilation mono-exposée été (auteur)

2) Cas de la ventilation par l'utilisation de serre :

Espace	Nombre d'occupant	Direction des vents dominant	Orientation d'entrée d'air	Débit d'air recommandé	Moyenne du débit d'air acquis
Salle de classe	33	SO/S/SE	N	594m ³ /h	620.3m ³ /h

Tableau des résultats de la ventilation à l'aide d'une serre été (auteur)



Graphique du résultat de la ventilation à l'aide d'une serre été (auteur)

Comparaison et commentaires :

La moyenne du débit de renouvellement d'air par la ventilation mono-exposée est de 524.1 m³/h pendant que la moyenne du débit de renouvellement d'air par l'utilisation de la serre est de 620.3 m³/h, une différence de 96,2 m³/h, cela est dû à l'intensité du soleil qui accentue l'effet de cheminée et cela explique l'élévation du débit d'air en utilisant la serre en été.

Conclusion générale :

A travers les simulations à l'aide du logiciel « energy plus » on a conclu l'efficacité des dispositifs passifs qui nous assurent le confort respiratoire sans compromettre les conditions thermique du bâtiment.

L'utilisation de la serre qui a une double fonction en hiver et en été est un choix judicieux surtout dans la région de Laghouat qui est caractérisée par l'intensité du rayonnement solaire.

Aussi le choix de l'emplacement des entrées d'air doivent être bien réfléchi, à savoir les placer en perpendiculaire avec les vents ou en formant un angle de 45° au minimum, et cela nécessite une orientation spécifique qui va probablement influencer les autres aspects de confort notamment le confort visuel, sinon il faut jouer sur la stimulation du phénomène du tirage thermique pour provoquer l'effet de cheminée pour un débit de renouvellement d'air plus amélioré.

Approche thématique :

Lycée Kyoto. www.lycee-kyoto.eu

<http://www.tribu>

concevoirdurable.fr/images/stories/tribu/References/kyoto_lycee/MAJ_kyoto_lycee/kyoto_lycee.pdf

http://www.lecourrierdelarchitecte.com/article_215

[Présentation](#) | Lycée Kyoto : Le protocole de la SCAU (25-10-2010)

www.terreneuve.fr

www.googlemap.fr

www.googleearth.fr

www.terreneuve.fr

http://www.mon-annuaire-pro.com/n/thermique-batiment/performances-energetiques-record-pour-le-nouveau-lycee-vaclav-havel-a-begles/30/1616_/1/

[www. Google Earth.com](http://www.GoogleEarth.com)

<http://www.construction21.org/france/case-studies/fr/lycee-vaclav-havel-a-begles---1er-lycee-a-energie-positive-de-france.html>

<http://www.ac-bordeaux.fr/cid79668/le-recteur-visite-le-lycee-vaclav-havel-a-begles.html>

www.canalplus.fr/c-infos-documentaire

vimeo.com/54084289

<http://www.tribu-concevoirdurable.fr/references/enseignement/lycee-kyoto-a-begles-33.html>

[L YCEE A ENERGIE ZERO VACLA V HA VEL ↪ Bègles](#)

<http://v4.aquitaine.fr/politiques-regionales/constructions-et-renovations/lycee-de-begles-rentree-2012,6887.html>

Approche contextuelle

www.monalgerie.net

La station météorologique de Laghouat (Année 2010)

Levé topographique du pos EL MERDJA (URBATIA)

Levé topographique du pos 10 (DUC)

Coupe Géologique (laboratoires de travaux) publics Laghouat)

PDEAU plan directeur d'aménagement et d'urbanisme 2011

Approche technique

Ouvrages :

- Alain Liébard, André De Herde, Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, Edition Le Moniteur 1996,2004.
- Samuel Courgey, Jean Pierre Oliva, la conception bioclimatique des maisons confortables et économes Edition terre vivante et Béatrice Gauge 2006,2012.

Articles :

- Les guides BIO-TECH ventilation naturelle et mécanique Edition ARENE.

Thèses :

- Mémoire de magister Ait Kaci Zouhir l'apport de la cage d'escalier dans la ventilation naturelle, département d'architecture de Tizi-Ouzou 2014.