



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLAB BLIDA -01-  
INSTITUT D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME  
Département d'Architecture

**Mémoire de Master 02 en Architecture.**

Thème de l'atelier : Architecture, Environnement et Technologies

**Apport des matériaux sur le confort thermique dans les classes  
de cours**

**P.F.E : conception d'un lycée bioclimatique à Blida**

**Présenté par :**

NEMDIL Maroua

Groupe : 01.

**Encadré(e)s par :**

Mme Benkahoul Leila

Mme Aliouche Sihem

**Membres du jury :**

Président : Mme KAOUALA D. (MCA)

Examineur : Mme Belekhal N. (MAA)

Année universitaire : 2021/2022

## **REMERCIEMENT :**

*On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.*

*Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Mme. Benkahoul Leila et Alliouche Sihem on les remercie pour leur patience, leur rigueur et leur disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.*

*On remercie également tous les membres du Jury pour bien vouloir nous accorder de leur temps précieux afin de commenter, discuter et juger notre travail.*

*Nos remerciements s'adressent également à tous nos professeurs pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles.*

*Un grand merci pour notre familles pour leur confiance en nous, leur amour, soutien et encouragement. Toutes nos paroles les plus sincères nous semblent insuffisantes pour exprimer notre reconnaissance.*

*En fin, nous ne pouvons achever ce mémoire sans exprimer notre gratitude à tous les personnes qui nous ont aidés et soutenue de près ou de loin.*

## **RESUME**

Au sens large, l'école est une institution sociale majeure qui remplit une double mission d'instruction et de socialisation. L'éducation est le moteur, la garantie du développement humain et la transformation intégrale d'une société donnée, car c'est l'école qui forme le citoyen, un citoyen responsable et conscient de tous les enjeux de la vie d'aujourd'hui et celle de demain. Cette réflexion représente le point de départ de notre problématique.

On s'est intéressée à l'établissement scolaire secondaire (lycée) en tant qu'espace d'apprentissage, d'échange et de développement personnel, pour concevoir un projet fonctionnel, confortable, qui respecte l'environnement et consomme le moins d'énergie possible. En effet, notre approche est bioclimatique. Cette approche nous a permis l'intégration du projet dans son environnement : naturel et construit. Sur le plan environnemental, on a pris en considération essentiellement les données climatiques pour une conception bioclimatique, où l'énergie solaire passive été à la base du confort thermique recherché. Sur le plan fonctionnel, on a essayé de répondre aux besoins des élèves pour leurs offrir un environnement propice à l'apprentissage en assurant le confort visuel et acoustique.

### **Mots clés :**

- Environnement.
- Données climatiques.
- Architecture bioclimatique.
- Confort thermique.
- Lycée.

## **ABSTRACT**

In the broadest sense, the school is a major social institution that fulfills a dual mission of instruction and socialization in order to facilitate the integration of individuals, and we can well affirm that education opens us to philanthropy, to civilization, and to all humanity. It is the basis of society, education is the engine, the guarantee of human development and the integral transformation of a given society, because it is in school that the citizen of tomorrow is formed, which will make him a responsible and conscious citizen on his environment; this is the starting point of my problem.

I began by familiarizing myself with concepts related to the environment: ecology, sustainable development, bioclimatic architecture, energy efficiency ... then I became interested in the secondary school (high school) as a space for learning, exchange and personal development, to design a functional project, comfortable, respects the environment and consumes less energy possible.

Starting with the integration of my high school in its environment: natural, built, and socio-economic and taking into consideration first of all the climatic data for a bioclimatic design, especially the passive solar energy and the air that must be well managed in an ecological purpose to ensure thermal comfort at lower energy costs and have a concept of energy efficiency using renewable energy.

Without forgetting the functional aspect, which has been well studied according to the needs of students to provide an environment conducive to learning by ensuring visual and acoustic comfort.

### **Key words :**

- Environment
- Climate data
- Bioclimatic architecture
- Energy efficiency
- High school
- Thermal comfort



## ملخص

بالمعنى الواسع، المدرسة هي مؤسسة اجتماعية رئيسية تؤدي مهمة مزدوجة من التعليم والتنشئة الاجتماعية من أجل تسهيل اندماج الأفراد، ويمكننا أن نؤكد جيداً أن التعليم يفتح لنا المجال للعمل الخيري والحضارة الإنسانية جمعاء. إنه أساس المجتمع، والتعليم هو المحرك، وضمانة التنمية البشرية والتحول الشامل لمجتمع معين لأنه في المدرسة يتشكل مواطن الغد، التي ستجعله مواطناً مسؤولاً وواعياً على بيئته. وهنا تكمن نقطة البداية لإشكاليته.

بدأت بالتعرف على المفاهيم المتعلقة بالبيئة: البيئة، التنمية المستدامة، الهندسة المعمارية المناخية، كفاءة الطاقة... ثم حددت مشروعاً وهو المدرسة الثانوية (مساحة للتعليم، والتبادل، والتنمية الشخصية)، لأجل تصميم مشروع عملي ومريح يحترم البيئة ويستهلك أقل قدر ممكن من الطاقة بدئت في دمج المشروع في بيئته: الطبيعية والمبنية والاجتماعية والاقتصادية، مع الأخذ في الاعتبار أولاً وقبل كل شيء البيانات المناخية لتصميم مناخ بيولوجي، مع الأخذ بالاعتبار في المقام الأول استغلال الطاقة الشمسية والهواء لضمان الراحة الحرارية بتكلفة أقل للطاقة الغير متجددة باستخدام الطاقات المتجددة دون أن ننسى الجانب الوظيفي الذي تمت دراسته جيداً وفقاً لاحتياجات الطلاب لتوفير بيئة مواتية للتعلم من خلال ضمان الراحة البصرية والصوتية.

## الكلمات الدالة

- بيئة
- البيانات المناخية
- العمارة المناخية الحيوية
- كفاءة الطاقة
- المدرسة الثانوية
- الراحة الحرارية

## SOMMAIRE :

Remercîment	
Résumé	
Abstract	
ملخص	
Chapitre 01: Chapitre Introductif.....	01
1. Introduction .....	02
2. Problématique .....	03
3.objectifs .....	04
4.Hypothèse .....	04
5.Méthodologie du travail .....	04
6.structure du travail .....	05
Chapitre 02 : ETAT DE L'ART .....	06
Introduction .....	08
2.Définitions des concept .....	09
2.1. Concepts liés à l'environnement .....	08
2.1.1. Environnement .....	08
2.1.2. Architecture bioclimatique .....	09
2.1.2.1. Définition .....	09
2.1.2.2 Historiques de l'architecture bioclimatique .....	09
2.1.2.3. Principes de l'architecture bioclimatique .....	10
2.1.2.4 Objectif de l'architecture bioclimatique .....	11
2.1.3 Confort thermique .....	12
2.1.4. Efficience Energétique .....	14
2.1.5. La façade double peau .....	14

2.1.5.1 définition .....	15
2.1.5.2. les composants de la façade double peau .....	16
2.1.5.3. les types de la façade double peau .....	16
2.1.5.4. Epaisseur du canal de la façade .....	19
2.2 concepts liés au projet .....	20
2.2.1 thématique spécifique .....	20
2.2.1.1 l'éducation .....	20
2.2.1.2 description du système scolaire en Algérie .....	21
2.2.1.3 les types d'établissement de l'enseignement secondaire .....	21
2.2.1.4 types conceptuels .....	22
2.2.2 les types des lycées en Algérie .....	27
2.2.3 Analyses des exemples .....	29
Exemple 01 : Lycée de l'Est parisien .....	30
Exemple 02 : collège Guy Dolmaire .....	31
Chapitre 03 : Elaboration du projet .....	32
Introduction .....	33
3.1 Analyse de site .....	33
3.1.1 présentation de l'aire d'étude .....	33
3.1.1.1 à l'échelle de territoire .....	33
3.1.1.2 Situation de l'aire d'étude à l'échelle de la ville .....	33
3.1.1.3 situation de l'aire d'étude à l'échelle de la commune .....	34
3.1.1.4 Accessibilité .....	34
3.1.1.5 Environnement immédiat .....	35
3.1.1.6 Situation de l'aire d'étude à l'échelle de POS .....	36
3.2 Analyse de l'environnement naturel .....	37

3.2.1	Forme superficie et dimension du terrain .....	37
3.2.2	Analyse séquentielle ( vues du terrain et à partir du terrain ).....	38
3.2.3	Analyse climatique .....	41
3.2.3.1	Températures .....	41
3.2.3.3	Précipitation .....	41
3.2.3.4	Ensoleillement .....	41
3.2.3.5	les vents .....	42
3.2.3.6	L'humidité .....	42
3.2.3.7	Diagramme de Givoni .....	43
3.2.3.8	Les schémas de stratégies conceptuelles pour la période de sous chauffe .....	44
3.2.3.9	Les schémas de stratégies conceptuelles pour période de surchauffe .....	45
3.2.3.10	Schéma de synthèse .....	48
3.3	Conceptualisation du projet .....	50
3.3.1	Principe d'implantation .....	50
3.3.2	Genèse de la forme .....	51
3.3.3	L'organisation spatiale des entités du projet .....	52
3.3.4	Programme surfacique du lycée de type 1000 .....	54
3.3.5	Système structurel .....	58
3.3.6	Traitement des façades .....	59
3.3.7	Evaluation environnementale du projet .....	62
3.3.8	A l'échelle de l'aménagent .....	62
3.3.8.1	Implantation des arbres à feuilles caduc -Le Catalpa .....	62
3.3.8.2	Gestion des déchet .....	63
3.3.8.3	Récupération des eaux pluviales .....	64
3.3.9	A l'échelle du projet .....	65

3.3.9.1 protection solaire .....	65
3.3.9.2 Ventilation Naturelle .....	65
3.3.9.3 Matériaux durable .....	65
Simulation .....	66
Conclusion .....	67
Conclusion générale .....	67

## Liste des figure :

Figure 1 : schéma de présentation bioclimatique.....	9
Figure 2: les stratégies de la conception bioclimatique.....	11
Figure 3 coupe et plan de façade double peau.....	15
Figure 4 les composants de la façade double peau .....	16
Figure 5 type de façade double peau.....	16
Figure 6 façade double peau ventilée sur l'extérieur naturellement .....	17
Figure 7 : détail façade double peau.....	18
Figure 8 : détail façade double peau ventilée sur l'extérieur mécaniquement.....	18
Figure 9 type de bâtiment d'enseignement secondaire .....	22
Figure 10 : types conceptuels de bâtiment d'enseignement.....	23
Figure 11: plan de masse.....	31
Figure 12: PLAN RDC ( lycée de l' Est Parisien).....	31
Figure 13 : R+1.....	31
Figure 14: R+2 et R+3 .....	31
Figure 15: les wilayas limitrophes de la wilaya de blida .....	33
Figure 16 : carte de situation de la wilaya de blida.....	33
Figure 17: carte de situation de la wilaya de Blida .....	33
Figure 18 : situation de la commune de Larbaa.....	34
Figure 19: situation et limite de Belaouadi .....	34
Figure 20 : accessibilité .....	34
Figure 21 : environnement immédiat .....	35
Figure 22 : POS Belaouadi n 01 .....	36
Figure 23: vue du terrain.....	38
Figure 24 :vue du terrain.....	38
Figure 25: Vue Nord à partir du terrain.....	38
Figure 26: Vue Est à partir du terrain.....	39
Figure 27: Vue à partir du terrain.....	40
Figure 28: Vue Ouest à partir du terrain .....	40
Figure 29: graphique des températures moyennes de Larbaa au cours de l'année.....	41
Figure 30 : graphe annuelle des précipitations moyennes de Larbaa .....	41
Figure 31 : graphe annuel d'ensoleillement à Larbaa .....	41
Figure 32: Rose des vents de Larbaa .....	42
Figure 33 : taux d'humidité au cours de l'année à l'arbaa .....	42
Figure 34 : diagramme de Givoni .....	43
Figure 35 : stratégie conceptuelle.....	44

Figure 36 : stratégie conceptuelle.....	44
Figure 37: double vitrage .....	45
Figure 38 : ventilation naturelle.....	45
Figure 39: protection des fenêtres.....	46
Figure 40 : protection des fenêtre .....	46
Figure 41 : écran végétale .....	46
Figure 42 : minimisation de gain de chaleur .....	46
Figure 43 : stratégie conceptuelle.....	47
Figure 44: schéma de synthèse .....	48
Figure 45: occupation périmétrale.....	50
Figure 46 : plan d'aménagement .....	50
Figure 47 : forme finale du projet .....	51
Figure 48: Organisation spatiale de RDC.....	52
Figure 49: Organisation spatiale de R+1 .....	52
Figure 50: organisation spatiale de R+2 .....	53
Figure 51 : organisation spatiale de R+3 .....	53
Figure 52: trame structurel du projet .....	58
Figure 53: façade sud .....	58
Figure 54: façade Est .....	58
Figure 55: façade Ouest .....	58
Figure 56: façade Nord.....	58
Figure 57: détail de toiture végétalisée .....	58
Figure 58: abri poubelle protégée.....	58
Figure 59: déchet tri sélectif .....	58

## Liste des tableaux :

Tableau 1 type cour.....	24
Tableau 2 type de bloc pédagogique .....	25
Tableau 3 type graphe.....	26
Tableau 4 type graphe.....	27
Tableau 5 : classification des lycées Type 600 .....	28
Tableau 6 classification des lycées Type 800 .....	28
Tableau 7 classification des lycées Type 1000 .....	29
Tableau 8 : programme surfacique de bloc pédagogique .....	54
Tableau 9 programme surfacique de bloc administratif.....	55
Tableau 10 : programme surfacique de salle de sport.....	56
Tableau 11 : programme surfacique de la salle de sport.....	56
Tableau 12: programme surfacique de l'espace extérieur .....	57

**Chapitre 01:**  
**Chapitre Introductif**

### Introduction générale :

Aujourd'hui notre planète fait face à des problèmes très inquiétants (réchauffement climatique, épuisement des ressources naturelles, augmentation des gaz à effet de serre) due à l'action de l'homme. Pour cela, il est nécessaire d'intervenir en changeant et en améliorant notre mode de vie et le changement de notre mode de construction pour ne pas causer encore de dégâts sur notre planète et pour cesser d'augmenter les effets de ces problèmes. En tant qu'architectes nous sommes responsables de ce changement et responsables de faire transmettre ce message.

D'une part, Le changement passe par la transmission aux jeunes générations et de tracer un chemin vers l'éveil à la préservation de la nature, ils sont notre avenir. Ils subiront les conséquences des décisions que nous prenons aujourd'hui. La transmission de message de la nécessité de protéger la nature se fait au premier lieu dans les établissements scolaires, la première chose à faire pour influencer les jeunes bien sûr est de montrer l'exemple, et de leur permettre d'étudier dans un milieu et dans un établissement qui respecte lui-même l'environnement, à partir de là, il est nécessaire de créer un lieu, un environnement naturel durable spécialement pour les jeunes avec diverses activités pour les aider à se former, à développer leur culture et à connaître les besoins de préserver la nature et en faire leur amie dans leur vie personnelle.

D'autre part, Les chercheurs affirment que le milieu de vie où s'exercent les activités éducatives, joue un rôle capital dans le développement des individus, en particulier des enfants. En effet, L'architecture a une influence très forte sur la qualité d'un établissement scolaire et son efficacité pédagogique. Partant de ce principe que la qualité architecturale et environnementale de l'établissement scolaire est un élément essentiel à l'amélioration de la qualité de l'éducation plusieurs stratégies ont été mises en place par le monde visant à placer les élèves et le personnel enseignant dans les meilleures conditions possibles de travail. C'est ainsi que l'évolution de la conception architecturale des infrastructures éducatives se caractérise aujourd'hui par l'insertion des bâtiments dans leur contexte environnementale. Il est fréquenté par tous en tant qu'élève puis en tant que parent pour certains.

L'établissement scolaire incarne l'unité de base de production d'un système éducatif, il doit être conçu comme un vecteur de bien-être, un lieu d'identification, car il abrite des élèves qui y font l'apprentissage de leur vie de citoyens. La qualité de son architecture est déterminante pour la qualité de la vie scolaire qui s'y déroule. Son aménagement et son environnement ont un impact direct sur les progrès scolaires. Il est donc important que ces bâtiments soient exemplaires du point de vue de l'utilisation des ressources fossiles, des rejets polluants, de la qualité des matériaux, sans oublier la qualité de vie et le niveau de confort.



Dans le cadre du projet de fin d'études, nous nous intéressons à l'établissement scolaire secondaire, afin d'essayer d'en faire un espace d'étude agréable et de fournir d'autres fonctions. Le but est de déduire la forme la plus appropriée de l'environnement extérieur, afin de fournir de meilleures performances du point de vue énergétique pour Assurer une expérience plus confortable pour les apprenants et faciliter les tâches d'enseignement.

### **2.Problématique :**

Le secteur de l'éducation nationale compte en (2014-2015) selon les statistiques du ministère de l'éducation nationale 8 451 370 élèves, soit 21,39% de la population totale, Près de 700 000 fonctionnaires et 25 859 établissements scolaires dont :

- 18 459 écoles primaires,
- 5 253 collèges,
- 2 147 lycées.

Depuis l'indépendance, de nombreux facteurs comprennent : la pression démographique, le désir éducatif, la démocratisation de l'éducation, qui est à l'origine de la demande constante de construction d'écoles, ce qui a incité le pays à mettre en place un système de normalisation des bâtiments scolaires, à réduire les coûts et à raccourcir le

temps d'achèvement ( selon l'objectif national Selon les statistiques du ministère de l'Éducation, de 1962 à 2012, il y avait en moyenne 200 écoles élémentaires par an) Malgré cette évolution quantitative, il faut souligner aujourd'hui qu'un grand nombre d'infrastructures scolaires sont dans un état déprimant et ne répondent plus aux exigences pédagogiques contemporaines susceptibles de favoriser la réussite de l'apprentissage des élèves, parfois même sans tenir compte des caractéristiques et du contexte de leur environnement dans le processus de leur construction.

Avec ces chiffres là les bâtiments scolaires consomment beaucoup d'énergie, à cet effet, Il est nécessaire de mettre en évidence la problématique de la performance climatique des bâtiments éducatifs, où il y a un manque de directives devant de promotion de conception appropriée permettant aux architectes de fournir des bâtiments scolaires performants à faible consommation énergétique.

Donc tous ces problèmes constatés, nous ont conduits à poser la problématique suivante :

**-Comment valoriser l'éducation et offrir aux élèves un équipement confortable, fonctionnel qui répond au à leurs exigences, qui respecte l'environnement et consomme le moins d'Energie possible ?**

### **Objectifs :**

- Rendre l'établissement scolaire un espace agréable à étudier, en répondant aux besoins particuliers de ce dernier tout en respectant l'environnement. En offrant le confort maximal au niveau de notre équipement.
- Avoir un impact positif sur l'environnement.
- Améliorer l'efficacité énergétique du bâtiment en utilisant les principes de l'architecture bioclimatique

### **Hypothèse :**

- Adopter les principes de l'architecture bioclimatique dans la conception pour réduire la consommation énergétique.
- Une conception bioclimatique et respectueuse de l'environnement apporte le confort thermique nécessaire à l'apprentissage tout en contribuant à la sensibilisation des élèves aux enjeux environnementaux

### **Méthodologie du travail :**

- La recherche thématique bibliographique :

Cette partie consiste à récolter les documents (livres, revues, mémoires et sites webographies...etc.) Qui a un lien direct avec le sujet de recherche, cela nous a permis de faire sortir toutes les connaissances liées à notre thème.

- L'analyse des exemples :

Cette partie consiste à une étude analytique qui nous a permis d'approfondir nos Connaissances sur l'intégration des stratégies bioclimatiques dans les établissements scolaires.

- L'Analyse du contexte d'intervention :

Pour concevoir un projet connecté avec son environnement immédiat, cette partie met la lumière sur la zone d'étude, et permet par la suite de déterminer les influences du

site sur les données géomorphologiques, à savoir, la topographie, la végétation, la présence d'eau, l'humidité et la température du site sur la conception du projet.

➤ La réponse architecturale :

Le but principal de cette partie est de procéder à une projection architecturale (conception du projet) tenant en compte les différentes synthèses tirées des chapitres précédents.

➤ Les détails techniques :

Cette partie mettra en exergue le système constructif du projet architectural ainsi que les différentes techniques adoptées

### **Structure du travail :**

Afin d'atteindre nos objectifs, notre travail sera structuré sous forme de trois chapitres qui se succèdent et se complètent successivement :

#### **Chapitre introductif :**

Ce premier chapitre comprend les éléments fondamentaux qui nous sont indispensables pour l'élaboration de notre manuscrit, après avoir réalisé une introduction générale du mémoire, nous avons justifié les raisons qui nous ont poussés à choisir notre thème, posé nos problématiques, et construit des hypothèses.

#### **Chapitre État de l'art :**

Il portera sur les définitions des concepts, les aspects théoriques clés du thème de recherche comme l'architecture bioclimatique, l'environnement, l'éducation et analyse des exemples. Ce chapitre vise à donner un éclaircissement sur le concept de l'architecture bioclimatique, une thématique et une présentation de notre projet d'étude, et les principes intégrés dans ce genre de projets à travers des analyses d'exemples qui permettent une éventuelle évaluation de la pertinence du sujet choisi.

#### **Chapitre Elaboration de projet :**

Le dernier chapitre sera consacré à l'élaboration de notre projet et son aménagement, il comprend :

L'analyse du site, les principes d'aménagement et les principes écologiques intégrés dans le plan d'aménagement.

Ce chapitre traite aussi l'intégration d'un projet architectural et constructif qui tient compte des systèmes bioclimatiques et techniques tout en l'adaptant à notre thématique. La mise en

## Chapitre 01 : Chapitre Introductif

---

forme de toutes les synthèses élaborées précédemment vont conduire vers un processus conceptuel permettant de donner un projet bien intégré dans son environnement conçu selon une approche bioclimatique.

**Chapitre 02 :**

**Etat De L'art**

### **1. Introduction :**

La conception architecturale nécessite beaucoup de connaissance du contexte et des concepts environnementaux et c'est ce que on va entamer dans ce chapitre parce que L'objectif de notre recherche et d'aboutir à un projet architectural confortable, fonctionnel et respectueux a l'environnement.

Dans ce chapitre on va d'abord aborder une recherche basée sur la thématique liée à l'environnement, l'écologie, l'architecture bioclimatique, l'efficience énergétique Indiquant les différentes stratégies et principes de chacun, puis nous allons entamer système d'enseignement en Algérie et enfin l'analyse des exemples.

### **2. Définition des concepts**

#### **2.1. Concepts liés à l'Environnement :**

##### **2.1.1 Environnement :**

###### *2.1.1.1 Définition :*

L'environnement est l'ensemble des éléments qui constituent le voisinage d'un être vivant Ou d'un groupe d'origine humaine, animale ou végétale et qui sont susceptibles d'interagir avec lui directement ou indirectement. C'est ce qui entoure, ce qui est aux environs.

Depuis les années 1970 le terme environnement est utilisé pour désigner le contexte écologique globale, c'est-à-dire l'ensemble des conditions physique, chimiques, biologique climatique, géographique et culturelles au sein desquelles se développent les organismes vivants, et les êtres humains en particulier. L'environnement inclut donc l'air, la terre, l'eau, les ressources naturelles, la flore, la faune, les hommes et leurs interactions sociales.

Les mouvements pacifistes et écologistes ont permis de faire prendre conscience à de plus en plus de personnes que l'exploitation excessive des ressources naturelles de la Terre faisait courir à l'espèce humaine un danger à long terme. La protection de l'environnement est devenue progressivement une préoccupation pour les hommes politiques.

Source : <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/environnement>

### 2.1.2 Architecture bioclimatique :

#### 2.1.2.1 Définition :

Les conditions climatiques d'un lieu peuvent être scindées en contraintes dont on désire se protéger et en avantages qu'on désire exploiter. L'architecture bioclimatique a pour objet la recherche d'une synthèse harmonieuse entre la vocation du bâtiment, le confort des occupants et la prise en compte de ces conditions. Ceci à travers la conception, à comprendre comme la création et l'agencement des espaces, et la construction, recouvrant les caractéristiques physiques des matériaux utilisés ainsi que leur mise en œuvre. L'architecture bioclimatique d'aujourd'hui est la redécouverte des principes de construction qui permettaient aux bâtisseurs de composer avec le climat. Elle utilise l'énergie solaire disponible sous forme de lumière ou de chaleur, afin de consommer le moins d'énergie possible pour un confort équivalent. L'architecture bioclimatique d'aujourd'hui est la redécouverte des principes de construction qui permettaient aux bâtisseurs de composer avec le climat. Elle utilise l'énergie solaire disponible sous forme de lumière ou de chaleur, afin de consommer le moins d'énergie possible pour un confort équivalent.

(Mesli Houda, 2017)

Donc on peut la présenter comme :

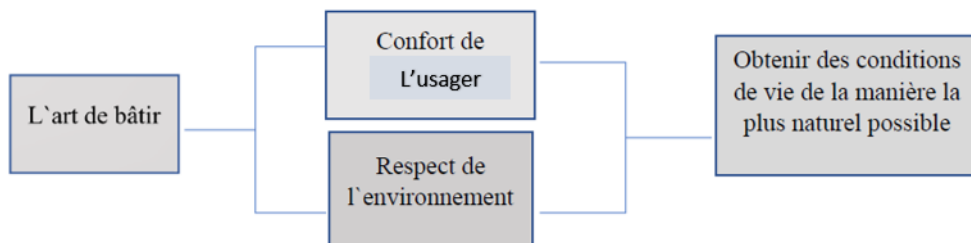


Figure 1 : schéma de présentation bioclimatique

Source :auteur

#### 2.1.2.2 Historique de l'architecture bioclimatique :

Le bioclimatique en architecture fait son apparition en réaction aux chocs pétroliers des années 1973 et 1979. La prise en compte de l'environnement et de la finitude des ressources a nécessité de regarder la discipline d'un regard neuf, d'autant plus que l'inflation des prix du pétrole exigeaient de nouvelles alternatives économiquement viables. Dans le secteur du bâtiment, grand consommateur d'énergie à l'échelle mondiale, de nombreuses expérimentations ont été mises en œuvre pour proposer des solutions innovantes dans l'économie et la gestion des ressources. En parallèle, les anciennes méthodes de la conception de « bon sens » sont remises au goût du jour.

Elles accordent notamment beaucoup d'importance à l'observation du climat et à l'intégration des contraintes et opportunités de celui-ci dans l'élaboration des ambiances architecturales. Cette initiative est appelée climatologie. Cette discipline, dont les prémises apparaissent discrètement dès l'année 1963, prônent la prise en compte de paramètres environnementaux ainsi que des potentialités existantes du site, comme l'ensoleillement, les vents dominants, les ressources locales, le cycle des saisons, l'amplitude des températures selon différentes échelles temporelles, etc. A l'époque, le bioclimatique est défini par son fondateur Victor Olgyay comme « (un) principe de conception architecturale visant à utiliser, au moyen de l'architecture elle-même, les éléments favorables du climat en vue de la satisfaction des exigences du confort thermique<sup>1</sup>. » On observe que les préoccupations de l'époque se focalisaient plutôt sur l'intégration de l'environnement à son bâti que l'inverse. A ce moment-là, on ne parle pas encore de développement durable, mais cette notion actuelle est bien en train de se constituer à travers le bioclimatique.

(Adrien Roux-Delagrave ,2018 )

### 2.1.2.3 Principes de l'architecture bioclimatique :

Les 5 principes majeurs de l'architecture bioclimatique sont les suivants :

#### ➤ Intégration au site :

Ce principe sera respecté si les besoins en infrastructures de l'édifice sont limités au maximum. Pour ce faire, l'édifice doit être implanté dans un endroit qui limite les déplacements de son utilisateur et qui réduit l'impact de celui-ci sur l'environnement. Les centres-villes, les agglomérations périphériques et les friches seront donc à privilégier dans une démarche bioclimatique. De cette façon, l'installation de bâtiments dans des paysages naturels est limitée.

#### ➤ Choix des matériaux :

*Pour une construction bioclimatique, les matériaux à faible empreinte écologique sont préférés aux matériaux de construction classiques. L'architecte veillera à ce que ce principe n'entre pas en contradiction avec le précédent principe en ne choisissant pas des matériaux qui peuvent avoir des conséquences néfastes sur la santé.*

#### ➤ Mise en œuvre du chantier :

L'utilisation d'engins et de moyens mécaniques qui consomment une grande quantité d'énergie et qui peuvent avoir un impact sur l'environnement est à éviter dans une démarche d'édification bioclimatique. Des moyens de constructions simples et naturels seront donc préférés aux techniques classiques de construction. Les déchets et le bruit produits durant le chantier devront être limités au possible afin de ne pas perturber l'environnement de celui-ci



### ➤ *Le confort des utilisateurs :*

L'apport d'un niveau de confort intéressant pour les futurs utilisateurs de la construction passe par le choix de matériaux et de techniques de construction qui permettront d'assurer de bonnes conditions thermiques et hygrométriques à l'intérieur de l'édifice. La capacité du bâtiment à capter et à redistribuer l'énergie solaire influe donc directement sur le confort de vie des utilisateurs du bâtiment. L'apport en lumière, l'absence d'odeurs des matériaux, la facilité d'entretien, l'aspect visuel et la qualité de l'air sont des points que l'architecture doit absolument prendre en compte pour que le confort à l'intérieur de son édifice soit de haut niveau.

### ➤ *Les dépenses énergétiques :*

L'architecture bioclimatique doit viser un niveau de consommation passif, rendant l'édifice totalement indépendant des sources d'énergie non-renouvelables. Même si elle n'atteint pas ce niveau, elle doit veiller à respecter la réglementation thermique en vigueur et assurer une performance de consommation supérieure à celle attendue par la norme. Si toutes les consommations sont visées par ce procédé (eau, gaz, énergies fossiles, etc.), c'est surtout l'énergie solaire et l'air qui doivent être bien gérés dans un but écologique.

(OLIVA & CORGEY,2006)

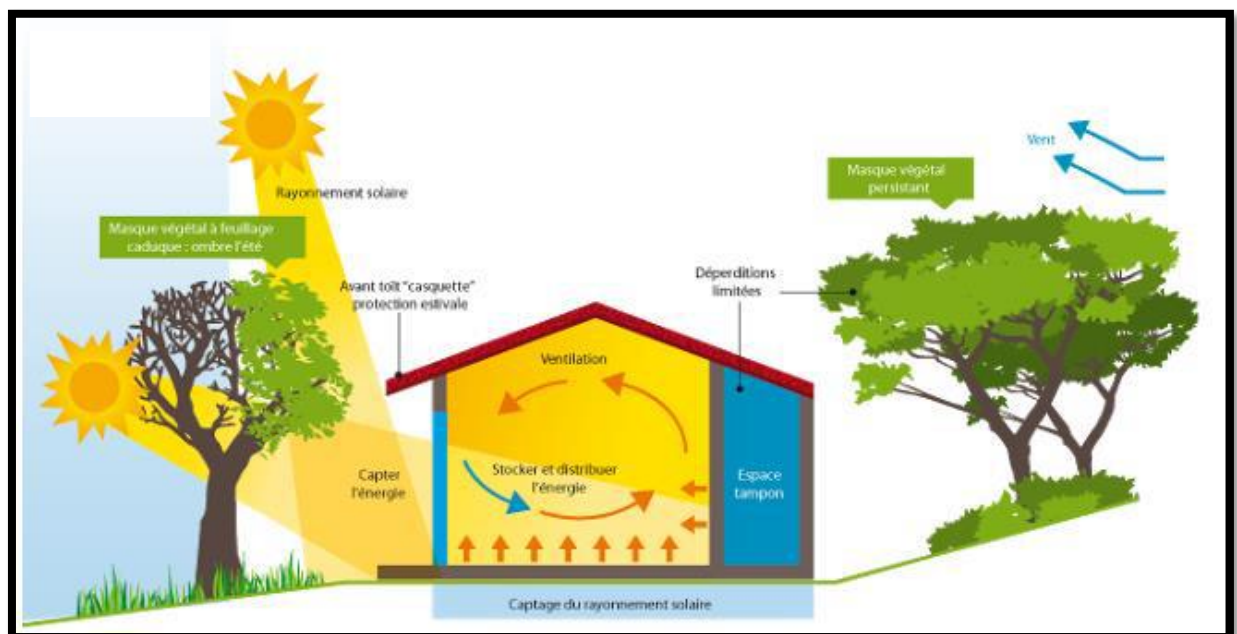


Figure 2: les stratégies de la conception bioclimatique

Source : <https://www.ert2012.fr/explications/conception/explicationarchitecture-bioclimatique/>

### 2.1.2.4 Objectif de l'architecture bioclimatique :

Ce type de bâtiment permet d'assurer le confort des utilisateurs tout en développant un bâtiment qui respecte et exploite pleinement son environnement. Pour ce faire, L'utilisation de pergola de construction pour couvrir la terrasse, les protections solaires, les écrans végétaux utiliser les énergies renouvelables du site comme l'Energie solaire, éolienne ou géothermique, et utiliser l'Energie à l'extérieur du site de manière très limitée (les combustibles fossiles et l'électricité)

(OLIVA & CORGEY,2006)

### 2.1.3. Confort thermique :

#### 2.1.3.1 Définition :

Le confort thermique est une notion subjective qui comprend tout un ensemble de sensations et De paramètres consistant à n'avoir ni trop froid ni trop chaud.

Le confort thermique est traditionnellement lié à 6 paramètres :

1. Le métabolisme, lié à la production de chaleur interne du corps humain, permettant de maintenir celui-ci autour de 36,7°C. Un métabolisme de travail correspondant à une activité **2**. Particulière s'ajoute au métabolisme de base du corps au repos.
3. L'habillement, qui représente une [résistance thermique](#) aux échanges de chaleur entre la surface de la peau et l'environnement.
4. La [température ambiante](#) de l'air  $T_a$ .
5. La température moyenne des parois  $T_p$ .
6. L'[humidité relative de l'air \(HR\)](#), qui est le rapport exprimé en pourcentage entre la quantité d'eau contenue dans l'air à la température  $t_a$  et la quantité maximale d'eau contenue à la même température.
7. La vitesse de l'air, qui influence les échanges de chaleur par convection.

Source : <https://energieplus-lesite.be/theories/confort11/le-confort-thermique-d1/>

#### 2.1.3.2 Dispositifs architecturaux et stratégies bioclimatiques relatifs au Confort thermique :

Les principales stratégies de conception bioclimatique pour atteindre le confort thermique sont:

### ➤ *La Protection solaire :*

Cette stratégie consiste à bien concevoir le plan de masse, choisir une bonne orientation de chaque bâtiment et bien utiliser la végétation comme écran. La protection solaire doit également être conçue à l'échelle de chacune des composantes de l'enveloppe des bâtiments :

- en premier lieu protection solaire des toitures : fort albédo (teinte claire), double toiture ventilée et/ ou utilisation de matériaux isolants
- brise-soleil tels que volets ou casquettes pour les ouvertures, fenêtres et portes qui seront, en outre, étanches à l'air pour les bâtiments climatisés ;
- revêtement avec un fort albédo pour les murs les plus exposés au rayonnement solaire et isolation thermique dans le cas de bâtiments à climatisation artificielle.

### ➤ *La Ventilation*

Pour les bâtiments bioclimatiques, la ventilation participe au confort thermique des occupants par deux moyens :

- Elle favorise la perte de chaleur du corps par convection (vitesse d'air) et par évaporation de la sueur
- Elle permet l'évacuation de la chaleur accumulée dans la masse interne du bâtiment, tant pour les apports solaires que pour les apports internes.

### ➤ *L'Inertie thermique :*

Dans un climat à forte amplitude thermique jour-nuit, recourir à des parois (murs et planchers) ayant une bonne inertie thermique permet de différer l'onde de chaleur qui va pénétrer dans le bâtiment au cours de la journée, et donc de se protéger de la chaleur pendant les heures les plus chaudes. Si les épaisseurs des parois sont telles que l'onde thermique atteigne les faces intérieures la nuit (cas des dalles de toiture en béton), il sera nécessaire d'assurer une très bonne ventilation nocturne pour évacuer cette chaleur restituée à l'intérieur du bâtiment. Si toutefois en journée l'inertie ne suffit pas à assurer le confort, on peut ajouter des brasseurs d'air pour procurer une sensation de rafraîchissement (sans ouvrir les fenêtres) par stimulation de l'évapotranspiration sur la peau. Pour les bâtiments utilisés jour et nuit, il est possible également que malgré la ventilation nocturne, il y ait une surchauffe dans le bâtiment : dans ce cas, des espaces extérieurs peuvent être prévus pour le sommeil.

### ➤ *L'Isolation thermique :*

L'isolation thermique protège du transfert de chaleur à travers un élément architectural. Elle est d'autant plus intéressante lorsqu'il existe un écart important de température entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment, notamment quand l'ambiance intérieure est climatisée avec une température de consigne basse.

(Thierry Joffroy, Arnaud Misse, Robert Celaire, Lalaina Rakotomalala , 2019 )

### **2.1.4 Efficience énergétique :**

#### *2.1.4.1 Définition :*

En physique, le concept d'efficience énergétique du system est défini par la relation entre le niveau d'Energie utile fournie par le system et l'Energie consommé pour son fonctionnement . Plus largement, le concept spécifie un ensemble de solutions technique ou logistique qui peuvent réduire la consommation d'énergie et les procédures d'évaluation des systèmes utilisé pour des services identique ou même meilleurs

(Gallay , E 2018)

#### *2.1.4.2 Dispositifs architecturaux et stratégies bioclimatiques relatifs à l'efficience énergétique :*

Une conception bioclimatique essaie d'éviter l'utilisation de l'énergie fossile ou nucléaire, visant plutôt les énergies renouvelables et surtout le solaire passif peut réduire les équipements mécaniques favorisant des stratégies passives (stockage d'énergie solaire dans une masse thermique, ventilation naturelle, éclairage naturel, géothermie passive, contrôle d'humidité par des matériaux, etc.). Exemple : Avec une enveloppe haute performance, une orientation optimale, une dalle de béton épaissie pour stocker l'énergie solaire et avec le contrôle de la surchauffe par le soleil avec des brise-soleils et des arbres, il est possible d'éliminer la climatisation dans certains bâtiments et de fournir une grande partie du chauffage avec les énergies renouvelables.

Les stratégies passives demandent une analyse du site et de l'environnement d'un bâtiment pour en tirer des avantages. Les questions d'orientation et d'emplacement deviennent cruciales. Une conception passive réussie est basée sur une compréhension approfondie du site : les vents et conditions atmosphériques, la morphologie, la végétation et l'accès au soleil.

Cette compréhension de l'environnement et du site doit être jumelée avec une bonne maîtrise du comportement et des interactions des différentes composantes d'un bâtiment. Le juste dimensionnement et emplacement des fenêtres, le choix du vitrage sont des considérations

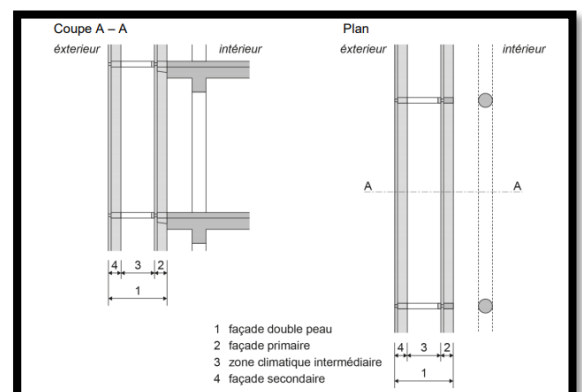
cruciales dans une conception passive où l'équilibre de l'ensemble ne peut pas être ajusté après coup par un calibrage d'équipements. Même si l'isolation thermique de l'enveloppe du bâtiment ainsi que son étanchéité à l'air sont des stratégies fondamentales dans la conception d'un bâtiment écoénergétique, elles deviennent absolument essentielles pour un bâtiment passif.

Source : <https://www.municipaliteefficace.ca/76-efficacite-energetique-ges-l-architecture-bioclimatique.html>

### 2.1.5 La façade double ventilée :

#### 2.1.5.1 Définition :

La façade double peau est une paroi extérieure à plusieurs couches composée de deux niveaux de façade. Le niveau extérieur (façade secondaire) a pour fonction de supporter les contraintes environnementales. Le niveau intérieur (façade primaire) délimite les différentes zones utiles et assure en règle générale la fonction d'isolation thermique. L'espace entre ces deux façades constitue une zone climatique intermédiaire qui est généralement en liaison ouverte sur plusieurs étages.



Source : (Safer Nassim, 2006)

- Les fenêtres de la façade primaire sont en contact avec la zone climatique intermédiaire. Lorsque les fenêtres sont ouvertes, une circulation d'air a lieu entre l'espace intérieur et la zone climatique intermédiaire.
- Le canal de la "façade de type double-peau" est généralement ventilé à l'aide d'un système mécanique ou naturelle. Également, une ventilation hybride ou mixte est souvent utilisée pour le cas des grands bâtiments. Un compromis entre "économie d'énergie" et "confort des individus" est l'intérêt majeur de cette ventilation. Les deux figures présentent cette façade ainsi que ces différents composants.

Source : Bâtiments à façades double-peau / 102-15fr

### 2.1.5.2 les composants de la façade double peau :

Le concept essentiel de la façade double peau a d'abord été exploré par le Corbusier au début du 20ème siècle. Son idée, impliquait l'insertion de tuyaux de chauffage / refroidissement entre grandes couches de verre. Comme l'indique le terme "double peau", une telle façade est un système dans lequel deux "peaux" - deux couches de verre – sont séparées par une quantité d'espace aérienne importante, et une deuxième façade en verre est placée devant la première.

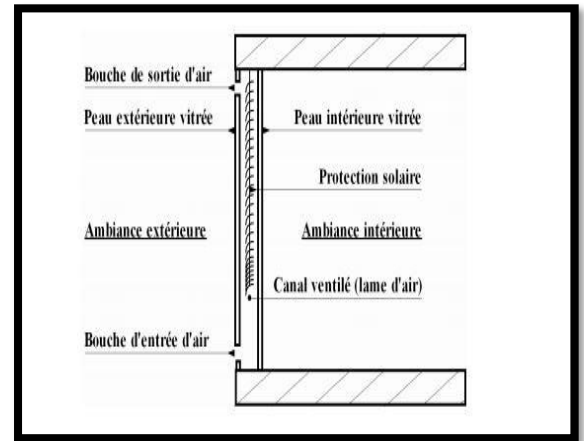


Figure 4 les composants de la façade double peau

Source : (Safer Nassim, 2006)

Généralement, la façade à double peau est supposée être un tampon thermique dans les bâtiments. Étant donné que la température de l'air dans la zone tampon est plus élevée que l'entourage pendant la majorité de la journée, ce qui diminue les déperditions de chaleur et les façades doubles peaux réduisent la quantité de rayonnements solaires. Ces deux feuilles de verre agissent comme une isolation entre l'extérieur et l'intérieur permettant à l'air de circuler dans la cavité entre les deux façades de la peau et de fournir une bonne circulation de l'air, afin de réduire l'utilisation d'énergie.

La "façade de type double-peau" est constituée d'une peau intérieure et d'une autre extérieure. La peau intérieure est généralement un double vitrage isolant tandis que la peau extérieure est un simple vitrage. Ces deux peaux vitrées créent un canal (cavité), l'épaisseur de ce canal est différente d'une façade à une autre, comprise entre 0.2 m et 2 m. Enfin, ces façades sont dotées d'une protection solaire. Plusieurs types de protections solaires sont possibles, les stores vénitiens sont parmi les plus répandus. Ils sont placés généralement à l'intérieur des canaux.

### 2.1.5.3 Les types de la façade double peau :

Classification des doubles façades ventilées :

a. Selon les types de ventilation et le mode de ventilation de la cavité

b. selon le mode de compartimentage

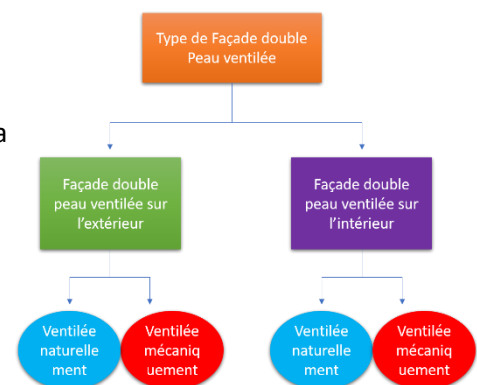


Figure 5 type de façade double peau

Source : Auteur

a-Selon le type de ventilation :

-*Façade double peau ventilée sur l'extérieur naturellement :*

La façade double peau ventilée sur extérieur naturellement est constituée de deux parois de verre séparées par une lame d'air. La ventilation de cette lame d'air résulte d'un phénomène de convection de l'air.

L'air entre en partie basse de la façade par des sections de ventilation, appelées entrées d'air. Cet air est chauffé dans la lame d'air, et monte par convection jusqu'aux sections de ventilation, appelées sorties d'air, situées en partie haute.

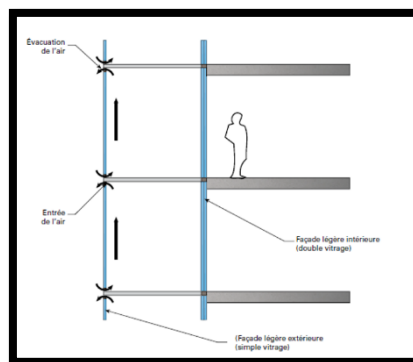


Figure 6 façade double peau ventilée sur l'extérieur naturellement

Source : (Alain MAUGARD,2014)

Les sections minimales recommandées de ventilation, avec fente continue d'au moins 50 mm, sont :

- 1,5 % de la surface de la peau extérieure, les orifices étant équitablement répartis et distants d'au plus 4 mètres verticalement ;
- 3 % dans les autres cas.

Le sens de circulation de l'air dans les façades double peau ventilées naturellement se fait de l'extérieur vers l'extérieur. L'air extérieur entre en partie basse du module de façade, monte par convection dans la lame d'air et ressort à l'extérieur en partie haute du module de façade.

Dans ce type de façade, le clos et le couvert du bâtiment est généralement assuré par la paroi intérieure. La peau intérieure est constituée essentiellement de vitrages isolants mis en œuvre sur une façade rideau, une façade semi-rideau ou une façade panneau. La peau extérieure peut être composée soit de vitrages attachée (VEA), de

ventelles ou de volets, d'une façade rideau, etc. Cette peau est généralement composée de simples vitrages.

La façade double peau ventilée naturellement peut soit être recoupée à tous les niveaux, soit être continue sur deux niveaux ou plus. Le recoupement horizontal de la lame d'air peut être demandé en fonction des exigences de la sécurité incendie. Une limitation de la hauteur de la lame d'air de la façade double-double peut être exigée sur deux niveaux pour limiter l'effet cheminée. Source : (Alain MAUGARD, 2014)

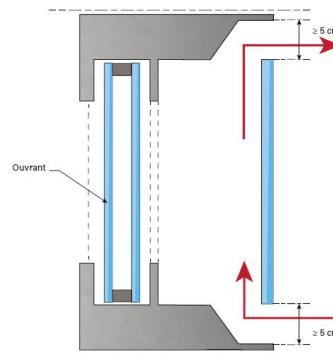


Figure 7 : détail façade double peau

Source : (Alin Maugard, 2014)

-Façade double peau ventilée sur l'extérieur mécaniquement :

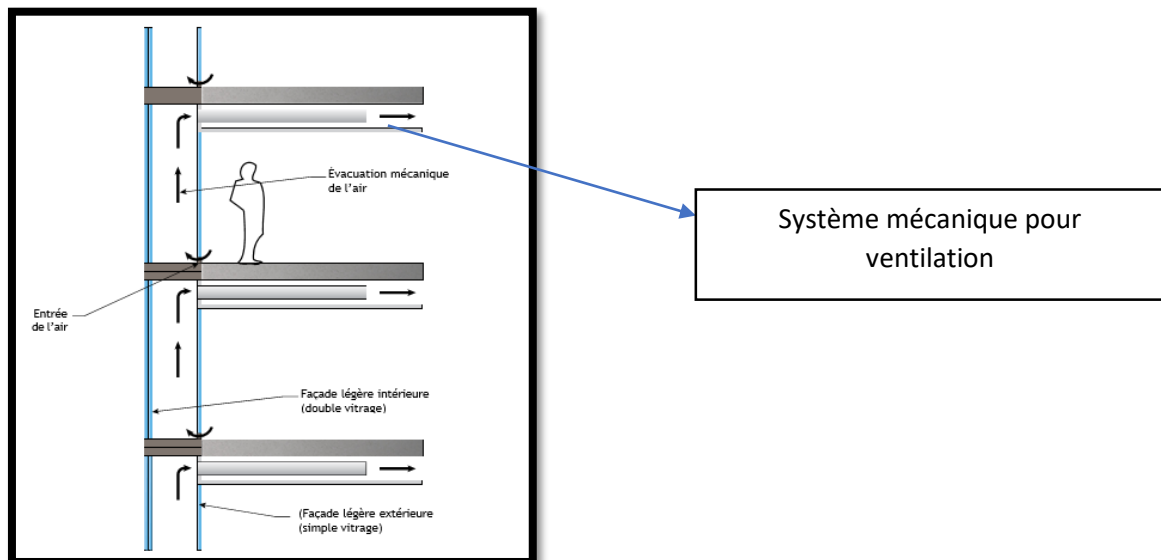


Figure 8 : détail façade double peau ventilée sur l'extérieur mécaniquement

Source : (Alin Mougard , 2006)



La façade double peau ventilée mécaniquement est constituée de deux parois de verre séparées par une lame d'air. La façade double peau ventilée mécaniquement est une façade dont la lame d'air est mise en communication avec l'intérieur du bâtiment par un système de ventilation mécanique.

La paroi intérieure est constituée de vitrages simples et la paroi extérieure est composée de vitrages isolants. La ventilation de la lame d'air est réalisée par une extraction mécanique avec un débit d'air forcé.

Le clos et le couvert du bâtiment est assuré par la paroi extérieure. Le sens de circulation du flux d'air se fait de l'intérieur vers l'extérieur. Pour les façades ventilées mécaniquement, la circulation d'air est fermée sur un seul étage.

(Alain MAUGARD,2014)

*- Façade double peau ventilée sur l'intérieur :*

Ce type de façade est une façade multi-parois ventilée naturellement ou mécaniquement. Elle est constituée de deux parois, dont la paroi intérieure est équipée d'ouvrants. Elles sont mises en œuvre sur une seule et même ossature. La lame d'air ventilée est recoupée à tous les niveaux et par largeur de module.

(Alain MAUGARD,2014)

#### **2.1.5.4 Epaisseur du canal de la façade :**

Il est possible de classer les "façades de type double-peau" en fonction de l'épaisseur du canal. Trois catégories peuvent être proposées :

La première catégorie concerne les canaux dont l'épaisseur varie entre 5 cm et 50 cm. Cette plage d'épaisseur est la plus utilisée et nos travaux vont se focaliser plus exactement sur une épaisseur de 20 cm.

La deuxième catégorie concerne les canaux dont l'épaisseur varie entre 50 cm et 200 cm. Cette plage d'épaisseur rend les canaux des façades accessibles. Cette dernière reste un critère important pour le choix final du type de la façade.

#### **Le canal :**

Le canal est l'espace délimité entre les deux couches de verre. C'est là que circule l'air et sert de tampon thermique. Il peut être divisé de manière verticale, horizontale ou même les deux,

pour obtenir une gestion des performances fractionnées. (Nassim Safer,2006). Le type du canal est important pour le bon fonctionnement des "façades de type double-peau" puisque son impact sur le comportement thermo-aéroulrique est important. Le choix du canal influence notamment la sensation de confort thermique à l'intérieur des locaux. Enfin, ce choix doit tenir compte de la sécurité incendie. Il existe trois grandes catégories distinctes basées sur un fractionnement horizontal et/ou vertical du canal de la façade :

- La première catégorie comprend les canaux fractionnés horizontalement. Dans ce cas, la "façade de type double-peau" s'étend seulement sur un seul niveau (étage). Ce type de canal est très répandu dans les bâtiments de très grande hauteur. En effet, un canal qui s'étend sur plusieurs étages (non fractionné) nuit au confort thermique puisque la température de l'air augmente d'étage en étage.
- La deuxième catégorie comprend les canaux non fractionnés horizontalement. Dans ce cas, la "façade de type double-peau" est continue sur plusieurs étages. Ce type de canal est très utilisé dans le cas des bâtiments moyens (de 3 à 5 étages). Pour des bâtiments plus grands (dépassants les 5 étages), il serait plus intéressant de fractionner la façade en plusieurs parties qui s'étendraient sur 2 à 3 étages.
- La dernière catégorie comprend les canaux fractionnés horizontalement et verticalement. Ce type ressemble plus à des fenêtres double-peau. Leur gestion est plutôt individualisée et permet de prendre en compte le confort individuel et la sensation personnelle des occupants. (Nassim Safer,2006).

### 2.2. Concepts liés au projet :

#### 2.2.1 Thématique Spécifique :

##### 2.2.1.1 L'éducation :

Selon CNRTL (centre National de Ressource Textuelles et Lexicales) : l'éducation est l'art de former Une personne, spécialement un enfant ou un adolescent, en développant ses qualités physiques Intellectuelles et morale, de façon à lui permettre d'affronter sa vie personnelle et sociale avec Une personnalité suffisamment épanouie.

(Trésor de la langue française,1994 )

« formation de quelqu'un dans tel ou tel domaine d'activité Ensemble des connaissances intellectuelles, culturelles , morales acquises dans ce domaine par quelqu'un Par un groupe »

( Grand Larousse de la langue française , 1971-1978 )

### 2.2.1.2 Description du système scolaire en Algérie :

#### -Les taux de scolarisation :

C'est l'ordonnance du 16 avril 1976 qui organise l'éducation et la formation en Algérie. A partir de 1972, date de l'arabisation de l'enseignement, le français se voit conférer le statut de langue étrangère ou langue seconde. L'expérience de la mixité a été tentée pendant une courte période dans les années 80, avant d'être abandonnée sous la pression des fondamentalistes.

L'enseignement en Algérie est structuré de la façon suivante :

- L'enseignement préscolaire non obligatoire.
- L'enseignement fondamental, obligatoire et gratuit, d'une durée de 9 ans, réparti en 3 paliers.
- L'enseignement secondaire général et technique.
- L'enseignement supérieur. - La formation professionnelle.

(<http://www.meducation.edu.dz/men/>)

### 2.2.1.3 Les types d'établissement de l'enseignement secondaire

#### -L'enseignement secondaire :

L'enseignement secondaire est dispensé dans trois types d'établissements :

- lycées d'enseignement général
- lycées d'enseignement technique (technicums)
- lycées polyvalents (enseignement général et technologique)

La première année de l'enseignement secondaire repose sur trois « tronc communs » :

- Le tronc commun « Lettres » (langues et disciplines sociales).
- Le tronc commun « Sciences » ( sciences naturelles, sciences physiques et mathématiques).
- Le tronc commun « Technologie » (mathématiques, sciences physiques, dessin technique et technologie). Au niveau de la 2ème et 3ème année, les enseignements se diversifient de la manière suivante :

	Lycée d'enseignement général	Lycée d'enseignement technique	Lycée d'enseignement général et lycée d'enseignement technique
Spécialités	Sciences exactes  Sciences naturelles et de la vie  Lettres et sciences humaines	Electronique  Electrotechnique  Mécanique  Travaux publics et de	Génie mécanique  Génie électrique  Génie civil  Gestion et économie
	Lettres et langues étrangères  Lettres et sciences religieuses	construction  Chimie  Techniques de comptabilité	
diplômes	Bac de l'enseignement secondaire	Bac technique	Bac de l'enseignement secondaire option « technologie »

Figure 9 type de bâtiment d'enseignement secondaire

Source : <http://www.meducation.edu.dz/men/>

### 2.2.1.4 Types conceptuels

La grande diversité des bâtiments scolaires construits dans les 10 ou 15 dernières années illustre l'utilisation de schémas morphologiques et spatiaux, dont certains sont de type traditionnel tandis que d'autres s'en éloignent. Le choix d'un type donné dépend des caractéristiques spécifiques de l'école, du niveau d'éducation et du nombre d'élèves. Mais il dépend également de la philosophie de l'école en matière d'éducation, des conditions climatiques et de son emplacement dans la région (urbain, suburbain ou rural).

Le point de départ définir le schéma général de conception des établissements d'enseignement est un corpus de recherche basé sur l'analyse d'études de cas internationales. Il a identifié quatre types de conceptions : le type cour, le type bloc, le type graphe et le type ville

(Alessandro R.2010)

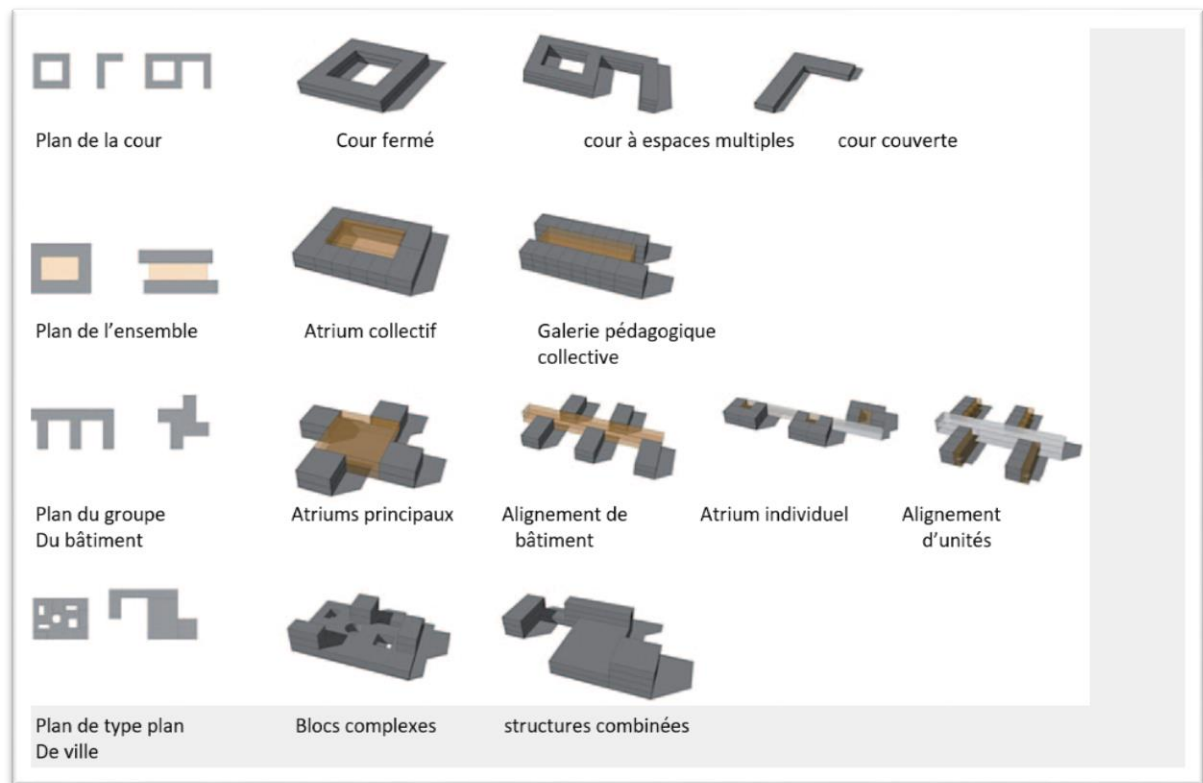



Figure 10 : types conceptuels de bâtiment d'enseignement

Source : OCDE , les plans de construction des écoles européennes du XXIe siècle . p. 3

### Type cour :

Le type cour est le plus communs des espaces généralement avec des surfaces importantes :

Tableau 1 type cour

Description	
Morphologie du bâtiment	Model linéaire (en L,U,C...) ou ilot fermé autour de la cour central
La forme	 <p>Cour fermé      cour à espaces multiples      cour couverte</p>
Espace extérieur	Une grande importance donnée à la cour qui présente un espace protégé de très grande surface, facile à surveiller et psychologiquement rassurante
Organisation interne	Les salles de classe s'articulent autour d'un couloir conçu comme un simple lieu de circulation.

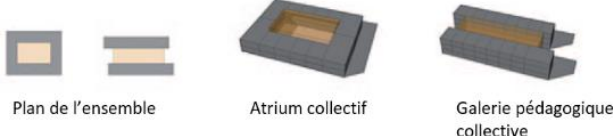
Source : (Rigolon A, 2010) ; traité par l'auteur)

### Type bloc :

Caractérisé par des volumes compacts et une implantation intérieure simple

Un unique grand espace de socialisation menant directement aux espaces d'apprentissage principaux

Tableau 2 type de bloc pédagogique


Description	
Morphologie du bâtiment	Le bâtiment représente un bloc compact de deux à trois étage
La forme	 <p>Plan de l'ensemble      Atrium collectif      Galerie pédagogique collective</p>
Organisation interne	les salles de classes s'articulent soit autour d'un atrium central couvert ou bien autour d'une galerie pédagogique collective , ces espaces représentent le cœur social de l'école.

Source : (Rigolon , A . 2010 : traité par l'auteur)

### Type graphe :

La principe caractéristique du type grappe est que le bâtiment est fragmenté en différents volumes, qui peuvent représenter des unités pédagogique indépendantes. Lorsque différents espaces allant au-delà de la simple salle de classe traditionnelles sont prévus , ces unités être considéré comme de « petites unités d'apprentissage »

Tableau 3 type graphe

Description	
Morphologie du bâtiment	Représente plusieurs groupes de bâtiments, des blocs pédagogique individuels reliés entre eux par un espace central : un atrium collectif ou une galerie pédagogique
La forme	 <p>Plan du groupe Du bâtiment      Atriums principaux      Alignement de bâtiment      Atrium individuel      Alignement d'unités</p>
Espace extérieur	Présente des espaces dédiés aux activités extérieures, sportives et éducative.
Organisation interne	Chaque bloc de bâtiment représente une unité d'apprentissage indépendante des autres, qui possède ces propres activités.


Source : ( Rigolon , A . 2010 ) : traité par l'auteur

### Type ville :

Le type ville est caractérisé par une multiplicité d'espaces et de fonctions , d'où la métaphore de la ville . L'espace public par excellence, le « square de l'hôtel de ville », est entouré des « bâtiment » les plus important (bibliothèque , auditorium ) . De la, une série de rues donne accès à des espaces de plus en « plus privés » sur un schéma organique plutôt que d'après le type grappe.



Tableau 4 type graphe

Description	
Morphologie du bâtiment	Plusieurs groupes de bâtiment dispersés dans l'espace urbain ce qui compte, c'est l'atrium collectif ou Galerie
La forme	 <p>Plan du groupe Du bâtiment      Atriums principaux      Alignement de bâtiment      Atrium individuel      Alignement d'unités</p>
Espace extérieur	L'espace extérieur est basé sur une série de Rues, places centrales et équipement sports ou culture
Organisation interne	Les espaces d'apprentissage fusionnent dans le domaine de l'éducation, ils peuvent suivre une organisation classique ( salle , couloir)ou bloc format poche .

Source : ( Rigolon A,2010) traité par l'auteur.

### 2.2.2 Les types des lycées en Algérie :

Les lycées en Algérie sont classés selon le nombre d'élèves, et on distingue 04 types :

### ❖ Type 600 :

Tableau 5 : classification des lycées Type 600

Nombre d'élève	600
Nombre de division pédagogique	15
Capacité maximale	40
Surface TOT	9 979 m <sup>2</sup>

Source : Direction des infrastructures et des équipements

### ❖ Type 800 :

Tableau 6 classification des lycées Type 800

Nombre d'élève	800
Nombre de division pédagogique	20
Capacité maximale	40
Surface TOT	11 536 m <sup>2</sup>

Source : Direction des infrastructures et des équipements

### ❖ Type 1 000 :

Tableau 7 classification des lycées Type 1000

Nombre d'élève	1 000
Nombre de division pédagogique	25
Capacité maximale	40
Surface TOT	13 454 m <sup>2</sup>

Source : Direction des infrastructures et des équipements

### 2.2.3 Analyses des exemples :



Exemple 01 : Lycée de l'Est Parisien

- ❖ **Fiche technique :**
- Nom du projet : Lycée international de L'Est parisien
  - Maître d'ouvrage : Région Ile-de-France
  - Année de réalisation : 2016
  - Surface terrain : 2,5 hectares
  - Adresse : Noisy le Grand, France
  - Label : HQE



Les plans :



Figure 12: PLAN RDC ( lycée de l' Est Parisien)

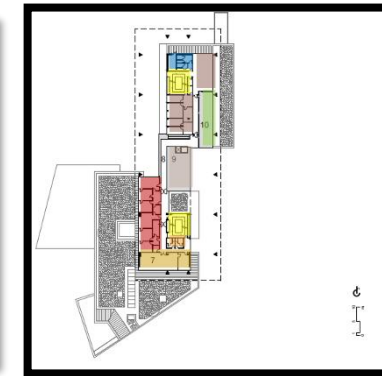


Figure 13 : R+1

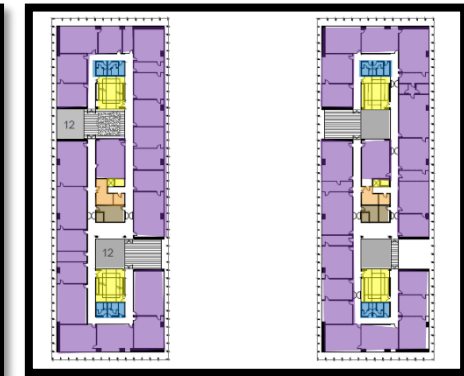


Figure 14: R+2 et R+3

- 1- hall d'entrée
- 2-Préau
- 3-galerie panoramique
- 4-CDI
- 5-vie scolaire étudiant
- 6- amphithéâtre
- Circulation vertical
- Sanitaire généraux

- Légende :
- 7- salle de Conseil
  - 8- passerelle
  - 9-vide sur hall
  - 10-vide sur CDI
  - 11-salles Des profs
  - Bureau d'administration

- Salle de classe
- LT
- Dépôt
- patio
- sanitaire
- C.V

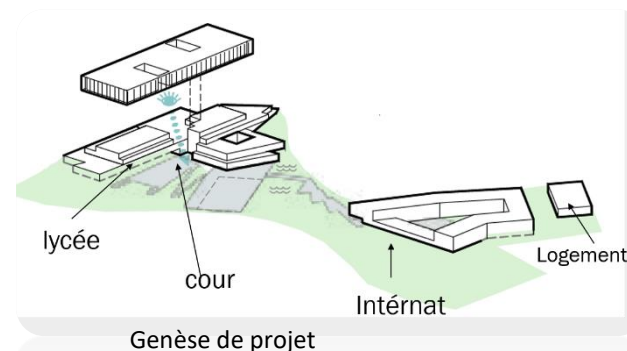
❖ **Situation et accessibilité :**  
Le lycée est implanté dans les communes de Noisy-Le Grand et Bry-Sur-Marne, À cheval sur les départements de Seine Saint Denis et du Val de Marne Situé à 10 km de Paris Il est accessible depuis la Rue George Mellier



Figure 11: plan de masse

❖ **Genèse du projet :**  
Un volume simple géométrique et fort

Le lycée est conçu comme une grande table, une sorte de dolmen Un immense parallépipède élevé Une forte Pente de 12m végétalisé Traité par un travail en gradin paysagés que l'intérieur du Lycée a trouvé sa place attachés au fonction partagés avec l'internat



Façade Ouest



Façade principale Est

Traitement de façades :

Au premier plan une maille en béton gris clair (coursive et brise soleil verticaux) agrémenté de brise soleil verticaux en aluminium doré

Au second plan une façade mur rideau avec remplissage en allège et linteau par des éléments de bardage verrier de couleur sombre.

Synthèse :

- Forme simple
- Profil du bâtiment suit la pente du terrain
- Façade double peau protégé par des brises soleils
- Organisations des espace selon leur fonction ( les espaces bruyants en rdc et r+1 Et les salles de classes isolé en r+2 et r+3 )

- ❑ Aspect bioclimatique :
  - ❑ récupération des eaux pluviales pour réutilisation pour les chasses d'eau, l'arrosage, le nettoyage des espaces extérieurs, des véhicules et des sols.
  - ❑ valoriser les écoulements liés aux pluies sur le site même du projet, dans le respect de la topographie en favorisant l'infiltration des eaux non polluées, par des techniques alternatives (puits d'infiltration)situé au jardin .
  - ❑ électricité éolienne ou photovoltaïque permettant de couvrir les consommations électriques du lycée. Photovoltaïque limité à 25 kWhp/m<sup>2</sup>/SHON ( panneaux photovoltaïque situé au terrasses )
  - ❑ Chauffe eau thermodynamique ou capteurs solaires pour les logements et l'internat.
- THEME B - EAU ET BIODIVERSITÉ Economie d'eau potable



Exemple 02 : Collège Guy Dolmaire

❖ Fiche technique :

Maître d'ouvrage : Conseil Général des Vosges  
 Architecte : mandataire Architecture-Studio  
 Architecte Associé : O. Paré  
 BET : Choulet, Sylva Conseil, BETMI Acoustique : AVA  
 Surface : 10 000 m<sup>2</sup>  
 Coût : 10,4 M€S  
 Livraison : 2004

❖ Situation et accessibilité :

collège est situé au sud de la commune de Mirecourt, à proximité d'exploitations agricoles 450 Rue du Neuf Moulin, 88500 Mirecourt à l'Est de France . Le terrain plat et dégagé a permis l'installation d'un volume compact et imposant dans ce paysage rural Accessible depuis deux rue mécanique : Neuf Moulin et Rue de la Tourelle

❖ Genèse de projet :

Un volume simple géométrique , grand Parallélépipède d'une monumentalité armé joue un rôle de transition entre la ville et la nature  
 il se présente en jonction entre l'espace urbain, côté Ouest, et l'espace naturel, côté Est  
 avec une toiture d' a une forme aérodynamique, ressemblant au profil d'une aile d'avion

Synthèses :

Forme simple marqué par sa toiture aérodynamique  
 disposition de projet ainsi que sa forme permet de profiter de la lumière de soleil et la Ventilation naturel  
 Façades double peau avec une toiture joue un rôle d'un manteau et casquette  
 Utilisation des Aspects bioclimatique passifs plus que actifs

Les façades :

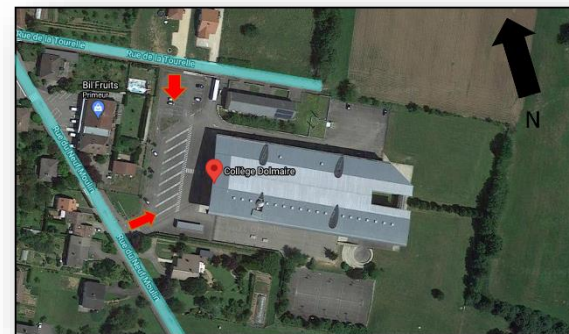


Façade principale sud

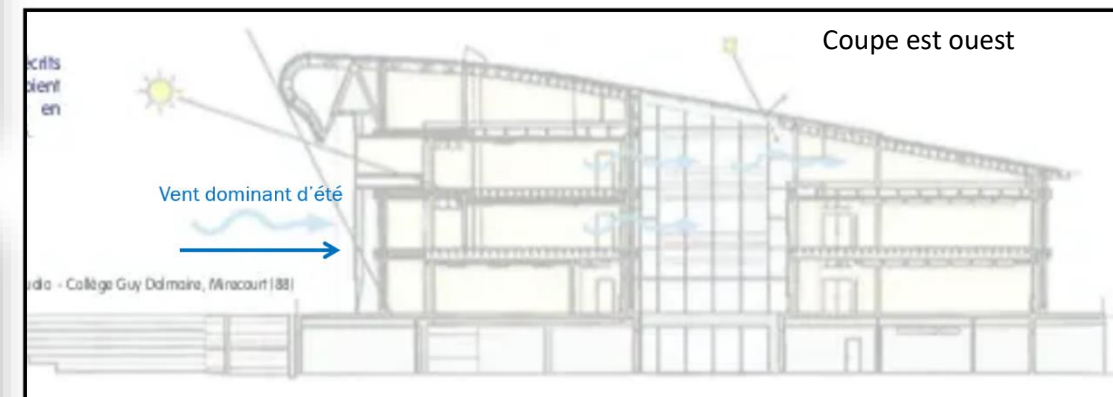
Façade Sud Est

- Enveloppe double-peau. - Apports solaires passifs en façade sud, grâce à un espace tampon vitré - Ventilation naturelle par 2000 ventelles orientables en verre , évitant la climatisation

\_Le volume compact s'évide à l'est pour créer une cour sur laquelle s'ouvrent plusieurs salles de classe



Plan de masse



Coupe est ouest



Aspect bioclimatique :

- façades Double enveloppe, solaire passif , conception bioclimatique.
- Utilisation de la ventilation naturelle par 2000 ventelles orientables en verre
- La couverture du toit joue un rôle bioclimatique : en hiver, elle assure la protection du bâtiment contre le froid et en été, elle prend la fonction de parasol
- Optimisation de l'éclairage naturel.
- Utilisation massive du bois. ( 1500 m<sup>3</sup> )
- Chaufferie mixte bois / gaz couplée
- Couverture en zinc .
- GTC. ( Gestion technique centralisée)
- Chantier propre ( Préfabrication, filière sèche, tri sélectif )

**Chapitre 03 :**  
**Elaboration du projet**

### Introduction :

Suite aux informations obtenues sur notre thème d'étude dans le chapitre Etat de l'art, il est nécessaire de faire une analyse du site qui nous permet de concevoir un projet qui s'intègre dans son environnement immédiat et dans le milieu naturel qui l'entoure.

### 3.1 Analyse de site :

#### 3.1.1 Présentation de l'aire d'étude

##### 3.1.1.1 à l'échelle de territoire :

La wilaya de Blida est située dans le Tell central, au nord d'Algérie, délimitée : au nord, par la wilaya d'Alger et de Tipaza à l'est, par les wilayas de Boumerdès et de Bouira au sud, par Médéa et de Aïn Defla.



Figure 17: carte de situation de la wilaya de Blida

Source :  
<https://fr.mapsofworld.com/afrique/algérie/>

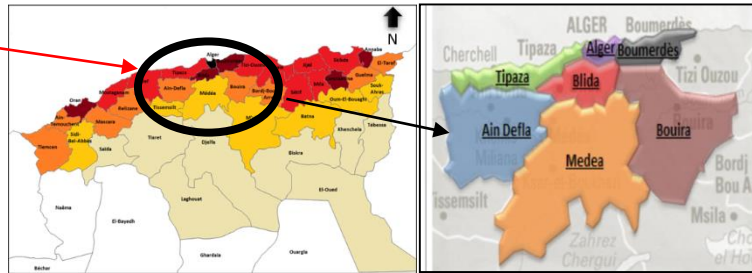


Figure 16 : carte de situation de la wilaya de blida

Figure 15: les wilayas limitrophes de la wilaya de blida

Source :  
<https://www.researchgate.net/figure/Carde-de-l-Algerie-avec-le-decoupage-administratif->

##### 3.1.1.2 Situation de l'air d'étude à l'échelle de la ville :

La commune de Larbaa est située à quelque 30 kilomètres à l'Est du chef lieu de la wilaya de Blida ainsi qu'à 30 km de la Wilaya d'Alger. Elle est limitée au Nord par la commune de Baraki à l'Est par la commune de Meftah, au Sud par la commune de Tablat à l'Ouest par la commune de Ouled -Slama.



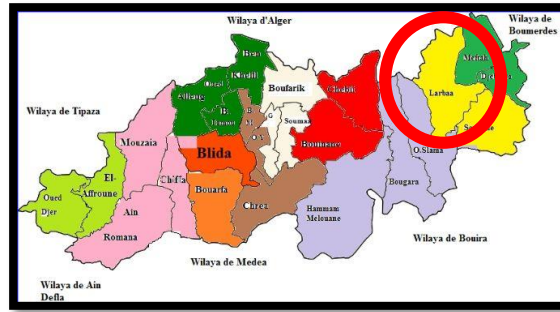


Figure 18 : situation de la commune de Larbaa

source : <https://www.okbob.net/2020/01/decoupage-administratif-de-la-wilaya-de-blida.html>

### 3.1.1.3 situation de l'air d'étude a l'échelle de la commune :

Le village de Belaouadi , situé au Nord de la commune de Larbaâ, et à l'est de la wilaya de Blida ,Longeant le CW115.

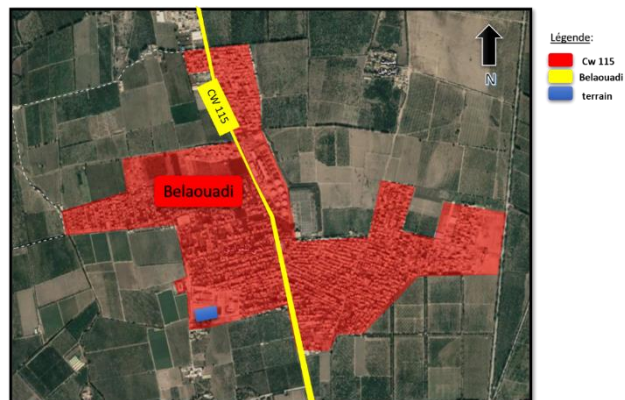


Figure 19: situation et limite de Belaouadi

Source : google earth traité par l'auteur

### 3.1.1.4 Accessibilité :

Le terrain d'intervention proposé par la DUC de Wilaya de Blida se situe au sud Est de village de Belaouadi, Le terrain est accessible depuis deux voiries secondaires qui sortent du chemin de Wilaya 115



Figure 20 : accessibilité

Source : google earth traité par l'auteur

### 3.1.1.5 Environnement immédiat :

Le terrain est limité au nord et nord Est par les Equipement scolaire et les habitations individuelles, limité au sud et l'Est par les terres agricoles.

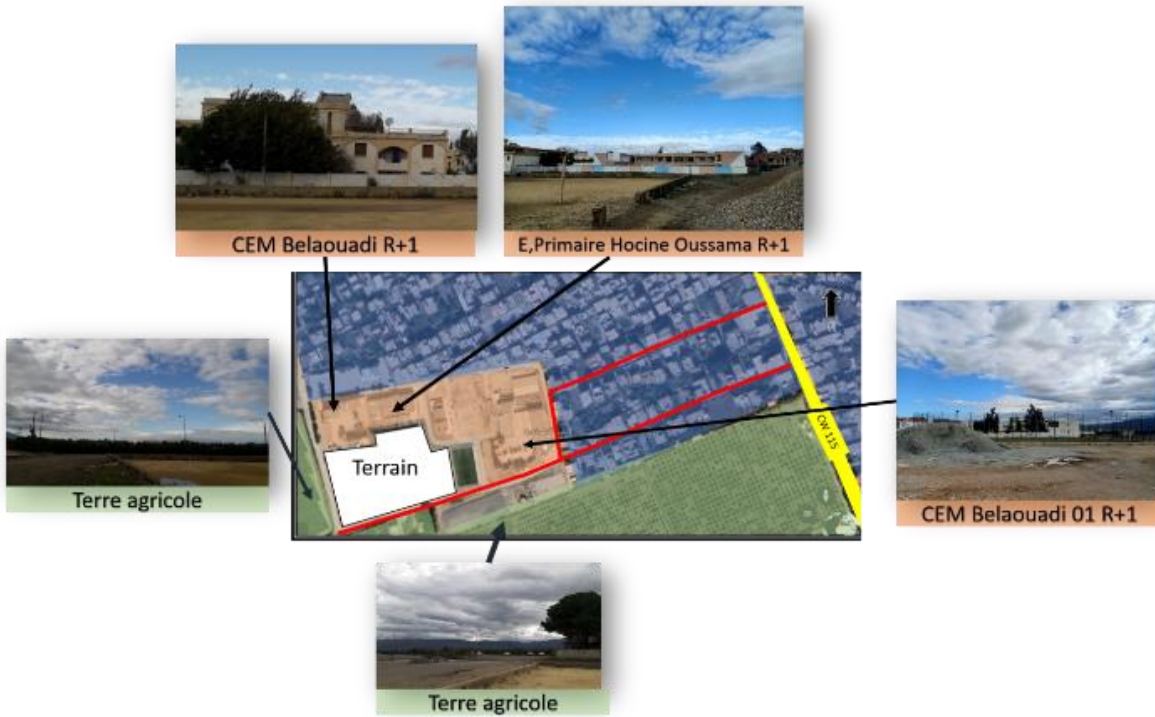


Figure 21 : environnement immédiat

Source : google earth traité par l'auteur



3.1.1.6 Situation de l'aire d'étude à l'échelle de POS :

P.O.S Belaouadi n°1 = (A.S)

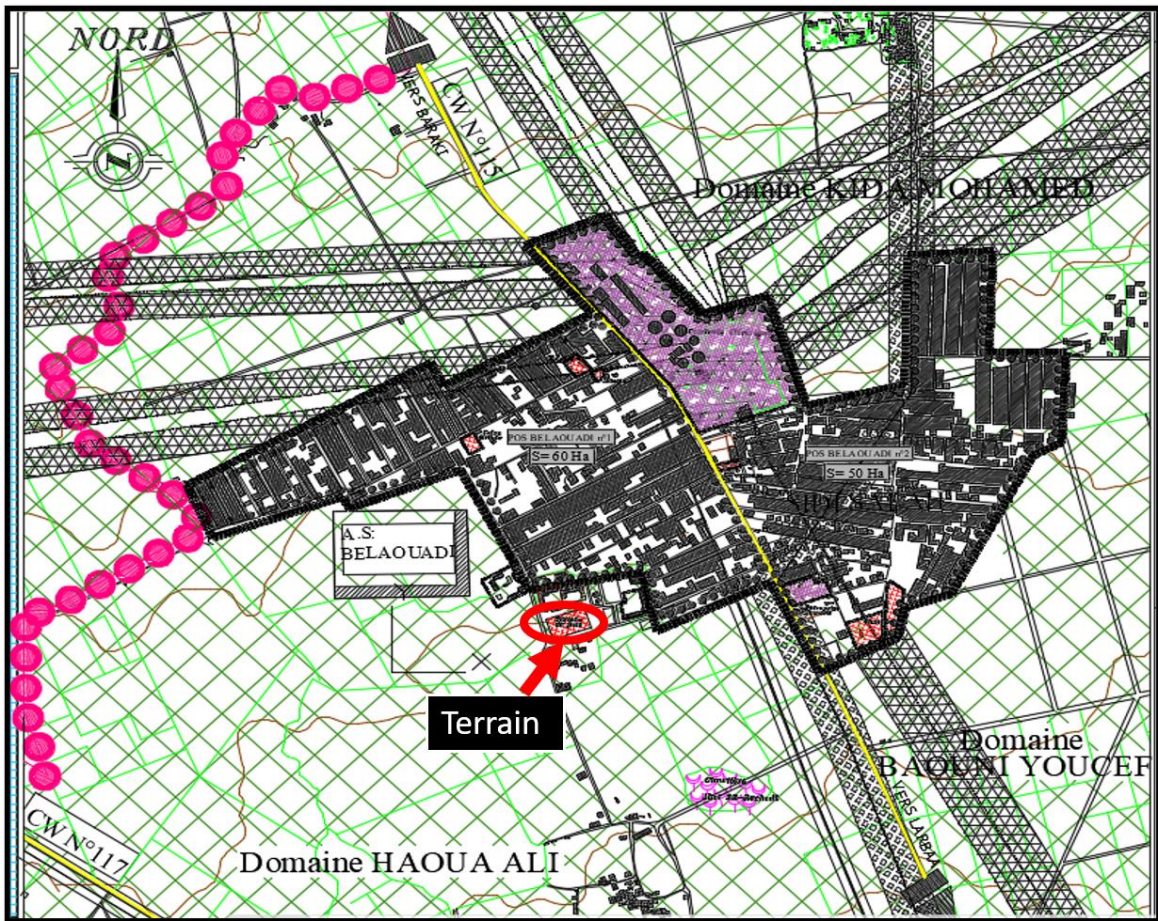
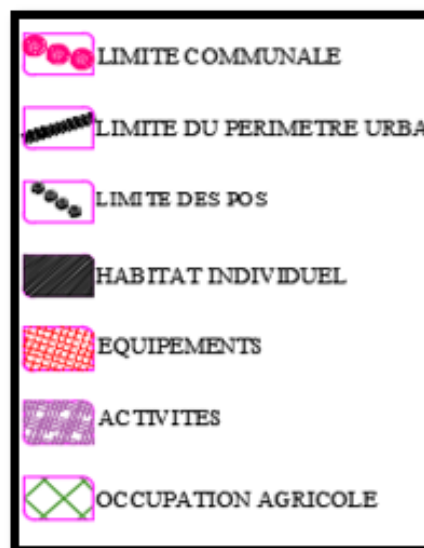


Figure 22 : POS Belaouadi n 01

Légende :



### ➤ EMPRISE AU SOL (C.E.S):

- ❖ Pour les équipements l'emprise au sol ne doit pas dépasser 60% de l'unité foncière, sauf s'il y a parking au sous sol, le CES=100%.

Un dépassement de 10 % du C.E.S est tolérable.

#### Occupation urbaine des sols au niveau de l'agglomération secondaire de Belaouadi

Désignation		Surface (ha)	%
Habitat	Habitat individuel	67.56	61.41%
	Habitat collectif	---	---
	Habitat semi collectif	---	---
	Lotissement	---	---
	Habitat spontané	32.84	37.31
Equipements		9.6	10.90
Zone militaire		---	---
Zone d'activités		---	---
Total		110	100%

### 3.2 Analyse de l'environnement naturel :

#### 3.2.1 Forme, superficie et dimension du terrain :

Forme du terrain	Irrégulière
Superficie	12166 m <sup>2</sup>
Topographie du terrain	Pratiquement plat pente varie entre (0 % ET 2 %)



3.2.2 Analyse séquentielle (vues du terrain et à partir du terrain) :



Figure 24 :vue du terrain



Figure 23: vue du terrain



Figure 25: Vue Nord à partir du terrain





*Figure 26: Vue Est à partir du terrain*



Figure 28: Vue Ouest à partir du terrain



Figure 27: Vue à part

### 3.2.3 Analyse climatique :

- 3.2.3.1 *Températures :*

Les températures les plus basse en mois de Janvier et février entre ( 6 ° et 16 ° ) Augmentation progressive de la température en mois de Mars , Avril , Mai jusqu'à 25° en Mai , et arrive jusque 30 ° en juin , les température les plus chaudes de l'année sont enregistrées en mois de juillet Et Aout varie entre ( 22 ° ET 38 ° ) Et puis on a une chute progressive de la température en mois de Septembre , Octobre , Novembre varie Entre ( 28 ° à 10 ° ) et arrive jusqu'à 7,5 ° en Décembre .

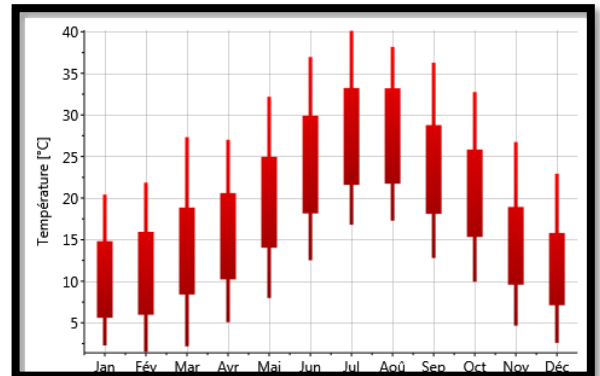


Figure 29: graphique des températures moyennes de Larbaa au cours de l'année

Source : logiciel météo

- 3.2.3.3 *Précipitation :*

Blida a une forte précipitation de Octobre à Décembre , arrive jusqu'au 100 mm en mois de Décembre Une précipitations moyenne en hiver de janvier à Mai entre 80 à 50 mm Et très faible précipitation en été environ 5mm .

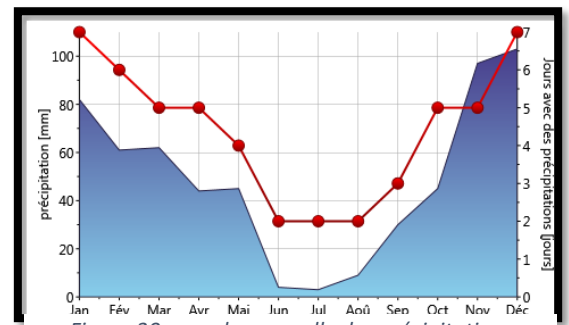


Figure 30 : graphe annuelle des précipitations moyennes de Larbaa

Source : logiciel météo

- 3.2.3.4 *Ensoleillement*

La région de Blida est caractérisée Par un été ensoleillé et un hiver nuageux. Le diagramme montre que L'ensoleillement est fort entre juin et Septembre arrive jusqu'au 16h en juin atteignant son maximum. Faible en janvier, Nov et Décembre

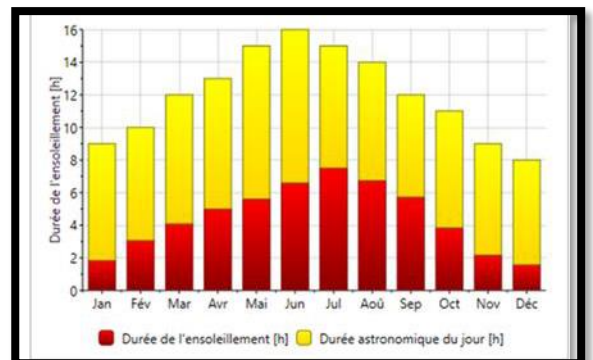


Figure 31 : graphe annuel d'ensoleillement à Larbaa

Source : logiciel météo



### • 3.2.3.5 les vents :

Le vent froids d'hiver vient le plus souvent du Nord Est avec une vitesse supérieur à 19km/h  
Par contre les vent chauds vient du Sud et Sud Est

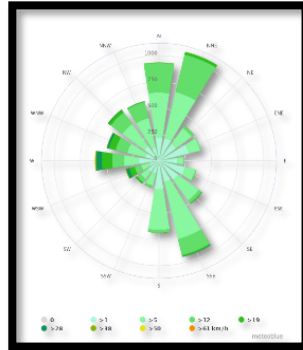


Figure 32: Rose des vents de Larbaa

Source : météo blue

### 3.2.3.6 L'humidité :

Blida connaît des variations saisonnières *considérables* en ce qui concerne l'humidité perçue. La *période la plus lourde* de l'année dure *3 mois*, du juin a aout , avec une sensation de *lourdeur, oppressante* ou *étouffante* au moins 9 % du temps..

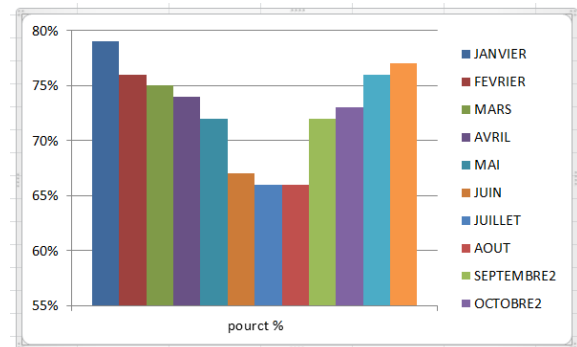


Figure 33 : taux d'humidité au cours de l'année à l'arbaa

Source : méthéonome

3.2.3.7 Diagramme de Givoni :

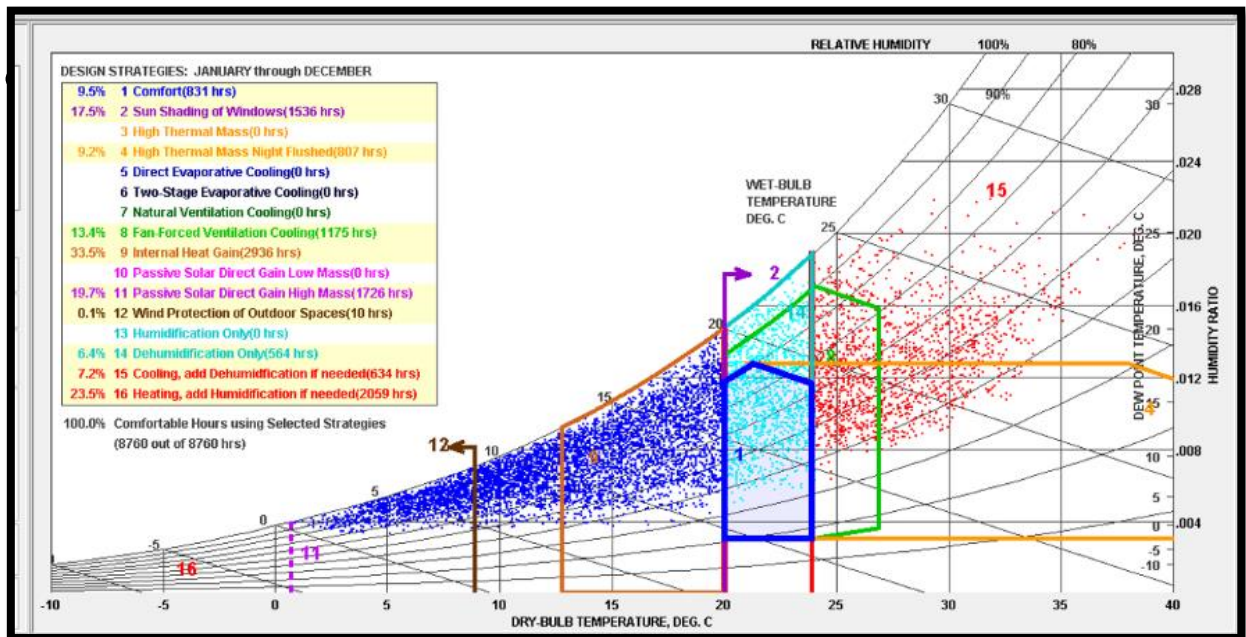

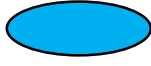



Figure 34 : diagramme de Givoni

Source : climat consultant

Légende :

-  Zone de sous-chauffe 65 % ( 0° -20° )
-  Zone de confort 16 % ( 20° - 24° )
-  Zone de surchauffe 19 % ( 24° - 38° )

➤ **Zone de sous chauffe : ( 5 mois )**

Janvier, Février, Mars

Novembre Décembre

➤ **Zone de confort : 4 mois**

Avril , May

Septembre, Octobre.

➤ **Zone de surchauffe : 3mois**

Juin , juillet , Aout .

### Les stratégies conceptuelles :

Pour avoir un confort durant tous les mois de l'année nous devons avoir recours à des dispositifs architecturaux afin de répondre aux différentes contraintes :

#### 1-Zone de sous chauffe :

- Chauffage passif
- Inertie thermique (masse élevée )

#### 2-Zone de surchauffe :

- Protection solaire des fenêtres
- Refroidissement par ventilation forcée

### 3.2.3.8 Les schémas de stratégies conceptuelles pour la période de sous chauffe :

➤ Orienter les larges surfaces des bâtiments à l'abri du soleil brûlant de l'ouest. Seules les expositions nord et sud sont facilement ombragées et pour le chauffage solaire passif, faites face à la majeure partie de la surface vitrée au sud pour maximiser l'exposition au soleil en hiver, mais la conception surplombe pour ombrager complètement en été.

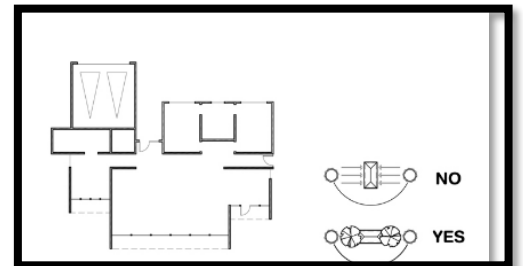


Figure 35 : stratégie conceptuelle

Source : climat consultant

➤ Utiliser des surfaces intérieures de grande masse comme des dalles de plancher, des murs de grande masse pour stocker la chaleur passive d'hiver

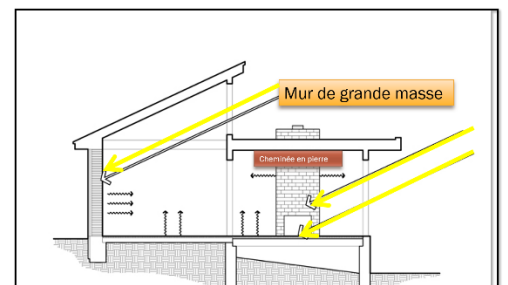


Figure 36 : stratégie conceptuelle

Source : climat consultant

- Fournir un vitrage haute performance à double vitrage (faible -E) à l'ouest, au nord et à l'est, mais clair au sud pour un gain solaire passif maximal

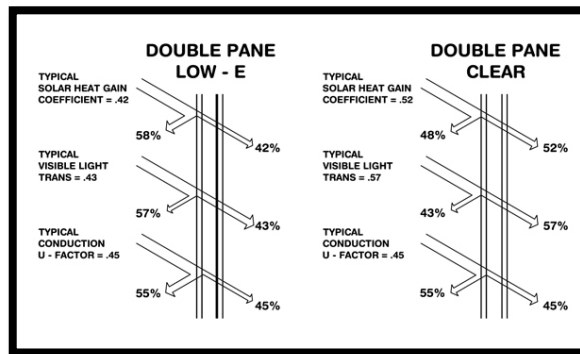


Figure 37: double vitrage

Source : climat consultant

### 3.2.3.9 Les schémas de stratégies conceptuelles pour période de surchauffe :

- Une bonne ventilation naturelle peut réduire ou éliminer la climatisation par temps chaud si les fenêtres sont bien ombragées et orientées en fonction des brises dominantes

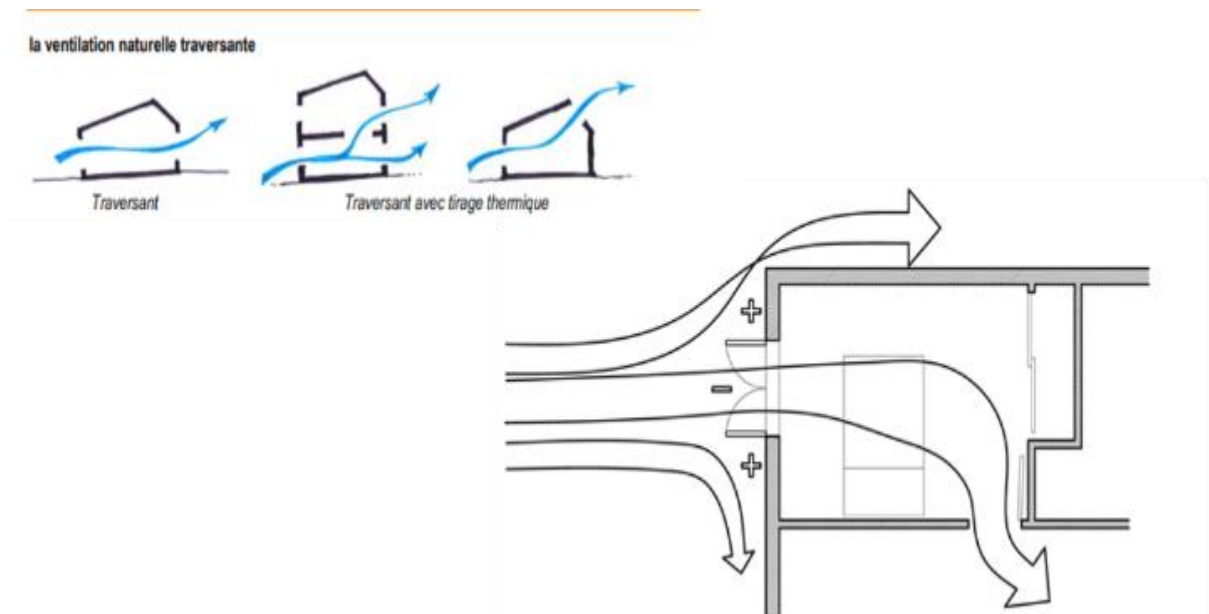


Figure 38 : ventilation naturelle

Source : climat consultant

- Les surplombs des fenêtres ( conçus pour cette latitude ) ou les pare - soleil ouvrants ( auvents qui s'étendent en été ) peuvent réduire ou éliminer la climatisation

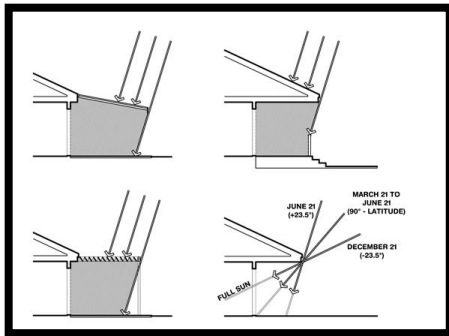


Figure 40 : protection des fenêtres

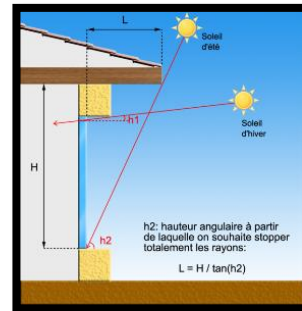


Figure 39: protection des fenêtres

Source : climat consultant

- Les arbres (ni conifères ni feuillus ) ne doivent pas être plantés devant la fenêtre solaire passive , mais sont OK au-delà de 45 degrés de chaque coin

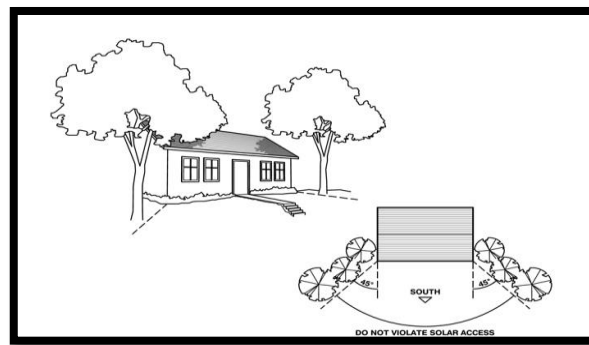


Figure 41 : écran végétale

Source : climat consultant

- Utiliser des matières végétales (buissons, arbres, murs couverts de lierre) en particulier à l'ouest pour minimiser les gains de chaleur (si les pluies d'été favorisent la croissance des plantes indigènes)

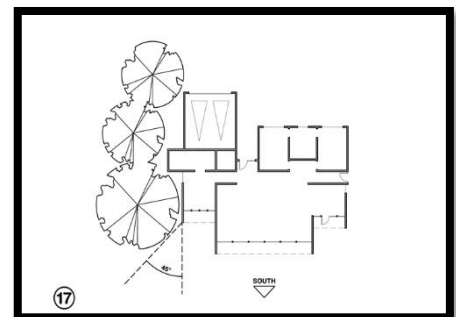


Figure 42 : minimisation de gain de chaleur

Source : climat consultant

- Utiliser des matériaux de construction de couleur claire et des toits frais (avec une émissivité élevée) pour minimiser le gain de chaleur conduite

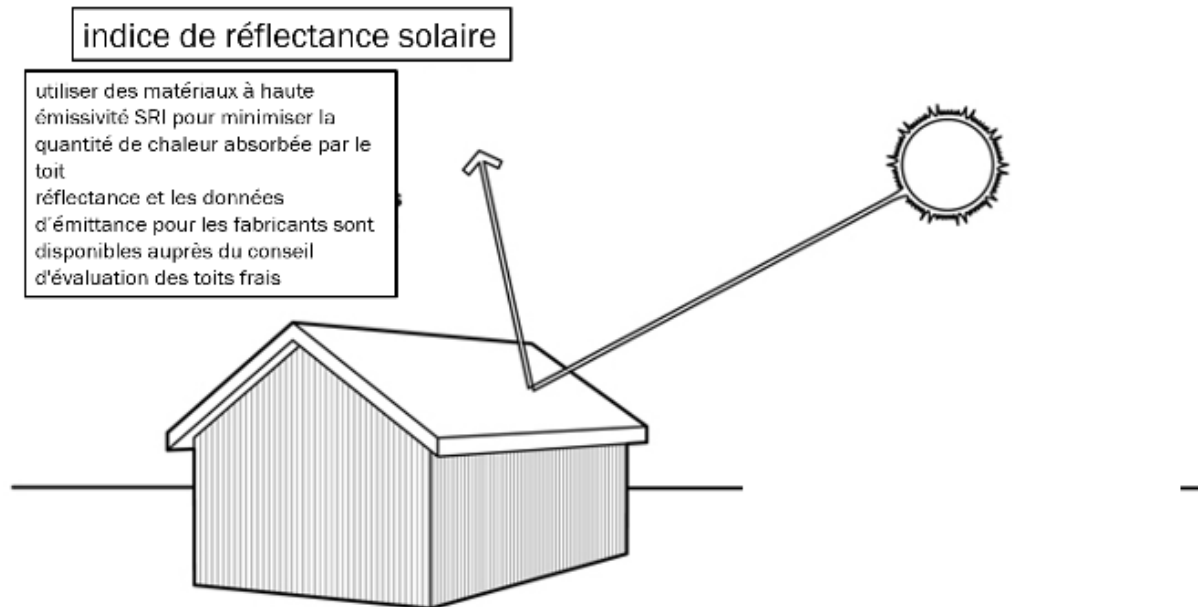


Figure 43 : stratégie conceptuelle

Source : climat consultant

### 3.2.3.10 Schéma de synthèse :



Figure 44: schéma de synthèse

Source : auteur

#### Légende :

-  Habitation individuel
-  Équipement scolaire
-  Terre agricole
-  Rue mécanique
-  Vent froid d'hiver
-  Vent chaud d'été
-  Protection solaire vertical
-  Masque naturel à feuillage caduque
-  Masque naturel contre les vents froid D'hiver
-  Protection horizontal contre le Soleil d'été
-  Projet orienté vers le sud
-  Source de bruit

### Synthèse :

- 1- Après l'analyse du site et l'analyse bioclimatique on conclure que la location du site est abordable par rapport au thème abordé (entouré par 5 établissement scolaire) pas loin des habitations individuelle, accessible par deux voie mécanique,

- 2- Situé dans une zone rurale ce qui nous offre le calme et l'absence de nuisance sonore sauf celle qui vient de l'école primaire Just a côté nord
- 3- Terrain bien ensoleillé (absence d'obstacle du bâti de Gabarit important (seulement au côté nord max r+1 ))
- 4- Climat chaud en été, Les deux Façades Est et Ouest sont complètement exposée au soleil d'été ce qui remonte la surchauffe
- 5- Climat froid en hiver et partiellement nuageux, et la région de Larbaa reçoit une quantité d'eau des pluies considérables (644 m/an)
- 6- Façade sud bien exposée au soleil d'hiver ce qui nous permet d' exploiter les rayons solaire d'hiver pour le chauffage solaire passif



### 3.3. Conceptualisation du projet :

#### 3.3. 1 Principe d'implantation :

Etape 01 : Occupation périmétral

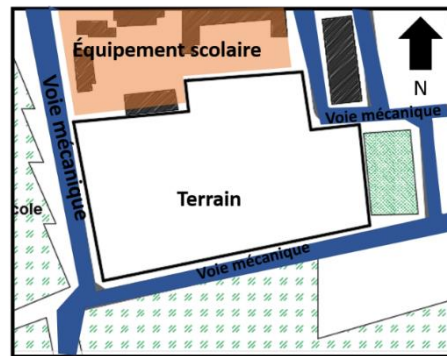
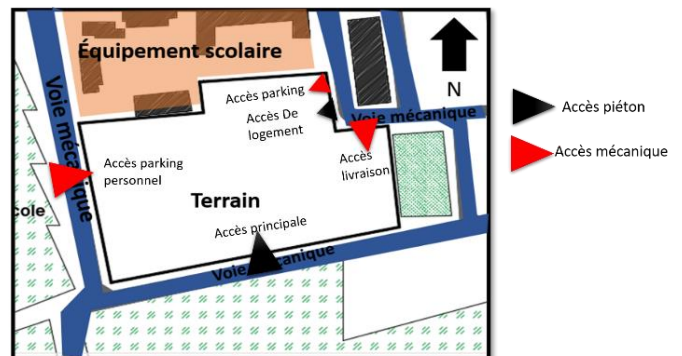


Figure 45: occupation périmétrale

Source : auteur

Etape 02 : placer les accès mécaniques et piétonne



Etape 03 : Organisation Fonctionnel

-Implantation du bloc pédagogique au Sud pour assurer une bonne orientation des salles de classes

pour Bien Profiter du soleil d'hiver

-le bloc administratifs juste à côté du bloc pédagogique pour avoir une relation directe entre les deux blocs

-les activités bruyantes : salle de sport le parking pour personnels dans la partie Ouest avec un accès vers le bloc pédagogique depuis le parking.

-implantation de logement d'astreinte dans la partie calme, loin des activités bruyante (bloc pédagogique et



Figure 46 : plan d'aménagement

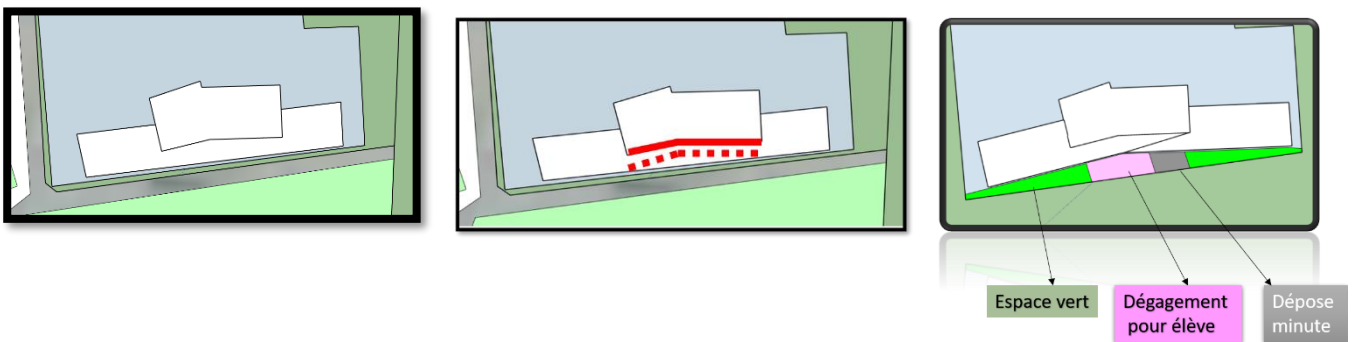
réfectoire) au Nord Est pour protéger la cour des vents dominant d'hiver .

### 3.3.2 Genèse de la forme :

L'idée de la forme s'inspire de la forme d'une feuille pliée qui monte en hauteur pour obtenir pour 4 niveaux, il s'agit des activités pédagogique et administratifs au 2 premiers niveaux, et les deux derniers niveaux seulement pour les activités pédagogiques.

Étape une :

Un dégagement a été créer pour obtenir un espace de regroupement pour les élèves et un espace dépose minute.



À l'Est le bloc réfectoire et les logements de fonction sont additionné et à l'Ouest la salle de sport, tous nous permettre un aménagement périmétrale du terrain sauf pour le coté Nord ou le site est délimité par la clôture de l'école.

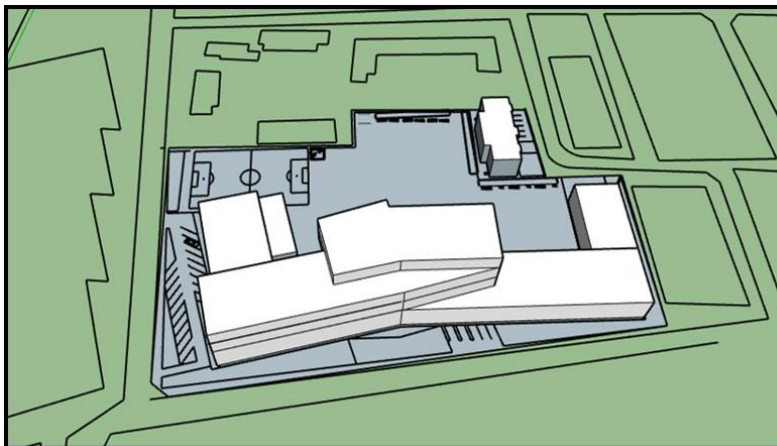


Figure 47 : forme finale du projet

Source : auteur

3.3.3 .L'organisation spatiale des entité du projet

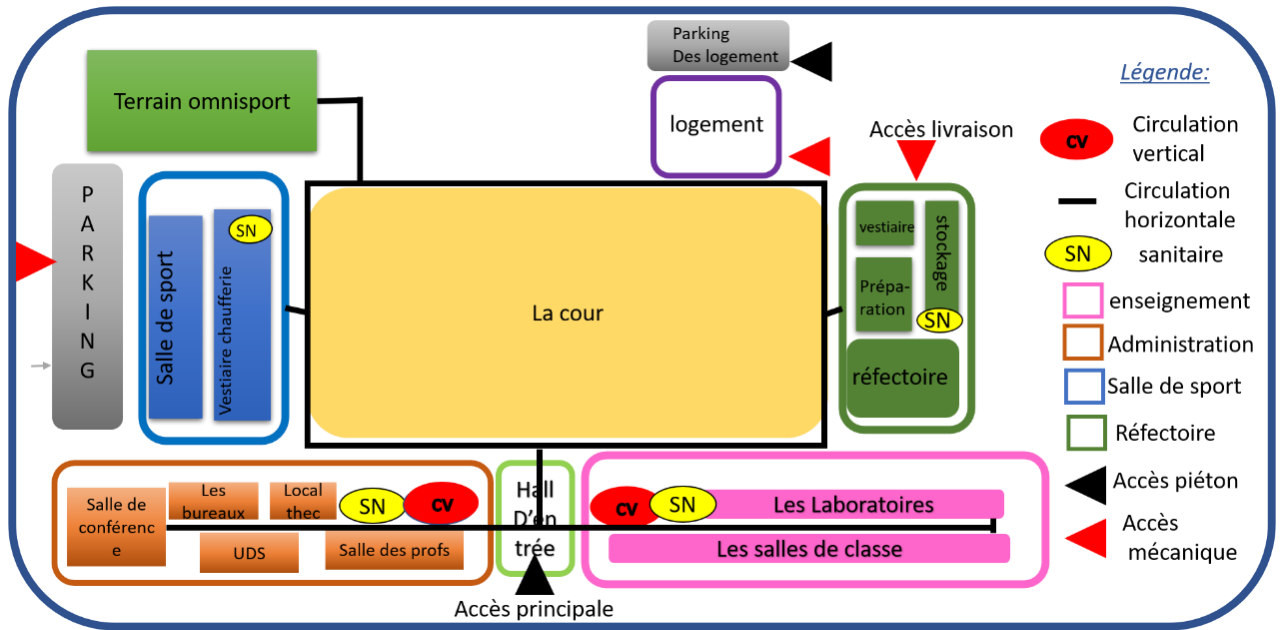


Figure 48: Organisation spatiale de RDC

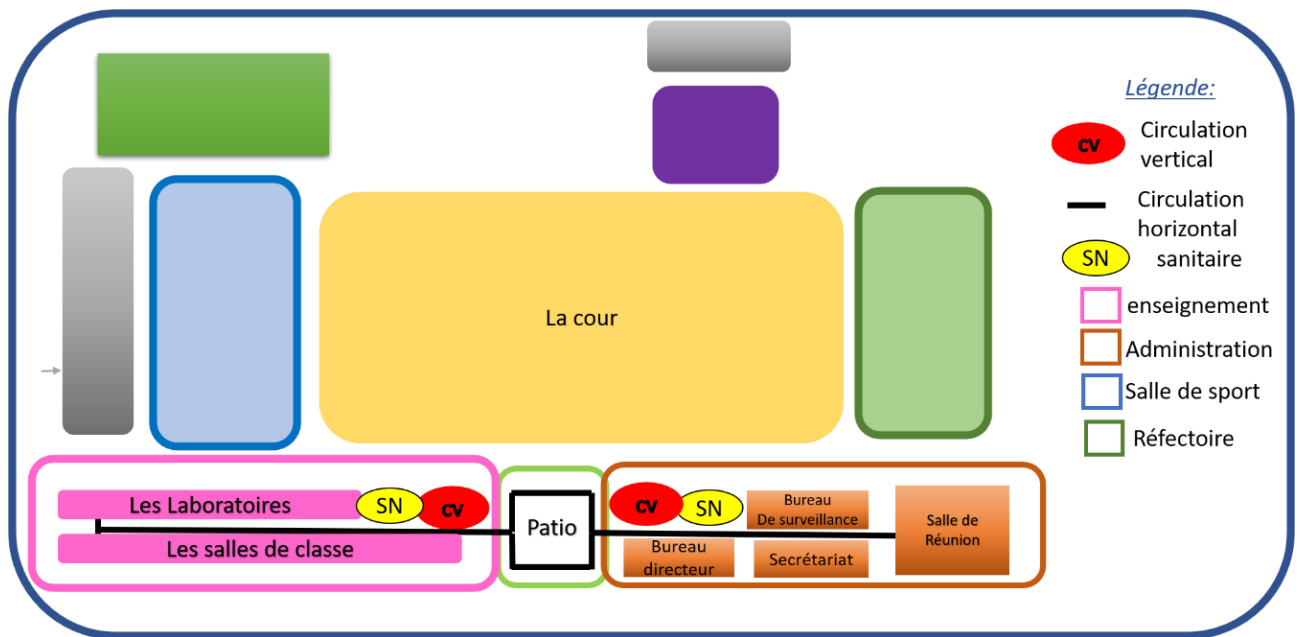


Figure 49: Organisation spatiale de R+1

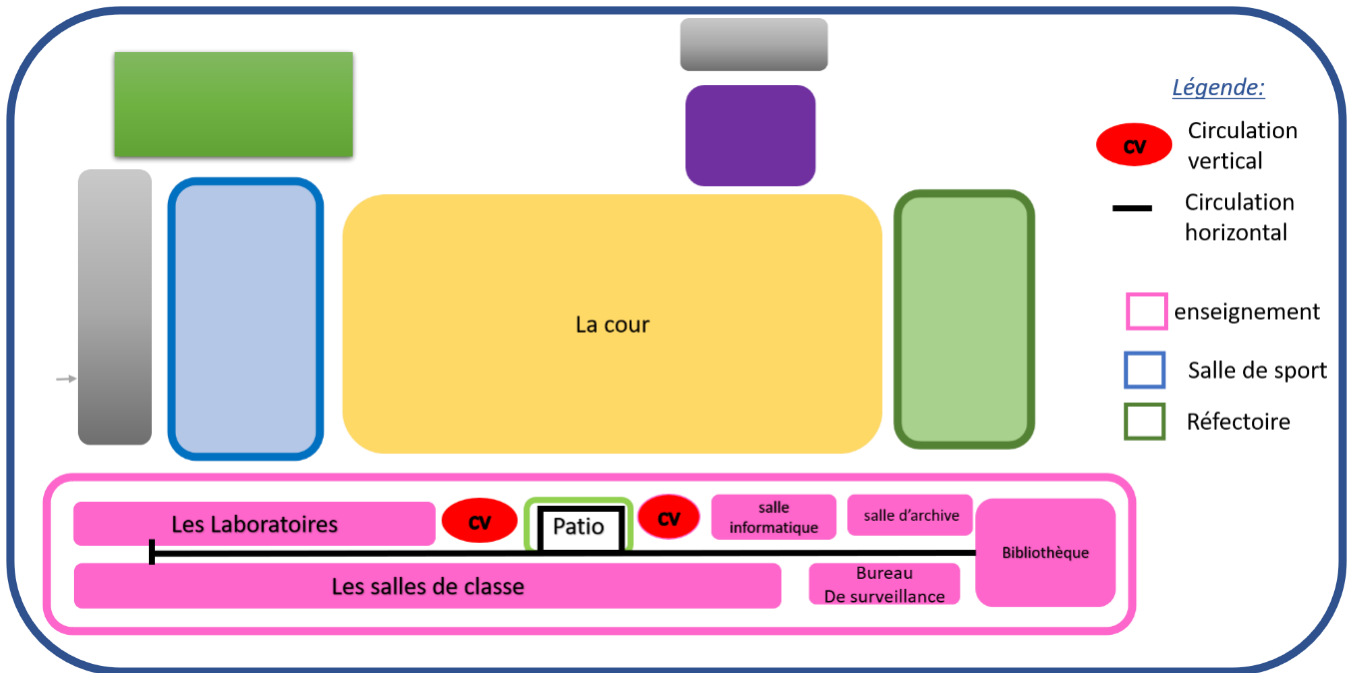


Figure 50: organisation spatiale de R+2

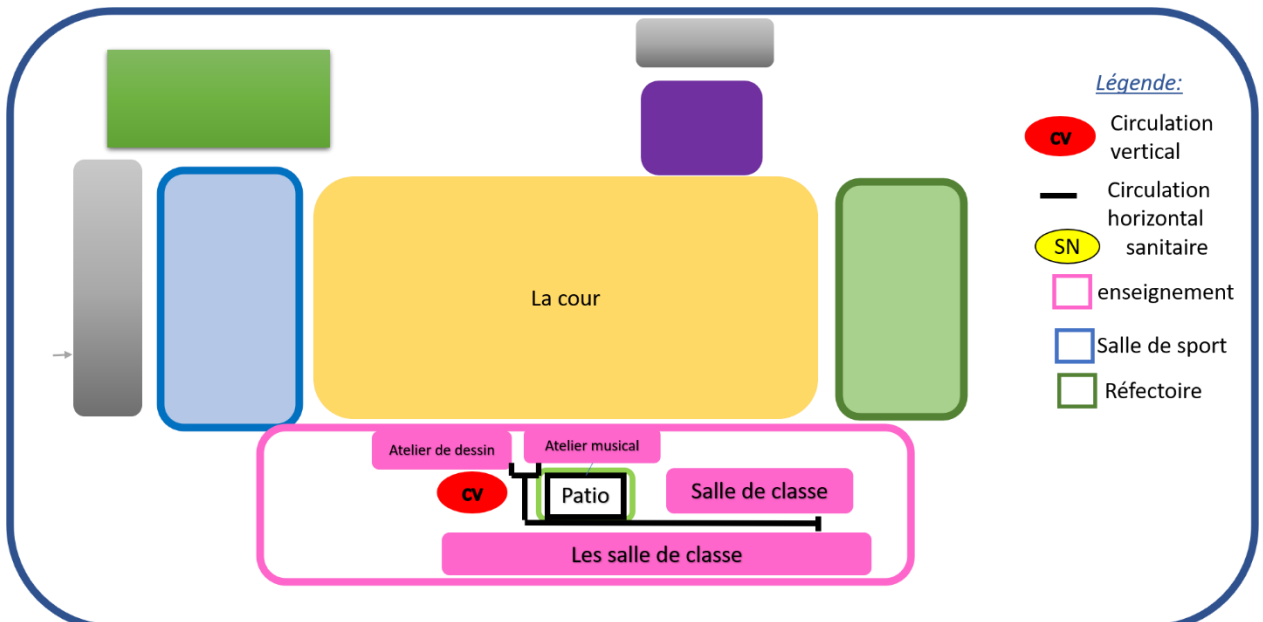


Figure 51 : organisation spatiale de R+3

### 3.3.4. Programme surfacique du lycée de type 1000

#### 1- Caractéristique :

Nombre d'élève	1 000 élève
Nombre de division pédagogique	25 classes de cour
Capacité maximal	40 Elève

#### A- Bloc pédagogique

Tableau 8 : programme surfacique de bloc pédagogique

Locaux	Nombre	Surface unitaire (m <sup>2</sup> )	Surface totale (m <sup>2</sup> )
Salle de classe	25	63m <sup>2</sup>	1575m <sup>2</sup>
Laboratoire de travaux pratique	6	48m <sup>2</sup>	288m <sup>2</sup>
Salle de préparation	3	26m <sup>2</sup>	78m <sup>2</sup>
Laboratoire de technologie	3	48m <sup>2</sup>	144m <sup>2</sup>
Laboratoire d'informatique	2	72m <sup>2</sup>	144m <sup>2</sup>
Atelier pour l'éducation artistique	1	100m <sup>2</sup>	100m <sup>2</sup>
Atelier avec l'éducation musical	1	80m <sup>2</sup>	80m <sup>2</sup>
Bibliothèque et salle de lecture	1	370m <sup>2</sup>	370m <sup>2</sup>
Salle de conférence	1	162m <sup>2</sup>	162m <sup>2</sup>
Bureau d'adjoint d'éducation (Dans chaque étage)	1	16m <sup>2</sup>	16m <sup>2</sup>
Sanitaire pour élève	2	63m <sup>2</sup>	126m <sup>2</sup>
<b>Totale</b>			<b>3 083m<sup>2</sup></b>
<b>Surface de circulation 20%</b>			<b>616.6m<sup>2</sup></b>
<b>Totale générale</b>			<b>3 699,6 m<sup>2</sup></b>

### B- Bloc administratif :

Tableau 9 programme surfacique de bloc administratif

Locaux	Nombre	Surface unitaire (m <sup>2</sup> )	Surface totale (m <sup>2</sup> )
Bureau de directeur	1	60	60
Secrétariat	1	30	30
Bureau de censeur	1	30	30
Bureau de conseiller d'éducation	2	16	16
Bureau de l'intendant	1	16	16
Bureau de l'intendance	1	14	14
Bureau de conseiller de l'orientation et de la guidance	1	36	36
Salle de documentation et d'informatique	1	160	160
Salle de réunion	1	110	110
Salle d'archive	1	71	71
UDS	1	89	89
Local technique	1	30	30
Sanitaire pour professeur et personnel	2	32	64
<b>Totale</b>			<b>726</b>
Surface de circulation 10 %			72.6
<b>Totale générale</b>			<b>798.6</b>

### C- Salle de Sport

Tableau 10 : programme surfacique de salle de sport

Locaux	Nombre	Surface unitaire (m <sup>2</sup> )	Surface totale (m <sup>2</sup> )
Air de jeux	1	757	757
Hall d'entrée	1	27	27
Vestiaire d'élève	2	30	60
Bureau du professeur avec vestiaire	2	15	30
Chaufferie	1	15	15
<b>Totale</b>			<b>889</b>
<b>Totale générale</b>			<b>889</b>

### D- Réfectoire :

Tableau 11 : programme surfacique de la salle de sport

Locaux	Nombre	Surface unitaire (m <sup>2</sup> )	Surface totale (m <sup>2</sup> )
Bureau de réception des marchandise	1	18	18
Vestiaire homme	1	5	5
Vestiaire femme	1	6	6
Dépôt frais et sec	1	23	23
Chambre froide	1	12	12
Entrepôt poubelle	1	4,5	4,5
Sanitaire	2	2	4
Espace de préparation	1	50	50
Réfectoire	1	162	162
<b>Totale</b>			<b>446.5</b>
<b>Totale générale</b>			<b>446.5</b>

### E- Espace extérieur :

Tableau 12: programme surfacique de l'espace extérieur

Locaux	Nombre	Surface unitaire (m <sup>2</sup> )	Surface totale (m <sup>2</sup> )
Cour de récréation	1	5 000	5 000
Terrain omnisport	1	1 053	1 053
<b>Totale</b>			6 053
<b>Totale générale</b>			6 053



### 3.3.5 Système structurel :

Pour la stabilité et la durabilité de notre projet, nous avons opté pour deux types de construction :

#### 1- Le béton armé :

En effet, le béton, matériau résistant à la compression, ne supporte pas la traction. En revanche, l'acier résiste à la fois à la traction et à la compression. L'association des deux matériaux permet donc au béton armé d'être à la fois résistant à la compression et à la traction.

Critère de choix :

- Une bonne résistance aux efforts de compression et de cisaillement.
- Une bonne protection contre l'incendie.
- Facilité de l'emploi, et disponibilité du matériau.
- Grande variété de formes possibles.
- Absence d'assemblage.

#### - La trame structurelle :

La trame structurelle de notre projet varie entre 4 m et 9 m cette trame nous permet de gérer et matérialiser l'espace architectural en générale et l'unité de base du projet en particulier (salle de classe).

#### - L'infrastructure :

Selon le type de notre projet (équipement éducatif) et la nature du sol de notre terrain d'intervention, on a opté pour des fondations superficielles (semelle isolée).

#### - la super structure :

**Les poteaux :** On a opté pour un dimensionnement de 50cm sur 60cm

Les joints : deux joint de rupture ( pour changement de direction de trame et changement de niveau ) avec les voiles de contreventement

Dalle pleine : Nous avons choisi la dalle pleine en béton armé d'une épaisseur de 17 cm au niveau d'escalier, Cette dalle est armée afin d'augmenter la résistance mécanique de la structure.

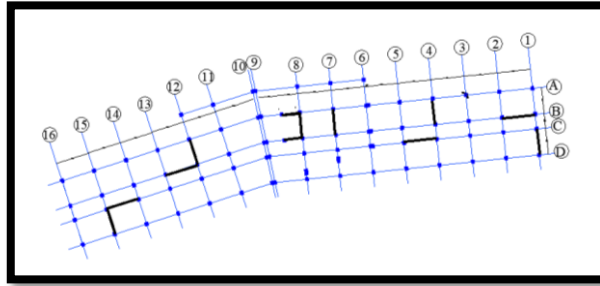


Figure 52: trame structurel du projet

### 2- Structure métallique :

On a utilisé ce type de structure Pour la salle de sport, avec poteau de type HEA 300 Poutre HEA 300 dans le sens porteur et HEA 200 dans le sens non porteur

Le choix s'est fait en raison de trois paramètres fondamentaux :

-Les qualités physiques et mécaniques, de ces éléments pour franchir de grandes portées avec un minimum de points porteurs.

-La résistance de l'ensemble avec le maximum d'efficacité pour reprendre toutes sortes de sollicitations (charge importante, forces des vents). Ainsi que la légèreté et la rapidité du montage.

-Profitant aux vides intérieurs des poteaux tubulaires pour Le passage des câbles et des gaines techniques, a conception architecturale, grandeurs des espaces et les grandes portées (la portée d'une poutre en acier qui peut atteindre (16m).

### 3.3.6. Traitement des façades :

Le rôle de la façade est très important elle nous permet de lire les différents espaces de l'unité aussi elle reflète le type d'architecture projetée

#### 1- Façade Principale Sud :

L'enveloppe et sa performance thermiques représentent le point de départ pour rendre un bâtiment énergétiquement efficace. La façade, en particulier, a un impact significatif puisqu'elle représente un lieu d'interaction et d'échange entre l'intérieur et l'extérieur. En effet, mis à part les composants du toit et le type de fondation, les niveaux d'isolation, le type et la taille des fenêtres,

## Chapitre 03 : Elaboration du projet

la masse thermique et la protection solaire sont tous des facteurs qui influencent l'efficacité énergétique du bâtiment et déterminer les conditions thermiques et visuelles pour cela on a opté pour la façade sud principale, des larges surface vitré ( mur semi rideau au niveau des classe )pour bien bénéficier du soleil d'été et pour bien éclairer les salles de classe ( confort thermique et visuelle ) avec protection solaire horizontale pour se protéger de soleil d'été et réduire l'effet d'éblouissement .

Une façade double ventilée ( pour l'entrée principale la bibliothèque et administration )qui va offrir à la fois le confort thermique , Diminuer les déperditions thermiques, créer une isolation phonique et pour réchauffer les pièces et créer une ventilation naturelle du bâtiment, Elle joue aussi le rôle d'écran contre les Vents sans oubliant sans aspect esthétique .

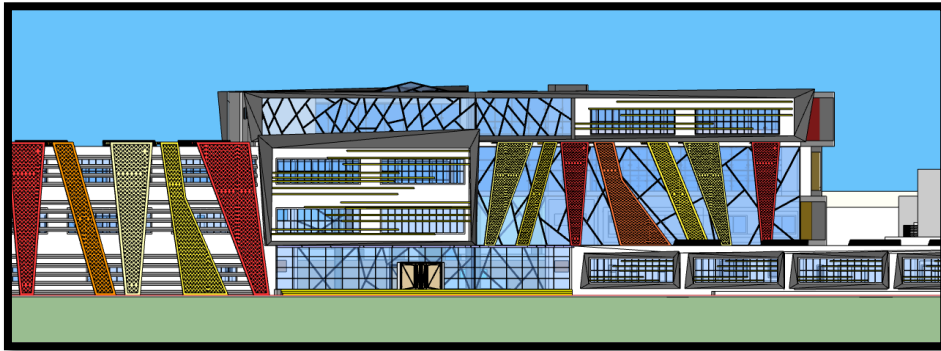
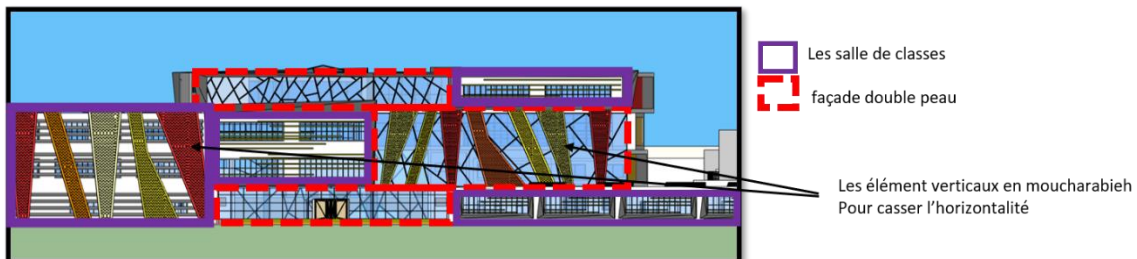


Figure 53: façade sud



### 2- Façade Est :

Façade Est aveugle pour réduire les déperditions thermique et les gains de chaleur avec un jeu de volume de couleur jaune rouge et orange pour faire appel au couleur de moucharabieh de la façade sud pour avoir une continuité .



Figure 54: façade Est

### 3- Façade Ouest :

toujours le rapport de vide est plus élevé que celui de sud pour déminuer les gains de chaleur dans cette orientation.



Figure 55: façade Ouest

### 4- Façade Nord :

Mur rideau pour l'optimisation de l'éclairage naturel (surtout pour la bibliothèque et l'atelier de dessin) qui assure aussi la ventilation naturelle.

Des ouvertures coulissantes au niveau des laboratoires au deux premiers niveaux (pas besoin beaucoup d'éclairage naturel, les cours se fait en projection)



Figure 56: façade Nord

### 3.3.7. Evaluation environnementale du projet

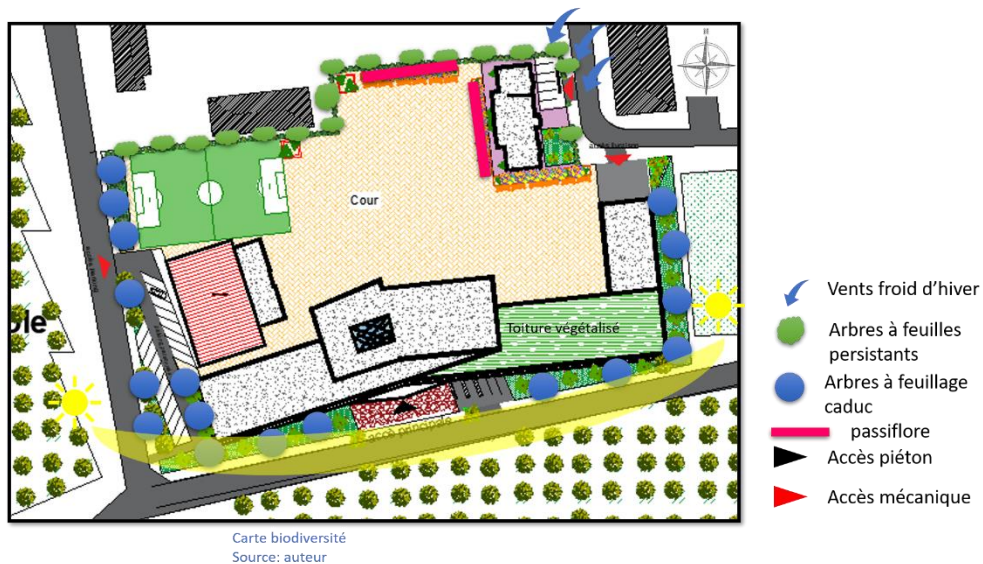
#### 3.3.8. A l'échelle de l'aménagement :

Implantation d'une série d'arbres à feuilles persistants – sapin- sur le côté Nord et Nord-Est qui joue le rôle d'un écran végétal contre les vents froid d'hiver et aussi présente un obstacle contre les nuisances sonores venant de les établissements scolaire côté Nord

#### 3.3.8.1 Implantation des arbres à feuilles caduc -Le Catalpa :

Sur le côté Est et Ouest et Sud de la parcelle qui joue un rôle de brise soleil en été et de brise vents en hiver

Créer des espaces verts aménagés (toiture végétalisée, des fleurs, passiflore ...)



**Toiture végétalisée :** La présence de la toiture végétalisée empêche la pénétration de la chaleur vers l'intérieur. Et permet la filtration des eaux pluviales.

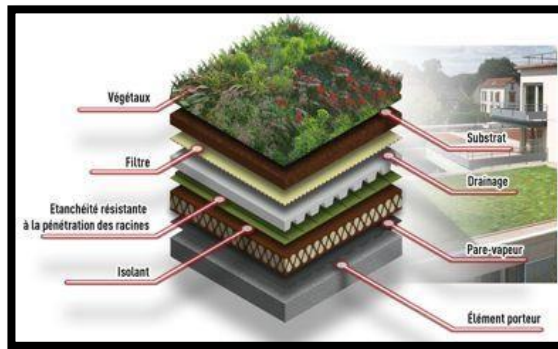


Figure 57: détail de toiture végétalisée

Source : <https://jardinage.ooreka.fr>

### 3.3.8.2 Gestion des déchets :

Concernons le traitement des déchets nous avons proposé le tri sélectif pour les Utilisateurs du lycée, le tri sélectif consiste à séparer entre les déchets recyclables et organique par des sacs différents.

-Un local poubelle est aménagée à l'extérieur et stratégiquement placées pour faciliter leur collecte et minimiser le déplacement du camion de collecte.



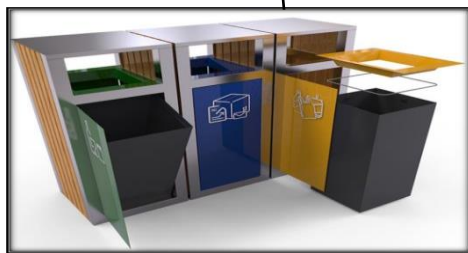
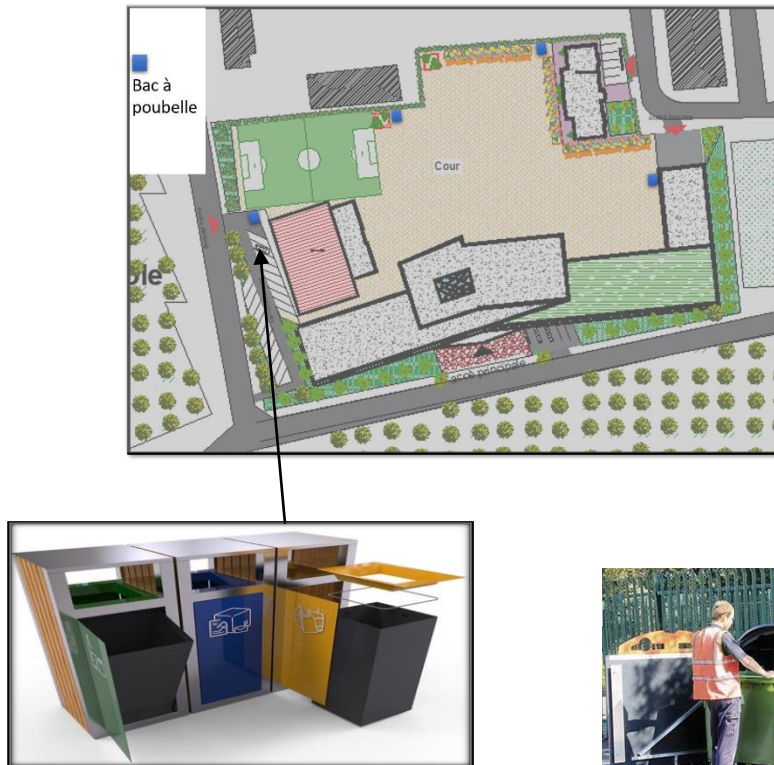


Figure 59: déchet tri sélectif

Source :  
<https://www.pinterest.ca/pin/532409987200370412/>



Figure 58: abri poubelle protégée

Source : <https://gil.glasdon.com>

### 3.3.8.3 Récupération des eaux pluviales :

Le recours au système de récupérations des eaux pluviales au niveau de la toiture à travers des gouttières (équipées d'un filtre), les eaux sont acheminées dans des canalisations vers la cuve qui se situe sous terrain, l'eau récupérée est utilisée par la suite dans des activités ménagées .



### 3.3.9. A l'échelle du projet :

#### 3.3.9.1 protection solaire :

Afin de se protéger des rayonnements solaires en été nous avons mis en place plusieurs

Dispositifs d'occultation tels que : des brises soleil horizontaux, des barrières végétales à feuillage caduque, façade double peau et des fenêtres double vitrage.

- L'implantation des arbres caduc sur le côté Est et Ouest et Sud de la parcelle qui joue un rôle de brise soleil en été

- brises soleil horizontale sur les salles de classes côté sud et utilisation de moucharabieh

### **3.3.9.2 Ventilation Naturelle :**

La ventilation dans notre bâti est assurée par les ouvertures en des deux façades sur le même axe pour créer une aération transversale, cela assure que chaque espace sera aéré naturellement



### Simulation :

Scénario 01 : salle de classe orienté Sud , brique avec lame d'air, vitrage double peau , sans protection solaire .

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	2003	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun
Température d'air (°C)	28,24	26,47	22,89	20,07	19,09	19,29	20,45	21,80	24,55	26,57
Température radiante (°C)	29,26	27,68	24,13	21,14	19,96	20,11	21,21	22,50	25,31	27,29
Température opérative (°C)	28,75	27,08	23,51	20,61	19,53	19,70	20,83	22,15	24,93	27,08
Température Sèche Air Extérieur (°C)	22,11	19,29	13,59	10,79	9,31	10,06	12,61	14,58	18,19	21,17
Humidité relative (%)	51,90	49,02	46,10	47,53	48,64	48,45	49,58	50,94	51,63	49,89

- Surchauffe
  - Confort
  - sou chauffe
- Les résultats montrent qu'on a 2 mois de sou chauffe Et trois mois de surchauffe

Scénario 02 :salle de classe orienté Sud , béton cellulaire, isolant polyuréthane Sans protection solaire

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	2003	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun
Température d'air (°C)	28,53	26,87	23,42	20,87	19,78	20,07	21,12	22,42	25,28	27,42
Température radiante (°C)	29,63	28,17	24,89	22,17	20,89	21,14	22,09	23,36	26,30	28,38
Température opérative (°C)	29,08	27,52	24,15	21,52	20,34	20,60	21,60	22,89	25,79	29,08
Température Sèche Air Extérieur (°C)	22,11	19,29	13,59	10,79	9,31	10,06	12,61	14,58	18,19	21,17
Humidité relative (%)	51,11	47,98	44,38	44,56	45,81	45,42	46,90	48,73	49,42	47,42

- Surchauffe
  - Confort
- Les résultats montrent qu'on a 3 mois de surchauffe Et les résultats s'est amélioré au niveau de 8mois sur 10

Scénario 03 : salle de classe orienté Sud , béton cellulaire , isolant polyuréthane ,Avec protection solaire horizontal

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	2003	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun
Température d'air (°C)	28,53	26,87	23,42	20,87	19,78	20,07	21,12	22,42	25,28	27,42
Température radiante (°C)	29,63	28,17	24,89	22,17	20,89	21,14	22,09	23,36	26,30	28,38
Température opérative (°C)	27,52	25,79	24,15	21,52	20,34	20,60	21,60	22,89	25,79	27,52
Température Sèche Air Extérieur (°C)	22,11	19,29	13,59	10,79	9,31	10,06	12,61	14,58	18,19	21,17
Humidité relative (%)	51,11	47,98	44,38	44,56	45,81	45,42	46,90	48,73	49,42	47,42

Les résultats montrent une amélioration des température au niveau du 3 mois de surchauffe après avoir utiliser les Protections solaire

### **Conclusion :**

A travers cette approche environnementale nous avons opté pour un ensemble des solutions bioclimatiques passives à l'échelle de l'aménagement et du bâti pour atteindre l'objectif d'une conception bioclimatique et réduire la consommation énergétique de notre projet

## Conclusion générale

Notre mémoire de fin d'étude a été fait pour toucher une problématique précise, et réaliser des objectifs liés à l'environnement et à l'établissement scolaire.

Afin de répondre à notre problématique, on a tracé un chemin dont le but est atteindre la le confort thermique et la réduction de la consommation d'énergie , en commençant par définir des thèmes comme : l'environnement , l'architecture bioclimatique , l'efficience énergétique afin de pouvoir inscrire notre projet dans sans environnement en appliquant les concepts et les principes bioclimatiques, ensuite , on a abordé le thème de l'éducation et l'équipement scolaire secondaire afin de connaître les types , leurs besoins leurs organisation et tous leurs exigences . Cette analyse a été renforcée par l'analyse des deux exemples intéressent afin de comprendre la logique et les concepts appliqués dans des projets similaires.

Passant à l'élaboration du projet , On a pris en compte les potentialités de notre site, ses caractéristiques naturelles et règlementaire, ainsi que son environnement construit , en plus d'une analyse bioclimatique de notre site afin d'arriver à un schéma d'aménagement cohérent basé sur les données de notre site .

pour mettre les potentialités naturelles de notre site en valeur, et pour inscrire le projet dans un cadre environnementale et améliorer son confort thermique et réduire sa consommation énergétique, on a s'est appuyé sur les points suivants :

- L'orientation de notre projet vers le Sud afin de bien profiter des rayons solaires d'hiver.
- Favoriser l'éclairage naturel et la ventilation naturelle par la façade double peau et l'atrium
- L'utilisation des brises soleil pour réduire l'effet d'éblouissement .
- L'utilisation d'un matériaux durable, le béton cellulaire qui offre une bonne performance thermique ainsi le polyuréthane comme isolant (très bon niveau d'isolation thermo acoustique) ce choix des matériaux a été fait selon des résultat de simulation faites par le logiciel de simulation (Design Builder) pour avoir des résultats concrets d'une étude thermique .

Nous espérons avoir bien répondu à la problématique qu'on a posé et toutes remarques et critiques qui seront faites sur le fond et sur la forme de notre travail, seront les bienvenues.

## Bibliographie :

Ouvrage :

- OLIVA. JEAN-PIERRE, CORGEY. SAMUEL (2006) LA CONCEPTION BIOCLIMATIQUE DES MAISON CONFORTABLES ET ECONOMES, P175
- LIEBARD A & DE HERDE (2002) GUIDE DE L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE.

## Site Web :

- <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/environnement>
- <https://energieplus-lesite.be/theories/confort11/le-confort-thermique-d1/>
- Naissance et évolution du Bioclimatique à l'ENSA de Toulouse (1974-1990) Adrien Roux-Delagarde dans : <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01887917/document>
- <https://www.ert2012.fr/explications/conception/explicationarchitecture-bioclimatique/> (stratégies de l'architecture bioclimatique)
- (Architecture bioclimatique et efficacité énergétique des bâtiments au Sénégal ,Thierry Joffroy, Arnaud Misse, Robert Cellaire, Lalaina Rakotomalala , 2019 )dans :<https://energieplus-lesite.be/theories/confort11/le-confort-thermique-d1/>  
<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02025559>
- Source :<https://www.municipaliteefficace.ca/76-efficacite-energetique-ges-l-architecture-bioclimatique.html>  
<https://studylibfr.com/doc/2088099/b%C3%A2timents-%C3%A0-fa%C3%A7ades-double-peau>
- Guide de façade double peau Alin Mougard ,2014 dans :  
[https://www.programmepacte.fr/sites/default/files/pdf/guide-rage-facade-multiple-double-peau-2014-02\\_0.pdf](https://www.programmepacte.fr/sites/default/files/pdf/guide-rage-facade-multiple-double-peau-2014-02_0.pdf)
- <https://www.cnrtl.fr/definition/%C3%A9ducation> définiton de l'éducation
- (<http://www.meducation.edu.dz/men/>) description de system scolaire en Algérie
- Les plans de construction des écoles européennes du XXIe siècle Alessandro Rigolon 2010  
dans :[https://www.researchgate.net/publication/46456896\\_Les\\_plans\\_de\\_construction\\_des\\_ecoles\\_europeennes\\_du\\_XXIe\\_siecle\\_Presentation](https://www.researchgate.net/publication/46456896_Les_plans_de_construction_des_ecoles_europeennes_du_XXIe_siecle_Presentation)
- <https://www.sante.gouv.sn/les-directions/la-direction-des-infrastructures-des-equipements-et-de-la-maintenance>

- <https://fr.mapsofworld.com/afrique/algerie/>
- <https://www.researchgate.net/figure/Carte-de-l-Algerie-avec-le-decoupage-administratif->
- <https://www.okbob.net/2020/01/decoupage-administratif-de-la-wilaya-de-blida.html>
- <https://www.google.com/intl/fr/earth/>
- <https://jardinage.ooreka.fr>
- [https://www.pinterest.ca/pin/5324099872003\\_70412/](https://www.pinterest.ca/pin/5324099872003_70412/)
- <https://gil.glasdon.com>
- [https://www.meteoblue.com/fr/meteo/semaine/alger\\_alg%C3%A9rie\\_2507480](https://www.meteoblue.com/fr/meteo/semaine/alger_alg%C3%A9rie_2507480)

**logiciel :**

climat consultant

méthéonome

# **Annexes**



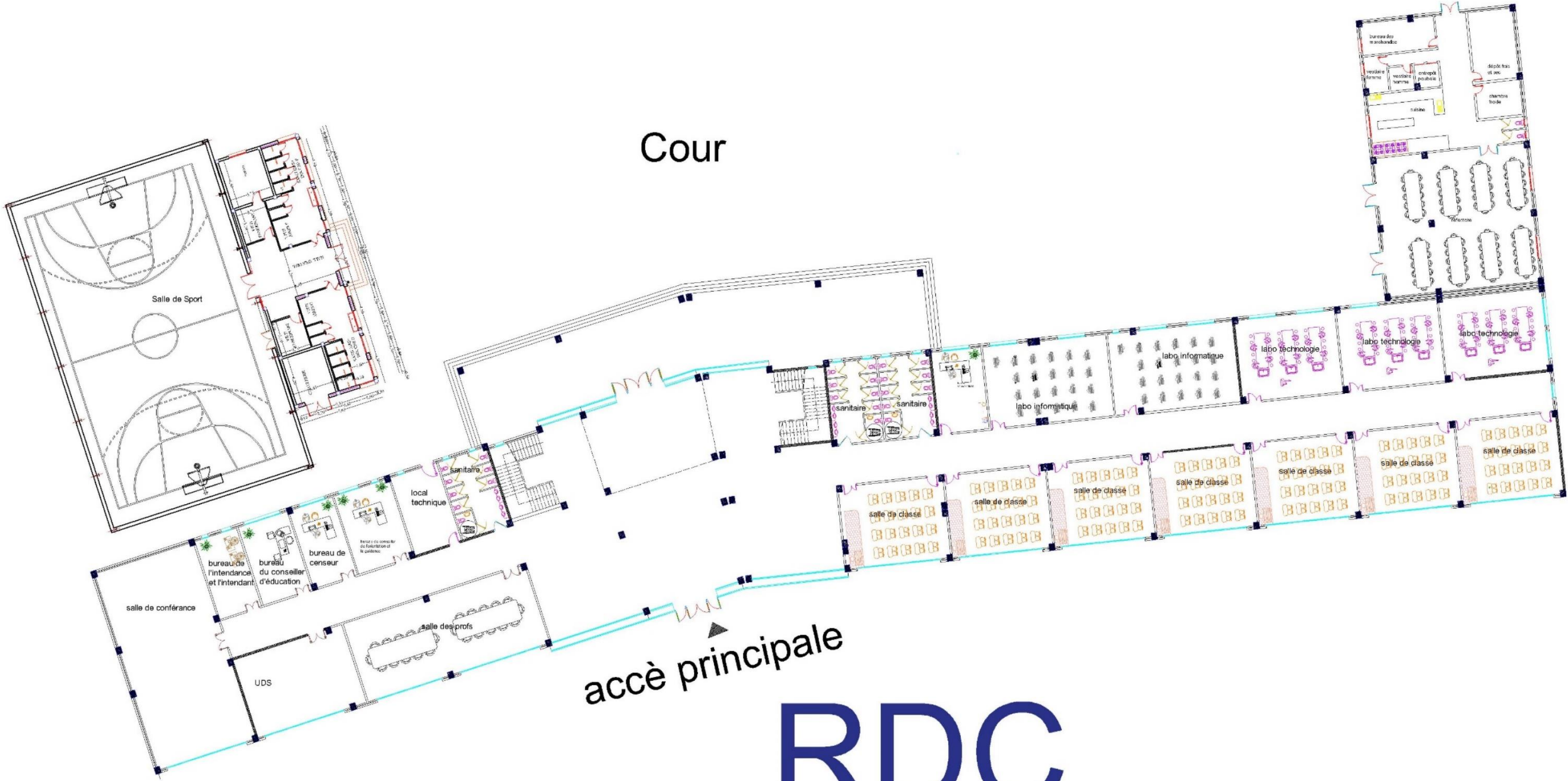


**Plan de masse**





Cour



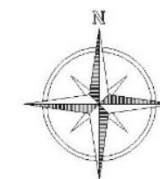
accès principale

**RDC**

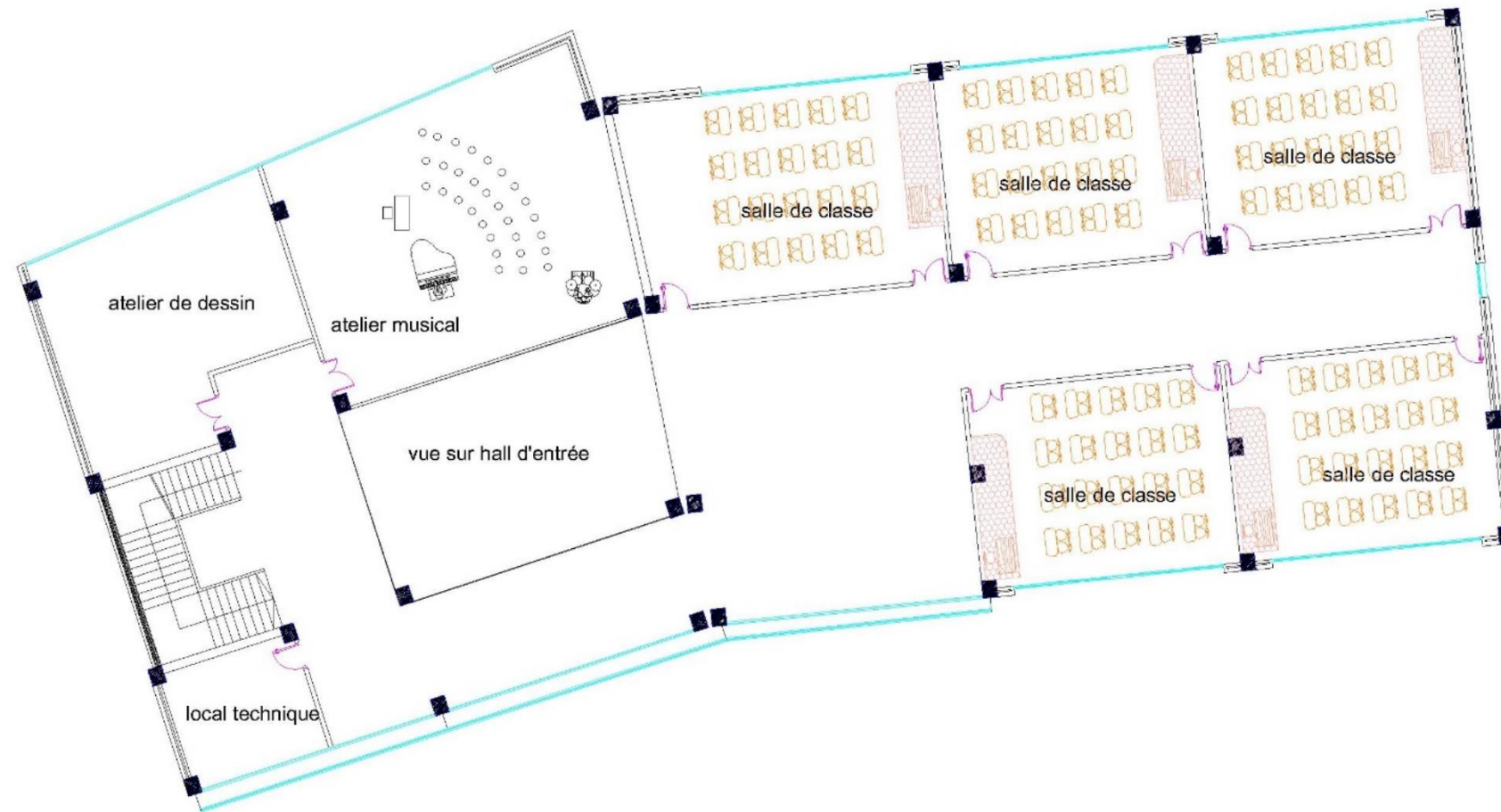
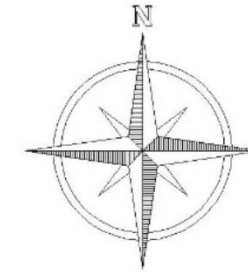




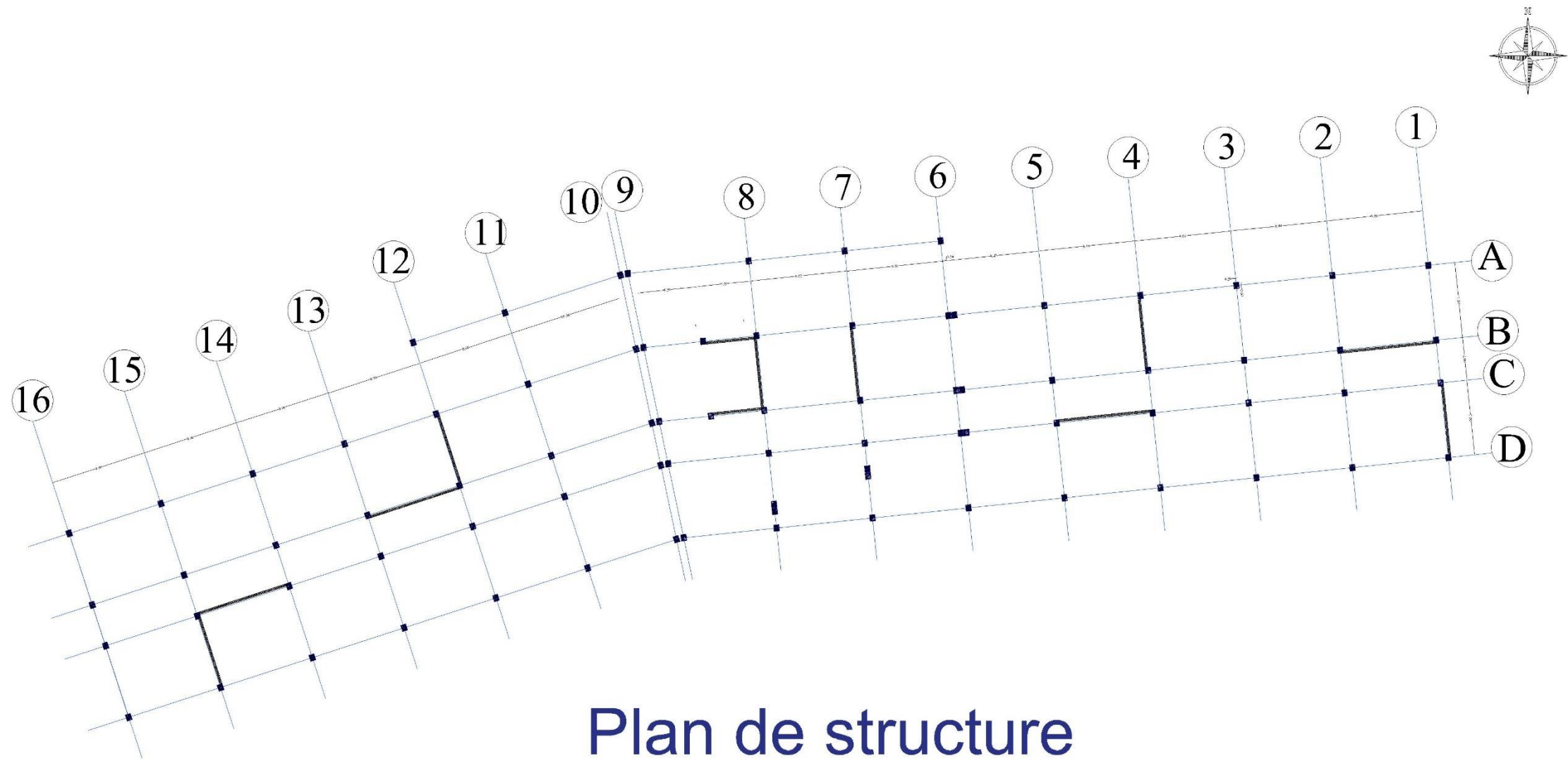
R+1



R+2



R+3



Plan de structure

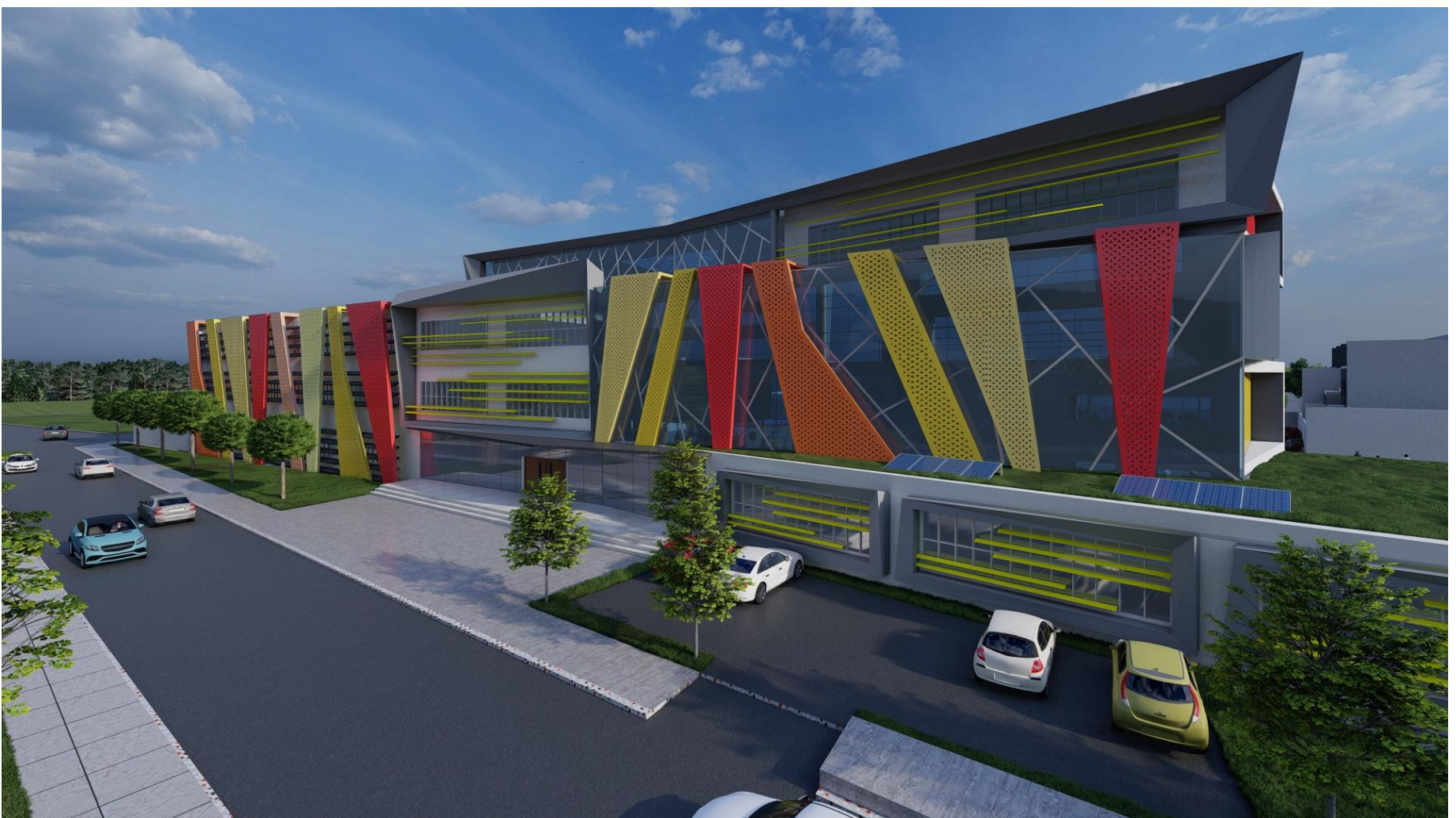


# 3D du projet





# Façade principale sud





# Façade nord



# Façade ouest





# Façade est





# Quelques vues du projet









